

UNIVERSITE DE THIES



ECOLE DOCTORALE : DEVELOPPEMENT DURABLE ET SOCIETE

ED 2DS

THESE DE DOCTORAT UNIQUE

Année académique 2021

N° d'ordre: 008/2021/ED2DS

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE THIES

Mention : Agronomie

Spécialité : Productions animales

**ANALYSE DE LA PRODUCTION LAITIÈRE ET DES CONDITIONS D'ACCÈS
AUX SOUS-PRODUITS AGRICOLES ET AGROINDUSTRIELS DANS LES
SYSTÈMES BOVINS DE LA ZONE RIZICOLE DU DELTA DU SÉNÉGAL**

Présentée et soutenue

Par

Mme, Mr, Papa Amadou Moctar GAYE

Le 05/03/2021

COMPOSITION DU JURY

Président	Mr Saliou NDIAYE	Professeur titulaire	ENSA / UT / Thiès
Rapporteurs	Mr Severain BABATOUNDE	Professeur titulaire	FSA / UAC – Bénin
	Mr Amadou NDIAYE	Maitre de conférences	UFR-S2ATA/UGB SL
	Mr Saliou NDIAYE	Professeur titulaire	ENSA / UT / Thiès
Examineurs	Mr Ayao MISSOHO	Professeur titulaire	EISMV / UCAD / Dakar
	Mr Mady NDIAYE	Professeur titulaire	FST / UCAD / Dakar
Directeurs de Thèse	Mr Abdoulaye DIENG	Professeur titulaire	ENSA / UT / Thiès
	Mr El Hadji TRAORE	Maitre de recherche	ISRA / Dakar

DEDICACES :

À tous les êtres qui m'ont aidé par la grâce de Dieu. Toutes mes réussites présentes, à venir et futures sont vôtres.

A mon père et ma mère qui ont toujours œuvré pour ma progression dans les études et pour toute la peine endurée dans mon éducation. Je ne peux vous remercier.

A mes frères Sidy Mbacké GAYE et Ibrahima GAYE.

A ma famille élargie. Soyez témoins de ma profonde gratitude. Vous avez fait preuve d'un soutien indéfectible à tous les rendez-vous importants.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire fut une occasion merveilleuse de rencontres et d'échanges avec de nombreuses personnes. Je ne saurais les citer toutes. Je reconnais que chacune a, à des degrés divers, mais avec une égale bienveillance, apporté une contribution positive à sa finalisation.

J'exprime mes profonds remerciements à mon directeur de thèse, le Pr. Abdoulaye DIENG, pour avoir accepté de diriger mes recherches dans le cadre de cette thèse mais aussi, dans mes précédents diplômes. La finesse de son attitude sur le plan aussi bien humain que scientifique a été d'un grand apport dans la réalisation de ce travail. Ses remarques et suggestions successives ont permis d'améliorer les différentes versions de ce document.

Je tiens à remercier le Dr El Hadji TRAORE pour avoir guidé mes premiers pas dans la recherche mais aussi pour le suivi et l'encadrement scientifique de cette thèse. Ses pertinentes remarques et critiques m'ont conduit vers la bonne voie. Son œil critique m'a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes parties de cette thèse.

Je suis très sensible à la spontanéité de Pr. Severain BABATOUNDE qui a accepté de prendre de son temps pour évaluer la qualité de ce travail. Merci d'avoir accepté de juger cette thèse.

Des remerciements sincères sont dus au Pr Saliou NDIAYE qui a bien voulu présider ce jury et rapporté cette thèse. Je vous suis reconnaissant pour avoir consacré de votre précieux temps à l'évaluation de ce travail malgré votre calendrier très chargé.

Je tiens à profondément remercier le Pr. Ayao MISSOHOU qui fut mon Professeur à l'EISMV de Dakar, l'un des hommes à qui j'ai toujours voulu ressembler tant pour son excellence sur le plan scientifique que pour sa rigueur et qui m'a fait le privilège de diriger ma thèse vétérinaire. Merci d'avoir bien voulu juger ce travail de thèse malgré vos nombreuses tâches pédagogiques et de recherche.

Des remerciements sincères et une profonde gratitude sont dus au Pr Amadou NDIAYE qui a bien voulu juger cette thèse dans l'urgence, vu le retard que j'ai accusé à lui remettre le document. Votre indulgence et votre bienveillance me vont droit au cœur.

J'exprime mes profonds remerciements au Pr Mady NDIAYE qui a bien voulu juger cette thèse. Soyez assuré de ma profonde gratitude car, vous avez consacré de votre précieux temps à l'évaluation de ce travail malgré votre calendrier très chargé.

Je tiens à remercier M. Cheikh SALL qui m'a guidé durant toute ma formation. Ma considération est inestimable. Je tiens également à souligner toute la confiance qu'il a eue en moi, laquelle a été un moteur pour la réussite à l'aboutissement de ce travail.

Mes profonds remerciements vont à l'endroit de Adjiartou Anta TOURE et Mamadou Yakhia DIALLO qui, dans le cadre de leur mémoire de fin d'étude (ENSA/UT), ont largement contribué à ce présent travail.

Je remercie les très nombreux enquêteurs qui ont contribué à la collecte des données sur le terrain.

J'exprime mes profonds remerciements à toute l'équipe de l'ISRA et du CIRAD qui m'ont ouvert toutes les portes pour que je puisse mener à bien mes travaux de thèse.

J'exprime ma profonde gratitude à la coopération Coréenne (KAFACI) qui a financé cette étude à travers le programme young scientist.

J'exprime ma gratitude à toute l'équipe du Laboratoire National d'Elevage et de Recherche Vétérinaire (LNERV-ISRA) et du PPZS. Il s'agit plus particulièrement de Dr El Hadji TRAORE, Cheikh SALL, Dr. Christian CORNIAUX, Dr Astou Diao CAMARA, Dr Jean Daniel CESARO, Dr Mamadou CISS, Rokhaya DIARRA, Mamadou Bocar THIAM, Georgette Roky NDIAYE, CORREA , Adiaratou Anta TOURE, Mamadou Yakhia DIALLO.

Je remercie l'ISRA qui, à travers l'assistance financière et la formation, a facilité la réalisation de ce travail. Je voudrais associer à ces remerciements tous les chercheurs du Centre de Recherches Agricole (CRA) de Saint-Louis à travers son Directeur Dr Amadou Abdoulaye FALL, le coordonateur de programme Dr Madiama CISSE, Dr Rahimi MBALLO, Dr Omar Ndao FAYE, Dr Moustapha GUEYE, Dr Mamadou SALL, Dr Ramatoulaye N'DIAYE, Dr Moussa DIENG, Dr Diatta MARONE, Mme Aminata Ba Dia, Dr. Malick N'DIAYE, M. Pape Madiama DIOP, M. Jeannot DIATTA et le personnel administratif et d'appui du CRA de Saint-Louis.

J'exprime mes remerciements à la SAED notamment à M. Bécaye BA, M. CISSOKHO et M. Samba WANDIANGA qui m'ont permis d'accéder à leur base de données. Je voudrais aussi

remercier Dr Arona DIAW (LDB) qui m'a beaucoup aidé en mettant à ma disposition la liste complète des éleveurs et la carte de répartition de ceux-ci suivant les 4 axes de collecte.

Mes remerciements vont à toutes les organisations d'éleveurs d'agriculteurs et d'industriels qui ont amplement facilité ce travail.

SIGLES ET ABBREVIATIONS

CAIT: Complexe Agro-Industriel de Touba

CEDEAO : Communauté Economique des Etats d’Afrique de l’Ouest

CNCAS : Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal

CSS : Compagnie Sucrière du Sénégal

DAPSA : Direction de l’Analyse de la Prévision et des Statistiques Agricoles

DPDR : Département de la Promotion et du Développement Rural

FAO : Organisation des Nations Unies pour l’alimentation et l’agriculture

GA : Grands Aménagements

GIE : Groupement d’Intérêt Economique

ISRA : Institut Sénégalais de Recherche Agricole

LDB : Laiterie Du Berger

MAS : Mission d’Aménagement du Sénégal

OLANI : Office Laitier du Niger

OMVS : Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal

OP : Organisations Paysannes

PDRG : Plan Directeur pour la rive Gauche

PIP : Périmètres Irrigués Privés

PIV : Périmètres Irrigués Villageois

SAED : Société Nationale d’Aménagement et d’Exploitation des Terres du Delta du fleuve Sénégal

SODEFITEX : Société de Développement et des fibres textiles

SONACOS : Société Nationale de Commercialisation des Semences

TEC : Tarif Extérieur Commun

UBT : Unité de Bétail Tropical

UCOLAIT : Union des Coopératives Laitières

UEMOA : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine

ULB : Union laitière de Bamako

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l’Education, la Science et la Culture

Liste des tableaux

Tableau 1: Ratio d'évolution des importations laitières entre 1998 et 2007	6
Tableau 2 : Catégories de droits de douane prévues par le TEC	19
Tableau 3 : Statistiques de la riziculture irriguée de 2006 à 2018 dans la région de Saint Louis (DAPSA, 2018)	38
Tableau 4 : Composition bromatologique de la paille de riz	49
Tableau 5 : Composition bromatologique de la paille de canne à sucre	49
Tableau 6 : Quantités de paille disponibles dans les parcelles de la CSS (T/ha)	50
Tableau 7 : Composition bromatologique de la fane d'arachide	51
Tableau 8 : Composition bromatologique des issues de rizerie	52
Tableau 9 : Composition bromatologique des tourteaux d'arachide	54
Tableau 10 : Composition bromatologique des tourteaux de coton	56
Tableau 11 : Typologie des systèmes bovins dans le bassin de collecte de la LDB	65
Tableau 12 : Production laitière journalière moyenne des éleveurs collectés par la LDB	75
Tableau 13 : Coûts de production du lait des éleveurs collectés par la LDB	81
Tableau 14 : Superficie et nombre de producteurs par type d'aménagement dans le delta du fleuve Sénégal (SAED, 2018)	98
Tableau 15 : Répartition des cultivateurs échantillonnés sur les strates	100
Tableau 16 : Typologie des systèmes rizicoles du rayon de collecte de la LDB	104
Tableau 17 : Résultats d'exploitation des différents systèmes rizicoles	120
Tableau 18 : Flux et commercialisation des sous-produits locaux (2018-2019)	143
Tableau 19 : Flux et commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail 2018-2019	149

Liste des figures

Figure 1 : Evolution des quantités de paddy produites et des superficies cultivées en fonction des saisons de culture (SAED, 2018)	39
Figure 2 : Exploitations enquêtées dans le rayon de collecte de la LDB (Césaro et Gaye, 2019)	62
Figure 3 : Analyse multifactorielle variée de la population d'éleveurs étudiée	63
Figure 4 : Répartition de la population étudiée dans les différents types identifiés.....	74
Figure 5 : Corrélation entre le ratio revenu de l'élevage bovin / revenu familial et le taux d'élevage.....	85
Figure 6 : Carte des aménagements hydroagricoles de la délégation de Dagana et du lac de Guiers enquêtées (Césaro et Gaye, 2018).....	101
Figure 7 : Analyse multifactorielle variée des la systèmes rizicoles étudiés.....	103
Figure 8 : Localisation des rizeries enquêtées en fonction des quantités de paddy transformées (Césaro et Diallo, 2019).....	139
Figure 9 : Circuit de commercialisation du son de riz.....	151
Figure 10 : Circuit de commercialisation farine basse de riz.....	153
Figure 11 : Partage de la valeur ajoutée de la commercialisation du son de riz et de la farine basse de riz	155
Figure 12 : Circuit de commercialisation des sous-produits agroindustriels importés dans la zone d'étude, de provenance nationale	156
Figure 13 : Partage de la valeur ajoutée des sous-produits agro industriels importés dans la zone d'étude, d'origine nationale	160
Figure 14 : Circuit de commercialisation des intrants alimentaires importés dans la zone d'étude, de provenance étrangère	162
Figure 15 : Partage de la valeur ajoutée des intrants alimentaires importés dans la zone d'étude, d'origine étrangère	165

SOMMAIRE :

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE I – SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	5
I.1. Production laitière en Afrique Sub-Saharienne	5
I.1.1. Faible connexion de la production laitière africaine au secteur industriel.....	5
I.1.2. Essor des industries urbaines et du secteur de la distribution.....	6
I.1.3. Rapports de prix et compétitivité du lait local	7
I.1.4. Diversité des modèles techniques de production laitière.....	7
I.1.4.1. Destination du lait produit	7
I.1.4.2. Le lait dans les systèmes pastoraux et agropastoraux	9
I.1.4.3. Elevage paysan et systèmes laitiers semi-intensifs.....	11
I.1.4.4. Elevage paysan et production laitière	13
I.1.4.5. Exploitations laitières urbaines et périurbaines	14
I.1.4.6. Intensification et performances laitières.....	15
I.1.4.7. Niveau de spécialisation des exploitations	17
I.1.5. Politiques commerciales comme objet de débats entre Etat et professionnels	18
I.1.6. Elevage dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal.....	20
I.2. Riziculture irriguée dans le delta et la vallée du Sénégal	21
I.2.1. Le milieu naturel et son exploitation	22
I.2.2. Caractères hydro-climatiques et pédologiques de la vallée et du delta du Sénégal.....	23
I.2.3. Développement de l'irrigation et aménagement du fleuve.....	24
I.2.4. Le riz, sa culture et ses performances dans la vallée.....	27
I.2.4.1. Le riz et la riziculture irriguée.....	27
I.2.4.2. Performances agronomiques de la riziculture irriguée dans le delta et la vallée du Sénégal.....	29
I.2.4.3. Pratiques culturelles et décalages du calendrier des opérations culturelles	30
I.2.5. Performances économiques et financières de la riziculture	31
I.2.6. Causes de contre-performances des systèmes rizicoles irrigués sahéliens	32
I.2.7. Pratiques culturelles dans le delta et la vallée du Sénégal	35
I.2.8. Evolutions de la production de riz dans le delta et la vallée du Sénégal.....	36
I.2.9. Utilisations de la paille de riz.....	39
I.3. Instabilité des prix dans les filières agricoles en Afrique de l'ouest	40
I.3.1. Amélioration des revenus des producteurs comme moyen de lutte contre la pauvreté	40

I.3.2. Fondements théoriques des mesures de libéralisation des filières agricoles : l'économie néoclassique	40
I.3.3. Extensions du courant néoclassique : théorie des contrats, théorie des jeux, théorie des choix publics	41
I.3.3.1. Théorie des contrats	41
I.3.3.2. Théorie des jeux	41
I.3.3.3. Théorie des choix publics	42
I.3.4. Risque et incertitude	42
I.3.4.1. Terminologie	42
I.3.4.2. Incidence du risque et de l'incertitude sur les comportements des producteurs, stratégies développées	43
I.3.5. Défaillances de marché	43
I.3.5.1. Coûts de transaction	44
I.3.5.2. Importance de l'information	44
I.3.5.3. Externalités	45
I.3.6. Biens publics et biens communs	45
I.3.6.1. Biens publics	45
I.3.6.2. Biens communs	45
I.3.7. Gestion de l'instabilité des prix des produits agricoles	45
I.3.7.1. Origine et nature des instabilités	46
I.3.7.2. Modes de stabilisation des prix	46
I.3.7.2.1. Modes de stabilisation des prix des produits vivriers	47
I.3.7.3. Quelques constats d'instabilité des prix des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail en Afrique de l'Ouest	48
I.3.8. Diversité et potentiel des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail et commercialisés dans le rayon de collecte de la LDB	48
I.3.8.1. Sous-produits agricoles et agro industriels locaux	48
I.3.8.1.1. Résidus de cultures	48
I.3.8.1.1.1. Pailles de graminées	48
- Paille de riz (Tableau 4)	48
I.3.8.1.1.2. Fanes de légumineuses	50
I.3.8.1.2. Sous-produits agro industriels	51
- Son de riz (Tableau 8)	51
I.3.8.2. Intrants alimentaires importés	53
I.3.8.2.1. Résidus de culture	53

I.3.8.2.2. Sous-produits agroindustriels et autres intrants	53
CHAPITRE II - Typologie des systèmes bovins du bassin de collecte de la Laiterie Du Berger (LDB)	57
Introduction	57
II.1. Méthodologie	58
II.1.1. Zone d'étude	58
II.1.2. Typologie des élevages qui livrent le lait produit à la LDB.	58
II.1.2.1. Echantillonnage des élevages qui livrent du lait à la LDB	58
II.1.2.2. Analyse des données d'enquête	61
II.1.2.3. Évaluation des coûts de production	61
II.2. Résultats	62
II.2.1. Localisation des enquêtes	62
II.2.2. Typologie des exploitations fournisseurs de la LDB	63
II.2.2.1. Description des différents types d'éleveurs fournissant la LDB	67
II.2.2.2. Production laitière journalière moyenne	74
II.2.2.3. Coûts de production du lait	80
II.2.2.4. Déterminisme de l'orientation productive	84
II.3. Discussion	86
II.3.1. Diversité des systèmes de production et pratiques de production du lait dans un contexte d'émergence d'une laiterie et de développement de l'agriculture	86
II.3.2. Orientations productives	87
II.3.3. Performances de reproduction	89
II.3.4. Gestion des stocks d'aliment	89
II.3.5. Production laitière	90
II.3.6. Coût du litre de lait	91
II.3.7. Déterminisme de l'orientation productive	93
Conclusion partielle	93
CHAPITRE III – Typologie des systèmes rizicoles du bassin de collecte de la Laiterie Du Berger (LDB)	95
Introduction	95
III.1. Méthodologie	96
III.1.1. Facteurs de croissance des quantités de sous-produits du riz dans le delta du Sénégal. 96	
III.1.2. Echantillonnage des producteurs de riz du bassin laitier du fleuve Sénégal	96
III.1.2.1. Population cible	96
III.1.2.2. Données à recueillir :	96

III.1.2.3. Echantillonnage	96
III.1.2.4. Constitution de questionnaires.....	101
III.1.2.5. Base de données	101
III.1.2.6. Méthode typologique et objectif de la typologie	101
III.1.3.7. Analyse des données d'enquête	102
III.2. Résultats.....	102
III.2.1. Typologie des systèmes rizicoles du rayon de collecte de la LDB	102
III.2.1.1. Fonctionnement des différents types de riziculteurs	103
III.2.1.2. Résultats d'exploitation des différents systèmes rizicoles	119
II.3. Discussion.....	124
III.3.1. Intensité culturale et rendements	124
III.3.2. Chutes de rendements et faibles performances productives	125
III.3.2.1. Contreperformances liées aux conditions de culture.....	125
III.3.2.2. Contreperformances liées aux retards du service agricole.....	127
III.3.3. Brulis de la paille de riz	129
III.3.4. Résultats d'exploitation	130
Conclusion partielle.....	131
CHAPITRE IV - Analyse des flux d'intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail dans le bassin de collecte de la Laiterie Du Berger (LDB).....	133
Introduction	133
IV.1. Méthodologie.....	134
IV.1.1. Estimation des quantités d'intrants alimentaires utilisés dans la zone d'étude.....	134
IV.1.1.1. Estimation des quantités d'intrants alimentaires produits dans la zone d'étude ..	134
IV.1.2.2. Estimation des quantités d'intrants alimentaires importés dans la zone	136
IV.1.3. Analyse des flux d'intrants et détermination des bénéficiaires de la valeur ajoutée....	136
IV.1.3.1. Approche.....	136
IV.1.3.2. Recensement des autres acteurs de la filière	137
IV.1.4. Détermination des fluctuations des prix	137
IV.2. Résultats	137
IV.2.1. Descriptif des acteurs impliqués et rôle joué dans les filières intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail	137
IV.2.1.1. Cultivateurs	137
IV.2.1.2. Rizeries.....	138
IV.2.1.3. Industries de fabrication d'aliment complet pour bétail	139

IV.2.1.4. Grossistes	139
IV.2.1.5. Détaillants	140
IV.2.1.6. Transporteurs	140
IV.2.2. Commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail	140
IV.2.2.1. Flux et commercialisation de sous-produits locaux (2018-2019)	140
IV.2.2.2. Flux et commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail (2018-2019)	145
IV.2.3. Structure et fonctionnement des filières sous-produits agricoles et agroindustriel et autres intrants destinés à l'alimentation animale	151
IV.2.3.1. Filières sous-produits locaux	151
IV.2.3.2. Filières sous-produits et intrants alimentaires importés dans la zone d'étude, de provenance nationale.....	156
IV.2.3.3. Filières sous-produits et intrants alimentaires importés dans la zone d'étude et provenant de l'étranger.....	162
IV.3. Discussion	166
VI.3.1. Filières intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail et théorie économique néoclassique dans le bassin de collecte de la LDB	167
VI.3.2. Risque et incertitude dans les stratégies de production laitière dans le rayon de collecte de la LDB.....	168
VI.3.3. L'information dans la commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail dans le bassin de collecte de la LDB	169
VI.3.4. Externalités et commercialisation des sous-produits agricoles et agro industriels dans le bassin de collecte de la LDB.....	170
VI.3.5. Spéculations et commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail dans le bassin de collecte de la LDB	171
VI.3.6. Partage de la valeur ajoutée née de la commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail dans le bassin de collecte de la LDB.....	171
IV.4. Recommandations	172
Conclusion partielle.....	175
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	176
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	179
ANNEXES	a

Résumé

Dans le delta du Sénégal, la production laitière est faible, cantonnée à la saison des pluies et atomisée. Cette étude a eu pour objectif d'identifier les contraintes à l'augmentation de la production laitière, liées à l'accessibilité aux aliments pour bétail. Elle a été réalisée dans le rayon de collecte de la Laiterie Du Berger (LDB). Concernant la typologie des éleveurs, l'enquête a été menée sur un échantillon représentatif de 323 éleveurs à travers un échantillonnage aléatoire stratifié puis, une analyse multifactorielle variée a permis d'identifier neuf types d'éleveurs impliqués dans la production laitière, dont quatre à orientation productive laitière et cinq producteurs d'animaux sur pieds. Aussi, dans la population étudiée, le niveau de production laitière baisse et le coût du litre de lait augmente quand on s'éloigne de l'hivernage avec une tendance générale à thésauriser les excédents de revenus sous forme de bétail sur pieds. Pour la typologie des riziculteurs, l'enquête a été menée sur un échantillon représentatif de 422 riziculteurs à travers la combinaison de 3 méthodes d'échantillonnage puis, une analyse multifactorielle variée basée sur des critères de ségrégation à la fois qualitatifs et quantitatifs a permis d'identifier neuf types de riziculteurs. La disponibilité des sous-produits du riz pour l'élevage est en lien direct avec l'intensité culturale, le rendement ($4,11 \pm 2,86$ T/ha en moyenne) et le pourcentage de brulis de la paille de riz. La riziculture est considérée chez 86,97% de la population comme le moyen d'assurer au moins la sécurité alimentaire, en raison des très faibles revenus. L'analyse des flux d'intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail a été menée à travers l'approche filière. Elle a révélé quatre périodes de fluctuation des prix durant la saison 2018-2019. Cette instabilité des prix freine la spécialisation laitière. Cette réflexion montre les limites des opérations de développement laitier qui pour être efficaces, doivent tenir compte de la grande variété de stratégies de production, doivent nécessairement s'appesantir sur l'utilisation des sous-produits locaux dont la disponibilité dépend étroitement des rendements et pour finir, doivent se baser sur la réduction des circuits de commercialisation et le stockage pour remédier à l'instabilité des prix.

Mots clés : typologie, éleveurs, riziculteurs, aliments bétail, sous-produits, delta du Sénégal.

Abstract

In the Senegal delta, milk production is low, confined to the rainy season and atomized. The objective of this study was to identify the constraints to increasing milk production linked to the accessibility of animal feed. It was carried out in the collection department of the Laiterie Du Berger (LDB). Regarding the typology of breeders, the survey was conducted on a representative sample of 323 breeders through stratified random sampling, then, a varied multifactorial analysis made it possible to identify nine types of breeders involved in milk production, including four to dairy production orientation and five live animal producers. Also, in the population studied, the level of milk production decreases and the cost of a liter of milk increases when we move away from wintering with a general tendency to hoard surplus income in the form of live cattle. For the typology of rice farmers, the survey was conducted on a representative sample of 422 rice farmers through the combination of 3 sampling methods then, a varied multifactorial analysis based on qualitative and quantitative segregation criteria allowed " identify nine types of rice farmers. The availability of rice byproducts for livestock is directly linked to crop intensity, yield (4.11 ± 2.86 T / ha on average) and the percentage of burns in rice straw. Rice cultivation is considered by 86.97% of the population as the means of ensuring at least food security, due to the very low incomes. The analysis of feed inputs for livestock feed was carried out through the supply chain approach. It revealed four periods of price fluctuation during the 2018-2019 season. This price instability slows down dairy specialization. This reflection shows the limits of dairy development operations which, to be effective, must take into account the wide variety of production strategies, must necessarily be based on the use of local by-products whose availability depends closely on yields and for Finally, must be based on the reduction of marketing channels and storage to remedy the price instability.

Keywords: typology, breeders, rice farmers, animal feed, by-products, Senegal delta.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les études prospectives prévoient que la demande mondiale en produits alimentaires va doubler dans les 40 prochaines années, en réponse à une forte croissance démographique et à un changement des habitudes alimentaires (Chaumet *et al.* 2009). Cette croissance démographique sera encore plus prononcée en Afrique de l'Ouest (ONU, 2017).

Ces perspectives démographiques en Afrique de l'Ouest font de l'accroissement de la production en lait frais un enjeu majeur tant au plan nutritionnel qu'aux plans économique et social dans le développement local. Ce, d'autant plus qu'en Afrique de l'Ouest, la production laitière s'élevait à 5,8 milliards de litres en 2017, soit 0,7% de l'offre mondiale pour 4,9% de la population mondiale (FAO, 2018). Cette faible production a pour conséquences : i) une faible consommation de lait et de produits laitiers en Afrique de l'Ouest en général (40 à 45 l/habitant) et au Sénégal en particulier (40 l/habitant), soit deux fois moins que la moyenne mondiale (OCDE-FAO, 2018) et ii) des importations massives de lait et de produits laitiers qui creusent le déficit de la balance commerciale des Etats. Ces importations ont été en 2018 de 1035 milliards de FCFA pour l'Afrique de l'Ouest (Chatellier, 2020) et 60,5 milliards de FCFA pour le Sénégal (ANSD, 2019). Face à ce défi d'accroissement de la production laitière en Afrique de l'Ouest, tous les systèmes, qu'il s'agisse d'exploitations familiales pastorales, agropastorales ou intensifiées à moyenne ou grande échelle, sont potentiellement concernées. Ces systèmes font preuve généralement d'efficacités limitées dans l'usage qu'ils font des ressources locales. La principale difficulté pour ces industries et filières laitières locales est que la production laitière est insuffisante, fortement atomisée et saisonnée (cantonnée à la saison des pluies pour la plus grande partie) (Coulibaly *et al.* 2007 ; Corniaux *et al.* 2012a ; Sib *et al.* 2017).

En effet, en Afrique de l'Ouest et dans la région du fleuve Sénégal en particulier, le modèle laitier intensif peine à s'imposer au sein de l'agriculture familiale, à la différence des évolutions décrites en Afrique de l'Est, dans le Maghreb, en Amérique latine ou en Asie (Galetto *et al.* 2007 ; Berthelot, 2009 ; Pocard-Chapuis *et al.* 2007 ; Srairi et Chohin Kuper. 2007). Cette situation de blocage du développement de la production locale a constitué un des fils conducteurs des initiatives d'appui à l'élevage africain des années 1960 à aujourd'hui. La plupart des opérations de développement laitier se sont focalisées sur les solutions techniques à promouvoir pour « rattraper » ce retard : amélioration génétique, cultures fourragères, rationnement des vaches laitières, promotion de centres de collecte réfrigérés. Or, faute d'une connaissance approfondie

des conditions dans lesquelles devaient être mises en place ces innovations, un grand nombre de ces projets n'ont pas abouti à l'augmentation attendue de la productivité (Walshe *et al.* 1991 ; Metzger *et al.* 1995 ; Vatin, 1996).

Au Nord du Sénégal, le système traditionnel Peul d'élevage pastoral allaitant, mobile et extensif est dominant. Les zébus, à vocation généralement bouchère sont élevés sur des parcours naturels. A mesure de l'avancée de la saison sèche et de la réduction des pâturages en qualité et en quantité, certains éleveurs (la majorité) partent en transhumance vers le Sud, d'autres, beaucoup moins nombreux, préfèrent maintenir toute ou une partie de leur troupeau en sédentarisation. Dans ce système sédentaire, l'achat de compléments alimentaires est de pratique courante (Corniaux *et al.* 2001).

L'élevage le long du fleuve Sénégal ne profite pas, ou très peu, des énormes potentialités que recèle la zone. En effet, d'une part les éleveurs peuvent y profiter du pâturage naturel et d'autre part, d'énormes quantités de sous-produits agricoles et agro industriels y sont disponibles. C'est le cas de la culture majoritaire, à savoir le riz, avec 61 871 ha de terres emblavées en 2017 (DASPA, 2018).

Les quantités de riz paddy produites sont beaucoup plus importantes de nos jours : 400 147 tonnes en 2017 (DASPA, 2018) contre 30 000 tonnes seulement en 1983 (Dieng, 1984), avec pour conséquence, la disponibilité de quantités importantes et croissantes de sous-produits. Cependant, malgré les prédispositions de la région du fleuve Sénégal à devenir un bassin laitier, la productivité du cheptel laitier est encore très faible. En effet, tout porte à croire que le potentiel de production de la région du fleuve Sénégal n'est pas exploité de façon efficace. C'est le cas de la paille de riz dont une grande partie est brûlée (Dieng, 1984 ; Gaye, 2016). De plus, des hausses des prix des intrants destinés à l'alimentation du bétail viennent aggraver l'insuffisance constatée dans la mise en valeur des sous-produits agricoles et agro industriels locaux en période de déficit fourrager. Cette volatilité des prix a été décrite en Afrique de l'Ouest, en général (Bougoum, 2000 ; Deffo *et al.* 2009 ; Camara, 2013 ; Duteurtre et Corniaux, 2018) et dans la rive gauche du fleuve Sénégal en particulier (Gaye, 2016).

C'est dans ce contexte que s'inscrit l'analyse de la production laitière et des conditions d'accès aux sous-produits agricoles et agroindustriels dans les systèmes bovins de la zone rizicole du delta du Sénégal.

Ainsi, cette étude a été menée à bien dans le seul et unique but de répondre à la question « comment améliorer les conditions d'accès aux intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail ? ». L'hypothèse générale de cette étude est que l'amélioration des conditions d'accès aux intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail devrait passer par la compréhension puis l'optimisation des stratégies de production et des circuits commerciaux.

Ce présent travail contribue donc à produire des éléments de données pour la croissance, la constance et la compétitivité de la production laitière dans le delta du Sénégal, par l'intermédiaire de l'amélioration de l'accès aux intrants alimentaires en période de soudure. Plus spécifiquement, ce travail cherche à :

- i) établir la typologie des systèmes bovins du bassin de collecte de la Laiterie Du Berger (LDB). L'hypothèse qui sous-tend cet objectif spécifique est que la connaissance des différentes stratégies de production développées par les éleveurs dans le bassin de collecte de la LDB permettra, de façon spécifique à chaque type, d'identifier les leviers à actionner pour stimuler la croissance de la productivité laitière ;
- ii) établir la typologie des systèmes rizicoles du bassin de collecte de la laiterie du berger. L'hypothèse qui sous-tend cet objectif spécifique est que la maîtrise des systèmes rizicoles permettra d'énumérer les conditions nécessaires à l'amélioration des rendements et à la réduction des pertes de la paille par brulis, en vue d'accroître la disponibilité des sous-produits du riz et ainsi, de booster leur utilisation en alimentation du bétail dans les systèmes bovins du bassin de collecte de la LDB ;
- iii) analyser les flux d'intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail. L'hypothèse qui sous-tend cet objectif spécifique est que, la compréhension du déterminisme des flux et des fluctuations de prix des aliments pour bétail au fil des saisons dans le bassin de collecte de la LDB, permettra de déceler les nœuds stratégiques de leur valorisation, et ainsi, d'améliorer l'accès aux intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail (baisse et stabilisation des prix).

Ce présent document est structuré de la manière suivante :

- chapitre I : étude bibliographique, elle aborde : i) la production laitière en Afrique de l'Ouest ; ii) la riziculture irriguée dans le delta et la vallée du Sénégal et pour finir ; iii) l'instabilité des prix dans les filières agricoles en Afrique sub-Saharienne ;

- chapitre II : typologie des systèmes bovins du bassin de collecte de la LDB : elle propose une alternative au manque de maîtrise des stratégies de production développées par les éleveurs, en partie à l'origine des échecs d'initiatives visant l'accroissement de la productivité ;
- chapitre III : typologie des systèmes rizicoles du bassin de collecte de la LDB : elle est consacrée à l'étude de l'insuffisance de la production rizicole et à l'inaccessibilité de la paille de riz générée par la riziculture irriguée ;
- chapitre IV : analyse des flux d'intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail dans le bassin de collecte de la LDB : elle traite des causes de l'augmentation des coûts de production du lait pendant la période de soudure, due à la forte volatilité des prix des intrants alimentaires.

CHAPITRE I – SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Production laitière en Afrique Sub-Saharienne

I.1.1. Faible connexion de la production laitière africaine au secteur industriel

Au cours des vingt dernières années, le secteur laitier a connu de profondes transformations dans les pays du Sud. Alors que la production laitière régressait très sensiblement en Europe, elle a augmenté en moyenne de près de 60% en Asie, 45% en Afrique et en Océanie et, 40% en Amérique du Sud (tableau 1). L'essor de la production laitière dans les pays du Sud, s'est ainsi traduit par un mouvement de concentration de la production dans des régions laitières spécialisées, orientées vers l'approvisionnement d'industries (Calvez, 2006 ; Delgado *et al.* 1999). A côté de ce grand mouvement d'intensification, d'autres régions d'élevage, au contraire, ont abandonné leur orientation laitière pour s'investir dans de nouvelles activités économiques ou pour participer au grand mouvement d'exode rural (Calvez, 2006 ; Losch, 2008). Parallèlement, des régions laitières plus ou moins isolées ont su conserver un avantage compétitif en dehors du modèle de production de masse, grâce à des produits de qualité spécifique : fromage, beurre, produits frais typiques. Ces filières localisées ont en particulier, bénéficié du développement des petites et moyennes agro-industries rurales (Boucher *et al.* 2009 ; Van de Kop *et al.* 2006).

L'essor de la production laitière dans les pays en développement s'est accompagné d'une profonde réorganisation des marchés et des filières, induite par des politiques libérales. En vingt ans, les importations laitières dans le monde ont triplé (Tableau 1). De nombreuses industries urbaines se sont développées sur la base de ce commerce, utilisant de la poudre de lait là où le lait local était insuffisant ou n'était pas disponible, pour approvisionner en produits transformés les villes du Sud en plein essor. De grands groupes, comme Nestlé, Fonterra, Daily Farmers of America, Dean Foods, Danone, ou Lactalis, se sont recomposés. Ces firmes ont notamment investi dans de nouveaux outils industriels localisés en partie dans les pays en développement. Elles ont aussi adopté des stratégies de joint-venture et ont pénétré ces nouveaux marchés par l'intermédiaire de licences de marques (Calvez, 2006). L'Afrique subsaharienne n'a pas échappé à cette évolution. La production laitière y a connu une augmentation rapide, particulièrement en Afrique de l'Est. Des pays comme le Kenya ont même développé de manière conséquente leurs exportations de produits laitiers (Berthelot, 2009). Cependant, en Afrique de l'Ouest, les filières laitières africaines ont été marquées par l'utilisation massive de la poudre de lait importée.

Tableau 1: Ratio d'évolution des importations laitières entre 1998 et 2007

	Ratio valeur 2007 / valeur 1988
Afrique	2,49
Amérique	3,13
Asie	3,55
Europe	2,6
Océanie	4,95
Monde	2,82

Source : Faostat, 2009

Dans la plupart des pays, les élevages locaux ont connu une transition marchande, caractérisée par des difficultés d'accès aux marchés (Duteurtre et Faye, 2009). De plus, le secteur laitier en Afrique de l'Ouest a été marqué par une certaine déconnexion entre la production laitière locale et l'industrie laitière.

I.1.2. Essor des industries urbaines et du secteur de la distribution

Les grandes laiteries d'Etat furent toutes privatisées, avec plus ou moins de réussite et, poursuivirent, pour la plupart, des stratégies de production basées sur l'utilisation de poudre de lait importée. Cette « bataille industrielle » fut en particulier très vive à Dakar : entre 2000 et 2005, le nombre d'industries de reconditionnement de la poudre passa de 1 à 7 et le nombre d'usines laitières fabriquant du yaourt de 1 à 4 (Broutin *et al.* 2007). Tandis que la population urbaine était en plein essor (passant de 85,6 millions en 1961 à 143 millions en 1981, 243,9 millions en 2001 puis 291,2 millions d'habitants en 2008), le segment des produits de masse fut l'objet d'une compétition industrielle aiguë. Les industries urbaines élaborant des produits à bas prix à partir de poudre de lait importée rivalisèrent d'ingéniosité pour développer leur gamme de produits et investirent des sommes énormes dans la publicité et le marketing. La dynamique « d'accroissement et de diversification de l'offre de produits laitiers » s'appuya aussi sur le secteur de la distribution (Broutin *et al.* 2007). La poudre de lait bon marché et facile d'utilisation, fut la base du développement d'une foison de microentreprises de proximité pour la plupart évoluant dans le secteur informel : revendeuses des marchés, cantines, bars, restaurants. Ces

microentreprises urbaines s'adaptèrent rapidement aux nouvelles demandes des villes et commercialisèrent des micro sachets de poudre, des boissons lactées, du lait caillé reconstitué ou des bouillies de céréales (Corniaux *et al.* 2007).

I.1.3. Rapports de prix et compétitivité du lait local

Parfois plus cher que le lait en poudre reconstitué, le lait local resta néanmoins compétitif dans de nombreux circuits en raison de la diversité des attributs de qualité recherchés par les consommateurs. A Bobo-Dioulasso, par exemple, l'analyse du marché du lait et du yaourt montra que l'hygiène et le goût des produits constituaient deux déterminants essentiels dans les choix des consommateurs en plus du prix (Aubron, 2007). A Ouagadougou, une étude révéla que la consommation de lait frais pasteurisé était fortement influencée par le niveau d'appréciation du goût par les consommateurs et par le niveau de disponibilité des produits dans les différents quartiers de la capitale, alors que le prix n'apparaissait pas comme un déterminant significatif des achats (Ouédraogo et Douanio, 2007). Cette même étude souligna que le lait frais pasteurisé et le lait UHT étaient des produits de « luxe » consommés par les ménages à hauts revenus, tandis que le lait caillé et le lait concentrés étaient plutôt des produits de grande consommation.

Cependant, ces petites entreprises laitières des villes secondaires pénétrèrent difficilement le marché des capitales, en raison notamment de l'éloignement des zones de production agropastorales dans lesquelles elles étaient implantées. Certaines se heurtèrent ainsi à la saturation de leurs débouchés locaux (Broutin *et al.* 2007 ; Corniaux *et al.* 2007). Seules quelques entreprises laitières rurales parvinrent à proposer un modèle industriel reliant les systèmes pastoraux aux marchés des capitales comme, par exemple, Tiviski en Mauritanie, la Laiterie du Berger au Sénégal, ou Mali-lait au Mali. Mais ce modèle industriel « intégré » s'appuya sur une utilisation mixte du lait local et de la poudre de lait comme matière première, qui prit des formes différentes suivant les entreprises et les lieux de leur implantation (Corniaux *et al.* 2007).

I.1.4. Diversité des modèles techniques de production laitière

I.1.4.1. Destination du lait produit

En Europe, aux États-Unis ou en Nouvelle-Zélande, 100 % de la production est vendue. En Inde, cette part est élevée, au-delà de 70 %, mais variable sachant que la majorité des exploitations laitières indiennes comptent en moyenne 1 à 2 têtes et gardent une partie du lait pour la consommation familiale (Faostat, 2009). Cependant, en Afrique de l'Ouest, la production laitière n'est pas uniquement destinée au commerce. Le lait est issu en majorité d'exploitations pastorales

et agropastorales pour lesquelles la participation à une collecte de lait constitue un cas particulier et non pas le cas général. On estime, par exemple, que seulement 7% du lait produit au Sénégal fait l'objet d'une collecte par des unités de transformation (ISRA, 2009). La proportion est probablement assez similaire dans les autres pays sahéliens, même si l'on manque de données précises pour l'évaluer. De fait, alors que les statistiques nationales évaluent la production laitière en terme de collecte dans la plupart des pays développés, elle est estimée en terme de production en Afrique de l'Ouest. La production laitière totale de la sous-région s'élèverait ainsi à environ 2,4 millions de tonnes, pour un cheptel de 50 millions de bovins. Mais, la majeure partie de ce lait serait autoconsommée ou échangée localement (ISRA, 2009). La question du devenir de l'élevage laitier dans la sous-région se pose ainsi en termes d'augmentation de la production, mais aussi en termes de connexion des systèmes agricoles aux circuits de collecte, c'est-à-dire en termes d'accès aux marchés. Les conditions de vies des ménages agricoles apparaissent ainsi dépendantes à la fois des quantités produites et des opportunités de vente.

Aussi, dans les pays sahéliens, la production laitière est l'objet d'arbitrages complexes entre les besoins des veaux, l'alimentation de la famille et les échanges économiques (Corniaux *et al.* 2006). Ainsi, alors qu'ils sont séparés de leur mère à la naissance dans les ateliers spécialisés occidentaux, en Afrique de l'Ouest, tous les veaux demeurent dans le troupeau. La traite n'est possible qu'en leur présence. Chez les bovins tropicaux, les veaux déclenchent le réflexe de l'expulsion du lait, ce que la main du berger est incapable de faire. Cette présence systématique explique en partie la faible productivité marchande des vaches puisqu'une fraction du lait est bue par ces veaux. Certains auteurs l'estiment à près de la moitié de la production (Meyer et Denis, 1999).

Les niveaux de production et de commercialisation varient sensiblement entre les terrains et au sein d'une même zone. Chez les éleveurs du delta du fleuve Sénégal par exemple, la production de lait est inférieure à 3 500 l par exploitation/an et seul 2/3 du lait produit est destiné aux circuits commerciaux (Corniaux *et al.* 2012a). En Mauritanie, la production est généralement comprise entre 10 000 et 20 000 l par exploitation/an avec une part commercialisée supérieure à 90 %. Au Mali, les exploitations sont dans une situation intermédiaire (Corniaux *et al.* 2012a). Au Burkina Faso, une étude de typologie a révélé qu'en moyenne entre 58% et 68% du lait produit était commercialisé chez les polyculteurs éleveurs à faible niveau d'intrant et à orientations pastorale

et agropastorale avec des niveaux de production par vache traite et par an allant de 329,4 à 602,1 l de lait. Cette même étude a révélé que chez les polyculteurs laitiers à visée commerciale avec des niveaux de production par vache traite et par an allant de 1604,2 à 4541,7 l de lait, 100% du lait produit était commercialisé (Sib *et al.* 2017). Tout porte à croire que la proportion de lait commercialisée évolue dans le même sens que la quantité de lait produite.

I.1.4.2. Le lait dans les systèmes pastoraux et agropastoraux

Les exploitations pastorales et agropastorales d'Afrique de l'Ouest regroupent une très grande diversité de profils. Le lait provient d'unités de production extrêmement hétérogènes du point de vue du foncier disponible, du nombre d'animaux, de leur potentialité génétique, du système d'alimentation, du niveau de mobilité du troupeau et de la famille, de la part du lait dans les revenus, ou de l'importance des activités agricoles et non-agricoles (Coulibaly *et al.* 2007). Autour de Bobo-Dioulasso, par exemple, cette diversité s'illustre par la contribution de pasteurs transhumants, d'agropasteurs sédentaires ou d'agriculteurs, à l'approvisionnement laitier de la ville à partir des terroirs agricoles environnants. Entre 70 et 80% d'entre eux considèrent le lait comme une production secondaire sur leur exploitation (Hamadou *et al.* 2008).

Dans la plupart des systèmes pastoraux et agropastoraux, le lait est, avant tout, un produit de l'exploitation utilisé à de nombreuses fins, avant d'être une marchandise. Il est ainsi un élément important de la croissance des jeunes bovins et peut, à ce titre, être volontairement laissé au veau, notamment en périodes de sécheresse. Il constitue par ailleurs une composante essentielle du régime alimentaire des familles qui le consomment sous forme de boisson ou de plats préparés. Il est en outre utilisé pour la confection de lait fermenté, de beurre ou d'huile de beurre, ou même de fromage dans le nord du Niger et du Mali. Ces produits, en grande partie autoconsommés, font l'objet d'échanges divers. Enfin, si le marché le permet, le lait peut aussi être commercialisé sous forme de lait cru (Vatin, 1996 ; Boukary *et al.* 2007 ; Corniaux, 2008).

En outre, le troupeau constitue un capital sur pied dont la gestion dépasse largement son utilisation pour la production de lait. La conduite des animaux s'inscrit dans des systèmes techniques complexes : gestion des pâturages, valorisation des sous-produits agricoles, production de la fumure, besoins en traction, ou forme d'accumulation des revenus agricoles et non agricoles (Coulibaly *et al.* 2007). De plus, les animaux constituent un élément fondamental dans les relations sociales entretenues au sein et en dehors de la famille. Ils constituent des objets

de don, de confiage ou peuvent être vendus pour faire face aux dépenses de la famille. Les éleveurs sont donc amenés à arbitrer entre plusieurs objectifs d'utilisation du troupeau : alimentation de la famille, revenus monétaires, projets d'équipements, maintien et transmission du patrimoine, participation à la vie de la communauté. En milieu pastoral et agropastoral, les animaux et leurs productions ont donc des objectifs multifonctionnels (Duteurtre et Faye, 2009).

Dans les environnements africains, la mise en marché du lait doit être envisagée dans un contexte de forte contrainte sur les systèmes de production : la gestion collective du troupeau, la saisonnalité des ressources fourragères agropastorales, la mobilité des animaux, et les difficultés d'accès aux aliments concentrés constituent autant d'éléments qui rendent difficile le pilotage de l'alimentation des animaux laitiers (Boukary *et al.* 2007 ; Coulibaly *et al.* 2007 ; Sow Dia *et al.* 2007). Par ailleurs, la fragmentation des droits sur le lait au sein des familles, le faible développement des réseaux de collecte et des moyens de transport, et la diversification des activités économiques au sein des ménages compliquent la mise en place de véritables stratégies de production laitière spécialisée orientées vers la collecte (Corniaux, 2008). Ainsi, en milieu agropastoral, la valorisation marchande du lait se fait le plus souvent par le biais des ventes locales de produits transformés par les femmes. Ces ventes sont saisonnières et alimentent des circuits orientés vers les marchés urbains (Morin *et al.* 2007 ; Boucher *et al.* 2009). Dans ce contexte, la mise en place d'étables laitières et l'élevage d'animaux laitiers croisés avec des races laitières importées constituent des innovations particulièrement complexes à réaliser (Sow Dia *et al.* 2007). De fait, le lait provient en majorité d'animaux rustiques adaptés aux conditions agro écologiques locales et aux différentes fonctions du bétail. On rencontre de nombreuses races de zébus dans les zones les plus sèches (Gobra, Peul, Goudali, Azaouak, Djelli, Bororo), des taurins dans les savanes plus humides (N'dama, Baoulé), et de manière plus diffuse des animaux issus de croisements entre zébus et taurins (comme le Djakoré) ou d'autres croisements (Boutrais, 2007 ; Boukary *et al.* 2007 ; Hamadou *et al.* 2008). Ces vaches produisent entre un et quatre litres de lait par jour. Cependant, en raison du faible coût des ressources et de la main d'œuvre, les coûts de production de tels systèmes sont assez bas. Ils ont par exemple été évalués à 150 FCFA/l en moyenne en milieu agropastoral au Sénégal (Sow Dia *et al.* 2007). Cette production reste saisonnière et dispersée et les coûts de collecte sont donc relativement élevés. Un certain nombre de systèmes de production laitière évolue néanmoins vers des systèmes plus engagés dans le marché, mais ces changements sont progressifs. Ils prennent des formes très différenciées en

fonction des ressources fourragères disponibles, des potentialités génétiques des animaux, des savoir-faire des éleveurs, ou des débouchés disponibles. Dans bien des cas, les systèmes laitiers paysans s'appuient sur des techniques d'élevage semi-intensifs.

I.1.4.3. Elevage paysan et systèmes laitiers semi-intensifs

En zones pastorales et agropastorales, les pratiques d'élevage évoluent surtout en périphérie des villes et autour des mini laiteries rurales, c'est-à-dire là où le lait fait l'objet d'un commerce régulier et sécurisé. Le développement des ceintures laitières périurbaines repose ainsi en grande partie sur la présence de collecteurs à vélo, de détaillantes - transformatrices et d'unités de transformation. Certains de ces acteurs en aval sont parfois eux-mêmes issus de familles d'agro éleveurs et possèdent ainsi une bonne connaissance de l'amont. Ces intermédiaires jouent ainsi un rôle de mise en relation entre les nouvelles demandes urbaines et la production agropastorale (Corniaux *et al.* 2007 ; Morin *et al.* 2007, Schneider *et al.* 2007). Les systèmes paysans semi-intensifiés reposent essentiellement sur l'utilisation de compléments alimentaires disponibles localement pour augmenter la production de lait. On observe notamment dans plusieurs zones le recours croissant aux graines de coton, aux tourteaux de coton, aux fanes d'arachide, aux sons de céréales, aux pailles et aux autres résidus de récoltes (Boukary *et al.* 2007 ; Coulibaly *et al.* 2007). L'utilisation de compléments va de pair avec la pratique d'allotement des animaux laitiers (parfois qualifiée de stabulation laitière) qui peuvent être alors séparés du reste du troupeau pendant les périodes de transhumance (Duteurtre et Atteyeh, 2000 ; Coulibaly *et al.* 2007 ; Corniaux, 2008). En périphérie de Ségou, par exemple, l'allotement d'un nombre plus important de vaches laitières et l'utilisation de concentrés alimentaires permettent à certains agro éleveurs peuls ou bambara de commercialiser des quantités importantes de lait. Cet engagement laitier participe d'évolutions très lentes de l'organisation familiale (parfois sur plusieurs générations). Les fonctions des revenus laitiers évoluent elles aussi : les nouvelles entrées monétaires sont mobilisées par les hommes pour les dépenses familiales, mais aussi pour l'entretien du troupeau. Les femelles laitières sont exploitées soit en gestion directe au sein de la famille, soit par l'intermédiaire de bergers salariés. La transhumance apparaît parfois comme une réponse à la saturation des terroirs et à la capitalisation du bétail. On observe alors des pratiques de délocalisation du troupeau laitier en périphérie des villes. La « marchandisation » de ces systèmes suppose ainsi des modifications importantes dans l'organisation des familles (Coulibaly *et al.* 2007 ; Corniaux, 2008 ; Morin *et al.* 2007). En revanche, ces évolutions impliquent des

changements techniques relativement faibles au sein des unités de production : « soutien de la production en saison sèche par des concentrés achetés, distribution de fourrages stockés, de pailles de céréales (résidus de culture) ou de foin de brousse » (Morin *et al.* 2007). Certains éleveurs utilisent parfois des animaux de race métisse (croisement avec des zébus Maures, notamment), mais de manière marginale. La plus grosse partie du lait reste produite par des animaux de race locale. Les changements de pratiques sont ainsi peu novateurs, « ni par rapport aux évolutions des techniques de production du lait chez les Peuls plus ou moins sédentarisés d'Afrique de l'Ouest, ni par rapport à l'histoire de l'élevage laitier dans le monde » (Morin *et al.* 2007). Ils sont essentiellement mis en œuvre en réponse à une péjoration des conditions d'alimentation au pâturage (suite à une forte occupation des sols pour l'agriculture et à des charges animales élevées) et à la demande du marché. Ces évolutions de pratiques laitières résultent finalement plus de l'adaptation locale des techniques d'embouche que d'une réplique d'un modèle laitier intensif (Morin *et al.* 2007). De ce fait, les systèmes de complémentation alimentaire adoptés par les éleveurs sont très spécifiques à chaque zone. Ainsi, en région agropastorale du Niger, le sel et le son de céréales constituent les compléments alimentaires de base des troupeaux laitiers. Mais, les autres compléments utilisés diffèrent d'une zone à l'autre. Dans les environs de Niamey, les agropasteurs utilisent prioritairement de la paille de brousse, du foin de bourgou, du natron, et des résidus de cultures sur champ, tandis que dans la zone de Filingué, située à 175 km de Niamey, les agropasteurs utilisent plutôt de la graine de coton et du tourteau de coton (Boukary *et al.* 2007). Certains auteurs parlent d'élevages à faibles intrants (EFI) pour caractériser les unités de production laitière agropastorales faiblement intensifiées, pratiquant notamment la complémentation des vaches laitières. A Bobo-Dioulasso, ces systèmes contribuent pour 98,3% à l'approvisionnement en lait de la capitale régionale (Hamadou *et al.* 2008). Ils se différencient des élevages à visée commerciale (EVC) qui présentent des niveaux d'intensification beaucoup plus élevés. Même si ces EVC conduisent leurs animaux au pâturage, ils constituent en fait des unités très différentes des exploitations familiales agropastorales. Plutôt que d'EVC, nous les qualifierons d'exploitations laitières urbaines et périurbaines. On peut toutefois souligner que, dans le cas des élevages localisés autour de Bobo-Dioulasso, Hamadou *et al.*, reconnaissent que la part du lait commercialisé au sein des EFI (78 à 83% de la production totale) est très proche de la part commercialisée par les EVC (79 à 100% de la production)

(Hamadou *et al.* 2008). Ces deux types d'exploitations sont donc en fait à visée commerciale et leur différenciation se fait sur des critères plus complexes.

I.1.4.4. Elevage paysan et production laitière

Dans le contexte de l'élevage en Afrique de l'Ouest, produire du lait ne peut se faire indépendamment des autres activités ou des autres acteurs du ménage, qui ont eux-mêmes d'autres motivations. Autrement dit, il est difficile de se spécialiser dans l'activité laitière dans ce type d'exploitations familiales. C'est ce qui apparaît dans notre analyse des producteurs laitiers en Afrique de l'Ouest, tous diversifiés. La tendance déjà ancienne est pourtant la tendance à la réduction de la taille des exploitations et, donc, à celle du nombre de décideurs (Marchal, 1987 ; Chia *et al.* 2006). On se rapprocherait d'une structure à l'occidentale. Mais, les scissions des exploitations aboutissent à un partage du capital (cheptel, terre, main-d'œuvre) qui, dans la majorité des cas, permet tout juste de survivre. Faute de trésorerie, il est difficile d'investir. La stratégie dominante est celle de la sécurisation alimentaire et de la diversification des activités face aux risques inhérents aux zones sahéniennes (sécheresses, maladies...) (Wane, 2010). La vente de lait est partie intégrante de cette stratégie. Elle correspond plus à une opportunité de diversification qu'à une volonté farouche d'investir dans une activité rémunératrice. En pratique, ceci se traduit d'abord par la priorité donnée à la préservation du troupeau lors des départs en transhumance. Les troupeaux laitiers d'Afrique de l'Ouest ne sont que partiellement sédentarisés. Seul le noyau laitier est maintenu près de l'exploitation. Après leur lactation, voire pendant, les vaches rejoignent le troupeau transhumant. La nécessité de maintenir la mobilité des vaches interdit de fait un métissage trop poussé (animaux trop fragiles). Ceci se traduit aussi par le maintien du veau, l'absence de complémentation pendant l'hivernage et l'extrême réserve sur le développement des cultures fourragères. À l'échelle de l'exploitation familiale, le lait n'est pas une priorité absolue. Même les groupes les plus intensifiés, ou les mieux nantis, en Mauritanie et au Mali, ne font pas du lait une activité économique dominante. L'argent du lait n'est jamais la principale source de revenus (Corniaux *et al.* 2001 ; Ouologuem *et al.* 2008). Le lait n'est pas la clé de voûte du système de production. Celui-ci est dominé par des cultures ou par un troupeau allaitant et multi-espèces, privilégiés dans le cadre global d'une agriculture de subsistance en milieu soudano-sahélien.

I.1.4.5. Exploitations laitières urbaines et périurbaines

Autour des capitales et à l'intérieur des quartiers urbains, on assiste au développement d'étables urbaines ou de fermes laitières. Les étables urbaines sont des unités de production généralement sommaires, installées de manière précaire dans les interstices du tissu urbain ; les fermes laitières sont des unités beaucoup plus intensifiées, orientées vers la production de lait frais. Entre ces deux types d'élevages laitiers, on trouve un continuum d'exploitations plus ou moins intensifiées et plus ou moins bien insérées dans leur environnement. Par ailleurs, dans les zones d'extension urbaine récente, ces nouveaux élevages avoisinent parfois des unités agropastorales plus traditionnelles (Coulibaly *et al.* 2007 ; Boukary *et al.* 2007 ; Hamadou *et al.* 2007). Les étables urbaines ont été décrites dans la plupart des capitales ouest africaines (Walshe *et al.* 1991 ; Metzger *et al.* 1995). Elles souffrent souvent du manque d'espace et exploitent les rares pâturages disponibles sur les espaces publics. Elles sont parfois amenées à fonctionner en élevage hors sol (zero grazing), lorsque des aliments fourragers et concentrés sont disponibles localement. En Afrique de l'Ouest, ces étables urbaines sont conduites soit par des « nouveaux éleveurs » urbains pouvant faire appel à l'occasion à des bergers pour la conduite du troupeau, soit par des pasteurs ou agropasteurs récemment installés en zones urbaines (Bonfoh *et al.* 2007 ; Boukary *et al.* 2007). Les fermes laitières urbaines et périurbaines se caractérisent par une maîtrise des techniques de production modernes ou intensives et s'appuient sur des niveaux d'investissement beaucoup plus importants que ceux mobilisés par les exploitations agropastorales (Duteurtre, 2007). Il s'agit souvent d'investisseurs d'origine urbaine que l'on qualifie aussi de nouveaux éleveurs : fonctionnaires, vétérinaires privés, commerçants, retraités (Boukary *et al.* 2007 ; Coulibaly *et al.* 2007 ; Hamadou *et al.* 2008). Au bout du compte, les exploitations laitières périurbaines présentent de bonnes performances techniques, mais leurs performances économiques sont très hétérogènes. Autour de Bobo-Dioulasso et de Dakar, par exemple, les coûts de production de ces fermes laitières modernes sont une à trois fois plus élevés que les coûts de production des fermes agropastorales (Duteurtre, 2007). Ces faibles performances financières tendent à remettre en cause leur durabilité et leur capacité à se développer sur le long terme, dans un environnement soumis à une forte concurrence sur le foncier (Bonfoh *et al.* 2007 ; Hamadou *et al.* 2007 ; Diéye *et al.* 2008).

I.1.4.6. Intensification et performances laitières

Pour produire plus, les techniciens en charge de la production laitière font la promotion depuis des décennies de la complémentation alimentaire et du progrès génétique. La complémentation alimentaire est une pratique courante chez les éleveurs sahéliens. Elle est toutefois diversement appliquée. Les dépenses sont faibles chez les éleveurs sénégalais et la plupart des éleveurs maliens (moins de 982 500 FCFA/an/exploitation). Elles correspondent à une distribution parcimonieuse de l'aliment aux animaux laitiers (moins de 1 kg/j/tête) et parfois à une distribution tardive en fin de saison sèche qui n'a pas pour objet la production laitière destinée à la vente mais la sauvegarde de la vache et/ou du veau. Comparativement aux pays occidentaux où l'on distribue 5 à 10 kg/j d'aliments concentrés par vache pour une production escomptée de 20 à 30 l/j, le niveau d'intensification est donc très faible et a peu d'effets sur les performances laitières : la productivité des vaches traites demeure inférieure à 1 l/j. En revanche, le risque financier est mineur. Le coût de l'aliment représente moins de 164 FCFA/l de lait trait (soit moins de 50 % du prix de vente du lait) (Corniaux *et al.* 2012b).

Les dépenses sont beaucoup plus importantes pour les éleveurs « intensifiés » du Mali et pour les éleveurs mauritaniens. Ils fournissent généralement une laiterie qui leur garantit l'achat du lait et la livraison au meilleur prix de l'aliment bétail. Les dépenses atteignent plusieurs millions de FCFA par an et par exploitation, ce qui correspond à des distributions journalières, en saison sèche, de 2 à 5 kg d'aliments concentrés par tête. La productivité des vaches augmente et atteint 2 à 5 l/j pour les vaches maures ou métisses. Néanmoins, en dépit d'un prix d'achat préférentiel, le coût de l'aliment est considérable. Il varie de 160 à 320 FCFA/litre de lait produit, alors que le prix de vente du lait est de l'ordre de 320 FCFA/l. De plus les vaches laitières traites ne sont pas les seules à bénéficier de la complémentation ce qui accroît le coût alimentaire par litre de lait produit. En fait, les logiques de complémentation ne s'inscrivent pas totalement dans l'activité laitière. Complémenter une vache, c'est aussi améliorer ses performances de reproduction (abaissement de l'intervalle inter vêlage) et mieux nourrir les veaux. Il ne s'agit pas de produire uniquement du lait mais de produire aussi et peut-être d'abord, des veaux. Au fond, le lait est davantage un coproduit qu'une fin en soi. L'aliment concentré n'est pas utilisé à des fins exclusivement laitières (Corniaux *et al.* 2012b).

Les performances de reproduction (âge au premier vêlage, durée de lactation, intervalle inter-mises bas) sont déterminantes pour la production laitière. Elles sont relativement homogènes dans

les grands pays producteurs. Elles indiquent la volonté des éleveurs de maximiser les possibilités physiologiques des vaches laitières : 1 veau par an, 11 mois de lactation. Elles démontrent aussi un choix délibéré en faveur de races « laitières » précoces. Ces races se sont imposées dans les pays occidentaux, notamment avec la Prim'Holstein, et progressent rapidement dans des pays tels que la Chine et l'Inde, en races pures ou par le métissage avec les races locales. En Afrique de l'Ouest, la pratique de l'amélioration génétique est peu répandue, en dépit de la multiplication des opérations d'insémination artificielle, souvent financées par des projets publics. Elle est quasiment absente chez les éleveurs du delta du fleuve Sénégal, aussi bien en rive droite qu'en rive gauche. En soi, ce constat démontre la réserve des éleveurs, peu enclins à infléchir davantage leur stratégie en faveur de la production laitière. La voie génétique est embryonnaire. Le troupeau « laitier » demeure un cheptel bovin tropical, dominé par les zébus, dont les chaleurs sont souvent plus courtes, plus frustrées et plus tardives. Ainsi, l'intervalle entre deux chaleurs est en moyenne de 27 mois au minimum chez le zébu contre 9 à 12 mois pour les races laitières précoces (Meyer et Denis, 1999). Une étude menée au Burkina Faso en 2017 par Sid *et al.* (2017) a montré que les mise-bas chez les agropasteurs transhumants étaient fortement regroupées en fin de saison sèche et en début de saison des pluies : environ 20 % des mise-bas avaient lieu en saison sèche chaude et 50 % en début de saison des pluies. Pour les agropasteurs en voie d'intensification, un pic de mise-bas principal a été constaté en début de saison des pluies (51 %) amorcée dans la saison sèche chaude ($\approx 20\%$). Pour les autres saisons, le taux de mise bas variait entre 9 % et 12 %. Tout portait à croire que la répartition des mise-bas est d'autant plus homogène que le niveau de complémentation alimentaire est élevé (Sib *et al.* 2017). Au pic de lactation, la productivité des vaches métisses atteint une dizaine de litres de lait trait par jour. C'est le double des vaches maures et le quintuple des vaches Gobra élevées respectivement sur les rives droite et gauche du fleuve Sénégal. Pourtant, à l'instar de la complémentation alimentaire, il ne faudrait pas voir dans cette pratique uniquement une volonté de l'éleveur de produire plus pour vendre plus de lait. En fait, il s'agit aussi de produire des veaux métis mieux conformés. Le poids d'une vache locale est de l'ordre de 200 kg. Celui d'une vache laitière exotique, type Montbéliard ou Prim'Holstein 3, est d'environ 650 kg. Les produits femelles issus du croisement atteignent 350 à 400 kg à l'âge adulte, les mâles plus de 500 kg. La valorisation bouchère des taurillons et des vaches de réforme issus du métissage est indéniable. En outre, la vente de reproducteurs métis tout venant (bien que les métis F1 soient contre indiqués pour la

reproduction) est rémunératrice puisque la demande est forte chez les producteurs laitiers intensifiés mais aussi chez les producteurs de viande qui cherchent dans cet achat l'amélioration du gabarit de leurs animaux. Pour conclure, l'intensification par la complémentation et l'amélioration génétique concerne une minorité d'éleveurs. Pourtant ces pratiques intensives ne doivent pas être considérées comme la preuve absolue de l'orientation laitière des exploitations. Elles peuvent cacher une volonté, souvent plus discrète et plus subtile, de produire des veaux plus nombreux et mieux charpentés. Au fond, elles masquent une activité plus rémunératrice et plus conforme à l'orientation globale du troupeau subsaharien, autrement dit l'orientation bouchère (Corniaux *et al.* 2012b).

I.1.4.7. Niveau de spécialisation des exploitations

Pour décrire l'outil de production, les techniciens ont coutume de présenter la taille et la structure du troupeau. La taille moyenne des troupeaux des grands pays producteurs varie fortement. L'Inde, la Chine et la Pologne ont de très petites structures, avec moins de 5 têtes par exploitation, alors qu'en Nouvelle-Zélande on élève plusieurs centaines de vaches laitières. Situés entre ces deux extrêmes, les troupeaux français, nord-américains et ouest-africains sont de taille similaire, de l'ordre de 50 à 200 têtes (Hemme et Otte, 2010). Ce n'est donc pas le nombre d'animaux ou la taille des exploitations qui est un facteur limitant du développement laitier en Afrique de l'Ouest. L'étude de la structure des troupeaux donne une indication plus pertinente sur leur orientation laitière. Le pourcentage de vaches traites dans le troupeau en est un bon indicateur. S'il couvre différentes réalités (présence de veaux, de génisses, de femelles reproductrices, d'animaux de trait...), cet indicateur permet de préciser le degré de priorité de la production laitière au sein d'une exploitation. Pour un troupeau dédié à la production laitière, on s'attend à un pourcentage élevé de femelles traites. Chez les producteurs spécialisés occidentaux, il est supérieur à 60 %. Chez les producteurs en cours de spécialisation de Chine et d'Inde, il est compris entre 40 et 50 % (Hemme et Otte, 2010). Chez les sahéliens, seuls les « riziculteurs-éleveurs maures du *Waal* » dépassent le taux de 25 %, le tiers du troupeau étant traité (Corniaux *et al.* 2012b). Finalement, en dépit de l'intensification modérée d'une fraction d'entre eux, il apparaît que les producteurs ouest-africains ne sont pas spécialisés. Le troupeau n'est pas structuré pour produire du lait en priorité.

I.1.5. Politiques commerciales comme objet de débats entre Etat et professionnels

Le lait est emblématique du débat soulevé par l'impact du commerce international sur la pauvreté (Abron, 2007 ; Srairi et Chonin Kuper, 2007). Dans les pays en développement, le secteur élevage est en effet soumis à une ouverture croissante aux importations mondiales (Upton et Otte, 2004). Alors que les tarifs douaniers à l'importation des produits laitiers avaient été parmi les plus élevés du monde pendant la période de l'Uruguay Round (1986-94), ils ont été fortement réduits dans le cadre de l'Organisation mondiale du commerce pour atteindre aujourd'hui 25% en moyenne (Duteurtre, 2009). Cette internationalisation des échanges porte en elle des risques de marginalisation grandissante des populations rurales, confrontées à des difficultés d'accès aux marchés (Losch, 2008 ; Markelova *et al.* 2009). Les politiques de régulation des marchés laitiers font en particulier l'objet d'intenses débats, aussi bien dans les pays du Nord que ceux du Sud (AlimenTerre, 2008). Produit à forte valence culturelle, sociale et économique, le lait reflète ainsi la fragilité des économies locales face aux nouvelles règles du commerce international (ISRA, 2009). Ces débats ne concernent pas seulement le niveau des barrières tarifaires à promouvoir, mais, ils concernent plus largement les modèles d'organisation des filières laitières et la place de l'élevage familial dans ces modèles d'organisation (Abron, 2007). En effet, les choix de politiques commerciales sont indissociables des orientations choisies pour l'ensemble du secteur concerné. Les modèles de développement techniques et organisationnels doivent correspondre à des projets sociaux et économiques qui nécessitent eux-mêmes des configurations tarifaires ou fiscales particulières (Mercier-Gouin, 2004 ; Duteurtre, 2009 ; Diarra, 2009). Ainsi, dans le cadre du nouveau Tarif extérieur commun, la taxation de la poudre de lait en Afrique de l'Ouest n'aurait pas de sens, sans la remise à plat du modèle laitier industriel qui s'est développé dans la zone et qui inclut le recours massif aux importations pour nourrir les villes (Tableau 2).

Tableau 2 : Catégories de droits de douane prévues par le TEC

Catégories de produits	Exemples	TEC Uemoa (en vigueur depuis 2000) (%)	TEC Cedeao (en discussion en 2009) (%)
Biens sociaux essentiels		0	0
Matières premières de base	Lait en poudre	5	5
Intrants et produits intermédiaires		10	10
Biens de consommation finale	Lait UHT, lait en poudre en petit emballage, beurre	20	20
Produits "vulnérables"	En discussion	-	35

Source : Duteurtre, 2009

TEC : Tarif extérieur commun

Uemoa : Union économique et monétaire ouest africaine (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée Bissau, Mali, Niger, Sénégal, Togo)

Cedeao : Communauté économique des Etats d'Afrique de l'Ouest (pays de l'Uemoa + Cap Vert, Gambie, Ghana, Guinée, Liberia, Nigeria, Sierra Leone)

L'ampleur de ces importations est telle que les capitales ouest-africaines sont aujourd'hui nourries à plus de 90 % au lait en poudre importé (Corniaux *et al.* 2007). De fait, les produits laitiers locaux sont souvent confinés au marché rural ou, en ville, à un marché de niche (Corniaux *et al.* 2012a). Dès lors, les pays occidentaux et leur lait en poudre subventionné sont dans la ligne de mire de plusieurs collectifs qui dénoncent une concurrence déloyale (Oxfam, 2005). Des industriels peu scrupuleux étoufferaient les filières locales. A contrario, la taxation des importations permettrait mécaniquement le décollage de ces filières locales et l'épanouissement des producteurs laitiers. Mais n'est-ce pas cette vision manichéenne qui est à dénoncer ? L'analyse des expériences de collecte montre que les échecs industriels passés ne résultent pas tant d'un défaut de production, même modeste, que de sérieux problèmes de gestion combinés à des pratiques plus ou moins frauduleuses (Vatin, 1996). D'ailleurs, la collecte du lait semble connaître un nouvel essor depuis le début des années 2000. La collecte commerciale à destination des urbains a clairement progressé. Le problème est qu'elle atteint vite ses limites. Le lait en poudre comble le déficit et est devenu une donnée structurelle du marché laitier en Afrique de l'Ouest.

I.1.6. Elevage dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal

D'après Audru (1966), comme toute zone deltaïque de l'Afrique sahélienne, le *Waaloo* a été traditionnellement une zone d'élevage en raison de la présence de vastes pâturages de décrue exploitables par le bétail en saison sèche. Cependant, l'agriculture irriguée, initiée par le pouvoir colonial au milieu du XXe siècle, puis développée par les dirigeants de la jeune république à partir de 1960, et intensifiée avec la construction des barrages hydroagricoles de Manantali et de Diama, va changer le visage du *Waaloo*. En effet, cette zone assurait au début des années 1990, une large part des besoins du Sénégal en divers produits alimentaires de base que sont le riz (15% des besoins), la tomate (1/3 des besoins) et le sucre (100% des besoins) (Tourrand, 2000). Dans un tel contexte, qu'est devenu l'élevage ?

Les aménagements hydro-agricoles n'ont concerné le parcours de *Jeeri que* de façon marginale. D'après Boudet (1985), en zone sahélienne, la productivité des parcours de *Jeeri* est en relation avec la pluviosité annuelle. Cet auteur, précise que plus que la pluviosité totale, la répartition des pluies conditionne cette productivité, d'où son caractère aléatoire comme cette pluviométrie au nord sahel. En effet, la péjoration climatique persistante a entraîné une baisse constante de la productivité devenant parfois insignifiante lors des années de sécheresse où on enregistre moins de 500 kg de matière sèche par hectare. Ainsi, la capacité de charge des parcours est passée d'un UBT à l'hectare en 1965 (Audru, 1966) à un UBT pour deux ou trois hectares en 1988 (Boudet, 1989). Ce fort déficit alimentaire, associé à la non exploitabilité des parcours de cuvette en hivernage, ont contraint les troupeaux du nord à la transhumance vers le sud (Tourrand, 2000).

Dans le *Waaloo*, le développement des cultures irriguées s'est fait au détriment de l'écosystème *Waaloo*, en particulier les parcours de décrue. En effet, d'après Tourrand (2000), des 110 000 hectares de parcours de décrue, il ne restait en 1999 que 1 9000 hectares répartis comme suit : 10000 hectares de mangroves, 7000 hectares de la berge ouest du lac de Guiers et 2000 hectares des cuvettes de Ngalam et de Manguéye. Ainsi en 30 ans d'aménagement hydro-agricole (70% des surfaces inondables cultivées en irrigué), le disponible fourrager du *Waaloo* a diminué d'environ 85 % en saison sèche et de près de 40 % en hivernage (Tourrand, 2000).

D'après Audru (1966), la capacité de charge des parcours de décrue du *Waaloo* en saison sèche froide serait le double de celle du *Jeeri* en hivernage, soit deux UBT par ha. Elle descendrait à un UBT par ha en saison sèche chaude, égalant celle du *Jeeri* en hivernage. Ces parcours de *Waaloo*

avaient, dans le passé, permis le maintien du bétail sur place toute l'année, avec de courts déplacements entre *Waalo* et *Jeeri*. Actuellement qu'ils sont devenus presque inexistantes, le cheptel est contraint à la transhumance vers le sud sur de très longues distances.

I.2. Riziculture irriguée dans le delta et la vallée du Sénégal

L'irrigation dans la vallée du Sénégal est une idée coloniale. Les expériences menées au XIX^{ème} siècle et au XX^{ème} siècle par la puissance coloniale, n'ont pas connu de succès auprès des populations. L'idée est néanmoins reprise après l'indépendance. Face aux sécheresses des années 1970-1980 qui ont déstabilisé les systèmes de productions traditionnels de la vallée, l'irrigation apparaît comme un moyen de remédier la famine et de fixer les populations locales. Ainsi, l'agriculture irriguée s'est finalement développée (Nuttall, 1991). L'activité agricole principale est la riziculture, dont la production de brisure est destinée en priorité à l'autoconsommation. Mais, ses résultats apparaissent très en deçà des espérances. Ainsi, dans les années 1990, si la production rizicole locale couvrait les besoins des populations de la vallée, elle était loin de suffire aux besoins nationaux. Le riz produit localement, sur lequel était fondée la rentabilité des aménagements, n'apparaissait pas compétitif par rapport aux brisures importées, au grand dam des bailleurs de fonds à l'origine de ces aménagements (Crousse *et al.* 1991). Et de surcroît, l'on s'interrogeait sur l'impact de l'irrigation sur la dégradation des sols par salinisation et l'abandon de terres aménagées (Boivin, 1997).

Ce constat d'échec de la riziculture irriguée dans la vallée du Sénégal n'est pas nouveau. Les études agronomiques effectuées par le passé (Bonfond *et al.* 1981 ; Jamin et Caneill, 1983) ont identifié les principales contraintes, toutes liées au manque de maîtrise technique : irrigation, enherbement, fertilisation... A l'époque, la Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta et de la vallée du Sénégal (SAED), société d'Etat chargée du développement et de l'encadrement de la riziculture sur le fleuve, gérait les aménagements au plan technique, ainsi que l'ensemble de la filière rizicole (Le Gal et Dia, 1991). La SAED était chargée de l'irrigation, fournissait les intrants et les prestations mécanisées, dictait les interventions à réaliser et leur calendrier, achetait le paddy récolté à un prix fixé par l'Etat et le transformait. A partir de 1980, l'Etat sénégalais a mis en œuvre la politique d'ajustement structurelle demandée par la Banque Mondiale. La SAED s'est alors progressivement "désengagée" et, la gestion des aménagements a été confiée à des organisations paysannes (OP) ayant le statut de Groupement d'Intérêt

Economique (GIE). Ces organisations se sont vu alors confier non seulement la gestion hydraulique de l'aménagement, mais aussi l'achat et la distribution des engrais et des produits phytosanitaires, la réalisation des travaux mécanisés, la commercialisation des productions et, avant tout, le financement de la campagne agricole. Le GIE achète les intrants grâce à un emprunt bancaire et les distribue aux paysans qui remboursent en nature après la récolte. Le GIE vend alors ce paddy, au prix du marché, aux usines de décorticage, qui sont également privatisées et qui font également appel au crédit bancaire pour financer l'achat du paddy. Le prix du paddy local est fonction des prix mondiaux et du prix des brisures qui sont dorénavant importées par des opérateurs privés (Poussin, 2008). La SAED conserve sa fonction d'aménageur, participe à la gestion hydraulique des grands aménagements et fournit un appui technique aux producteurs. Ainsi, à partir de 1994, l'ensemble de la filière rizicole est privatisé.

I.2.1. Le milieu naturel et son exploitation

Le fleuve Sénégal est né au Mali de la réunion de deux rivières : le Bakoy (rivière rouge), qui prend sa source au Mali, et le Bafing (rivière noire), qui prend sa source en Guinée et sur lequel a été installé le barrage réservoir de Manantali à la fin des années 1980. La Falémé, qui prend également sa source en Guinée, rejoint le Sénégal en amont de Bakel. De là, le fleuve Sénégal traverse deux zones semi désertiques : il laisse en rive droite les dunes de Mauritanie et en rive gauche le Ferlo, zone latéritique située au nord-est du Sénégal. On distingue alors deux grands ensembles : la « vallée » proprement dite, depuis Bakel jusqu'à Dagana et Richard-Toll, puis le « delta » qui correspond à l'estuaire du fleuve (Poussin, 2008). La pente du Sénégal à l'aval de Bakel est très faible, ce qui engendre de nombreux méandres et, la vallée s'organise autour du fleuve, de ses bras, défluent et cuvettes d'inondation. Le lit majeur du Sénégal – dénommé le *Waal* est ainsi large de 10 à 25 km jusque Dagana et limité sur les deux rives par une zone dunaire dénommée le *Diéri*. Les pluies, qui arrosent le massif du Fouta-Djalon, engendrent les crues du fleuve qui emplissent les défluent et inondent les cuvettes (Poussin, 2008). La vallée du Sénégal constitue ainsi un ruban fertile entre deux déserts.

En aval, le delta est constitué de multiples défluent et marigots qui alimentent des cuvettes plus ou moins larges lors des crues du fleuve. Les lacs de Rkiz en Mauritanie et de Guiers au Sénégal sont de vastes dépressions reliées directement au lit mineur et donc alimentées de façon permanente par le fleuve. La zone du delta est quasiment plate (Rosso est situé au niveau de la mer) et subit l'influence de la marée. Avant la mise en place du barrage de Diama, les eaux

marines remontaient dans le delta et la vallée en saison sèche. Cette remontée d'eau marine, dénommée « langue salée », pouvait être ressentie jusque 200 km à l'amont.

Malgré ses nombreux bras et méandres, le delta du Sénégal ne présente qu'une seule embouchure, située au sud de Saint-Louis. Lorsqu'il atteint enfin la côte, le lit du fleuve oblique vers le Sud et reste séparé de l'Océan Atlantique sur plusieurs dizaines de kilomètres par un fin cordon dunaire dénommé la « Langue de Barbarie ».

I.2.2. Caractères hydro-climatiques et pédologiques de la vallée et du delta du Sénégal

Le climat de la vallée du Sénégal est sahélien. On distingue trois saisons : une saison sèche et chaude de février à mai, pendant laquelle souffle l'harmattan, vent chaud et sec venant de l'est, puis une saison humide, l'hivernage, de juin à octobre avec des vents de moussons qui amènent les pluies, et enfin une saison sèche et fraîche de novembre à février (Poussin, 2008).

Les températures ont des variations semblables d'une région à l'autre tout au long de l'année. De manière similaire sur l'ensemble de la vallée, elles atteignent environ 30°C en hivernage puis baissent jusque 23°C en saison fraîche. En saison chaude en revanche, les températures augmentent d'environ 10°C au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte, et atteignent 34°C à Matam et Bakel. Ces températures assez élevées sont associées à une forte évaporation (environ 2500 mm par an) et à une insolation moyenne située entre 3000 heures à St-Louis et Matam et 3200 heures à Podor (Poussin, 2008). Cette forte insolation est très favorable à la photosynthèse et donc à la production végétale si les conditions hydriques et minérales sont assurées par ailleurs.

La quasi-totalité des pluies tombe en hivernage, en 20 à 30 jours en moyenne. Saint-Louis est plus arrosé que l'intérieur des terres du delta ; Rosso, dans le delta, et Boghé, un peu en amont de Podor, reçoivent 200 à 300 mm de pluies ; Matam, plus à l'ouest, et surtout Bakel, plus au sud, sont plus arrosés avec un cumul moyen annuel entre 350 et 550 mm. Les sécheresses des années 1970 sont marquées par une baisse généralisée du cumul des pluies annuelles d'environ 20 à 30%. Cette situation a perduré jusqu'à la fin des années 1980, mais on note une légère reprise depuis le début des années 1990.

On distingue généralement les sols de la vallée et du delta sur des bases géomorphologiques (Michel, 1973). Dans la vallée et le haut delta (de Dagana à Ross-Béthio), on distingue ainsi des sols de « levées », ou bourrelets de berge, et les sols de cuvette (Loyer, 1989 ; Boivin *et al.* 1995 ;

Boivin *et al.* 1998). Les sols de levée, dénommés localement fondé, ont une texture mélangée (25 à 35 % d'argile, autant de limon et de sable) alors que les sols de cuvette, ou hollaldé, sont franchement argileux et contiennent 45 à 90% d'argile.

La transgression marine, qui a atteint Boghé en amont de Podor, a incorporé des sels dans les sédiments. Les sols de la basse vallée et du haut delta sont donc fréquemment salés (Loyer, 1989). Face à la forte évaporation qui génère une remontée et une concentration des sels en surface, les crues du fleuve permettent de diluer ces sels et de les évacuer vers la mer.

I.2.3. Développement de l'irrigation et aménagement du fleuve

L'irrigation sur le fleuve est une idée relativement récente et exogène. Les premiers essais datent de 1820 et sont réalisés à Richard-Toll (Jamin, 1995). Ces essais concernent des cultures céréalières, dont le riz, mais aussi des légumes et des fruits, et des cultures industrielles comme le coton et l'indigo. Mais les contraintes de salinité et d'enherbement, conjuguées à l'insécurité, ont eu raison de ces essais.

Il faut attendre les années 1930 et la Mission d'Aménagement du Sénégal (MAS) pour que les essais reprennent. Les productions de la colonie doivent répondre aux besoins industriels de la métropole : c'est l'époque de la « traite arachidière » dans le Sine Saloum et du coton irrigué dans la vallée et le delta du Sénégal. Les productions vivrières locales de céréales (mil et sorgho) ont été délaissées et remplacées par l'importation de brisure de riz en provenance d'Indochine (Faye *et al.* 2007). Ainsi, au début des années 1970, la consommation de riz atteint 250 000 tonnes dont plus de 100 000 tonnes sont importées.

La riziculture irriguée constitue un moyen pour réduire ces importations et atteindre l'autosuffisance. Par ailleurs, les essais pratiqués à Richard-Toll ont démontré la productivité de la riziculture irriguée, qui constitue de plus un moyen efficace pour maîtriser la salinité dans les terres du delta. La MAS aménage ainsi les premiers « casiers » - cuvettes aménagées pour une irrigation par submersion contrôlée – pour la riziculture à Guédé-Chantier, près de Podor, et à Richard-Toll, et dans lesquels les agriculteurs sont embauchés comme manœuvres (Seck, 1991).

Ces expériences, relativement réduites et plutôt décevantes, sont reprises après l'Indépendance avec la participation des populations locales. La MAS devient alors un organe commun aux trois pays riverains devenus autonomes. Au Sénégal, ces expériences vont donner naissance en 1965 à la SAED, qui entame des aménagements d'envergure dans le delta - endiguement et création de

casiers rizicoles - dont les terres n'ont pas d'antériorité de droit foncier traditionnel et ont été déclarées « zones pionnières ». La mission de la SAED est d'aménager 30 000 ha et de produire 60 000 tonnes de riz pour réduire le déficit vivrier du pays, en installant de nouveaux villages à proximité des casiers. Ces casiers permettent une submersion contrôlée (ouvrages d'entrée et sortie d'eau, et canaux installés selon les courbes de niveau), mais restent tributaires de la crue du fleuve (les premières stations de pompage seront installées en 1968). Ces objectifs ne seront pas tenus : on relève en 1973 environ 10 000 ha semés, avec des rendements inférieurs à 2 t/ha, et seulement 3 villages créés.

En 1972, avec la naissance de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS), un large projet d'aménagement du fleuve est défini. Ce projet, dont le coût est estimé à environ 400 milliards de FCFA, se fonde sur l'installation d'ouvrages de régulation du fleuve permettant à la fois l'irrigation de 375 000 ha (dont 240 000 ha sur la seule rive sénégalaise), la production d'énergie hydro-électrique, la navigation et la génération d'une crue artificielle pour le maintien des cultures de décrue en moyenne vallée. Ces ouvrages sont à l'aval du barrage « anti-sel » de Diama, qui empêche la remontée des eaux salines et qui sera achevé en 1986, et à l'amont le barrage réservoir de Manantali, d'une capacité d'environ 12 milliards de mètres cubes. La gestion des barrages permet ainsi de maintenir la cote du fleuve entre 1,50 m et 2,20 m au-dessus du niveau de la mer, et de conserver de l'eau dans les lacs de Guiers au Sénégal et de R'kiz en Mauritanie.

On distingue différents types d'aménagements selon la taille et le niveau de sophistication, voire le mode de mécanisation préconisé (Seck, 1991 ; Lericollais et Sarr, 1995 ; SAED, 1997).

Les « grands aménagements » (GA), d'une surface de plusieurs centaines à quelques milliers d'hectares, disposent d'une station de pompage importante (plusieurs pompes à moteurs diésels ou électriques), d'un réseau d'irrigation et d'un réseau de collature (ou réseau de drainage de surface) consolidés pour l'évacuation des eaux, de parcelles nivelées avec des voies d'accès. Dans le delta, les stations de pompage sont installées en bordure de larges adducteurs alimentés depuis le fleuve et dont le niveau d'eau est maintenu grâce à l'endiguement. Le coût de ces aménagements est élevé (de l'ordre de 6 550 000 à 13 100 000 FCFA/ha).

Ces périmètres sont installés dans de larges cuvettes argileuses et sont exploités par des producteurs issus de plusieurs villages, qui cultivent chacun des parcelles de l'ordre de 1 à 3

hectares. Dans les années 1990, ces grands aménagements représentaient environ 30% des surfaces exploitées (hors périmètres agro-industriels) sur la rive sénégalaise. Ils représentent 75% des surfaces dans le delta et, à l'inverse, sont quasi inexistantes dans les délégations de Matam et Bakel.

Les « périmètres irrigués villageois » (PIV) sont beaucoup plus modestes en surface (moins de 50 ha) et de conception beaucoup plus sommaire (canaux d'irrigation non consolidés, absence de réseau de collature, nivellement sommaire des parcelles...). Ils ont été réalisés à partir de 1975, à l'époque des grandes sécheresses, pour permettre aux populations locales de survivre en demeurant sur place. Les coûts d'aménagements sont beaucoup plus faibles que pour les GA, mais sont très variables en fonction de leur qualité de réalisation (entre 655 000 et 3 275 000 FCFA/ha). Ils sont exploités par des agriculteurs issus du même village. La surface aménagée est répartie équitablement entre tous les villageois ; les parcelles sont donc généralement de très petite taille (la dizaine d'ares). Les PIV sont installés en bordure du fleuve ou de l'un de ses défluent, et l'irrigation est assurée par une petite station de pompage à moteur thermique installé sur bac flottant. Ces périmètres sont souvent aménagés sur les bourrelets de berges (ou « levées ») où les sols sont considérés comme plus « légers » ; ces sols contiennent néanmoins plus de 30% d'argile et sont hydromorphes (Boivin *et al.* 1995). Minoritaires dans la délégation de Dagana, ils sont majoritaires ou regroupent la quasitotalité des surfaces exploitées dans la vallée.

Enfin, près de la moitié (45%) des surfaces ont été aménagées sur initiative privée et sans appui technique de la SAED à partir de la fin des années 1980. Ces aménagements privés, dénommés « périmètres irrigués privés » (PIP), ont une taille similaire aux PIV et une infrastructure souvent plus sommaire car ils ont été installés au moindre coût ou pour sécuriser les terres, de peur que « des étrangers » n'en prennent possession. Ils sont exploités par un seul agriculteur-investisseur (c'est le cas du delta qui regroupe 84% des surfaces), ou par une ou plusieurs familles, ayant-droits traditionnels des terres dans la vallée. Du fait de leur qualité d'installation, certains PIP ont été rapidement abandonnés après seulement quelques campagnes de culture.

Toutefois, la riziculture irriguée, qui a motivé ces aménagements, montre des performances médiocres, très en dessous des espérances. En effet, les objectifs fixés par le PDRG, 240 000 ha irrigués avec une intensité culturale de 1,6 et l'autosuffisance alimentaire du pays en riz, n'ont pas été atteints, loin de là. Dans les années 1990, la totalité des surfaces aménagée n'est pas

exploitée (l'intensité culturelle est même descendue en dessous de 0,5 à la fin des années 1990) (Bélières, 1997), et la production de paddy, inférieure à 200 000 tonnes, est loin de suffire aux besoins nationaux ; ce qui oblige à importer environ 400 000 tonnes de brisure. A ces résultats très en dessous de ceux escomptés, s'ajoutent des coûts de production élevés (liés notamment au pompage de l'eau d'irrigation et à la mécanisation des travaux) qui rendent la production locale peu - voire non - compétitive par rapport au riz importé. L'Etat, la SAED, les bailleurs de fonds internationaux, tous s'interrogent alors sur la rentabilité des investissements réalisés pour ces aménagements qui ont profondément modifié le milieu naturel.

Les impacts environnementaux les plus importants des aménagements se situent dans le delta. En effet, l'endiguement du fleuve empêche dorénavant l'inondation des vasières comme de certaines cuvettes, et maintient un niveau constant dans les lacs de Guiers et de Rkiz, alors que le barrage de Diama interdit le mélange avec les eaux marines en saison sèche. Tout cela a modifié profondément le fonctionnement des écosystèmes (Philippe *et al.* 1997 ; Duvail *et al.* 2001). Cela est d'autant plus grave que le delta du fleuve concentre plusieurs zones humides ayant une valeur biologique particulière, dont le parc ornithologique du Djouj qui est classé depuis 1981 au Patrimoine Mondial de l'UNESCO. Ces modifications sont aussi à l'origine de l'émergence de maladies parasitaires, notamment à proximité du lac de Guiers (Handshumacher *et al.* 2000).

I.2.4. Le riz, sa culture et ses performances dans la vallée

Pour établir un premier diagnostic de la situation, commençons par montrer comment le climat de la vallée du Sénégal influe sur la croissance et le développement du riz irrigué. Puis, nous nous familiariserons avec la façon de conduire la riziculture, et enfin, nous étudierons les grandes lignes de ses performances.

I.2.4.1. Le riz et la riziculture irriguée

Le climat de la vallée convient tout à fait à la riziculture irriguée puisque le rendement potentiel (où seul le rayonnement solaire limite la croissance) des variétés couramment utilisées est estimé entre 8 et 10 t/ha en fonction du site et de la saison de culture (Dingkuhn et Sow, 1997) et qu'en plus il est possible de réaliser deux cycles de culture la même année (Jamin, 1986 ; Dingkuhn, 1994).

Le riz nécessite d'accumuler des températures pour atteindre la floraison ; ce cumul de températures varie d'une variété à l'autre, ce qui explique des précocités différentes. Par ailleurs,

certaines variétés sont photosensibles et l'allongement de la durée du jour accélère le passage en phase reproductrice. La vitesse de développement des variétés de riz cultivées au Sahel est maximale entre 25 et 30°C ; en dessous de 12 à 15°C, le développement du riz s'arrête (Dingkuhn et Miézan, 1994), c'est pourquoi, le riz n'est pas une culture de zone tempérée.

Le développement des organes floraux du riz est très sensible aux températures extrêmes (Yoshida, 1981 ; Dingkuhn et Miézan, 1994). Les basses températures, notamment nocturnes, inférieures à 18°C, perturbent la formation des organes mâles et provoquent ainsi une stérilité. Le riz est également sensible aux fortes chaleurs, mais de façon moins aiguë. Entre l'épiaison (stade qui précède la floraison) et le début de la maturation, des températures moyennes journalières supérieures à 32°C induisent également une stérilité des épis. La stérilité due au froid comme la stérilité due à la chaleur influence directement le rendement.

Ces caractéristiques - vitesse de développement et risque de stérilité - expliquent que le riz irrigué, dans la vallée du Sénégal comme ailleurs au Sahel, est cultivé principalement en hivernage (Dingkuhn, 1997). Les agriculteurs utilisent des variétés de riz à cycle moyen. Néanmoins, les cultures semées tardivement, au-delà de la fin août, peuvent se heurter aux faibles températures qui apparaissent dès la fin octobre.

Pour augmenter l'intensité culturale, il faut cultiver deux cycles de riz la même année sur la même surface. Le riz doit alors être semé assez tôt pour pouvoir être récolté tôt et permettre ainsi un second cycle en hivernage. Ce premier cycle a lieu en grande partie pendant la saison chaude, entre mi-avril et mi-juin. L'usage d'une variété de riz à cycle court (ou variété précoce) permet d'avoir une récolte précoce offrant la possibilité d'installer un second cycle en hivernage. La culture peut démarrer entre fin février et début avril, pour être récoltée en juin-juillet. Cette culture dite de « saison chaude » se heurte à deux obstacles : au moment de l'installation de la culture, les faibles températures, sous optimales, ralentissent la germination et le développement du riz, et les températures élevées en mai et juin peuvent provoquer une stérilité des épis. En cas de double riziculture (succession d'une culture de saison chaude et d'une culture d'hivernage sur la même parcelle), les agriculteurs disposent donc d'un maximum de deux mois pour récolter le premier cycle, préparer le sol et semer le second cycle. Ceci explique, au moins en partie, pourquoi on observe rarement la « double culture » du riz dans le delta du Sénégal comme dans la vallée (Le Gal et Papy, 1998).

I.2.4.2. Performances agronomiques de la riziculture irriguée dans le delta et la vallée du Sénégal

Pour donner un aperçu des performances agronomiques de la riziculture irriguée sur le fleuve Sénégal, on s'appuie sur des analyses d'enquêtes. Entre 1994 et 1996 des enquêtes ont été menées dans les quatre délégations par le Département de la Promotion et du Développement Rural (DPDR) de la SAED sur un large échantillon de 200 à 250 exploitations suivies aux plans technique et économique pendant trois ans. Les données enregistrées ont été étudiées par Bélières et Touré (1999) dans leurs travaux de thèse sur l'économie de la filière rizicole.

Ces enquêtes renseignent sur les rendements obtenus par chaque exploitation pour les deux saisons de culture (saison chaude et hivernage) durant les trois années suivies. Les rendements, en saison chaude comme en hivernage, s'échelonnent entre 0 (pour les cas d'abandon de parcelles) et 9 t/ha de paddy avec une moyenne autour de 4 t/ha, soit environ la moitié du rendement potentiel des variétés couramment utilisées (Dingkuhn et Sow., 1997). Le nombre de parcelles cultivées est moins important en saison chaude qu'en hivernage, surtout en 1995 et 1996 : en 1994, 153 parcelles cultivées en saison chaude et 278 cultivées en hivernage, en 1995, 39 parcelles cultivées en saison chaude et 357 en hivernage, en 1996, 44 parcelles cultivées en saison chaude et 306 en hivernage.

La distribution des rendements en hivernage 1994 diffère de celles de 1995 et 1996. On remarque une fréquence plus importante de rendements inférieurs à 2 t/ha, et l'analyse de variance indique une augmentation significative du rendement moyen (0,4 t/ha) en 1995 et 1996 par rapport à 1994. Aussi les rendements en hivernage sont meilleurs que les rendements en saison chaude. Dans une autre étude menée à Podor dans la même période, les rendements obtenus s'étagent entre 0 (pour les cas d'abandon de parcelles) et 9,5 t/ha comme pour l'ensemble de la vallée, avec une moyenne de 4,1 t/ha en saison chaude 1994, 5,6 t/ha en hivernage 1994, 5,9 t/ha en saison chaude 1995, et 6,2 t/ha en hivernage 1995 (Poussin, 1998).

Les résultats du projet « Identification et diffusion de bonnes pratiques sur les périmètres irrigués en Afrique de l'Ouest » dont les enquêtes se sont déroulés en 1999 et 2000 (Rigourd *et al.* 2002) révèlent des rendements plus élevés en moyenne dans la délégation de Dagana. Ces rendements ont été en moyenne sur les deux cultures (hivernage et saison chaude) de 5,5 t/ha à Boundoum pour une intensité culturale de 1,5 et de 5,1 t/ha à Pont Gendarme pour une intensité culturale de 1.

Cette agriculture irriguée, que les paysans de la vallée ont adoptée au début des années 1980 pour survivre, constitue un changement profond. A l'inverse des cultures traditionnelles, « extensives » relativement aux facteurs terre, capital et travail, et peu coûteuses en temps pour le chef de famille (Boutillier *et al.* 1962), l'agriculture irriguée s'effectue dans de coûteux aménagements (entre 655 000 et 13 100 000 FCFA/ha), avec une irrigation par pompage. Elle nécessite l'utilisation d'intrants (semences, engrais, herbicides) et la mécanisation pour la préparation du sol. Et en plus, elle suppose la présence continue des paysans pendant la culture, notamment en hivernage.

I.2.4.3. Pratiques culturelles et décalages du calendrier des opérations culturales

Globalement, entre 1994 et 1996, lors des enquêtes rapportées par Dingkuhn, et Sow (1997), les agriculteurs ont suivi les recommandations sur le plan « quantitatif » : travail du sol mécanisé en deux passages, doses d'engrais et d'herbicide (le sous-dosage a néanmoins été fréquent), fractionnement de la fertilisation.

En revanche, il existait de gros écarts sur le plan « qualitatif » : on a observé notamment des décalages assez importants entre le calendrier des opérations culturales et le calendrier jugé optimal vis-à-vis du développement de la culture. Ces décalages ont pu engendrer une moindre efficacité des interventions. Ces décalages ont concerné principalement le désherbage chimique et les apports d'engrais d'une part, et du repiquage d'autre part. Par ailleurs, les retards au semis ont pu engendrer une implantation en dehors de la période propice et donc un risque de baisse de rendement due à la stérilité des épillets, ou interdire la succession de deux cycles de culture. Dingkuhn et Miezan (1994) ont précisé le fait qu'une des contraintes majeures à l'obtention d'un rendement élevé est le retard de semis ou de repiquage et/ou le mauvais calage du calendrier des interventions par rapport au développement de la culture : retard de repiquage, retard du désherbage et des apports d'engrais, récolte à sur-maturité. Les agriculteurs connaissent l'intérêt du repiquage pour lever en partie les contraintes qu'ils désignent eux-mêmes comme majeures pour obtenir un rendement élevé (Bélières *et al.* 1994), néanmoins, ils choisissent en majorité le semis direct. Sur le plan du travail nécessaire, les deux modes d'implantation sont très différents. Le semis direct nécessite trois à quatre jours de travail pour une parcelle d'1 ha (pré-germination des semences et mise en eau de la parcelle comprises). La taille d'une pépinière est environ le dixième de celle de la parcelle à repiquer. Le semis d'une pépinière s'effectue de la même manière qu'un semis direct ; l'opération dure moins d'une demi-journée. Le repiquage doit être

effectué 3 à 4 semaines après le semis de la pépinière afin d'avoir des plants au bon stade. C'est un travail important, qui nécessite une équipe d'une dizaine de personnes pendant au moins toute une journée.

Non seulement la quantité de travail nécessaire est différente, mais surtout l'organisation des travaux est tout autre. Dans le premier cas, le semis, opération individuelle, suit la préparation du sol et la mise en eau de la parcelle, et ces deux opérations relèvent d'actions collectives au niveau de l'aménagement. Dans le second cas, le semis de la pépinière, opération qui peut être réalisée individuellement (sous contrainte de démarrage de la station de pompage de l'aménagement), détermine un « rendez-vous » pour le repiquage de la parcelle. Pour réaliser le repiquage, il faut que la préparation du sol et la mise en eau de la parcelle soient faites.

L'implantation de la culture est très fortement influencée par l'organisation des décisions et des actions au cours d'une campagne. La décision de réaliser une campagne de culture est prise collectivement ; le choix est fait généralement par son président, et les paysans réunis en assemblée générale entérinent cette décision (Tarrière, 1993). La situation financière de l'OP conditionne fortement cette décision, car la réalisation d'une campagne suppose de financer les avances aux cultures : préparation du sol, gas-oil pour l'irrigation, engrais et herbicide. Cette capacité de financement dépend le plus souvent de l'octroi d'un crédit bancaire, lequel est conditionné par le remboursement de l'emprunt précédent. Après la récolte du cycle précédent, les agriculteurs remboursent à leur OP les charges de culture ; le paiement s'effectue en paddy. C'est la commercialisation de ce paddy qui permet à l'OP de rembourser l'emprunt bancaire. Mais le remboursement des charges par les agriculteurs n'est pas immédiat. Il dure plusieurs semaines du fait de l'étalement de la récolte, et des difficultés qu'ont les agriculteurs à rembourser lorsque leur rendement est faible. Les opérateurs privés qui achètent le paddy se chargent également d'évacuer la production et font appel à des transporteurs. L'enclavement de certains villages, l'indisponibilité des camions, ou le paiement différé sont des déboires fréquents. Il n'est donc pas rare de voir le démarrage d'une campagne fortement retardé. Dans ces conditions, le semis direct apparaît plus adapté (Tarrière, 1993).

I.2.5. Performances économiques et financières de la riziculture

Pour avoir un aperçu sur les performances économiques et financières de la riziculture, l'on va se baser sur les résultats du projet « Identification et diffusion de bonnes pratiques sur les périmètres

irrigués en Afrique de l'Ouest » dont les activités d'enquêtes ont été menés entre 1999 et 2000 (Rigourd *et al.* 2002). Sur les sites rizicoles étudiés par ce projet, le revenu net à l'hectare par campagne, généralement supérieur à 150 000 FCFA/ha/campagne, peut atteindre les 300 000 FCFA/ha/campagne. Certains producteurs dépassent les 500 000 FCFA/ha/campagne. Ce revenu a été en moyenne de 218 551 FCFA/ha/campagne à Boundoum pour un total des produits/ha de 550 000 FCFA en moyenne et un total des charges par ha de 331 449 FCFA en moyenne. Il a été plus modeste à Pont Gendarme (185 288 FCFA/ha/campagne pour un total des produits/ha de 484 500 FCFA en moyenne et un total des charges par ha de 299 212 FCFA en moyenne). En revanche, lorsque les superficies par famille sont limitées à 0,25 ou 0,5 hectare, les revenus nets d'exploitation plafonnent à 150 000 FCFA/campagne. Ces périmètres répondent davantage à des objectifs sociaux et de sécurité alimentaire en garantissant un disponible alimentaire minimum essentiel. Comme élément de revenu ou de sécurité alimentaire, la riziculture irriguée s'avère donc attractive pour les producteurs.

Par ailleurs, comme cela a été démontré, les agriculteurs suivis par le projet ont supporté la totalité des charges de fonctionnement et de maintenance des aménagements, même si les montants alloués à la maintenance sont parfois encore insuffisants.

I.2.6. Causes de contre-performances des systèmes rizicoles irrigués sahéliens

Dans la vallée du Sénégal, les rendements moyens en riz ont longtemps fluctué entre 4 et 5 t/ha (SAED, 1997) et sont restés relativement stables depuis une vingtaine d'années. L'intensité culturale est insuffisante, les coûts de production sont élevés et de nombreux producteurs sont endettés : le recouvrement des prêts de campagne est systématiquement insuffisant. Cette situation critique ainsi que la non-compétitivité de la production locale face à la brisure importée, conduit souvent les décideurs à suggérer d'abandonner la riziculture, ou de manière moins drastique, à proposer de révolutionner une des composantes techniques du système, comme l'emploi de la motorisation ou du semis direct, pour rentabiliser les investissements que constituent les aménagements.

La quasi-totalité des charges variables doit être financée avant la mise en culture. Ce financement est assuré généralement par un emprunt bancaire collectif, donc l'octroi est conditionné par le remboursement du précédent prêt de campagne. Ce remboursement ne pouvant s'effectuer qu'après la récolte et la commercialisation (les membres du groupement « remboursent » en

nature au GIE, qui rembourse l'emprunt bancaire après commercialisation du paddy), la succession de plusieurs cycles culturels s'avère difficile (Le Gal, 1993). L'endettement des paysans, qui ne sont pas individuellement les emprunteurs, se mesure alors par la création de nouveaux GIE qui se substituent à ceux qui n'ont plus accès au crédit et par une accumulation d'impayés à la Caisse nationale de crédit agricole du Sénégal (Bélière *et al.* 1991 ; Wackermann, 1995). Ce mode de financement est également à l'origine d'une « spirale infernale » : la succession de mauvaises récoltes conduit d'abord à la réduction de l'emprunt (pour l'ensemble du groupe) et, par voie de conséquence, à la réduction des quantités d'intrants utilisées (par chaque individu), notamment les herbicides et les engrais, puis à l'absence de mise en culture et à l'abandon du périmètre. Les parcelles incultes ayant une fâcheuse tendance à se saliniser, cela conduit à attribuer l'abandon à la présence de sels. S'agissant de la riziculture, l'impact de la salinité est alors largement surestimé, puisqu'on confond cause et effet : des travaux (Woperies *et al.* 1998 ; Favre, 2000) ont bien montré que la riziculture sur sol salé au Sénégal contribue à dessaler le sol, car, si elle recharge les nappes, elle permet également un fort lessivage à travers le drainage.

Le « respect du calendrier cultural », c'est-à-dire la recherche du meilleur calage entre interventions et développement de la culture, est une des voies d'amélioration de l'efficacité des coûts. Ainsi, le stade auquel l'urée est apportée a plus d'effet sur la croissance de la culture que la quantité apportée (Wescott *et al.* 1986 ; Fageria *et al.* 1999) et l'efficacité de la fertilisation est nettement diminuée dans une parcelle enherbée (Haefele *et al.* 2000). Un mauvais contrôle des adventices durant plusieurs campagnes successives conduit à une situation malherbologique telle que seule la combinaison de plusieurs techniques de désherbage (irrigation, travail du sol, désherbages chimiques et manuels avant et pendant la culture) peut permettre d'y remédier (Le Gal *et al.* 1990 ; Diallo *et al.* 1996). Ainsi, la pré-irrigation suivie d'un travail du sol après ressuyage, ou bien le repiquage, sont des techniques efficaces pour contrôler les adventices. Mais mettre en œuvre correctement ces techniques à l'échelle d'un aménagement s'avère moins simple qu'il n'y paraît, notamment du fait que les rythmes des interventions doivent concorder entre eux et avec l'organisation du tour d'eau. Le calendrier cultural observé à l'échelle de la parcelle dépend fortement de l'organisation à l'échelle de l'aménagement (Poussin, 1995b ; Le Gal, 1996). Cette organisation concerne non seulement l'accès à l'eau, mais aussi la gestion du crédit, des intrants et des prestations de service motorisé (ou attelé). Ainsi, le déroulement des décisions de

gestion au cours d'une campagne de culture indique le poids relativement faible des décisions autonomes comparé à celui des décisions collectives, le tout au sein d'une filière ponctuée d'incertitudes (Le Gal, 1996 ; Poussin, 1998). La minimisation des risques conduit ainsi à la recherche d'une plus grande autonomie individuelle, qui se traduit par l'appartenance du paysan à plusieurs périmètres. Le même individu peut alors s'avérer « bon » producteur dans un périmètre et « mauvais » dans un autre !

À l'Office du Niger, malgré une évolution des sols jugée désastreuse (Bertrand *et al.* 1993), les rendements moyens ont fortement progressé depuis la fin des années 1980 grâce aux travaux de réhabilitation des aménagements, mais aussi à la modification profonde des pratiques culturales avec, notamment, l'adoption généralisée du repiquage qui permet un contrôle efficace des adventices et donc une meilleure efficacité de la fertilisation. Cette nette amélioration de la situation est devenue une référence : certains bailleurs ont souhaité transposer le modèle malien dans la vallée du Sénégal (aménagement de périmètres de faible taille, utilisation de la traction bovine et du repiquage), mais le modèle « transposé » ne connaît pas la même réussite. La réussite malienne est moins liée au rendement moyen obtenu, qui est voisin de celui observé au Sénégal, qu'à la marge dégagée du fait des moindres coûts de production : irrigation gravitaire, travail du sol par l'attelage bovin, moindre quantité de semences nécessaires et absence de désherbage chimique grâce au repiquage, et à la récolte manuelle (Jamin, 1994). Néanmoins, la charge en travail manuel est très forte : elle nécessite le recours à l'entraide et à la main d'œuvre salariée pour le transport des plantes et le repiquage, ainsi que pour la récolte. De plus, la plupart des paysans possédant leur propre attelage, le travail du sol ne constitue pas une sortie d'argent, et la redevance hydraulique perçue par l'Office ainsi que les salaires de la main d'œuvre peuvent être payés après la récolte. Les autres facteurs de réussite sont sans doute aussi la plus grande autonomie des producteurs induite par la possession individuelle des attelages (l'échec de la « culture attelée » au Sénégal provient sans doute de leur partage), la taille des surfaces attribuées (3,2 ha en moyenne par famille en 1999) qui permet d'envisager la production irriguée autrement que vouée à l'autoconsommation, et le dispositif hydraulique qui permet une irrigation « à la demande ». Ce dernier caractère est une condition majeure pour choisir un calendrier cultural indépendamment des producteurs voisins. Mais cette irrigation « à la demande » est aussi très critiquée car fortement soupçonnée d'être à l'origine de la remontée des nappes qui engendre la dégradation des sols. La préservation de ces ressources suppose ainsi d'économiser l'eau en «

optimisant » les pratiques d'irrigation à la parcelle. L'énormité des pertes d'eau dans les canaux (Ouvry *et al.* 2000) tempère cette réflexion : le niveau de la nappe est sans doute davantage lié à la mise en eau du réseau qu'à la mise en culture des parcelles, comme il est davantage lié à la cote du fleuve qu'aux cycles d'irrigation dans la vallée du Sénégal (Diaw, 1996).

L'endettement dû à l'agriculture irriguée et qui concerne une forte proportion d'agriculteurs, se traduit par l'absence de mise en culture des périmètres, voire leur abandon. Cette absence de mise en culture engendre alors une remontée des sels par évaporation et une salinisation des sols (Wopereis *et al.* 1998). La salinisation des sols n'est donc plus une cause mais une conséquence de l'abandon des périmètres.

I.2.7. Pratiques culturelles dans le delta et la vallée du Sénégal

L'irrigation démarre avec la mise en eau de la parcelle et doit être maintenue jusqu'à deux à trois semaines avant la récolte. La présence de drains facilite l'évacuation de l'eau nécessaire aux interventions, sinon, l'évacuation de l'eau est obtenue par évaporation de la lame d'eau. Cette évaporation peut alors contribuer à la salinisation de la parcelle (Boivin, 1997).

L'implantation dans la rive gauche du Sénégal se fait par semis direct majoritairement ou par repiquage dans de très rares cas. Ce choix est fortement lié à la facilité de sa mise en œuvre (Poussin, 1995). Mais l'emploi de cette technique suppose un bon nivellement de la parcelle et un contrôle précoce de l'enherbement, ce qui est rarement le cas.

Dans les deux cas, La préparation du sol se fait à l'aide d'un passage de pulvérisateur lourd (offset) en motorisation, ou d'un labour en culture attelée suivi éventuellement d'une reprise par un cultivateur et est très superficielle (Kanté, 1996) : la profondeur de travail est faible (0 à 6 cm). Les sols étant dans leur grande majorité assez lourds (Boivin *et al.* 1995), la pré-irrigation facilite la pénétration des outils. Cette technique permet en plus de faire lever les adventices (dont le riz précédent) qui seront détruites par le travail du sol. Elle suppose néanmoins une bonne organisation collective à l'échelle du périmètre, et l'assurance que les matériels interviennent dès que le sol est ressuyé.

Le semis direct est réalisé à la volée dans une lame d'eau de 5 à 20 cm. La quantité de semences utilisée varie de 100 à 200 kg/ha (soit 400 à 800 graines/m²). L'utilisation de semences autoproduites dont le coût est faible (110 à 150 FCFA/ha) et le pouvoir germinatif incertain, explique en partie les surdosages. Les semences sont systématiquement pré-germées. Malgré un

rapide planage manuel au râteau lors de la mise en eau, la lame d'eau est d'épaisseur variable (5 à 25 cm). Cette variabilité d'épaisseur traduit les défauts de nivellement de la parcelle (mauvais planage) et le microrelief lié à la présence de grosses mottes. Elle engendre des conditions de levée assez hétérogènes à l'intérieur des parcelles, surtout pour les semis de saison chaude du fait de la faible température de l'eau d'irrigation. Il en résulte une densité de plantes très variable, entre parcelles et à l'intérieur des parcelles.

L'apport d'une fumure de fond est très rare, les engrais n'étant généralement pas disponibles avant le semis. Ceci évite les pertes par lessivage au moment de la mise en eau. La fertilisation (N et P) est effectuée en couverture, dans la lame d'eau, et le plus souvent fractionnée en deux apports (Boivin *et al.* 1995).

La profondeur de boue permettant le développement des racines influe nettement sur l'efficacité de la fertilisation (Wopereis, 1998). Ainsi, dans les zones de la parcelle où la profondeur de boue est inférieure à 5 cm, et où les plantes prélevées possèdent un appareil racinaire très réduit, le second apport d'azote au début de la montaison n'a aucun effet.

I.2.8. Evolutions de la production de riz dans le delta et la vallée du Sénégal

Nous nous sommes basés sur le rapport de la Direction de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques Agricoles paru en 2018 (Tableau 3) (DAPSA, 2018) qui est un document officiel des statistiques agricoles faisant état des performances de production rizicoles de ces 13 dernières années dans la région de Saint Louis. Ce rapport révèle une accélération spectaculaire de la production de riz paddy de 2006 à 2013 qui peut être mise sur le compte de l'accroissement des superficies cultivées. Cette production est ainsi passée de 88 900 tonnes pour une superficie cultivée de 21 000 ha en 2006 à 470 850 tonnes pour une superficie cultivée de 73 000 ha en 2013. Cependant, cette production va connaître une forte baisse en 2014, en lien avec une baisse de la superficie cultivée (306 594 tonnes de riz paddy pour une superficie cultivée de 48 284 ha). Elle va ensuite connaître une autre forte hausse en 2015 (379 894 tonnes de riz paddy pour une superficie cultivée de 54 705 ha) avant d'enregistrer de légères hausses jusqu'en 2018 où elle a été quantifiée à 400 147 tonnes de riz paddy pour une superficie cultivée de 61 871 ha. Cette situation de la production rizicole irriguée dans la région de Saint Louis est le résultat d'abandons de parcelles aménagées. Pourtant, depuis 2012, des investissements considérables ont été opérés par l'état du Sénégal (SAED, 2018), à savoir :

- des travaux d'amélioration de la base productive (globalement, les travaux d'aménagement hydroagricoles ont porté sur 48 443 ha dont 13 311 ha de nouveaux aménagements) ;
- des équipements et infrastructures de stockage (1258 groupes motopompes et 10 stations de pompage, 1032 tracteurs et 80 moissonneuses batteuses, 113 magasins de stockage d'une capacité de 32 350 tonnes et 110 tentes bâchées, 24 rizeries et d'autres petits équipements) ;
- des subventions aux intrants (70% pour l'urée et les produits phytosanitaires) ;
- le financement du crédit de campagne (6,88 milliards de FCFA mobilisés en moyenne chaque année par la CNCAS depuis 2012).

De 4,233 tonnes / ha en 2007, le rendement en riz paddy a connu une hausse en 2008 (5,436 tonnes / ha) puis en 2009 (6 tonnes / ha) avant de se stabiliser à environ 6 tonnes / ha jusqu'en 2012. Il s'est ensuite amélioré (à peu près entre 6,5 et 7 tonnes / ha) jusqu'en 2018 (DAPSA, 20018).

L'évolution des quantités de Paddy produites et des superficies cultivées en fonction des saisons de culture dans les régions de Saint Louis et de Matam (Figure 1) montre une inversion progressive de la tendance qui veut que la saison des pluies soit la saison principale de production et que la saison sèche chaude implique beaucoup moins de producteurs (SAED, 2018). Déjà en 2014, la superficie cultivée (30 888 ha) ainsi que la production de paddy (222 905 tonnes) en saison sèche chaude étaient supérieures à la superficie cultivée (29 445 ha) et à la production de Paddy (208 067 tonnes) en saison des pluies. Cette tendance n'a fait que s'accroître jusqu'en 2018 où la superficie cultivée et la production de paddy en saison des pluies n'ont représenté que la moitié de la superficie cultivée et de la production de paddy en saison sèche chaude (25 498 ha cultivés pour une production de 155 269 tonnes en saison des pluies contre 46 646 ha cultivés pour une production de 304 889 tonnes en saison sèche chaude).

Tableau 3 : Statistiques de la riziculture irriguée de 2006 à 2018 dans la région de Saint Louis (DAPSA, 2018)

ANNEES	DEPARTEMENT	RIZ		
		Superficie cultivée (Ha)	Rendement (Kg/Ha)	Production (T)
2006	DAGANA	14 000	3 500	49 000
	PODOR	7 000	5 700	39 900
	S-LOUIS			
	T.REGION	21 000	4 233	88 900
2007	DAGANA	15 947	5 200	82 924
	PODOR	6 683	6 000	40 098
	S-LOUIS			
	T.REGION	22 630	5 436	123 022
2008	DAGANA	25 132	6 000	150 792
	PODOR	7 586	6 000	45 516
	S-LOUIS			
	T.REGION	32 718	6 000	196 308
2009	DAGANA	23 003	5 750	132 267
	PODOR	7 431	6 000	44 586
	S-LOUIS			
	T.REGION	30 434	5 811	176 853
2011	DAGANA	19 626	6 250	122 663
	PODOR	7 829	6 000	46 974
	S-LOUIS			
	T.REGION	27 455	6 179	169 637
2012	DAGANA	58 000	6 500	377 000
	PODOR	15 000	6 257	93 850
	S-LOUIS			
	T.REGION	73 000	6 450	470 850
2013	DAGANA	38 148	6400	244 329
	PODOR	10 136	6140	62 265
	S-LOUIS			
	T.REGION	48 284	6350	306 594
2014	DAGANA	42 667	7050	300 803

PODOR	12 038	6570	79 090
S-LOUIS			
T.REGION	54 705	6944	379 894

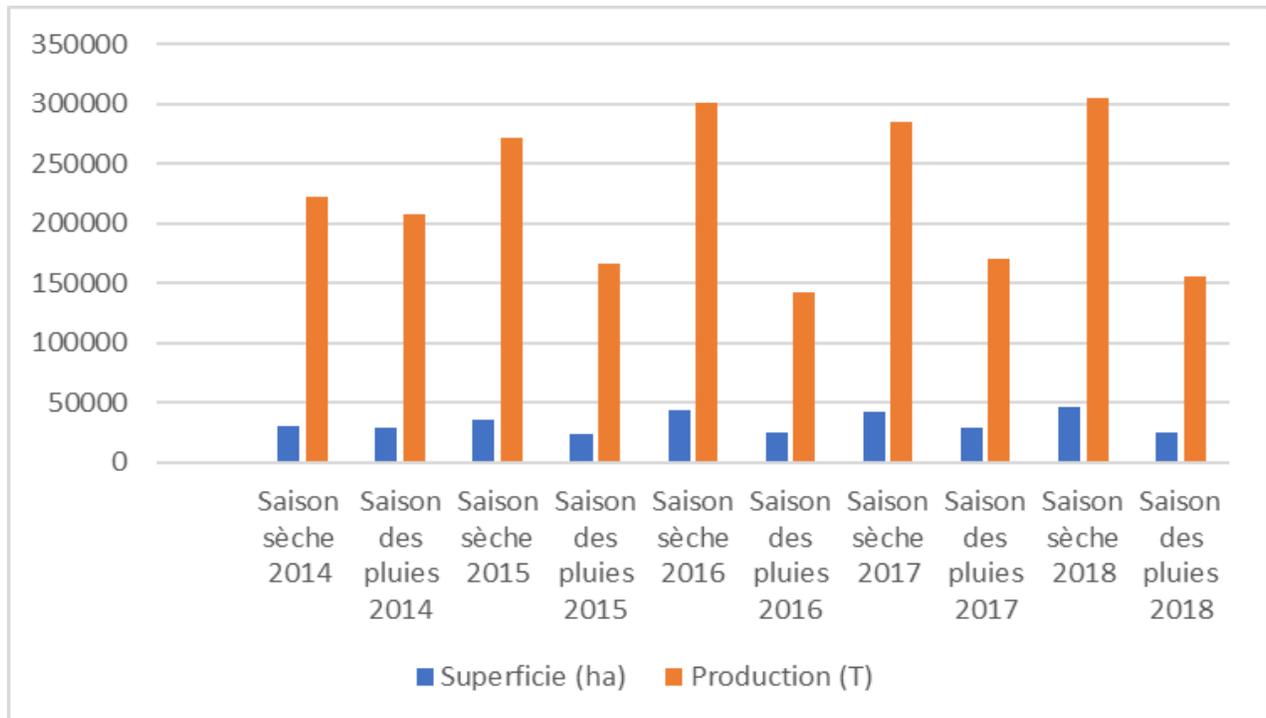


Figure 1 : Evolution des quantités de paddy produites et des superficies cultivées en fonction des saisons de culture (SAED, 2018)

I.2.9. Utilisations de la paille de riz

Jusqu'à la sécheresse de 1983-1984, la paille était brûlée une fois la récolte et le battage du riz achevés. En février 1983, les éleveurs confrontés à un manque de fourrages naturels, ont commencé à conduire leur troupeau sur les casiers pour qu'ils consomment la paille.

D'après Dieng (1984), la quantité de paille de riz disponible s'élevait à 30 000 tonnes dont la première moitié était consommée par le bétail, et l'autre moitié brûlée. Cette dernière étant issue de la culture de saison sèche est disponible seulement en début d'hivernage, à partir de juillet. Les paysans confrontés au manque de temps à cette période, préféraient souvent la brûler pour effectuer rapidement les façons culturales de la culture d'hivernage. Malheureusement, le brûlis de la paille de riz est toujours de pratique courante de (Gaye, 2016).

I.3. Instabilité des prix dans les filières agricoles en Afrique de l'ouest

Les filières agricoles en Afrique de l'Ouest ont connu d'importantes transformations sous l'effet de la libéralisation des économies, de la globalisation des échanges et de la notable diminution des interventions gouvernementales. Les réformes engagées ont parfois favorisé une tendance à la compétitivité à court terme ; ce qui a abouti à ce que de petits groupes d'agents économiques régulent les systèmes par le pouvoir qu'ils ont sur la formation des prix. Cette situation a abouti à la marginalisation progressive de groupes sociaux déjà démunis ou défavorisés. Ces réformes ont eu par ailleurs pour effet de modifier en profondeur, le fonctionnement des filières, le comportement des agents exposés à de nouveaux risques et à des situations d'incertitude (Bourgeois, 1998). Dès lors, se pose la question des méthodes permettant de caractériser les relations économiques au sein des filières et d'identifier les facteurs qui exercent une forte influence sur les comportements individuels, facteurs sur lesquels il serait possible d'agir dans un sens souhaité (Bourgeois, 1998).

I.3.1. Amélioration des revenus des producteurs comme moyen de lutte contre la pauvreté

L'amélioration des revenus agricoles est un facteur important de réduction de la pauvreté en zone rurale. Par amélioration, il faut entendre augmentation des revenus générés par la filière (donc de la valeur ajoutée) mais aussi partage de ces revenus d'une façon qui soit plus favorable aux producteurs (Fraval, 2000).

I.3.2. Fondements théoriques des mesures de libéralisation des filières agricoles : l'économie néoclassique (Jevons, 1871 ; Menger, 1871 ; Walras, 1873)

- Modèle de concurrence parfaite

Leur vision de la concurrence et leur modèle du consommateur et du producteur conduisent les néoclassiques à une description du marché selon laquelle, quand le prix augmente, la quantité offerte augmente et la quantité demandée diminue. Offre et demande évoluant en sens inverse par rapport au prix, le mécanisme de marché conduit à un équilibre, c'est-à-dire à la détermination d'un système de prix qui égalise durablement l'offre et la demande. Autrement dit, le marché conduit à une situation stable et non conflictuelle. Cependant, si l'idée que le marché permet d'obtenir un équilibre fédère la théorie néoclassique, l'interprétation de cet équilibre varie d'un auteur à l'autre, tant le raisonnement néoclassique a produit de théoriciens.

Parmi les fondateurs, Walras est celui qui développe le plus son modèle. Il considère que l'équilibre global entre l'offre et la demande se fait au niveau national, donnant une présentation

de l'aboutissement du processus économique que la tradition a retenue sous l'appellation d'« équilibre général walrassien » .

Pour achever de légitimer le marché, les néoclassiques démontrent que l'équilibre, une fois atteint sur l'ensemble des marchés, est juste. C'est-à-dire qu'on peut le changer mais qu'on ne peut pas l'améliorer : tout changement d'équilibre de marché se traduit par une amélioration de la condition de certains au détriment d'autres.

Dans le modèle d'équilibre en concurrence, la production doit s'effectuer à rendement d'échelles décroissantes : ceci signifie que tout accroissement de l'emploi d'un facteur variable (pour une quantité donnée de facteur fixe) se traduit par un accroissement de la production de plus en plus lent (Abraham-Frois, 1992). Sans cette hypothèse, les entreprises auraient intérêt à produire de façon infinie car, pour toute nouvelle unité produite, le profit continuerait à augmenter.

I.3.3. Extensions du courant néoclassique : théorie des contrats, théorie des jeux, théorie des choix publics

Les économistes néoclassiques n'ont pas ignoré les critiques faites au paradigme néoclassique, notamment celles portant sur l'univers certain et sur le caractère centralisé des échanges ainsi que les hypothèses comportementales. La théorie des contrats et la théorie des jeux ont été développées à cet effet, en s'intéressant précisément aux échanges bilatéraux entre individus inégalement informés.

I.3.3.1. Théorie des contrats (Arrow, 1969)

La théorie des contrats s'intéresse aux relations bilatérales d'agents maximisateurs mais qui ont intérêt à collaborer. Les manipulations stratégiques opportunistes sont exclues, bien qu'elles soient observables dans la plupart des situations (Chevassus-Lozza et Valceschini, 1992).

I.3.3.2. Théorie des jeux (Morgenstern et Von Neumann, 1944)

La théorie des jeux étudie, à partir de situations de jeux fictifs les interdépendances stratégiques des décisions entre deux joueurs pour lesquels les gains de chaque joueur dépendent non seulement de sa propre décision mais de celle de l'autre. On distingue les jeux coopératifs et les jeux non coopératifs. Pour ces derniers, les joueurs sont censés prendre une décision individuelle qui occasionne le plus fort gain en supposant que l'adversaire fait de même. Ceci peut conduire à des solutions sous-optimales au sens de Pareto.

I.3.3.3. Théorie des choix publics (Buchanan et Tullock, 1962)

Dans les années 1970, l'école de pensée du « public choice » (choix publics), également appelée Nouvelle économie politique, constitue un élargissement du cadre néoclassique au champ politique. Elle émet l'hypothèse que les hommes politiques et les agents de la fonction publique sont, comme les autres, des individualistes méthodologiques, et par conséquent qu'ils n'agissent (y compris dans l'exercice de leurs fonctions) que pour maximiser une certaine fonction d'utilité personnelle, au détriment des fonctions de service de l'intérêt général auxquelles ils sont supposés œuvrer.

Si l'on suit ce paradigme, l'inefficacité économique est attribuée aux interventions inopportunes de l'Etat, interventions dues essentiellement à l'action de groupes d'intérêt qui modèlent le système politique (Hibou, 1998).

I.3.4. Risque et incertitude

Le risque et l'incertitude sont deux notions fondamentales pour comprendre le fonctionnement des filières agricoles en Afrique de l'ouest. Elles le sont d'autant plus que l'incertitude est omniprésente dans ce contexte, qu'elle porte sur les conditions climatiques, sur la vulnérabilité sanitaire des cultures, sur les conditions de fonctionnement interne des filières (production, transport, commercialisation) ou encore sur les prix des produits. Le risque et l'incertitude jouent sur les comportements des agents économiques essentiellement en raison de l'incidence directe ou indirecte qu'ils exercent sur leurs décisions d'affectation de ressources, lesquelles déterminent leurs revenus futurs.

I.3.4.1. Terminologie

Le risque et l'incertitude correspondent à l'idée que l'avenir est inconnu. On parle de risque s'il est possible de dresser la liste de toutes les éventualités et de leur attribuer une probabilité de réalisation. A l'inverse, l'incertitude n'est pas probabilisable et il est impossible de dresser tous les futurs états possibles (Darnhofer, 2010). Le degré d'aversion pour le risque caractérise l'attitude face au risque. Il est reconnu que l'aversion au risque et la richesse des agents sont corrélés négativement : les producteurs agricoles se situant dans une situation de précarité, peuvent moins que les autres se permettre de prendre des risques et, en tout premier lieu, le risque de ne pouvoir se nourrir eux et leur famille. Toutes les études de mesure du risque et des

réactions des producteurs dans les pays en développement, ont montré l'existence de l'aversion au risque (Araujo-Bonjean et Boussard, 1998 ; Hao, 2010).

I.3.4.2. Incidence du risque et de l'incertitude sur les comportements des producteurs, stratégies développées

- Flexibilité et réversibilité : En situation d'incertitude, les agriculteurs privilégient une recherche de flexibilité. La flexibilité renvoie à la capacité à s'adapter, à s'accommoder aux circonstances et à maintenir une cohérence par rapport à l'environnement que l'entreprise doit affronter (Mac Dowell *et al.* 2012). Le concept de flexibilité décisionnelle est défini par Cohendet et Llerna (1999) comme la possibilité pour un décideur de pouvoir à tout moment reconsidérer ses choix de manière à maintenir l'optimalité de sa décision. La flexibilité va de pair avec la recherche de réversibilité. C'est-à-dire à des choix qui laissent ouvertes le plus grand nombre d'options possibles.

- Effet négatif sur l'investissement : Le risque et l'incertitude ont pour effet de décourager les avances productives, surtout si elles doivent engendrer un décaissement monétaire. Concrètement, les producteurs utilisent moins d'intrants, accordent un soin moindre à l'entretien des cultures et des infrastructures et optent pour des comportements qui minimisent les effets négatifs du risque (Araujo-Bonjean et Boussard, 1998).

I.3.5. Défaillances de marché

La confrontation de la théorie néoclassique à la réalité révèle les cas pour lesquels les échanges marchands en concurrence parfaite s'avèrent incapables de conduire à un optimum de Pareto. Ces cas correspondent à des situations de biens qui n'ont pas de prix. Ce sont les externalités (positives ou négatives), les biens publics et les biens communs pour lesquels les agents économiques n'ont pas la possibilité de formuler leur demande en attribuant un prix.

Les « défaillances de marché » peuvent être liées aux comportements microéconomiques des agents en situation d'incertitude et en asymétrie d'information qui rendent inefficients les échanges marchands concurrentiels : existence de coûts de transaction, des comportements de risque moral, de la sélection adverse. Ce sont enfin les cas de monopole naturel (par opposition à monopole de droit).

I.3.5.1. Coûts de transaction

Les coûts de transaction sont l'ensemble des coûts associés à la mise en place et au suivi de l'exécution de l'accord liant plusieurs acteurs s'engageant dans une transaction économique (Moustier, 1998).

I.3.5.2. Importance de l'information

A partir du moment où les agents ne disposent pas de la même information (sur les prix, sur les biens soumis à échange), certains d'entre eux peuvent profiter d'asymétries d'information en leur faveur. Ils peuvent avoir des comportements opportunistes, ce qui est source d'inefficiences (Grossman et Stiglitz, 1980).

- Asymétrie d'information : on parle d'asymétrie d'information entre deux agents (ou groupes d'agents) candidates à un échange bilatéral lorsque l'une dispose de plus d'informations ou d'une information plus complète que l'autre. Dans le domaine des marchés agricoles africains, l'asymétrie d'information ne porte pas uniquement sur la qualité des biens mais aussi sur la connaissance des prix de marché : des petits producteurs isolés ayant un accès restreint à l'information sur les prix moyens pratiqués sont en situation d'infériorité vis-à-vis des commerçants et grossistes (Hoff *et al.* 1993).
- Sélection adverse : l'asymétrie d'information est à l'origine du phénomène de sélection adverse (aussi appelée anti sélection) : lorsque les acheteurs observent imparfaitement la qualité des biens qu'ils désirent acquérir, les vendeurs ont intérêt à surestimer la qualité de leurs produits afin de les vendre au prix le plus élevé possible. Les acheteurs ne peuvent donc ni avoir confiance dans les déclarations des vendeurs, ni déduire qu'un prix élevé signifie une bonne qualité. Dans un tel cadre, les vendeurs de biens de qualité qui valent effectivement un prix élevé, peuvent être dans l'impossibilité de vendre leur produit à leur véritable prix dans la mesure où les acheteurs doutent de sa qualité. Le prix n'est plus un parfait signal de la valeur du bien, puisque pour un même prix il est possible d'obtenir des biens de qualités différentes (Cahuc, 1993). On risque d'aboutir à une situation de moindre efficacité, dans laquelle il n'y a pas d'échange effectif, alors qu'en information parfaite, un prix d'équilibre satisfaisant le vendeur et l'acheteur existe.
- Risque moral : le risque moral (ou aléa moral) est une autre forme que revêtent les problèmes d'information : il y a risque moral lorsqu'un individu entreprend de maximiser

son bien-être (ou son profit) au détriment des autres et qu'une information mal partagée empêche qu'il soit sanctionné pour cette action (Hoff *et al.* 1993).

I.3.5.3. Externalités

Les externalités ou effets externes sont des bénéfices ou des coûts produits par une activité de production ou de consommation qui profite ou affecte des agents économiques tiers, sans que ceux-ci, respectivement aient à payer un dédommagement ou ne soient compensés pour le tort subi (Weber (1989) cité par Daviron, 1998). Une externalité est donc absolument non intentionnelle. Comme le laisse deviner la définition ci-dessus, il existe des externalités positives et d'autres qui sont négatives. L'effet de l'externalité peut s'exercer avec retard dans le temps et toucher des personnes qui n'en sont pas forcément conscientes.

I.3.6. Biens publics et biens communs

Ces concepts peuvent être mis à profit pour appréhender les questions relatives à la libéralisation et aux privatisations des filières agricoles en cours en Afrique et plus généralement au rôle de l'Etat vis-à-vis des activités économiques.

I.3.6.1. Biens publics

Les biens publics sont des biens dont tout le monde peut bénéficier en commun. Il est indivisible. C'est à dire dont la consommation par un individu ne diminue en rien la quantité disponible de ce bien pour n'importe quel autre individu (dans le présent ou le futur) (Samuelson, 1954 cité par Daviron, 1998) (non rivalité du bien public), mais aussi, il n'exclue personne. C'est-à-dire que consommé par une personne dans un groupe, il ne peut absolument pas être refusé aux autres personnes du groupe (Olson, 1966 cité par Daviron, 1998).

I.3.6.2. Biens communs

Pour les biens communs, il y a non exclusion mais rivalité possible. Ce sont habituellement des équipements (ou des stocks) naturels ou fabriqués par l'homme qui génèrent dans la durée des flux de ressources utilisables (Ostrom, 1994 citée par Daviron, 1998). La gestion de pâturages et de forêts, systèmes d'irrigation sont des exemples d'activités confrontées à un problème de bien commun.

I.3.7. Gestion de l'instabilité des prix des produits agricoles

Que ce soit dans les pays riches ou dans les pays en développement, les mécanismes de stabilisation des prix domestiques des produits agricoles ont été l'un des principaux instruments des politiques agricoles. Les objectifs visés étaient la réduction du risque pour les agriculteurs et

la stabilité de leur revenu, l'atténuation de l'effet des chocs macroéconomiques extérieurs (fluctuation des cours des matières premières) sur les finances publiques, ainsi qu'un certain niveau de redistribution interne.

Il faut préciser que les modes de gestion de l'instabilité des prix agricoles sont multiples, avec des différences de degré, de nature mais aussi d'échelle. En outre, elles varient selon la destination des produits (produits exportation ou vivriers). Nous nous limiterons dans ce chapitre aux mesures de portée nationale pour les produits vivriers et les produits destinés à l'exportation, en accord avec la portée de notre sujet. Il ne sera pas question des accords internationaux de stabilisation.

I.3.7.1. Origine et nature des instabilités

- Instabilité de l'offre globale :

L'instabilité portant sur l'offre est considérée comme exogène car elle est tributaire de facteurs externes liés au climat, aux inondations ou autres calamités naturelles. A contrario, les risques naturels ont statistiquement une probabilité faible de frapper simultanément des zones de production éloignées et morphologiquement différentes (Araujo-Bonjean et Boussard, 1998).

- Instabilité des prix :

Dans le cas de l'instabilité des prix des biens non-échangeables, destinés au marché domestique, pour lesquels, l'offre et les prix sont corrélés négativement : une augmentation de l'offre ira de pair avec une baisse des prix et vice-versa (Araujo-Bonjean et Boussard, 1998).

En analyse néoclassique (reposant en particulier sur l'hypothèse d'un ajustement immédiat d'offres et de demandes centralisées et sur l'hypothèse d'information parfaite, voire sur l'hypothèse d'anticipations rationnelles), les fluctuations des prix sont faibles ou nulles puisque par définition les ajustements se font par les prix. En pratique, les plus récentes études empiriques sur les variations de prix révèlent non seulement une grande instabilité mais de plus une évolution totalement imprévisible à long terme. S'agissant des prix des produits agricoles, on se situe donc foncièrement en univers incertain (Araujo-Bonjean et Boussard, 1998).

I.3.7.2. Modes de stabilisation des prix

Dans le cas des produits vivriers en économie fermée, le prix est stabilisé lorsqu'il égalise la demande et l'offre moyenne (Araujo-Bonjean et Boussard, 1998).

Les modes de stabilisation diffèrent, non seulement en fonction du caractère échangeable ou non du produit, mais aussi en fonction du degré de stabilisation recherché. Ces deux critères ont une incidence sur le coût des mesures pour l'Etat ou pour l'organisme public le représentant, et en définitive sur leur viabilité à long terme. On distingue en particulier les mesures passant par une prise en charge physique de la marchandise (qui peut être ponctuelle ou permanente), celles mettant en jeu des quotas et celles faisant intervenir des taxes ou des subventions à l'exportation.

I.3.7.2.1. Modes de stabilisation des prix des produits vivriers

- Prise en charge physique de la marchandise

En fixant un prix unique national, l'Etat peut avoir un objectif de maintien de prix bas à la consommation. Pour ce faire, il est automatiquement en position d'acheteur et de vendeur monopolistique par le biais d'offices céréaliers. Cependant, la gestion saine de ces offices céréaliers peut se heurter aux indéniables pressions politiques des consommateurs d'un côté et des producteurs de l'autre (Knudsen et Nash, 1990).

La politique du prix unique est source de distorsions en ce sens qu'elle tire la qualité du produit vers le bas car l'Etat, en situation de monopsonne, ne peut pas se permettre une collecte différenciée fondée sur ce critère. En outre, le prix unique moyen d'achat intègre par péréquation les coûts de transport jusqu'aux entrepôts ou aux lieux de consommation. Ce prix sera inévitablement inférieur au prix qu'auraient pu obtenir sur le marché privé les producteurs situés à proximité des villes. Cette distorsion fut dans bien des cas la cause du développement de marchés parallèles au circuit officiel, avec deux systèmes de prix différenciés (Knudsen et Nash, 1990). Une telle situation n'est pas efficiente et ne parvient pas à l'objectif recherché de stabilisation en raison du développement de ce marché parallèle.

C'est du point de vue des consommateurs que la stabilisation présente le plus grand intérêt. Pour les consommateurs de produits vivriers, les pertes liées au risque de prix sont toujours plus importantes que les gains du producteur et sont spécialement sévères pour les consommateurs pauvres (Newbery et Stiglitz cités par Araujo et Boussard, 1998).

- Quota de production

En période de prix mondial durablement bas et en l'absence de facteur limitant la croissance de l'offre, l'achat par l'Etat à prix fixe de toute quantité présentée sur le marché conduit à une offre

théoriquement infinie et donc à la faillite de la caisse. Il est alors intéressant de limiter la garantie de prix à un quota de production déterminé à l'avance (Araujo-Bonjean et Boussard, 1998).

- **Mécanismes de taxation / subvention des exportations**

Dans la mesure où, indépendamment de l'organisation des filières, les produits de base exportés subissent un passage quasi obligé par l'administration douanière, certains Etats ont atteint un niveau de stabilisation par l'intermédiaire d'un mécanisme de taxe / subvention sur les exportations. Avec un tel système, l'Etat n'a pas besoin de procéder à une gestion physique des produits. Cela dit, la fixation du taux de la taxe / subvention est aussi épineuse que l'anticipation du prix mondial futur (Araujo-Bonjean et Boussard, 1998).

I.3.7.3. Quelques constats d'instabilité des prix des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail en Afrique de l'Ouest

Les aliments pour bétail sont de nos jours très demandés sur le marché. Cependant, avec l'émergence de systèmes d'élevage de plus en plus intensifs, ces aliments sont soumis à de fortes fluctuations en terme de disponibilité et de prix. La rareté et l'inaccessibilité de ces produits, font de leur prix un facteur limitant à leur utilisation (Camara, 2013). Différents facteurs influencent la fixation des prix: ce sont notamment une offre très inférieure à la demande d'une part et les modes de commercialisation d'autre part (Branckaert *et al.* 1968 ; Bougoum, 2000 ; Deffo *et al.* 2009 ; Gaye, 2015 ; Corniaux et Duteurtre, 2018). D'une manière générale, les différents acteurs (services d'élevage, producteurs et même industriels) estiment que le circuit de commercialisation n'est pas transparent, ce qui contribuerait à augmenter le prix des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail. Aussi, il n'y a aucun texte juridique qui réglemente la commercialisation et l'utilisation des aliments destinés au bétail (FAO, 2014).

I.3.8. Diversité et potentiel des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail et commercialisés dans le rayon de collecte de la LDB

I.3.8.1. Sous-produits agricoles et agro industriels locaux

I.3.8.1.1. Résidus de cultures

I.3.8.1.1.1. Pailles de graminées

- Paille de riz (Tableau 4)

La paille de riz est un sous-produit agricole très pauvre en éléments nutritifs. La teneur en matières azotées est très faible. Les minéraux sont en grande partie composés de silice et d'oxalates qui ont un rôle dépressif sur sa consommation. S'y ajoute une forte teneur en paroi

cellulaire. Cela explique la faiblesse du niveau d'ingestibilité et de digestibilité de la matière sèche (Toure, 1984). Par ailleurs, on voit de plus en plus de la paille de riz transportée dans les autres villes comme Dakar et Thiès ; ce qui témoigne d'un commerce dynamique concernant ce sous-produit de récolte. La paille de riz, utilisée seule ne satisfait pas aux besoins d'entretien des animaux. La complémentation est nécessaire. Ainsi, la paille de riz, suivant la nature des compléments, peut couvrir 30 à 50% des besoins énergétiques des animaux de race locale pure (Dieng, 1984), d'où la nécessité d'améliorer sa valeur alimentaire par l'utilisation de techniques comme le traitement à l'urée, à la soude, ou la complémentation avec des aliments concentrés.

Tableau 4 : Composition bromatologique de la paille de riz

Auteur	Année	MS	MG	PBT	CB	CA	P
Calvet	1979	92,3	0,98	2,28	34,5	0,17	0,06
Mbaye	1980	97,71	1,46	6,43	32,14	0,24	0,18

L'estimation de la paille de riz produite peut se faire via son coefficient de conversion. Ce coefficient de conversion est estimé à 80% du riz Paddy produit (Vilo, 2016).

- **Paille de canne à sucre** (Tableau 5)

La paille de canne à sucre est riche en fibre et pauvre en azote. Elle correspond à l'extrémité de la canne et des feuilles qui l'entourent, appelé bout blanc ou amarre.

Tableau 5 : Composition bromatologique de la paille de canne à sucre

	MS	MM	MAT	CB	NDF	ADF
Paille canne verte	92,1	6,4	2,8	38,2	67	40,2
Paille canne brûlée	94,1	9,2	3,5	37,6	74,5	40,8

Source : Repplinger (2013)

La superficie de canne à sucre cultivée par la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS) dans la zone de Richard-Toll en 2019 est de 11 000 ha (dont 8000 en irrigation par planches et 3000 ha en irrigation goutte à goutte). La CSS pratique deux types de récolte : une récolte mécanique sur les parcelles cultivées avec irrigation goutte à goutte et une récolte manuelle sur celles cultivées avec irrigation par planches. Cette dernière se fait par brûlage des parcelles avant la récolte de la canne afin de faire fuir les serpents et autres animaux venimeux, et faciliter l'accès des coupeurs à des champs éclaircis et des tiges de cannes débarrassées de leurs feuilles mortes. De fait, deux types de paille sont disponibles : la paille de canne verte et la paille brûlée. Les valeurs nutritionnelles des deux types de paille sont sensiblement les mêmes (Repplinger, 2013), mais les

quantités récoltées par hectare ne sont pas les mêmes. Une étude menée au niveau de la CSS (CSS, non publié) a permis d'estimer la quantité de paille produite à 29,4 T MF/ha en moyenne, dans les parcelles irriguées au goutte à goutte, donc non brûlées (Tableau 6). Cette même source nous renseigne qu'environ la moitié de cette paille est brûlée lors de la récolte des parcelles irriguées par planches (8000 ha). Ainsi, pour estimer la quantité de paille de canne produite par la CSS, la formule suivante a été utilisée :

BIOMASSE (non brûlée) (T MF) = Superficie emblavée en goutte à goutte (ha) × 29,4 T

BIOMASSE (brûlée) (T MF) = Superficie emblavée en irrigation par planches (ha) × 14,8 T

Tableau 6 : Quantités de paille disponibles dans les parcelles de la CSS (T/ha)

Parcelles	Tonne MF/ha Parcelles non brûlées	Tonne MF/ha Parcelles brûlées
P1 et P'1	32	15,5
P2 et P'2	25,3	13
P3 et P'3	31	16
Moyenne	29,4	14,8

Source : CSS non publié

I.3.8.1.1.2. Fanes de légumineuses

Contrairement aux pailles, les fanes de légumineuses sont presque entièrement destinées à l'alimentation des animaux domestiques et sont systématiquement collectées compte tenu de leur valeur marchande (FAO, 2014).

- Fane d'arachide (Tableau 7)

Au Sénégal, la fane d'arachide est principalement utilisée en alimentation animale. Elle est fortement demandée par les élevages urbains et péri-urbains des zones côtières, où la disponibilité en fourrage est faible, en particulier pour alimenter les ovins (Vilo, 2016). Selon Dieng, (1984), la fane d'arachide a une valeur alimentaire de 0,55 UF et 65 g MAD/kg.MS. Si la fane est de qualité relativement bonne, cette valeur est très variable suivant la proportion des tiges et des feuilles mais également des souillures par le sable, d'où l'importance des conditions de récolte et de stockage (Kane *et al.* 1982, cité par Lo, 2017). Le prix du sac de fane d'arachide grimpe jusqu'à 4 000 FCFA dans les petits flux (5 000 à 20 000 T), entre 2 500 et 3 000 FCFA le sac dans les flux moyens (20 000 à 40 000 T) et entre 3500 à 4500 FCFA le sac dans les grands flux (40 000 à 70 000 T) (Wade, 2018).

Tableau 7 : Composition bromatologique de la fane d'arachide

	Auteurs	Année	MS	MG	PBT	CB	NDF	ADF	Ca	P
Fanes séchées	Arbouche <i>et al.</i>	2008	95,3	1,25	6,17	27,5	76,4	71,3	0,74	0,09
Fanes séchées	Mbaye	1980	87,07	1,58	10,71	34,18	-	-	0,92	0,12

Source : Arbouche *et al.* (2008) et Mbaye (1980)

L'estimation de la fane d'arachide produite peut se faire via son coefficient de conversion. Ce coefficient de conversion est estimé à 1,2 T MB fane/ T gousse produit (Odru, 2013).

- **Fanes de niébé**

Elles présentent l'avantage d'avoir une valeur azotée non négligeable pour une ration alimentaire (80 à 100 g MAD/kg) et une valeur énergétique qui varie entre 0,35 et 0,45 UF/kg (Diouf, 1998). Les fanes de niébé sont surtout produites dans les régions de Louga, Thiès, Diourbel et Fatick mais en quantité moindre que celles d'arachide. Celles-ci ont des teneurs en cellulose plus élevées que dans la fane de niébé (Morou et Rippstein, 2004 ; cité par Lo, 2017). Les fanes de niébé ne font pas l'objet de spéculations aussi intenses que celles d'arachide ; elles sont généralement distribuées à l'état vert (Dieng, 1984).

Pour déterminer la quantité de fane de niébé, on utilise un coefficient de multiplication de la production de graine égal à 6 (Odru, 2013).

I.3.8.1.2. Sous-produits agro industriels

- **Son de riz** (Tableau 8)

Le son de riz est le mélange des balles de riz et des autres issues et provient de la transformation du riz paddy par les rizeries artisanales et parfois semi industrielles. Les sons sont essentiellement caractérisés par leur teneur relativement élevée en cellulose ; ce qui restreint leur emploi dans l'alimentation de certaines espèces (volailles et porcs), mais les bovins tropicaux sont d'excellents utilisateurs de ce sous-produit (Calvet, 1973). La qualité des sons, loin d'être constante, dépend des techniques de traitement des grains (Sauvant *et al.* 2004) ; ce qui pose des problèmes pour son utilisation en alimentation animale. De plus, ils contiennent de la silice qui est un facteur antinutritionnel. Les industriels rechignent donc d'autant plus à l'utiliser dans leurs formulations (Lambaré, 2015). Ainsi, les sons de riz sont utilisés pour l'alimentation des ruminants par les éleveurs de la région et des autres régions (Vilo, 2016). Les rizeries artisanales assuraient en 2014

la transformation de près de 70% de la production totale de riz paddy dans le delta et la vallée du Sénégal (Lambaré, 2015). La teneur en silice qui est fonction de la technologie d'usinage, reste le principal facteur qui détermine la qualité du sous-produit.

Le son de riz représente 30% du riz paddy usiné (Amoussou, 2008).

- **Farine basse de riz** (Tableau 8)

Contrairement au son de riz, la farine basse est obtenue par la transformation du riz paddy par les rizeries industrielles et parfois semi industrielles, qui séparent d'abord les balles des autres issues avant transformation. Elle constitue sans conteste le sous-produit le plus intéressant pour l'alimentation. Elle est riche, en protéines, en lipides et en glucides. Ces nutriments sont hautement digestibles et leur valeur énergétique se rapproche de 1 UF par kg. Les teneurs en calcium sont faibles mais celles en phosphore sont très élevées. La farine basse de riz est utilisée par les industries de fabrication d'aliment de bétail et de volaille. Sa disponibilité a été de 15 000 tonnes pour l'année 2014 dont 4 000 tonnes ont été utilisées par ces usines pour fabriquer de l'aliment volaille et un peu plus de 10 000 tonnes pour l'élevage bovin (Lambaré, 2015). Leur valeur alimentaire est fonction du degré d'impureté (contamination par les balles de riz). Ils doivent être conservés à l'abri de l'humidité afin d'éviter les phénomènes d'oxydation qui entraînent la production de peroxydes toxiques.

La farine basse de riz représente 7 à 12% du riz paddy usiné (FAO, 2014).

Tableau 8 : Composition bromatologique des issues de rizerie

	Auteurs	Année	MS	MG	PBT	CB	NDF	ADF	Ca	P
Farine basse	Dieng	1984	92,42	13,63	4,97	12,42	4,16	9,98	0,06	1,42
Farine basse	IEMVT	1979	93,3	14,3	12,8	12	-	-	0,06	1,29
Farine basse	Dieng	1984	92	14,7	13,13	8,36	2,83	11,3	0,06	1,42
Son	Dieng	1984	91,3	9,5	10,24	18,66	14,92	21,2	0,1	0,87
Son	Dieng	1984	93	8,78	9,34	17,27	12,95	18,5	0,1	0,87
Son	IEMVT	1979	90,8	5,5	7,2	25,1	-	-	0,08	0,44
Son artisanal	Repplinger	2013	89,1	6,7	10,9	13,6	12,7	14	-	-
Son artisanal	Repplinger	2013	92	2,8	4,8	37,4	48,1	39,2	-	-
Son artisanal	Repplinger	2013	92,3	3,4	5,9	28,1	41,9	29,8	-	-
Son industriel	Repplinger	2013	89,8	12,2	13,1	10,8	7,5	1,3	-	-

Source : Dieng (1984) ; IEMVT (1979) et Repplinger (2013)

I.3.8.2. Intrants alimentaires importés

I.3.8.2.1. Résidus de culture

La fane d'arachide est le seul résidu de culture importé dans le rayon de 50 km autour de Richard Toll que constitue notre zone d'étude.

I.3.8.2.2. Sous-produits agroindustriels et autres intrants

- Son de blé

La plupart des pays d'Afrique de l'Ouest et le Sénégal en particulier, importent du blé plutôt que de la farine qu'ils transforment ensuite sur place, ce qui explique la présence de quantités plus ou moins importantes de ce sous-produit dans la sous-région. C'est le résidu de la mouture des grains. Depuis 2000, les importations de blé sont en augmentation constante d'après la FAO (2014). Le manque relatif de son de blé sur le marché sénégalais, pousse certains acteurs à en importer depuis les pays voisins, Mali et Burkina Faso notamment (Lambaré, 2015). Tous les minotiers du Sénégal, à l'exception d'Olam, fabriquent de l'aliment pour ruminants et/ou volailles à partir du son de blé. C'est un sous-produit qui est relativement rare à trouver à l'état brut sur les marchés, car actuellement, tout le son de blé produit par les différentes minoteries du pays est utilisé par ces mêmes moulins pour fabriquer de l'aliment. Replinger (2013) donne la composition suivante : MS= 89,4; MAT=18,4; MG=4,5; CB=8,5.

- Tourteaux d'arachide (Tableau 9)

Ils résultent de la trituration des graines d'arachides. Ce sont des sources de matières azotées importantes (teneurs supérieures à 45 % généralement) (I.E.M.V.T, 1977 cités par Sow, 1996). Leur utilisation pratique est principalement orientée vers l'alimentation animale. En effet ils constituent un bon apport protéique et énergétique (Llorca, 1995).

L'arachide est cultivée pour ses graines, qui servent principalement de matière première pour l'extraction de l'huile. La trituration de l'arachide se fait de façon industrielle, semi-industrielle ou artisanale. Cette différence de trituration se traduit par une différence de teneur en matière grasse plus importante respectivement dans le tourteau artisanal, semi industriel puis, industriel (Tableau 9). La SONACOS SA est le principal industriel de la filière arachide et réalise plus de 60% des volumes de trituration. Les 40 % restants sont usinés par deux sociétés : la COPEL (ex NOVASEN) et la CAIT (Complexe Agro-Industriel de Touba) (Lambaré, 2015). Le Sénégal est le principal producteur de la sous-région à l'heure actuelle (Lambaré, 2015). De nos jours, au Sénégal, les tourteaux sont utilisés en alimentation du bétail ou exportés. En effet, Le Sénégal exporte assez régulièrement son tourteau d'arachide, en général, vers l'extérieur de l'UEMOA

dans des proportions très variables allant de 1 à 10 pour cent de sa production (FAO, 2014). Les tourteaux d'arachide peuvent présenter une contamination aux aflatoxines, ce qui peut se révéler problématique pour la santé animale ou humaine (Clavel *et al.* 2013). En effet, les aflatoxines produites par des moisissures du genre *Aspergillus* (*A. flavus* et *A. niger*) sont des mycotoxines susceptibles de contaminer les graines d'arachide avant, pendant ou après la récolte. Cette contamination a d'importantes conséquences défavorables sur la santé humaine et animale (Miller, 1996 ; Lubulwa et Davis, 1995). Les intoxications aiguës provoquent des lésions ou des dysfonctionnements du foie et peuvent être fatales à court terme (Marasas, 1993 cité par Miller, 1996). L'atténuation progressive du problème de l'aflatoxine ne pourra provenir que de l'intégration, à l'échelle de la filière, de plusieurs améliorations partielles : des mesures agronomiques de prévention pendant la culture et la récolte ; des méthodes ségrégatives et de gestion différentielle des catégories de gousses et de graines à risque pendant le procédé de conditionnement des arachides de bouche ; une politique d'achat en fonction de la qualité avec un véritable contrôle de qualité ; des méthodes curatives pendant les procédés de transformation industrielle ou artisanale (huilerie, tourteaux d'extraction ou de presse, pâtes) (Martin *et al.* 1999).

Tableau 9 : Composition bromatologique des tourteaux d'arachide

	Auteurs	Année	MS	MG	PBT	CB	NDF	ADF	Ca	P
Tourteau d'arachide industriel	Arbouche <i>et al.</i>	2008	94	10	60,2	10,5	18,4	12,8	0,38	0,22
Tourteau d'arachide expeller	Mbaye	1980	91,81	4,61	49,75	9,1	-	-	0,92	0,534
Tourteau extraction solvant	Mbaye	1980	91,88	8	54,11	7,35	-	-	1,08	0,594
Tourteau d'arachide artisanal	Mbaye	1980	93,25	23,2	44,45	5,0	-	-	0,06	0,452
Tourteau arachide industriel	Repplinger	2013	93,1	11,7	56,2	4,9	-	-	-	-

Source : Arbouche *et al.* (2008), Mbaye (1980) et Repplinger (2013)

- **Graine de coton**

La SODEFITEX est la seule société qui assure l'accompagnement (cession d'intrants, appui conseil...) des cultivateurs de coton au Sénégal. De plus, elle se charge de l'achat du coton graine auprès de ces derniers et de sa transformation qui se limite à l'extraction de la fibre. En effet, la

SODEFITEX n'extrait pas l'huile et commercialise la graine de coton entière. De cette dernière on tire la fibre, qui sert à confectionner près de 40% des vêtements produits dans le monde. L'extraction de la fibre laisse un coproduit appelé graine de coton qui peut être donnée tel quelle aux animaux. L'apport protéique et énergétique important des graines de coton fait qu'elle est indiquée pour éviter des chutes, voire augmenter les gains de poids ou de lait chez les animaux ne recevant que du pâturage pauvre en saison sèche. La disponibilité de ce produit dans le delta est limitée par l'éloignement des centres de production : Tambacounda- Kolda - Kaolack (Sow, 1996). Les ruminants consomment peu de graines de coton et arrivent à tolérer le gossipol (pigment présent en grande quantité dans l'amande de la graine du coton et potentiellement dangereux pour les animaux), après une courte période d'adaptation. Cependant, l'adjonction d'une faible quantité de sulfate de fer permet d'empêcher son adsorption intestinale (Dieng, 1984). La valeur bromatologique de la graine de coton est de : MS=96,6, MG=15,4, PBT=20,6 et P=2 (Mbaye, 1980).

- **Tourteau de coton** (Tableau 10)

C'est le résidu solide obtenu après extraction de l'huile de l'amande de coton. La qualité des tourteaux est très variable suivant qu'ils soient issus d'une transformation industrielle ou artisanale. Les tourteaux artisanaux contiennent plus d'huile et ont plus de chances de présenter des traces de contamination au gossipol, ce qui pose problème pour leur utilisation en alimentation animale (Lambaré, 2015). Le tourteau est plus riche en azote que la graine de coton et est également utilisée comme complément pour augmenter les productions de lait ou de viande. La composition chimique du tourteau de coton est très variable, avec un taux de protéines moyen de 42% mais qui varie de 28 à 58%, un taux de cellulose brute qui varie de 8 à 23% et un taux de matières grasses qui varie de 0.5 à 15% (Adeossi *et al.* 2018). Ce produit est importé des pays voisins comme le Mali qui disposent d'unités qui assurent la trituration de la graine de coton.

Tableau 10 : Composition bromatologique des tourteaux de coton

	Auteur	Année	MS	MG	PBT	CB	Ca	P
Tourteau de coton expeller graine entière	Mbaye	1980	92,35	11,87	19,28	30,62	1,5	1,267
Tourteau de coton expeller graine décortiquée	Mbaye	1980	94,3	17,87	42,2	31	2,14	1,54

Source : Mbaye (1980)

- **Graine de maïs**

Le grain de maïs a la valeur énergétique la plus élevée et la plus stable au cours de l'année (3637-4093 kcal EM/kg.MS). Il est pauvre en protéines (8-11,8%) (Smith, 1992) et sa teneur en matières grasses est relativement élevée, en comparaison aux autres céréales (4,8% MS) (FAO, 1993). La forte teneur du maïs grain en énergie est due au fait qu'il est riche en amidon (72,5% MS) et contient également une forte proportion de sucre représentant 2,4% de MS (Larbier et Leclercq, 1992).

- **Aliments usinés**

Les aliments composés sont constitués du mélange de plusieurs sous-produits agroindustriels. Ils peuvent être fabriqués par les éleveurs « à la ferme », mais la fabrication de type industriel permet d'élaborer des produits plus complexes et équilibrés (Amoussou, 2008). Les industriels fabriquent des aliments pour les ruminants et pour les volailles et les quantités produites en 2014 sont respectivement à 205 000T et 210 000T (Lambaré, 2015).

CHAPITRE II - Typologie des systèmes bovins du bassin de collecte de la Laiterie Du Berger (LDB)

Introduction

En Afrique de l'Ouest, la demande en produits laitiers s'accroît significativement en raison de la croissance démographique soutenue et de l'émergence d'une classe moyenne (Nallet, 2015). Pour répondre à cette demande, de nombreux opérateurs mettent en place des laiteries de tailles variables (Corniaux *et al.* 2014). Ils se heurtent toutefois à un problème d'approvisionnement en lait local ; parce que la production est dispersée sur le territoire et que la productivité des vaches est très basse.

La production de lait local étant faible, saisonnée, atomisée et coûteuse à collecter (Corniaux *et al.* 2007 ; Duteurtre et Corniaux, 2013), les laiteries ont massivement recours à la poudre de lait importée (Corniaux *et al.* 2012a). La poudre de lait présente des avantages pour les laiteries locales car, elle est souvent meilleur marché, accessible toute l'année et moins périssable (Corniaux *et al.* 2007). Les nombreuses initiatives des laiteries ayant fait le pari de la collecte locale sont ainsi fragilisées si cette collecte n'est pas sécurisée sur le plan quantitatif et qualitatif.

Le bassin de collecte de la LDB est une zone particulièrement intéressante pour étudier la productivité des troupeaux laitiers car elle est le théâtre de profondes mutations qui pourraient en faire une zone de production laitière. En effet, cette même région recèle des potentialités importantes, car à côté du pâturage naturel, les surfaces emménagées pour la culture irriguée ne cessent d'y croître. Ceci entraîne la production de grandes quantités de sous-produits agricoles et agro industriels. C'est le cas des deux cultures majoritaires, à savoir le riz, avec 61 871 ha de terres emblavées en 2017 (DASPA, 2018) et la canne à sucre avec 12 000 ha de terres emblavées en 2014 (CSS, 2014). Les quantités de riz paddy produites par exemple, sont beaucoup plus importantes de nos jours : 400 147 tonnes en 2017 (DASPA, 2018) contre 30 000 tonnes seulement en 1983 (Dieng, 1984), avec pour conséquence, la disponibilité de quantités importantes et croissantes de sous-produits agricoles et agroindustriels.

Parallèlement, le mode d'exploitation des terres du *Waalo*, anciennement adopté par les éleveurs jusqu'au début du vingtième siècle, qui consistait en l'exploitation successive des parcours de décrue en saison sèche et des parcours de *Jeeri* (terres non inondables) en saison des pluies pour satisfaire les besoins nutritionnels du bétail a quasiment disparu. Cette disparition, causée par le développement de la culture irriguée a contraint le cheptel à transhumer en saison sèche vers le

sud sur de très longues distances (Tourrand, 2000). Depuis ces années 2000, les pratiques d'élevage dans le delta du Sénégal ont beaucoup changé avec l'utilisation de sous-produits comme compléments alimentaire et l'installation d'une laiterie industrielle en 2006. De nouvelles pratiques ont alors vu le jour, tels que l'allotement des animaux laitiers (séparés du reste du troupeau pendant les périodes de transhumance), (Corniaux *et al.* 2001).

Dans ces conditions de profondes mutations, il est primordial de maîtriser la diversité des systèmes de production avant de proposer ou de vulgariser des mécanismes visant à améliorer la production laitière. Ainsi, pour orienter et personnaliser l'intervention des acteurs du développement, ce chapitre propose une description de la diversité des systèmes de production laitière dans le bassin de collecte de la LDB.

II.1. Méthodologie

II.1.1. Zone d'étude

Cette étude a été réalisée dans le bassin de collecte de la LDB qui couvre un rayon de 50 km dans le delta du Sénégal, caractérisée par un climat sahélien avec une pluviométrie moyenne annuelle de 200 mm qui s'étend de juillet à septembre. La zone du delta du Sénégal est aussi caractérisée par l'essor de la culture irriguée qui représente une réelle opportunité pour les éleveurs d'accroître les productions laitières et carnées par l'utilisation efficace des sous-produits agricoles et agroindustriels générés.

II.1.2. Typologie des élevages qui livrent le lait produit à la LDB.

L'intérêt de dresser la typologie des élevages bovins dans le delta du Sénégal est de comprendre les différents modes d'exploitation des ressources disponibles (aliment, eau...) pour la production et de cerner les besoins spécifiques de chaque type d'élevage. Cette typologie a pour but d'énoncer des actions prioritaires spécifiques concernant la gestion de la production laitière.

II.1.2.1. Echantillonnage des élevages qui livrent du lait à la LDB (Banquier, 1988 ; Gower et Kelly, 1993 ; Thompson, 1997 ; Landais, 1998 ; Kobrich *et al.* 2003).

- **Population cible :**

La base de sondage de cette étude est la totalité des campements d'éleveurs bovins du delta du Sénégal qui livrent du lait à la LDB. La taille de la population étudiée est de 1200 élevages numérotés de 1 à 1200.

- **Données à recueillir :**

Le questionnaire auquel les éleveurs de l'échantillon étudié ont été soumis a eu pour but de définir les différents types de système d'élevage pratiqués à travers des questions ouvertes et fermées sur : i) l'identité ethnique et culturel ; ii) les différentes spéculations agricoles des éleveurs ; iii) les systèmes d'élevage pratiqués ; iv) la génétique et l'effectif des cheptels ; v) l'alimentation du cheptel et le potentiel de production des vaches et enfin ; vi) les sous-produits agricoles et agro industriels utilisés et leurs prix ainsi que le prix des rations distribuées. Cette compréhension des systèmes de production nous permet de dégager de façon spécifique à chaque type d'élevage, les actions prioritaires à mettre en œuvre par les différents acteurs du développement.

La base de données a été saisie sur Access et a fait l'objet d'une analyse multifactorielle variée avec le logiciel R. Les critères de ségrégation choisis sont à la fois d'ordre qualitatif et quantitatif (Iraizoz *et al.* 2007).

- **Echantillonnage :**

L'échantillon doit avoir les mêmes caractéristiques que la population d'étude pour que l'on soit en mesure d'inférer à la population d'étude les résultats obtenus pour l'échantillon.

- Type d'échantillonnage : échantillonnage aléatoire stratifié.

La stratification ici, a consisté à diviser la population en deux (2) sous-ensembles qui sont les campements du *Walo* et les campements du *Dieri*, avec une limite définie entre les deux de 10 km par rapport au fleuve Sénégal. Ainsi, chaque strate a fourni un échantillon indépendant. Le choix des strates est dicté par les objectifs de l'enquête, à savoir la disponibilité et l'accessibilité des sous-produits suivant la distance à laquelle on se trouve des parcelles irriguées et des axes routiers.

- Taille de l'échantillon :

Pour calculer la taille de l'échantillon, il a été retenu un niveau de précision pour les enquêtes de + ou - 5% pour un niveau de confiance égal à 95% et un degré de variabilité par défaut $P = 0,5$.

- a. Ainsi, la taille de l'échantillon initial a été calculée par l'intermédiaire de la formule :

$$n1 = z^2 p (1-p) / e^2$$

Avec : n_1 = Taille de l'échantillon initial

z = Niveau de confiance voulue

e = Marge d'erreur voulue

p = Degré de variabilité par défaut

$$n_1 = (1,96)^2 (0,5-0,5^2) / 0,05^2$$

$$\mathbf{n_1 = 384}$$

- b. Ajustement de la taille de l'échantillon pour tenir compte de la taille de la population

$$n_2 = n_1 \times N / (N + n_1)$$

$$n_2 = 384 \times 1200 / (1200 + 384)$$

$$\mathbf{n_2 = 291}$$

- c. Ajustement de la taille de l'échantillon, compte tenu de l'effet de plan ($Deff$)

Il n'y a pas d'estimation convenable de l'effet de plan disponible et tirée d'une enquête précédente, nous avons donc utiliser $Deff = 1$ pour calculer la taille de l'échantillon.

$$n_3 = Deff \times n_2$$

$$\mathbf{n_3 = n_2 = 291}$$

- d. Ajustement pour le taux de réponse afin de déterminer la taille de l'échantillon final n

$$n = n_3 / r$$

$$n = 291 / 0,90$$

$$\mathbf{n = 323}$$

r = Taux de réponse. Nous supposons que 90% des agriculteurs vont répondre au questionnaire.

- Répartition de l'échantillon

Etant donné que 80% des éleveurs collectés par la LDB sont dans le *Diéri* et 20% dans le *Waalo* (base de données LDB, 2019), il a été pris 80% d'éleveurs collectés du *Diéri* et 20% du *Waalo*. Chaque unité de l'échantillon a eu donc la même probabilité d'inclusion. Cette probabilité, π , est égale à n/N , où $N=323$ est le nombre d'unités dans la population.

II.1.2.2. Analyse des données d'enquête

La base de données a été saisie sur Access et a fait l'objet d'une analyse multifactorielle variée avec le logiciel R, puis de tableaux dynamiques croisés. Les critères de ségrégation choisis sont à la fois d'ordre qualitatif et quantitatif (Iraizoz *et al.* 2007).

- Critères de ségrégation quantitatifs : revenu de la vente de lait sur revenu de l'élevage bovin ; taille moyen du cheptel ; ratio des bovins transhumants sur la taille du cheptel ; pourcentage de bovins en stabulation ; pourcentage de métisses laitières dans le cheptel ; pourcentage de métisses à viande dans le cheptel et taux de vêlage.
- Critères de ségrégation qualitatifs : activité agricole ; mois de départ en transhumance, lieu de transhumance ; mode de reproduction ; raison du choix de la race dans le processus d'amélioration génétique ; stockage ou non de sous-produits et périodes d'achat des sous-produits.

Ce travail s'est donc focalisé sur l'activité agricole, la structure des cheptels et le mode de conduite des troupeaux pour analyser la diversité des systèmes de production et pour déterminer des classes de pratique homogènes.

II.1.2.3. Évaluation des coûts de production

Les données recueillies sont déclaratives et concernent le cycle de production annuel à différentes périodes : i) la saison des pluies, de juillet à septembre ; ii) le premier tiers de la période de soudure, d'octobre à décembre ; iii) le second tiers de la période de soudure, de janvier à mars et ; iv) le dernier tiers de la période de soudure, d'avril à juin.

Les différentes charges prises en compte dans le calcul des coûts de production sont : i) les charges alimentaires ; ii) les frais d'élevage et ; iii) les charges de structure.

Les charges alimentaires ont fait l'objet de questions précises concernant la quantité des intrants distribués, quel que soit leur provenance (acheté, produit ou gratuit).

Les frais d'élevage concernent essentiellement les médicaments achetés au cours de l'année pour les vaches en production, ainsi que les frais de l'Insémination Artificielle.

Les charges de structure concernent l'ensemble des autres charges dans la ferme y compris les amortissements, la main d'œuvre,

La majorité des systèmes d'élevage de la zone d'étude ne sont pas orientés lait, le lait n'étant pas le produit principal. Ainsi, il a fallu distinguer dans l'ensemble des charges celles qui sont spécifiques à l'atelier lait et celles qui ne s'y rapportent pas. Le coût de production apparaît alors

comme le simple rapport entre charges spécifiques à l'atelier lait et le niveau de production.

$$CP = CS / NP$$

CP= Coût de production ou prix de revient

CS= Charges Spécifiques au lait

NP = Niveau de production (lait traité et vendu et/ou autoconsommé)

En ce qui concerne les charges alimentaires on ne compte que les charges imputables au lait vendu (voire autoconsommé) et non les charges imputables au lait donné au veau (atelier viande).

II.2. Résultats

II.2.1. Localisation des enquêtes (Figure 2)

La figure 2 montre la localisation des 323 éleveurs qui ont été enquêtés sur un rayon de 50 km ayant pour centre la LDB.

Localisation des enquêtes OPTILAIT 2019

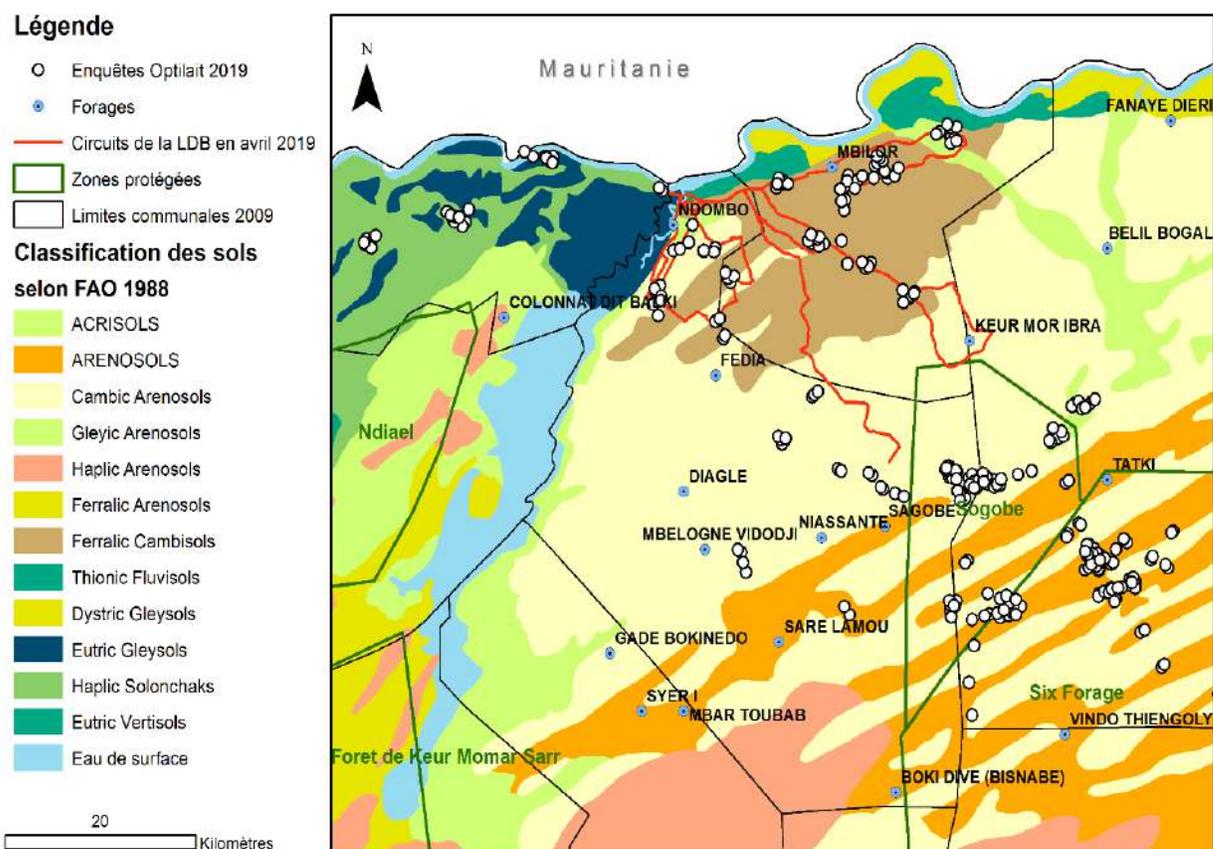


Figure 2 : Exploitations enquêtées dans le rayon de collecte de la LDB (Césaro et Gaye, 2019)

II.2.2. Typologie des exploitations fournisseurs de la LDB

L'analyse multifactorielle variée a fait ressortir 6 grands groupes de producteurs en se basant sur le facteur le plus discriminant, à savoir l'activité culturelle. Ces 6 grands groupes sont : les agro éleveurs, les agro pasteurs, les éleveurs sédentaires, les éleveurs en stabulation, les éleveurs transhumants et les éleveurs transhumants partiels (Figure 3).

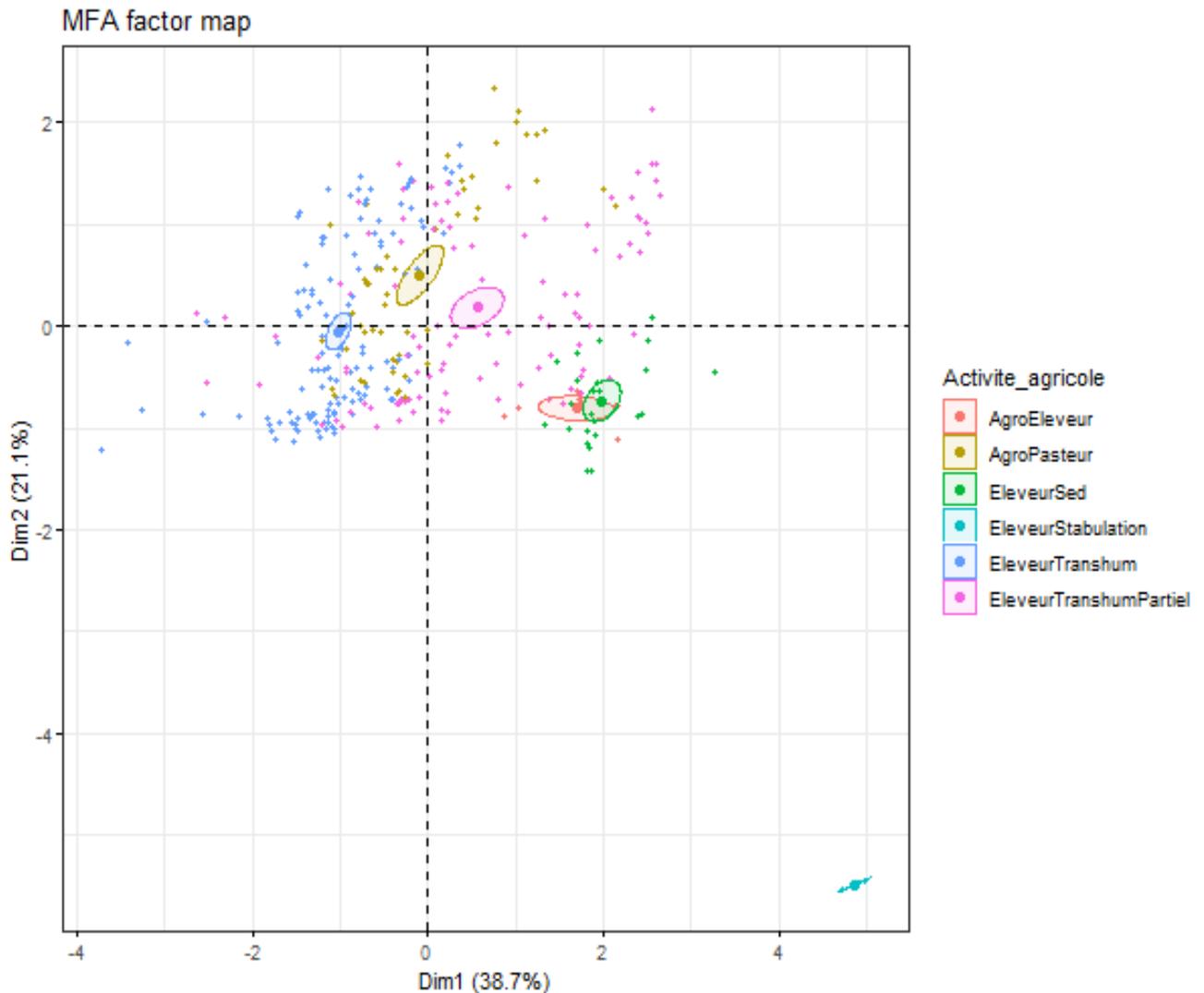


Figure 3 : Analyse multifactorielle variée de la population d'éleveurs étudiée

Mis à part les éleveurs en stabulation qui constituent un groupe de 3 éleveurs très éloignés des autres groupes, si on prend en compte les facteurs de ségrégation prédéfinis, les autres groupes d'éleveurs sont plus ou moins proches (Figure 3). Par exemple, les agro éleveurs et les éleveurs sédentaires sont deux groupes d'éleveurs si proches que leurs barycentres se confondent. Aussi,

on peut observer sur la Figure 3, la présence d'éleveurs appartenant au groupe des agropasteurs qui se confondent à des éleveurs appartenant au groupe des éleveurs transhumants ainsi qu'une très forte dispersion des éleveurs transhumants partiels.

Dès lors, il s'est avéré pertinent, sur la base des résultats de l'analyse multifactorielle variée, de pousser plus loin l'analyse des données à travers un tableau dynamique croisé (Tableau 11).

Tableau 11 : Typologie des systèmes bovins dans le bassin de collecte de la LDB

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Nb élevages	8	38	16	24	3	128	50	6	50
% échantillon	2,48	11,76	4,95	7,43	0,93	39,63	15,48	1,86	15,48
rev lait/rev EB	0,22 ± 0,01	0,18 ± 0,05	0,17 ± 0,03	0,31 ± 0,03	0,49 ± 0,05	0,16 ± 0,04	0,44 ± 0,11	0,23 ± 0,04	0,09 ± 0,02
Taille moyen du cheptel	23 ± 8	102 ± 33	61 ± 13	18 ± 4	8 ± 1	126 ± 57	70 ± 12	123 ± 39	107 ± 48
N transhum / N total	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,47 ± 0,12	0,83 ± 0,25	0,85 ± 0,23
% stabulation	0,00	0,00	0,00	0,22 ± 0,07	100,00	0,00	0,14 ± 0,05	0,00	0,00
% metisses laitières	14,21 ± 7,24	0,00	0,00	59,54 ± 4,03	86,84 ± 2,75	0,00	37,06 ± 12,52	0,00	0,00
% Métisses à viande	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,64 ± 4,16
Taux de velage	88,9 ± 12,12	61,31 ± 7,99	67,07 ± 3,37	91,03 ± 5,47	100,00	58,43 ± 7,96	86,7 ± 5,57	70,7 ± 2,95	72,56 ± 12,59

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Mois de depart en transhu-mance	–	Janvier	Mars	–	–	Janvier	Janvier	Janvier	Mai
Lieu de transhu-mance	–	Zones centre et sud du pays	Waalo	–	–	Zones centre et sud du pays	Zones centre et sud du pays	Zones centre et sud du pays	Zone centre du pays
Mode de reproduction	Taureau de race locale + IA	Taureau de race locale	Taureau de race locale	Taureau de race exotique + IA	Taureau de race exotique	Taureau de race locale	Taureau de race exotique + IA	Taureau de race locale	Taureau de race locale + de race exotique + IA
Raison du choix de la race	Production de lait et de viande	Rusticité	Rusticité	Production de lait	Production de lait	Rusticité	Production de lait	Rusticité	Esthétique et production viande
Stockage SP	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Période d'achat SP	Toute l'année	Retard des pluies	Toute l'année	Toute l'année	Toute l'année	Retard des pluies	Toute l'année	Toute l'année	Toute l'année

Le Tableau 11 a mis en rapport d'une part, les données sur l'activité agricole et d'autre part, le ratio du revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin ; l'effectif du cheptel ; le ratio du nombre de bovins transhumants sur l'effectif total du cheptel ; le pourcentage des bovins en stabulation dans le cheptel ; le pourcentage de métisses laitières dans le cheptel ; le pourcentage de métisses à viande dans le cheptel ; le taux de vêlage ; le mois de départ en transhumance ; le lieu de transhumance ; le mode de reproduction ; la raison du choix de la race dans le processus d'amélioration génétique ; le stockage ou non de sous-produits et pour finir la période d'achat des sous-produits.

Le Tableau 11 met en évidence 9 types d'éleveurs à savoir : les agro éleveurs (T1) ; les agro pasteurs transhumants précoces (T2) ; les agropasteurs transhumants tardifs (T3) ; les éleveurs sédentaires (T4) ; les éleveurs en stabulation (T5) ; les éleveurs transhumants (T6) ; les éleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers (T7) ; les éleveurs transhumants partiels précoces allaitants (T8) et les éleveurs transhumants partiels tardifs naisseurs (T9).

II.2.2.1. Description des différents types d'éleveurs fournissant la LDB

a. Agro éleveurs (T1)

Les agro éleveurs représentent 2,48% de la population étudiée. Ce sont des éleveurs qui pratiquent la culture du riz et utilisent les sous-produits agricoles (principalement la paille de riz) pour nourrir le bétail en période de soudure. Ils sont caractérisés par un effectif de cheptel de petite taille (23 ± 8 bovins). Ils ne pratiquent ni la transhumance, ni la stabulation, mais pratiquent la divagation pour profiter du pâturage naturel en plus de la complémentation. Chez ces agro éleveurs, le ratio du revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin représente en moyenne $0,22 \pm 0,01$, ce qui signifie que ces troupeaux en cours de spécialisation, ne peuvent être taxés de troupeaux laitiers. Ce revenu laitier plus ou moins faible se justifie en partie par le faible pourcentage de métisses laitières dans le troupeau ($14,21 \pm 7,24\%$). Pourtant, on peut observer chez ces éleveurs une orientation encore très timide vers la spécialisation laitière qui se vérifie en partie par le recours à l'insémination artificielle et l'utilisation de taureaux de race locale pour la reproduction. Cependant, la vente de bovins sur pieds occupe encore une place importante dans les revenus de l'élevage bovin, ce qui se reflète dans la réponse unanime (production de lait et de viande) de ce groupe d'éleveurs à la question sur les raisons du choix de la race dans le processus d'amélioration génétique. Le taux de vêlage chez les vaches en âge de

reproduction dans le troupeau est en moyenne de $88,9 \pm 12,12\%$ et les mise-bas sont éparées (en toute saison avec $44,95 \pm 8,16\%$ des mise-bas en moyenne pendant la saison des pluies), ce qui se justifie par la complémentation alimentaire après le pâturage naturel. Aussi, les agro éleveurs ne pratiquent pas le stockage des sous-produits agricoles et agro industriels utilisés dans l'alimentation du bétail, à l'exception de la paille de riz produite dans leurs parcelles. Ces sous-produits sont achetés au besoin en toutes saisons malgré les importantes hausses de prix constatés au fur et à mesure qu'on chemine dans la période de soudure. Cette instabilité des intrants alimentaires ne permet aucune prévision des coûts de production tout au cours de l'année.

b. Agropasteurs transhumants précoces (T2)

Les agropasteurs transhumants précoces représentent 11,76% de la population étudiée. Ce sont des éleveurs qui pratiquent la culture du riz mais qui n'utilisent pas les sous-produits agricoles (principalement la paille de riz) pour nourrir le bétail en période de soudure. Ils pratiquent la transhumance de la totalité du troupeau dès le mois de janvier sur de grandes distances vers le centre et le sud du pays. Chez les agropasteurs transhumants précoces, la culture du riz et l'élevage sont pratiqués de façon indépendante ; ce qui s'explique par la disproportion de ces 2 activités illustrée à la foi par les grands effectifs de cheptel (102 ± 33 bovins en moyenne) et les petites superficies cultivées (0,5 à 1 ha en moyenne). Le ratio du revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin représente en moyenne $0,18 \pm 0,05$. Ce faible ratio s'explique par une spécialisation dans la production de bétail sur pied, ce qui se reflète dans la génétique du cheptel qui ne comprend aucun bovin métis. En effet, chez ce groupe d'éleveurs, un taureau de race locale est exclusivement utilisé pour la reproduction et la raison de ce choix est la rusticité d'animaux capables de survivre à la rude épreuve de la transhumance. Le taux de vêlage chez les vaches en âge de reproduction dans le troupeau est en moyenne de $61,31 \pm 7,99$ et les mise-bas sont cantonnées à la saison des pluies ($91,22 \pm 7,75\%$ des mise-bas en moyenne). Les agropasteurs transhumants précoces ne pratiquent pas le stockage des sous-produits en vue de leur utilisation ultérieure dans l'alimentation du bétail. Dans ce groupe d'éleveurs, les sous-produits ne sont achetés qu'en cas de retard des pluies de retour de transhumance, de peur que le troupeau ne soit décimé par la famine. Il est dommage alors que ce soit le moment exact ou la flambée des prix atteint son paroxysme.

c. Agropasteurs transhumants tardifs (T3)

Les agropasteurs transhumants tardifs représentent 4,95% de la population étudiée. Ce sont des éleveurs qui pratiquent la culture du riz mais qui, contrairement aux agropasteurs transhumants précoces, utilisent la paille de riz pour nourrir le bétail en période de soudure. Ils pratiquent la transhumance vers le mois de mars en sens inverse des agropasteurs transhumants précoces, c'est-à-dire des terres du *Dieri* (Ferlo) aux terres du *Walo* (terres inondables et cultivées de la berge du fleuve Sénégal). En effet, habitant au niveau du *Dieri* et possédant des terres agricoles dans le *Walo*, ils profitent des pâturages naturels du *Dieri* pendant la saison des pluies et jusqu'au mois de mars puis regagnent les parcelles récoltées ou ils nourrissent leurs animaux de sous-produits agricoles et agro industriels jusqu'en début de saison des pluies. Le système d'alimentation adopté par ce groupe d'éleveurs limite la taille du troupeau qui n'est en moyenne que de 61 ± 13 animaux. Ainsi, la taille moyenne du cheptel chez ce groupe d'éleveurs est beaucoup plus en adéquation avec les superficies emblavées en culture rizicole (5 à 7 hectares en moyenne). Le ratio du revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin représente en moyenne $0,17 \pm 0,03$. Ce faible ratio s'explique par le fait que les éleveurs appartenant à ce groupe sont obligés de vendre le bétail sur pied pour limiter la taille du cheptel. Leur cheptel ne comprend aucun métis et leur mode de reproduction est la monte naturelle avec l'utilisation de taureaux de race locale. En effet, les agropasteurs transhumants tardifs privilégient la rusticité des animaux au détriment de la productivité dans le choix des races introduites dans le troupeau. Le taux de vêlage chez les vaches en âge de reproduction dans le troupeau est en moyenne supérieur au taux de vêlage chez les vaches du groupe des agropasteurs transhumants précoces ($67,07 \pm 3,37$) et les mises-bas sont étalés tout au cours de l'année avec en moyenne, $54,9 \pm 9,01\%$ des mises-bas en moyenne pendant la saison des pluies). Cette différence du taux de vêlage et de la répartition des mises-bas entre les deux groupes relève de la complémentation pendant la période de soudure chez les agropasteurs transhumants tardifs, même si ce n'est qu'une complémentation de survie et non de production. Mise à part la paille de riz produite dans leurs parcelles, ce groupe de producteurs ne stocke pas de sous-produits agricoles et agroindustriels et les achète au besoin sur toute l'année.

d. Eleveurs sédentaires (T4)

Les éleveurs sédentaires représentent 7,43% de la population étudiée. Aucun individu de ce groupe ne pratique l'agriculture, ou la transhumance. L'effectif du cheptel des éleveurs sédentaires est petit (18 ± 4 bovins en moyenne). Le ratio du revenu de la vente de lait sur le

revenu de l'élevage bovin représente en moyenne $0,31 \pm 0,03$. Ce ratio est le plus élevé de ceux cités dans les groupes d'éleveurs précédemment décrits et cache un niveau de spécialisation dans la production laitière plus élevé. Cette spécialisation en cours se reflète au travers de la stabulation de $0,22 \pm 0,07\%$ en moyenne du troupeau (un taureau de race exotique laitier pure) et de la présence de $59,53 \pm 4,07\%$ de bovins métis laitiers dans le troupeau. A part le taureau reproducteur élevé en stabulation, le reste du troupeau est élevé dans un système en divagation. La reproduction au sein de ce groupe est assurée à la foi par un taureau de race exotique laitier et l'insémination artificielle. La seule raison évoquée du choix de l'orientation vers ce mode de reproduction est la production laitière. Le taux de vêlage chez les vaches en âge de reproduction dans les troupeaux de ce groupe d'éleveurs est en moyenne plus élevé que celui du groupe des agro éleveurs ($91,03 \pm 5,47\%$) et les mise-bas sont éparses (en toutes saisons avec $43,55 \pm 6,41\%$ des mise-bas en moyenne pendant la saison des pluies), ce qui se justifie par le niveau de complémentation alimentaire après le pâturage naturel plus élevé. À l'image des autres groupes d'éleveurs précédemment décrits, les éleveurs sédentaires ne pratiquent pas le stockage des sous-produits agricoles et agro industriels utilisés dans l'alimentation du bétail. Ces sous-produits sont achetés au besoin en toutes saisons.

e. Eleveurs en stabulation (T5)

Les éleveurs en stabulation représentent le plus petit effectif de la population étudiée (0,93%). Aucun individu de ce groupe ne pratique l'agriculture, ou la divagation, encore moins la transhumance. L'effectif du cheptel des éleveurs en stabulation est le plus petit des groupes d'éleveurs identifiés (8 ± 1 bovins). Contrairement à l'effectif du cheptel, le ratio du revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin est le plus important ($0,49 \pm 0,05$). Tout ceci témoigne du plus fort niveau de spécialisation dans la production laitière enregistré dans la population d'étude. La stabulation complète du troupeau, le pourcentage de métis laitiers très élevé ($86,84 \pm 2,75\%$) et le mode de reproduction (taureau de race exotique pure laitier et insémination artificielle) viennent confirmer l'option prise par ce groupe d'éleveurs pour la spécialisation laitière. Le taux de vêlage chez les vaches en âge de reproduction dans les troupeaux de ce groupe d'éleveurs est maximal (100% en moyenne) et les mise-bas sont étalés toute l'année ($31,48 \pm 4,28\%$ en moyenne pendant la saison des pluies), ce qui se justifie par le niveau élevé de complémentation alimentaire. A l'image des autres groupes d'éleveurs précédemment cités, les éleveurs sédentaires ne pratiquent pas le stockage des sous-produits

agricoles et agro industriels utilisés dans l'alimentation du bétail. Ces sous-produits sont achetés au besoin en toutes saisons.

f. Eleveurs transhumants (T6)

Le groupe des éleveurs transhumants représente l'effectif le plus important (39,63% de la population étudiée). C'est un groupe d'éleveurs qui ne pratique aucune culture végétale. Ils pratiquent la transhumance de la totalité du troupeau dès le mois de janvier sur de grandes distances vers le centre et le sud du pays. Ce groupe possède aussi les plus gros effectifs de cheptel (126 ± 57) et inversement ont le plus faible ratio de revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin ($0,16 \pm 0,04$) et le plus faible taux de vêlage ($58,43 \pm 7,96$). Les mises-bas chez ce type d'éleveur sont pour l'essentiel cantonnées à la saison des pluies ($89,75 \pm 8,33\%$ en moyenne). Ces éleveurs transhumants utilisent des taureaux de race locale pour la reproduction car privilégient la rusticité à la productivité. Les sous-produits agricoles et agroindustriels ne sont pas stockés et sont achetés et utilisés pour l'alimentation du cheptel qu'en des cas extrêmes de retard des pluies, pour au moins assurer la survie du troupeau. La rareté de la complémentation alimentaire explique en partie le faible ratio de revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin et le faible taux de vêlage.

g. Eleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers T7

Le type éleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers représente 15,48% de la population étudiée. C'est un groupe d'éleveurs qui ne pratique pas l'agriculture et qui ne pratique la transhumance précoce vers le centre et le sud du pays (à partir du mois de janvier) que sur une partie du troupeau ($47 \pm 12\%$ en moyenne). Cela signifie qu'en général, plus de la moitié du troupeau ne part pas en transhumance. Les bovins concernés par la sédentarisation sont les femelles allaitantes et les veaux qui constituent le noyau laitier. Ce groupe d'éleveurs possède des effectifs moyens de cheptel (70 ± 12 bovins en moyenne) et ont un ratio de revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin assez proche de celui des éleveurs en stabulation, bien que plus faible ($0,44 \pm 0,04$). Ce ratio fait ressortir chez ce type d'éleveurs une volonté accrue de spécialisation laitière. Cette volonté se reflète au travers de la stabulation de $0,14 \pm 0,05\%$ en moyenne du troupeau (un taureau de race exotique laitier pure) et de la présence de $37,06 \pm 12,52\%$ de bovins métis laitiers dans le troupeau. A part le taureau reproducteur élevé en stabulation et les individus transhumants, le reste du troupeau est élevé dans un système en

divagation. La reproduction au sein de ce groupe est assurée à la foi par un taureau de race exotique laitier et l'insémination artificielle. La seule raison évoquée du choix de l'orientation vers ce mode de reproduction est la production laitière. Cependant, ce type de producteurs est encore accroché à la production de bétail sur pied à vendre, d'où la transhumance des bovins qui produisent peu ou pas du tout de lait. Le taux de vêlage chez les vaches en âge de reproduction dans les troupeaux de ce groupe d'éleveurs est en moyenne de $(86,7 \pm 5,57\%)$ et les mise-bas sont éparées (en toute saison avec $48,91 \pm 11,09\%$ des mise-bas en moyenne pendant la saison des pluies), ce qui se justifie par la complémentation alimentaire après le pâturage naturel. A l'image des autres groupes d'éleveurs précédemment cités, les éleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers ne pratiquent pas le stockage des sous-produits agricoles et agro industriels utilisés dans l'alimentation du bétail. Ces sous-produits sont achetés au besoin en toutes saisons.

h. Eleveurs transhumants partiels précoces allaitants (T8)

Le Type éleveurs transhumants partiels précoces allaitants représente 1,86% de la population étudiée. C'est un groupe d'éleveurs qui ne pratique pas l'agriculture et qui ne pratique la transhumance précoce (à partir du mois de janvier) vers le centre et le sud du pays que sur une partie du troupeau ($83 \pm 25\%$ en moyenne). On constate que la proportion du troupeau qui part en transhumance est beaucoup plus élevée que dans le type T7 précédemment décrit. Les bovins concernés par la sédentarisation sont les femelles allaitantes et les veaux qui constituent le noyau laitier. Ce groupe d'éleveurs possède de gros effectifs de cheptel (123 ± 39 bovins en moyenne) et ont un ratio de revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin beaucoup plus faible que celui du type éleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers ($0,23 \pm 0,04$). Ce ratio, ainsi que le pourcentage de bovins en stabulation (0%), le pourcentage de métisses laitières et à viande (0%) et le mode de reproduction (taureau de race locale sélectionné à partir du troupeau), et la raison évoquée du choix de cette race (rusticité) reflètent chez ce type d'éleveurs une spécialisation plus prononcée dans la production de bétail sur pied. Dans ce cas, quel peut être la raison du maintien d'un noyau laitier pendant la période de soudure ? À cette question, les éleveurs ont unanimement répondu qu'ils pratiquaient la transhumance partielle pour maintenir les relations commerciales avec la LDB. En effet, dans le but d'assurer la continuité de la livraison de lait pendant la période de soudure, la LDB a tendance à ôter de son circuit de collecte les éleveurs qui livrent du lait de façon saisonnière. Le taux de vêlage chez les vaches en âge de

reproduction dans les troupeaux de ce groupe d'éleveurs est en moyenne de $(70,7 \pm 2,95\%)$ et les mise-bas sont certes éparses mais beaucoup plus fréquentes à la saison des pluies $(72,55 \pm 6,41\%$ en moyenne). Les éleveurs transhumants partiels précoces allaitants ne pratiquent pas le stockage des sous-produits agricoles et agro industriels utilisés dans l'alimentation du bétail. Ces sous-produits sont achetés au besoin en toutes saisons.

i. Eleveurs transhumants partiels tardifs naisseurs T9

Le type éleveurs transhumants partiels tardifs naisseurs représente 15,48% de la population étudiée avec des individus qui élèvent de gros effectifs de cheptel $(107 \pm 48$ bovins en moyenne). C'est un groupe d'éleveurs qui ne pratique pas l'agriculture et qui ne pratique la transhumance tardive (à partir du mois de mai) que sur une partie du troupeau $(85 \pm 23\%$ en moyenne). Le nombre de bovins qui part en transhumance en moyenne vers le centre et le sud du pays est assez proche de celui du type des éleveurs transhumants partiels précoces allaitants. L'une des grandes différences entre les deux groupes d'éleveurs est le mode de reproduction, qui implique à la fois des taureaux de race locale, de race exotique à viande (surtout Guzerat) et l'insémination artificielle. Ainsi, on retrouve en moyenne dans les troupeaux de ce type, $9,63 \pm 4,16\%$ de bovins métis à viande. L'orientation productive de ce groupe d'éleveurs est donc clairement la production de bétail sur pied et de veaux métis. Cette orientation déteint sur le ratio revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin qui représente en moyenne $0,09 \pm 0,02$ et qui est le plus faible de tous ceux enregistrés. Le taux de vêlage chez les vaches en âge de reproduction dans les troupeaux de ce groupe d'éleveurs est en moyenne de $(72,56 \pm 12,59\%)$ et les mise-bas sont certes éparses mais beaucoup plus fréquentes à la saison des pluies $(69,2 \pm 7,65\%)$. Tout comme la totalité des éleveurs enquêtés, les éleveurs transhumants partiels précoces allaitants ne pratiquent pas le stockage des sous-produits agricoles et agro industriels utilisés dans l'alimentation du bétail.

Conclusion partielle

Ce travail a permis d'identifier 9 types d'éleveurs répartis dans 6 groupes (Figure 4). D'abord, l'analyse multifactorielle variée des critères de ségrégation a permis de mettre en évidence le facteur le plus discriminant parmi ceux prédéfinis, à savoir l'activité agricole et de scinder l'échantillon d'étude en 6 groupes distincts (Figure 3). L'analyse multifactorielle variée a aussi révélé que certains groupes étaient très proches et d'autres trop dispersés, ce qui nous a amené,

pour étayer ces faits, à approfondir l'analyse par l'intermédiaire d'un tableau dynamique croisé (Tableau 11). Ce tableau a permis de déceler pourquoi certains agropasteurs se confondaient aux éleveurs transhumants sur la Figure 3. En effet, ce groupe d'éleveurs a été scindé en 2 types très différents, à savoir les agropasteurs transhumants précoces et les agropasteurs transhumants tardifs, dont le premier cité est très proche du groupe des éleveurs transhumants avec comme seul critère de divergence la culture du riz.

À travers le Tableau 5, on peut aussi comprendre pourquoi les éleveurs sédentaires et les agro éleveurs sont si proches que leurs barycentres se confondent. En effet, ce sont deux groupes où tous les critères sont plus ou moins équivalents, mis à part la pratique de la culture du riz ou non. Pour finir, la forte dispersion des éleveurs transhumants partiels révélée par la Figure 3 relève du fait que ce groupe d'éleveurs héberge en son sein 3 types d'éleveurs très distincts, aussi bien du point de vue du mode de conduite du troupeau que de l'orientation productive.

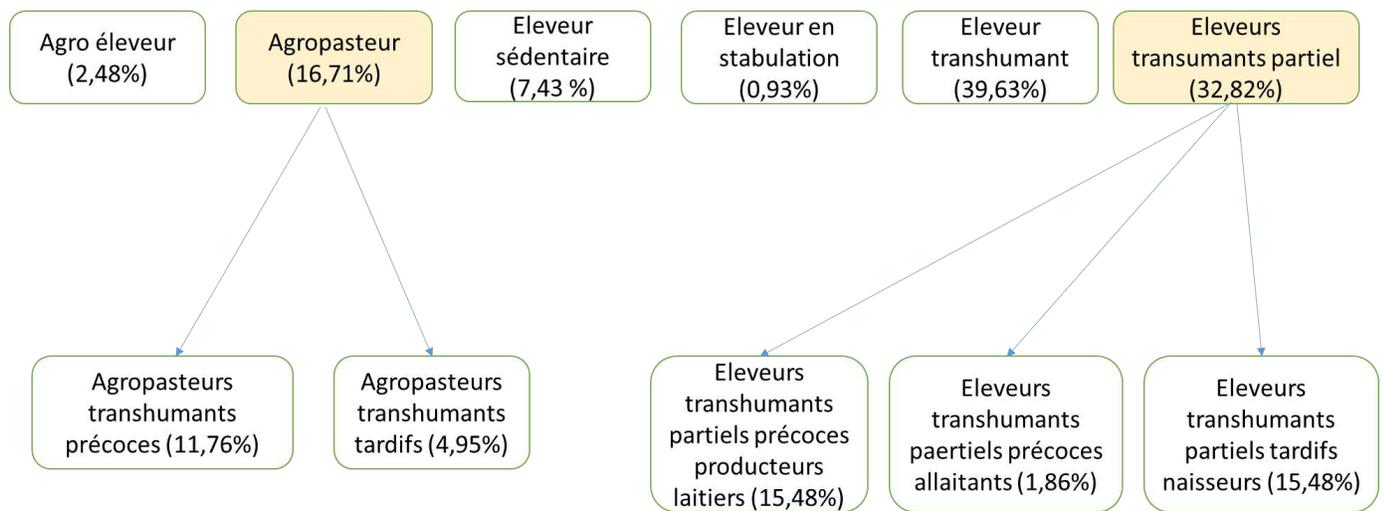


Figure 4 : Répartition de la population étudiée dans les différents types identifiés

II.2.2.2. Production laitière journalière moyenne

La production laitière journalière moyenne (Tableau 12) est calculée par l'addition du lait traité et vendu et du lait traité et autoconsommé, donné et/ou troqué.

Aussi, le Tableau XII met en évidence 4 périodes de production laitière : i) la période d'hivernage (juillet-septembre) ; ii) le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre) ; iii) le second tiers de la période de soudure (janvier-mars) et ; vi) le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin).

Tableau 12 : Production laitière journalière moyenne des éleveurs collectés par la LDB

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Nombre de vaches allaitantes	7 ± 3	36 ± 17	22 ± 10	6 ± 3	3 ± 1	44 ± 31	24 ± 11	41 ± 21	39 ± 21
% vaches traites	100	47 ± 9	78 ± 6	100	100	39 ± 11	94 ± 3	41 ± 8	28 ± 10
% métis laitières	14,21 ± 7,24	0	0	59,54 ± 4,03	86,84 ± 2,75	0	37,06 ± 12,52	0	0
% mise-bas hivernage	44,95	91,22	54,9	43,55	31,48	89,75	48,91	72,55	69,2
% mise-bas saison sèche	55,05	8,78	45,1	56,45	68,52	10,25	51,09	27,45	30,8
Production laitière journalière moyenne saison des pluies (l)	15,16 ± 5,91	28,27 ± 10,14	25,65 ± 11,98	35,47 ± 11,54	27,41 ± 9,61	29,67 ± 13,18	88,78 ± 27,32	26,45 ± 12,98	17,21 ± 4,69
Production laitière journalière moyenne octobre-décembre (l)	13,97 ± 4,37	8,45 ± 3,78	13,61 ± 6,43	27,43 ± 8,72	25,47 ± 7,23	10,56 ± 5,41	78,46 ± 19,43	14,47 ± 7,21	7,48 ± 5,12
Production laitière journalière moyenne janvier-mars (l)	7,83 ± 4,19	0	6,57 ± 4,23	12,65 ± 5,65	24,38 ± 7,02	0	27,44 ± 9,87	4,81 ± 3,11	3,75 ± 2,53
Production laitière journalière moyenne avril-juin (l)	4,46 ± 2,41	0	3,45 ± 2,02	7,92 ± 3,58	13,44 ± 4,95	0	14,65 ± 5,66	2,73 ± 2,01	3,49 ± 2,09

a. Agro éleveurs (T1)

La totalité des vaches sont traitées chez les agro éleveurs, du fait du faible nombre de vaches allaitantes (7 ± 3). La production laitière moyenne en saison des pluies chez ce type d'éleveurs est de $15,6 \pm 5,91$ l. Cette production laitière ne fait que baisser durant la période de soudure. La baisse enregistrée au premier tiers de la période de soudure est de 8%, de presque la moitié de la production (48%) pendant le deuxième tiers de la période de soudure par rapport à la production hivernale et de 71% pendant le dernier tiers de la période de soudure avec une production de seulement $4,46 \pm 2,41$ l de lait par jour. Pourtant, si la production laitière ne dépendait que du nombre de vaches allaitantes et/ou de la répartition des mise-bas, elle devrait augmenter pendant le premier tiers de la période de soudure. En effet, chez les agro éleveurs, l'hivernage concentre 44,95% des mise-bas sur une période de 3 mois et le début de la période de soudure devrait normalement correspondre aux pics de lactation ou à la phase ascendante de la courbe de lactation chez la plupart des vaches traitées. De fait, la baisse de production à cette période sera plutôt imputée à la baisse de qualité des pâturages et à une complémentation insuffisante et déséquilibrée. Par contre, les baisses de production au second et au dernier tiers de la période de soudure peuvent être liées à deux facteurs : i) au moins 44,95% des vaches sont, à différents niveaux, dans la phase décroissante de leur courbe de lactation et ii) la baisse de qualité de l'alimentation, due à la détérioration des parcours naturels et à l'insuffisance et au déséquilibre de la complémentation.

b. Agropasteurs transhumants précoces (T2)

Chez les agropasteurs transhumants précoces, les vêlages sont cantonnés à la saison des pluies (91,22% des naissances) et traire les nombreuses vaches faibles productrices (36 ± 17 vaches allaitantes en moyenne et 100% de vaches de race locale en majorité zébu Gobra) représente un réel défi logistique. En effet, la traite ne peut se faire qu'en présence du veau dont la tétée déclenche le réflexe d'éjection du lait. Ainsi, séparés de leurs mères pendant la nuit, ils sont un à un apportés à celle-ci puis séparés de nouveau après quelques secondes de tétée. C'est à cette condition seulement que la traite peut débuter (environ 2 à 4 l par vache respectivement pour les zébus Gobra et les zébus Maures). Vient s'ajouter à cette contrainte physique et logistique, une contrainte de temps imposée par le collecteur de la laiterie, qui fait sa tournée vers 8 heures du

matin et qui n'attend pas (tout le lait collecté doit être traité entre 6 heures et 8 heures du matin). Ainsi, la production laitière journalière moyenne ($28,27 \pm 10,14$ l en hivernage pour 36 ± 17 vaches allaitantes), trop faible par rapport au nombre de vaches allaitantes, s'explique par l'impossibilité pour les femmes du campement de traire toutes les vaches, la traite n'étant appliquée que sur moins de la moitié des vaches allaitantes ($47 \pm 9\%$). Cette production baisse de 70% durant le premier tiers de la période de soudure ($8,45 \pm 3,78$ l/jour) et est nulle durant les deux derniers tiers. Cette baisse vertigineuse de la production à l'échelle du troupeau pendant le premier tiers de la période de soudure s'explique par l'absence de complémentation ; et l'absence de production dans les deux derniers tiers s'explique par la transhumance à partir du mois de janvier.

c. Agro pasteurs transhumants tardifs (T3)

Chez les agropasteurs transhumants tardifs, les vêlages sont moins cantonnés à la saison des pluies que chez le type T2 (54,9% en hivernage). Pour les mêmes raisons que chez le type T2, mais dans une moindre mesure ($78 \pm 6\%$ de vaches allaitantes traitées/jour), toutes les vaches ne sont pas traitées. La production laitière journalière moyenne, qui est de $25,65 \pm 11,98$ l/jour va presque chuter de moitié (47%) pendant le premier tiers de la période de soudure, puis de 74% pendant le deuxième tiers de la période de soudure, et enfin, de 86% pendant le dernier tiers de la période de soudure, par rapport à la production hivernale. Cette chute de production peut être imputée à deux facteurs : i) la répartition des vêlages dans l'année (54,9% pendant les 3 mois d'hivernage et 45,1% des vêlages pendant les 9 mois de la saison sèche) et, ii) le très faible niveau de complémentation alimentaire.

d. Eleveurs sédentaires (T4)

Tout comme les éleveurs de type T1 et contrairement aux éleveurs de types T2 et T3, les éleveurs sédentaires pratiquent la traite sur la totalité des vaches allaitantes du troupeau car le nombre de ces vaches est réduit (6 ± 3 vaches allaitantes). La répartition des mises-bas dans l'année (43,55% en hivernage) est assez similaire de celle du type T1. Cependant, il existe une nette différence entre les deux groupes, notamment, concernant le niveau de spécialisation laitière. Cette spécialisation, plus prononcée chez le type T4, s'illustre par un pourcentage de métis laitières beaucoup plus élevé que dans le type T1 et qui concerne en moyenne $59,54 \pm 4,03\%$ des individus du troupeau. Cette spécialisation s'illustre aussi par une production laitière plus

importante ($35,47 \pm 11,54$ l/jour) et qui chute moins que chez le type T1 au fur et à mesure que l'on avance dans la période de soudure (23% pendant le premier tiers de la période de soudure, 64% durant le second tiers et 77% durant le dernier tiers, par rapport à la production hivernale).

e. Eleveurs en stabulation (T5)

Les éleveurs en stabulation pratiquent la traite chez la totalité des vaches allaitantes (3 ± 1 vaches) et ont la spécialisation laitière la plus aboutie de toutes. Dans la pratique, cette spécialisation se constate par le pourcentage de méteils laitières très élevé ($86,84 \pm 2,75$), la répartition des mises-bas la plus équilibrée (31,48 % seulement pendant la saison des pluies) et le niveau d'alimentation plus élevé, qui conditionne cette répartition des mises-bas. Tous ces ingrédients réunis, font que les éleveurs de type T5 ont enregistré les plus faibles chutes de production (7% durant le premier tiers de la période de soudure, 11% durant le second tiers et 49% durant le dernier tiers, par rapport à la production hivernale). Cette chute de production est principalement due, lors du dernier tiers de la période de soudure, à la forte hausse des prix des intrants alimentaires, qui entraîne leur utilisation avec parcimonie.

f. Eleveurs transhumants (T6)

Les éleveurs transhumants totalisent le plus grand nombre de vaches allaitantes (44 ± 31 vaches), mais aussi, enregistrent le plus faible pourcentage de vaches traitées ($39 \pm 11\%$ de vaches pour une traite journalière de $29,67 \pm 13,18$ l en hivernage), pour les raisons évoquées, notamment chez le type T2. D'autre part, le type T6 révèle l'une des répartitions des mises-bas la plus déséquilibrée avec 89,75% des mises bas en hivernage. De plus, le troupeau ne comprend aucun méteil laitier. La production laitière chute de 64 % durant le premier tiers de la période de soudure et est nulle durant les deux derniers tiers, pour cause de transhumances. Cette description est propre aux élevages spécialisés dans la production de bétail sur pieds.

g. Eleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers T7

Les éleveurs de type T7 possèdent en moyenne un grand nombre de vaches allaitantes (24 ± 11) comparé aux éleveurs de types T1, T4 et T5. Cependant, le pourcentage de vaches traitées chez le type T4 ($94 \pm 3\%$) est largement supérieur à celui des autres types ayant un nombre comparable ou supérieur de vaches allaitantes (T2, T3, T6, T8, T9). Cela tient du fait que, les éleveurs de type T7 possèdent le plus grand nombre de méteils laitières ($37,06 \pm 12,52$) par rapport aux types précédemment cités, or, traire ces méteils est beaucoup plus facile et prend moins de temps que

de traire les vaches de race locale pure. D'autre part, presque la moitié des mise-bas sont enregistrées pendant les trois mois d'hivernage (48,91%). Cette répartition plus ou moins déséquilibrée des mise-bas peut expliquer, avec le déficit alimentaire de la période de soudure, la baisse de 69% puis de 83% de, respectivement, la production laitière du deuxième et celle du dernier tiers de la période de soudure par rapport à la production hivernale. Néanmoins, le système d'élevage pratiqué par les éleveurs de type T7 en cours de spécialisation laitière, a enregistré de loin la meilleure performance laitière à l'échelle de l'atelier lait ($88,78 \pm 27,32$ l/jour en hivernage et $78,46 \pm 19,43$ l/jour durant le premier tiers de la période de soudure). En effet, de loin le plus souple, il profite en hivernage, des pâturages naturels et utilise la transhumance en période de soudure, sur les animaux non productifs (jeunes et males) et parfois, sur les vaches qui produisent peu de lait.

h. Eleveurs transhumants partiels précoces allaitants (T8)

Les éleveurs de type T8 sont beaucoup plus spécialisés dans la production de bétail sur pieds que dans la production laitière. Cette spécialisation se manifeste au niveau du nombre moyen de vaches allaitantes (41 ± 21 vaches) et de l'absence de métis laitières (0%). Pour les raisons précitées chez les types T2, T3, T6 et T7, seul $41 \pm 8\%$ des vaches allaitantes sont traites en moyenne. Aussi, les mise-bas sont beaucoup plus fréquentes en hivernage (72,55%), ce qui, combiné au déficit alimentaire des quelques rare vaches sédentarisées en période de soudure, explique les fortes chutes de production. Ainsi, la production hivernale ($26,45 \pm 12,98$ l/jour), chute en moyenne de 46% dans le premier tiers de la période de soudure, de 82% dans le second tiers de la période de soudure et de 90% dans le dernier tiers de la période de soudure, par rapport à la production hivernale.

i. Eleveurs transhumants partiels tardifs naisseurs T9

Les éleveurs de type T9 enregistrent la spécialisation dans la production de bétail sur pieds et de veaux métis la plus aboutie et on peut entrevoir cette forte spécialisation à travers le grand nombre de vaches allaitantes (39 ± 21 vaches), le très faible pourcentage de vaches traites ($28 \pm 10\%$) et l'absence de métis laitières dans le troupeau. Tout ceci participe à une très faible production laitière même en hivernage ($17,21 \pm 4,69$ l/jour). Ajouté à cela, le déficit alimentaire en période de soudure, qui entraîne une chute de production en moyenne de 56% dans le premier

tiers de la période de soudure, de 78% dans le second tiers de la période de soudure et de 80% dans le dernier tiers de la période de soudure, par rapport à la production hivernale.

Conclusion partielle

La production laitière dans la population étudiée est très variable suivant le type d'éleveur considéré et la période de l'année. Elle dépend essentiellement de 3 facteurs : i) l'équilibre de la ration ; ii) la répartition des mise-bas et iii) les grands nombres de femelles allaitantes.

- L'équilibre de la ration alimentaire autorise une production laitière maximale durant tout le cycle de lactation et permet de raccourcir l'intervalle entre 2 vêlages, garant de la continuité de la production.
- La répartition des mise-bas, influencée dans la population étudiée par l'équilibre de la ration, permet d'avoir une production laitière constante en termes de quantité et de qualité. Ce critère est très important pour les laiteries d'abord (garantit une livraison constante de lait et l'amortissement des machines), mais aussi pour les consommateurs car il garantit un approvisionnement sans ruptures.
- Les grands nombres de femelles allaitantes observés chez les éleveurs de types T2, T3, T6, T8 et T9, entraînent une réduction du nombre de vaches traites. Dans ces conditions, le potentiel de production laitière n'est pas exploité à son maximum.

II.2.2.3. Coûts de production du lait

Seules les charges spécifiques à l'atelier lait ont été prises en compte dans le calcul des coûts de production du lait. Ces coûts de production laitiers dans le delta et la vallée du Sénégal diffèrent d'une période à l'autre de l'année (sous l'influence des fortes fluctuations des prix des intrants alimentaires et la détérioration du pâturage naturel), raison pour laquelle, les résultats sont présentés sur 4 périodes : i) l'hivernage (de juillet à septembre) ; ii) le premier tiers de la période de soudure (d'octobre à décembre) ; iii) le second tiers de la période de soudure (de janvier à mars) et ; iv) le dernier tiers de la période de soudure (d'avril à juin). L'étude de ces coûts de production dans la population étudiée, révèle 4 principales catégories de producteurs (Tableau 13) :

Tableau 13 : Coûts de production du lait des éleveurs collectés par la LDB

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Coût moyen du litre de lait saison des pluies (FCFA)	55 ± 17	9 ± 6	14 ± 8	52 ± 19	124 ± 27	10 ± 5	32 ± 11	9 ± 5	15 ± 3
Coût moyen du litre de lait septembre-décembre (FCFA)	104 ± 33	15 ± 4	28 ± 13	95 ± 24	139 ± 32	14 ± 7	97 ± 28	16 ± 7	36 ± 8
Coût moyen du litre de lait janvier-mars (FCFA)	191 ± 39	_	153 ± 47	168 ± 37	215 ± 44	_	210 ± 40	301 ± 39	304 ± 36
Coût moyen du litre de lait avril-juin (FCFA)	307 ± 77	_	302 ± 64	265 ± 42	245 ± 61	_	245 ± 79	462 ± 81	478 ± 101
Prix de vente du litre de lait	320	320	320	320	320	320	320	320	320

i) les producteurs à très faible niveau d'investissement et à faible productivité

Il s'agit des agropasteurs transhumants précoces (T2) et des éleveurs transhumants (T6). Le coût de production du lait chez ces deux types d'éleveurs spécialisés en production de bétail sur pieds est très faible et se résume à des frais vétérinaires, des frais d'abreuvement et parfois, l'achat de faibles quantités de sous-produits en cas de retard des pluies, de retour de transhumance. Ces coûts de production, assez similaires chez les deux types précités, se chiffrent à 9 ± 6 FCFA/l et 10 ± 5 FCFA/l en hivernage et à 15 ± 4 FCFA/l et 14 ± 7 FCFA durant le premier tiers de la période de soudure, respectivement pour les éleveurs de types T2 et T6. Cette légère hausse des coûts de production entre ces deux périodes est liée à la chute de production pendant le premier tiers de la période de soudure (effet de la détérioration du pâturage naturel), étant donné que les niveaux d'investissement sont restés constants. La production et la commercialisation du lait durent six mois (de juillet à décembre) et à partir du début du second tiers de la période de soudure (mois de Janvier), la totalité du troupeau part en transhumance. Cependant, la Laiterie Du Berger, qui représente un marché non négligeable pour ces types de producteurs menace de ne plus collecter les éleveurs qui ne livrent qu'en hivernage. Cette décision est compréhensible du point de vue de la laiterie, car la saisonnalité de la collecte entraîne d'importantes pertes économiques. Aussi, cette décision de ne plus collecter les éleveurs de façon saisonnière a contribué à l'émergence de nouveaux types de fournisseurs transhumants partiels ;

ii) les producteurs opportunistes

Il s'agit des agro pasteurs transhumants tardifs (T3), des éleveurs transhumants partiels précoces allaitants (T8) et des éleveurs transhumants partiels tardifs naisseurs (T9). Ces éleveurs sont spécialisés dans la production de bétail sur pieds, mais profitent au passage, de la commercialisation de leur faible production laitière. Les coûts de production chez ces trois types d'éleveurs sont très bas en hivernage (varient de 9 à 15 FCFA/l en moyenne) et pendant le premier tiers de la période de soudure (varient de 16 à 36 FCFA/l en moyenne), mais sont quand même supérieurs aux coûts de production des types T2 et T6 précédemment décrits, en raison des charges de structure, liés notamment à la construction et/ou l'entretien des enclos, ou encore l'achat du matériel d'élevage (mangeoires, abreuvoirs...). À partir du second tiers de la période de soudure, on observe une envolée de ses coûts de production, qui vont atteindre 153 ± 47

FCFA/l pour le type T3, 301 ± 39 FCFA/l pour le type T8 et 304 ± 36 FCFA/l pour le type T9. Ces coûts de production vont connaître un second bond durant le dernier tiers de la période de soudure pour largement dépasser le prix de vente du lait qui est de 320 FCFA/l (462 ± 81 FCFA/l et 478 ± 101 FCFA/l, respectivement pour les types T8 et T9). Le cout du litre de lait chez les éleveurs de type T3 (302 ± 64 FCFA/l) ne dépasse cependant pas le prix de vente du litre de lait. Le constat est que : d'une part les éleveurs de type T3 dépensent moins pour produire du lait, car profitent des sous-produits qui proviennent de leur parcelle en période de soudure et d'autre part, les éleveurs de types T8 et T9 acceptent de perdre un peu d'argent (car produisent très peu de lait durant le dernier tiers de la période de soudure) pendant trois mois, pour en gagner beaucoup durant les 9 mois suivants, à partir de la saison des pluies (grâce à une augmentation considérable de la production) ;

iii) les producteurs laitiers en cours de spécialisation

Il s'agit des agro éleveurs (T1) et des éleveurs sédentaires (T4). Ces derniers possèdent peu de vaches allaitantes, recourent à l'amélioration génétique pour augmenter leur productivité et ne pratiquent pas la transhumance. Leurs couts de production du lait en hivernage (55 ± 17 FCFA/l pour les agro éleveurs et 52 ± 19 FCFA/l pour les éleveurs sédentaires) sont plus élevés que les couts de production de tous les groupes précédemment décrits, à cause de charges de structure plus élevés (enclos, matériel d'élevage...). Le type T1 enregistre une hausse progressive, mais plus marquée que le type T4, du coût de production laitière durant les trois tiers de la période de soudure, mais contrairement aux types T3, T8 et T9, ne dépasse pas le prix de vente du lait au cours du dernier tiers de la période de soudure (265 ± 42 FCFA/l pour le type T4 contre 307 ± 77 FCFA/l pour le type T1). Cette différence dans la hausse du coût de production du lait entre T1 et T4 est due principalement à deux facteurs dont l'un est à l'avantage du type T4 et l'autre, du type T1. En effet, les agro éleveurs (T1) produisent des résidus agricoles qu'ils utilisent comme fourrage de base pendant la période de soudure et les éleveurs sédentaires (T4) ont un plus grand pourcentage de métisses laitières dans leur cheptel ($59,54 \pm 4,03\%$ contre $14,21 \pm 7,24\%$ pour les éleveurs de type T1). Tout porte à croire que les hautes performances de production des métisses laitières permettent une réduction du coût de production plus importante que la gratuité des fourrages de base, en période de soudure ;

iv) les producteurs laitiers spécialisés

Il s'agit des éleveurs en stabulation (T5) et des éleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers (T7). Ce sont deux groupes d'éleveurs que tout oppose mais qui gardent un point commun (la volonté de faire de la production laitière leur activité économique principale). Néanmoins, les éleveurs de type T7 ont enregistré des coûts de production bien plus bas que les éleveurs de type T5 pendant l'hivernage et le premier tiers de la période de soudure. Cet écart de coûts de production c'est ensuite résorbé au troisième tiers et est quasiment devenu nul au dernier tiers de la période de soudure (32 ± 11 FCFA/l pour les éleveurs de type T7 contre 124 ± 27 FCFA/l pour les éleveurs de type T5 en hivernage, 97 ± 28 FCFA/l pour les éleveurs de type T7 contre 139 ± 32 FCFA/l pour les éleveurs de type T5 pendant le premier tiers de la période de soudure, 210 ± 40 FCFA/l pour les éleveurs de type T7 contre 215 ± 44 FCFA/l pour les éleveurs de type T5 pendant le second tiers de la période de soudure, 246 ± 79 FCFA/l pour les éleveurs de type T7 contre 245 ± 61 FCFA/l pour les éleveurs de type T5 pendant le dernier tiers de la période de soudure). Cet écart s'explique par l'exploitation du pâturage naturel chez les éleveurs de type T7 et la réduction de cet écart, par la détérioration de ce pâturage naturel en milieu et en fin de période de soudure.

Tous comptes faits, les éleveurs de type T7 ont enregistré les meilleures performances de la population étudiée car, ils ont su exploiter tous les avantages à leur disposition (pâturage naturel, amélioration génétique, ...).

II.2.2.4. Déterminisme de l'orientation productive

Nous avons vu plus haut que certains types d'éleveurs étaient clairement orientés vers la production laitière (T5 et T7), d'autres étaient clairement orientés vers la production de bétail sur pieds (T2, T6, T3, T8 et T9) et d'autres pour finir était en cours de spécialisation laitière (T4 et T1). La Figure 5 établit la corrélation, sur tous les éleveurs de la population étudiée, entre le ratio du revenu de l'élevage bovin sur le revenu familial et le taux d'élevage qui est égal à ((Génisses en élevage*100) / Nombre de vaches du troupeau)).

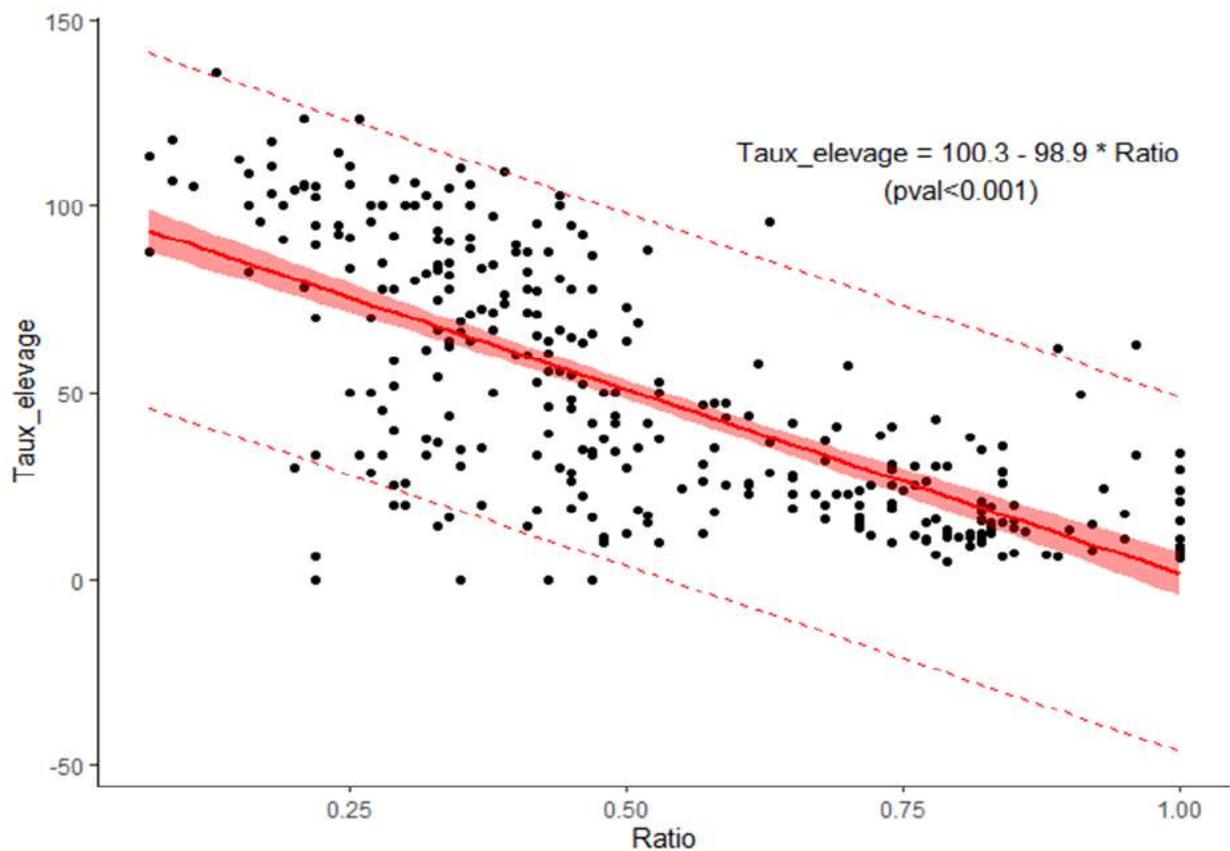


Figure 5 : Corrélation entre le ratio revenu de l'élevage bovin / revenu familial et le taux d'élevage

La Figure 5 montre qu'il existe une corrélation négative entre le ratio revenu de l'élevage bovin / revenu familial et le taux d'élevage ($r = -0,5$). Ce qui veut dire que lorsque le ratio revenu de l'élevage bovin / revenu familial augmente, le taux d'élevage a tendance à baisser. Autrement dit, plus le revenu familial est élevé par rapport au revenu de l'élevage bovin, plus les éleveurs ont tendance à garder les génisses dans leur troupeau ; ce qui signifie que les éleveurs ont tendance à thésauriser leur excédent de revenus sous forme de bétail sur pieds.

Conclusion partielle

Dans la population étudiée, le coût de production du lait varie très fortement d'une période à l'autre de l'année et est lié à plusieurs facteurs :

- les augmentations du prix des intrants alimentaires pendant la période de soudure (sous-produits principalement), entraînent l'augmentation des coûts de production ;
- l'exploitation du pâturage naturel pendant l'hivernage et le premier tiers de la période de soudure permet une réduction des coûts de production ;

- le potentiel de production des vaches incluses dans l'atelier lait (le cout de production du litre de lait chez une métisse laitière est plus faible que chez une vaches locale pure) et ;
- dans une moindre mesure, le faible niveau d'investissement lié aux charges de structure et la disponibilité de fourrage de base chez les cultivateurs, permettent une réduction du coût de production.

Aussi, en général dans la population étudiée, les éleveurs ont tendance à thésauriser leur excédent de revenus sous forme de bétail sur pieds. Cela se traduit à l'échelle du troupeau, par l'augmentation du nombre de génisses par rapport au nombre de vaches en âge de reproduction.

II.3. Discussion

II.3.1. Diversité des systèmes de production et pratiques de production du lait dans un contexte d'émergence d'une laiterie et de développement de l'agriculture

Les résultats de la typologie ont permis de distinguer, en fonction des variables de performances et de stratégies de production, 9 types d'exploitations impliqués dans la production de lait dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal. Cette grande diversité constatée des systèmes de production semble cependant découler de dynamiques nouvelles dans les rives du fleuve Sénégal. En effet, les systèmes de production bovine ont subi de profondes mutations. Audru (1966), décrivait l'exploitation successive des parcours de *Waaló* pendant la saison sèche et de *Diéri* pendant l'hivernage, comme seule mode de conduite du troupeau adopté par les éleveurs établis le long du fleuve Sénégal. Des mouvements pendulaires étaient alors effectués par les troupeaux entre *Waaló* et *Diéri* sur de très courtes distances.

Cependant, l'agriculture irriguée a progressivement fait disparaître les parcours de décrue. Ainsi en 1999, des 110 000 ha de parcours de décrue, il ne restait plus que 19 000 ha. Cette disparition des parcours de décrue a contraint les troupeaux du nord à la transhumance sur de très longues distances vers le sud du pays (Tourrand, 2000). Par ailleurs, la culture irriguée a permis la disponibilité de quantités importantes de sous-produits pour l'alimentation du bétail et a engendré d'importants changements, à l'origine de profondes mutations dans les stratégies de production animale. Ainsi, notre étude a montré 6 stratégies de production différentes, parmi lesquelles :

- les éleveurs transhumants qui regroupaient presque 100% des modes de conduite du troupeau jusqu'aux années 2000 (Tourrand, 2000) n'occupe aujourd'hui que 51,39% de la population

étudiée avec 2 types d'éleveurs impliqués à savoir : i) les éleveurs transhumants (39,63%) et ii) les agropasteurs transhumants précoces (11,76%) ;

- les éleveurs transhumants partiels, déjà observés par Corniaux *et al.* (2001) qui décrivaient la transhumance d'une partie du troupeau et la sédentarisation d'un noyau laitier constitué de femelles allaitantes et de veaux pour la production et la vente de lait chez quelques rares éleveurs. Depuis les années 2000, ce mode de conduite du troupeau, sous la dénomination de transhumance partielle a pris une toute autre ampleur. Nos résultats montrent en effet que 32,82% des éleveurs collectés par la LDB sont dans un système d'élevage transhumant partiel. Le maintien d'un noyau laitier en sédentarisation a pris cette ampleur dans le rayon de collecte de la LDB sous l'impulsion de 2 facteurs. D'une part, le développement rapide de la culture irriguée et d'autre part l'implantation depuis 2006, d'une laiterie industrielle (la LDB). En effet, le développement de la culture irriguée a rendu disponibles d'importantes quantités de sous-produits pour l'alimentation des animaux durant la saison sèche et l'implantation de la LDB constitue un débouché fiable pour le lait produit dans un rayon de 50 km ;

- les éleveurs en stabulation (0,93%), les agro éleveurs (2,48%), les éleveurs sédentaires (7,43%) et les agropasteurs transhumants tardifs (4,95%), constituent trois stratégies de production qu'on peut qualifier de nouvelles car elles n'ont jamais été décrites lors des études antérieures.

II.3.2. Orientations productives

Un producteur laitier est dit « laitier » s'il construit son outil de production (exploitation, structure du troupeau laitier, travail familial ou salarié) en vue de vivre de son activité de production laitière. Dès lors, on peut supposer que plus le ratio du revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin est élevé, plus l'éleveur est proche de la définition « producteur laitier ». Dans notre population d'étude, la spécialisation laitière la plus aboutie a été enregistrée chez les éleveurs en stabulation (T5). Chez ces derniers, cette spécialisation s'est traduite par un ratio élevé de revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin ($0,49 \pm 0,05$) par rapport aux autres types recensés. Aussi, peut-on retenir chez ce type d'éleveurs que tous les actes posés vont dans le sens d'une dynamique de spécialisation laitière (effectif moyen du cheptel de 8 ± 1 sujets, pourcentage de métis laitières de $86,84 \pm 2,75\%$ et reproduction assurée par un taureau de race exotique et l'insémination artificielle. Une spécialisation laitière un peu moins aboutie a été observée chez les éleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers (T7) et chez les éleveurs sédentaires (T4), avec respectivement des ratios du revenu de la vente de lait sur le

revenu de l'élevage bovin de $0,44 \pm 0,11$ et $0,31 \pm 0,03$. Contrairement aux ratios du revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin, le pourcentage de bovins métis laitiers dans le troupeau est plus élevé chez les éleveurs sédentaires ($59,54 \pm 4,03\%$) que chez les éleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers ($37,06 \pm 12,52\%$). Ceci s'explique par le fait que les éleveurs sédentaires sont obligés d'entretenir tout le troupeau y compris les mâles, les animaux pas encore en âge de se reproduire et les femelles non allaitantes pendant la période de soudure, là où les éleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers ne sédentarisent qu'un noyau laitier constitué des femelles les plus productives et leurs veaux. Les agro éleveurs (T1) sont quant à eux, dans une dynamique de spécialisation laitière beaucoup plus discrète avec un ratio de revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin de seulement $0,22 \pm 0,01$ et un pourcentage de métisses laitières dans le troupeau de $14,21 \pm 7,24\%$. Les proportions de métis laitiers ont beaucoup évolué depuis les années 2000 où Corniaux *et al.* (2001) relataient que l'insémination artificielle et les bovins métis laitiers étaient quasiment absents chez les éleveurs du delta du fleuve Sénégal. La présence aujourd'hui d'animaux à vocation laitière exposée dans cette étude démontre une volonté accrue des éleveurs de vivre des revenus du lait mais aussi, est le reflet à la fois de la constitution d'un débouché fiable pour le lait produit (contractualisation de la collecte par la LDB) et la disponibilité d'importantes quantités de sous-produits agricoles et agro industriels pour l'alimentation du bétail. Chez tous les autres types d'éleveurs, le lait est plus considéré, à des degrés divers, comme une opportunité de diversification du revenu d'élevage et un moyen de se faire occasionnellement de l'argent que comme une production principale. La principale source de revenus de ces derniers est la vente de bovins sur pieds. Cette diversité d'orientations ou de volontés productives rejoint le constat fait par Wane (2010), selon qui, la stratégie dominante des éleveurs en Afrique de l'ouest est celle de la sécurisation alimentaire et de la diversification des activités face aux risques inhérents aux zones sahéliennes (sécheresses, maladies...). La vente de lait serait alors partie intégrante de cette stratégie. Elle correspondrait plus à une opportunité de diversification qu'à une volonté farouche d'investir dans une activité rémunératrice. Nos résultats rejoignent aussi ceux de Corniaux (2001) ; Ouologuem *et al.* (2008) ; Hamadou *et al.* (2008), qui affirment que mêmes les groupes les plus intensifiés, ou les mieux nantis, en Mauritanie, au Mali et au Burkina Faso ne font pas du lait une activité économique dominante. L'argent du lait n'est jamais la principale source de revenus. Cette affirmation concorde d'autant plus avec la situation dans notre population d'étude, qu'aucun type

d'éleveur n'atteint un ratio de revenu de la vente de lait sur le revenu de l'élevage bovin supérieur ou égal à 0,5.

II.3.3. Performances de reproduction

Les performances de reproduction (âge au premier vêlage, durée de lactation, intervalle inter-mises bas) sont déterminantes pour la production laitière. Elles sont relativement homogènes dans les grands pays producteurs. Elles indiquent la volonté des éleveurs de maximiser les possibilités physiologiques des vaches laitières : 1 veau par an, 11 mois de lactation. Le constat dans cette étude est que le taux de vêlage varie beaucoup, surtout en fonction du niveau de complémentation alimentaire. Il varie de 100% en moyenne pour les troupeaux en stabulation à 58,43% pour les troupeaux transhumants. Ces résultats ne concordent pas avec ceux de Meyer et Denis (1999), qui considérait que le cheptel bovin tropical, était dominé par des vaches, dont les chaleurs sont souvent plus courtes, plus frustrées et plus tardives : 27 mois au minimum contre 9 à 12 mois pour les races laitières précoces. Cette durée de 27 mois entre les chaleurs signifie que les vaches ne mettront bas qu'une fois tous les deux ans, ce qui correspondrait à un taux de vêlage à l'échelle du troupeau d'environ 50%. Ceci est la preuve qu'améliorer l'alimentation permet de réduire l'intervalle entre 2 mise-bas. La répartition des mise-bas dans l'année est aussi un facteur très important aussi bien dans une ferme laitière que pour une laiterie car elle assure une production soutenue. Cette répartition des vêlages dans l'année est, dans cette étude, au même titre que le taux de vêlage, lié au niveau de complémentation alimentaire. Elle varie d'homogène pour les troupeaux en stabulation à des vêlages cantonnés à la saison des pluies pour les troupeaux en totale transhumance. Ces résultats corroborent ceux de Sib *et al.* (2017), qui ont montré lors d'une étude de typologie menée au Burkina Faso, que les mises-bas au sein des troupeaux étaient d'autant plus éparées que le niveau de complémentation alimentaire était élevé.

II.3.4. Gestion des stocks d'aliment

Des stocks de fourrage et de concentrés pouvant assurer ne serait-ce qu'une semaine d'alimentation du cheptel n'ont été enregistrés chez aucun éleveur de la population étudiée. Pourtant, l'achat et le stockage de ces intrants alimentaires, en prévision de la grande volatilité des prix est l'un des leviers que devraient actionner les producteurs de la population étudiée. Un exemple d'achat et de stockage de sous-produits agricoles et agro industriels a néanmoins été cité, notamment au Burkina Faso avec pour conséquence une stabilisation des coûts de production pendant la période de soudure (Sib *et al.* 2017).

II.3.5. Production laitière

La production laitière dans la population étudiée est très variable suivant le type d'éleveur considéré et la période de l'année. Elle décroît plus ou moins rapidement au cours de la période de soudure chez tous les types d'éleveurs de la population étudiée. Les types T2 et T6 sont cependant plus touchés par cette diminution de la production laitière, qui est de 0 l/exploitation/jour à partir du mois de janvier, à cause de la transhumance. Les types T5 et T7, considérés comme les types les plus spécialisés dans la production laitière, sont les seuls à garder un niveau de production laitière par exploitation au-dessus de 13 l/jour en moyenne, durant le dernier tiers de la période de soudure.

L'approche méthodologique de nos travaux pour évaluer la production laitière journalière moyenne par type d'exploitation a consisté à déterminer la production laitière à 4 différentes périodes de l'année (car la production laitière dans la population étudiée est fortement saisonnée). Cette approche méthodologique n'a pas été utilisée par Corniaux *et al.* (2012a) au Sénégal et en Mauritanie ou encore par Sib *et al.* (2017) au Burkina Faso, qui ont exprimé dans leurs travaux, la quantité de lait produite par type d'exploitation et par an. C'est la raison pour laquelle ces travaux ne peuvent constituer une base de comparaison par rapport aux nôtres. Néanmoins, la très grande disparité des systèmes de production et des quantités de lait produites dans la population étudiée a été constatée au Mali par Coulibaly *et al.* (2007). Les auteurs affirmaient que le lait provenait d'unités de production extrêmement hétérogènes du point de vue du foncier disponible, du nombre d'animaux, de leur potentialité génétique, du niveau de mobilité du troupeau et de la famille, de la part du lait dans les revenus ou de l'importance des activités agricoles et non agricoles. Aussi, dans le même ordre d'idées que dans notre étude, les difficultés de traite des vaches de race locale pure ont été évoquées par Meyer et Denis (1999) en ces termes : chez les bovins tropicaux, le veau déclenche le réflexe de l'expulsion du lait, ce que la main du berger est incapable de faire. Selon ces auteurs, cette présence systématique du veau explique en partie la faible productivité marchande des vaches locales puisqu'une fraction du lait est bue par le veau. Ces derniers estiment la quantité de lait bue par le veau à la moitié de la production. Nous ajouterons, à la lumière de nos résultats, qu'à cette quantité de lait bue par le veau, s'ajoute la difficulté de collecter toutes les vaches allaitantes de race locale pure avant l'arrivée du collecteur, surtout si ces vaches sont nombreuses. Ainsi, la force des troupeaux de grande taille constitués de bovins indigènes, qui n'est pas la quantité mais le nombre, s'avère être un couteau à double tranchant dans la population étudiée. En effet, ce grand nombre de vaches allaitantes a

desservi les éleveurs de types T9 ($28 \pm 10\%$ de vaches allaitantes traites), T6 ($39 \pm 11\%$ de vaches allaitantes traites), T8 ($41 \pm 21\%$ de vaches allaitantes traites), T2 ($47 \pm 9\%$ de vaches allaitantes traites), T3 ($78 \pm 6\%$ de vaches allaitantes traites) et dans une moindre mesure T7 ($94 \pm 3\%$ de vaches allaitantes traites). De fait, la méthode d'évaluation de la production laitière par les statistiques nationales en Afrique de l'Ouest est-elle fiable ? Autrement dit, peut-on comptabiliser, lors de l'évaluation de la production, le lait potentiellement produit par toutes les vaches allaitantes de race locale, dans les grands troupeaux ? Et cela d'autant plus que la grande majorité des vaches allaitantes en Afrique de l'Ouest sont de race locale pure et sont élevés dans de grands troupeaux.

II.3.6. Coût du litre de lait

Tout comme le niveau de production laitière, le coût du litre de lait est très variable suivant le type d'éleveur considéré et la période de l'année. Il augmente progressivement, de diverses manières chez tous les types d'éleveurs identifiés, quand on s'éloigne de l'hivernage. Le coût du litre de lait est très faible chez les éleveurs de types T2 et T6, spécialisés dans la production de bétail sur pieds. Chez ces derniers, pratiquant la transhumance sur la totalité du troupeau, les dépenses en lien avec l'atelier lait se limitent à des frais vétérinaires, des frais d'abreuvement et en de rares cas, à l'achat d'intrants alimentaires en cas de retard des pluies de retour de transhumance. Ces coûts de production excèdent très rarement 15 FCFA/jour/l de lait produit et ce, même durant le premier tiers de la période de soudure. Le coût du litre de lait est beaucoup plus élevé chez les autres groupes d'éleveurs qui ont, à des degrés divers, des charges de structure (logement, matériel d'élevage...), des charges liées au recrutement pour le compte de l'atelier lait, et à des niveaux divers, des charges liées à l'utilisation d'intrants alimentaires. Les éleveurs de types T8 et T9 ont les coûts de production durant les deux derniers tiers de la période de soudure les plus élevés, car ils sont obligés de traire des vaches de race locale, qui produisent peu et ce, dans des conditions de détérioration du pâturage naturel et de flambée des prix des intrants alimentaires achetés. Il faut cependant relativiser ce niveau élevé des coûts de production car d'une part, la production laitière est très faible durant les périodes de coûts de production élevés (deux derniers tiers de la période de soudure) et d'autre part, cette production est importante durant les périodes de coûts de production bas (hivernage et premier tiers de la période de soudure). Aussi, les éleveurs de type T5 ont de loin enregistré les coûts de production les plus élevés en hivernage car ils pratiquent la stabulation et donc, ne profitent pas du pâturage naturel.

L'approche méthodologique de cette étude, a consisté tout d'abord, à distinguer dans l'ensemble des charges, celles qui sont spécifiques à l'atelier lait et celles qui ne s'y rapportent pas et ensuite, à distinguer 4 périodes de production différentes pour prendre en compte la grande diversité des conditions de production tout au cours de l'année. Cette approche méthodologique n'a pas été employée par Sow Dia *et al.* (2007) qui ont estimé le coût de la production laitière à 150 FCFA/l en moyenne en milieu pastoral au Sénégal ou encore, par Corniaux *et al.* (2012b) qui ont exprimé le coût de production en FCFA/Exploitation/an au Sénégal et en Mauritanie. Cependant, nous pouvons être d'accord sur l'idée générale que les dépenses sont beaucoup plus importants chez les éleveurs intensifiés (Duteurtre, 2007 ; Hamadou *et al.* 2008 ; Corniaux *et al.* 2012b ; Sib *et al.* 2017).

Le but ultime de ce travail est de contribuer à obtenir une baisse substantielle des coûts de production dans le bassin laitier du fleuve Sénégal. Cette baisse des coûts de production est une étape incontournable pour qui veut s'imposer dans le marché de masse. En effet, en accord avec certains auteurs, nous sommes d'avis que l'accès à ce marché de masse est aujourd'hui affecté par l'internationalisation des changes qui porte en elle des risques de marginalisation grandissante des populations rurales (Losch, 2008 ; Markelova *et al.* 2009). Ainsi, la marginalisation des éleveurs en ce qui concerne l'accès au marché de masse, a été décrite par plusieurs auteurs, qui ont concédé que le lait local, ayant des difficultés à pénétrer le marché de masse, est surtout vendu dans des marchés de niche, comme produit haut de gamme, à un prix double du prix du lait reconstitué (Van de Kop *et al.* 2006 ; Morin *et al.* 2007 ; Duteurtre et Faye, 2009 ; Boucher *et al.* 2009). De fait, la connaissance de la taille de ces marchés haut de gamme est un préalable impérieux dans la conception des politiques agricoles, car il ne sert à rien de produire sans pouvoir vendre. D'autre part, plusieurs auteurs estiment que certaines laiteries qui transforment le lait local, utilisent aussi du lait en poudre dans leur approvisionnement, avec des niveaux d'incorporation plus ou moins importants (Broutin *et al.* 2007 ; Corniaux *et al.* 2007 ; Duteurtre *et al.* 2007). Quoi qu'il en soit, le lait local, payée à 320 FCFA bord ferme dans la zone d'étude, sans compter les couts exorbitants de la collecte (Duteurtre *et al.* 2007 ; Corniaux *et al.* 2012a), ne serait jamais compétitif face au lait en poudre importé (souvent subventionné à la production) dont le prix de vente est de 200 à 225 FCFA l'équivalent litre (Broutin *et al.* 2007). À moins que le taux d'incorporation du lait en poudre dans les produits des laiteries ne soit très élevé. Ainsi, ces taux d'incorporation, qui relèvent du secret industriel, cachent le véritable

problème de la filière laitière locale qui est la non compétitivité face au lait importé. L'ampleur de ces importations est telle que les capitales Ouest Africaines sont aujourd'hui nourries à plus de 90% au lait en poudre importé (Corniaux *et al.* 2007). Aussi, les pays occidentaux et leur lait en poudre subventionné sont dans la ligne de mire de plusieurs collectifs qui dénoncent une concurrence déloyale (Oxfam, 2005). Dès lors, pour permettre le décollage des filières laitières locales, en parallèle aux efforts consentis pour réduire les coûts de production, ne devrait-on pas rehausser le tarif extérieur commun du lait en poudre en vrac qui est présentement celui des matières premières de base (5%) (Duteutre, 2009) ? Ou ne serait-ce que le taxer au même titre que les biens de consommation finale (taxés à 20% de leur valeur) (Duteutre, 2009). Et surtout, quelle logique y-a-t-il à considérer un produit usiné comme une matière première de base ?

II.3.7. Déterminisme de l'orientation productive

Dans la population étudiée, certains éleveurs ont décidé de faire de la production laitière leur activité économique principale (T5 et T7), d'autres ont décidé de faire de la production de bétail sur pieds leur activité économique principale (T2, T6, T3, T8 et T9) et d'autre encore, adeptes de la diversification des revenus d'élevage, sont à cheval entre les deux (T4 et T1). De plus, on a démontré à l'échelle de la population étudiée, une tendance à l'augmentation du nombre de génisses par rapport au nombre de vaches en âge de reproduction lorsque le revenu excède les besoins de la famille. Ce résultat corrobore les observations de plusieurs auteurs, qui affirment que le troupeau constitue un capital sur pieds, dont la gestion dépasse largement son utilisation pour la production de lait ou de viande. De fait, le troupeau peut constituer une forme d'accumulation des revenus agricoles et non agricoles (Coulibaly *et al.* 2007 ; Duteutre et Faye, 2009). Le nombre d'animaux ou la taille de l'exploitation, renseigne donc plus sur la richesse ou l'aisance de l'éleveur que sur son orientation productive.

Conclusion partielle

Cette étude met en exergue de nouvelles pratiques dans les systèmes d'élevage face à la croissance rapide du marché du lait, malgré le contexte général dominé par des systèmes extensifs peu productifs sur le plan laitier. Les évolutions détectées dans les modes de conduites des animaux seraient influencées par les importantes quantités de sous-produits désormais disponibles et qu'on peut utiliser pour l'alimentation du bétail, l'émergence d'une laiterie industrielle privée qui offre un débouché fiable aux éleveurs et l'ouverture nouvelle de ces derniers aux innovations ayant pour but d'accroître la productivité laitière (insémination

artificielle, complémentation alimentaire ...). En réponse à ces influences, les éleveurs ont récemment développé 9 stratégies productives dont la parfaite connaissance est indispensable pour qui veut améliorer l'existant.

Tous les types d'éleveurs recensés produisent du lait qu'ils fournissent à la LDB. Cependant, 2 principales orientations productives ont été identifiées : i) la production laitière avec des niveaux de spécialisation et d'intensification diverses et ii) la production de bovins sur pieds avec des stratégies de production qui considèrent la production laitière comme une opportunité de diversification du revenu d'élevage.

Il ressort de cette étude que les innovations techniques et en terme de conseils, produits et/ou diffusés par les acteurs de la recherche et du développement devront cibler en priorité les éleveurs spécialisés dans la production laitière ou en voie de l'être, à savoir : les éleveurs en stabulation, les éleveurs sédentaires, les éleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers et dans une moindre mesure les agro éleveurs. Le contenu de ces innovations techniques et conseils devront porter un intérêt particulier à la gestion des stocks de fourrage et de concentrés en prévision de l'imprévisibilité des prix, au rationnement de ces intrants alimentaires, au choix des animaux à sédentariser et pour finir, au mode de reproduction et à la programmation des moments de saillie et d'insémination artificielle pour remédier à la saisonnalité de la production laitière.

CHAPITRE III – Typologie des systèmes rizicoles du bassin de collecte de la Laiterie Du Berger (LDB)

Introduction

Globalement en Afrique de l'ouest (hors pays Anglophones et Bénin), la production de riz a atteint 5,766 millions de tonnes en 2016 pour une consommation de 9,857 millions de tonnes avec des importations de 4,125 millions de tonnes (USDA, 2016). Le Sénégal a produit 642 000 tonnes de riz en 2016 et importé 1 million de tonnes la même année (USDA, 2016). Au vu de ces chiffres, le chemin vers l'autosuffisance en riz semble encore long, n'empêche que, des efforts considérables ont été consentis par les autorités publiques du Sénégal. Ces efforts ont abouti à un bond de la production de paddy, en riziculture irriguée, de 30 000 tonnes en 1983 (Dieng, 1984) à 399 224 T en 2016 (DASPA, 2018) dans la région du fleuve Sénégal. Cependant, depuis 2012, la production rizicole est en perte de vitesse dans le delta et la vallée du Sénégal et l'accroissement de la production de riz blanc est imputable à la réhabilitation de terres dans le bassin d'Anambé et dans la région de Kolda. Néanmoins, des quantités non négligeables de paille, de son et de farine basse de riz, utilisables en alimentation animale sont à présent disponibles le long du fleuve Sénégal.

L'élevage le long du fleuve Sénégal est caractérisé par une faible production de viande et de lait et ne profite que très peu des potentialités importantes de la culture irriguée. Dieng évaluait en 1983, à 50%, la quantité de paille de riz brûlée après récolte. Ces brulis sont malheureusement toujours de rigueur. De plus, la compétitivité de la production de riz local peut être améliorée à travers l'identification des causes des écarts de rendements, les réduire, pour renforcer la productivité.

Dans cette étude, il sera question d'identifier les causes de chutes de rendement et de brulis de la paille de riz. Les rendements occupent une place primordiale dans cette étude car, non seulement ils conditionnent la quantité de paille, de son et de farine basse disponibles, mais aussi, ils garantissent la rentabilité économique et l'attrait de la culture rizicole et, de fait, son développement.

Pour identifier les causes de chutes de rendements paddy et de brulis de la paille de riz, nous avons combiné trois méthodes d'échantillonnage de sorte à pouvoir inférer les résultats obtenus à la population d'étude.

III.1. Méthodologie

III.1.1. Facteurs de croissance des quantités de sous-produits du riz dans le delta du Sénégal

L'accroissement des quantités de sous-produits du riz (paille, son et farine basse) disponibles passe irrémédiablement par l'augmentation de la production (superficies cultivées et rendements) et la réduction des pertes (brulis de la paille ou autres formes de destructions). De fait, cette activité a eu pour buts de comprendre les causes de contreperformances productives et de brulis ou de destruction de la paille de riz afin d'apporter des solutions adéquates pour améliorer l'accessibilité de la paille aux éleveurs. Cette contribution a eu pour outil, des fiches d'enquête qui ont été soumis à un échantillon représentatif de la population cible.

III.1.2. Echantillonnage des producteurs de riz du bassin laitier du fleuve Sénégal

III.1.2.1. Population cible

La base de sondage de notre étude est la totalité des riziculteurs du bassin laitier du fleuve Sénégal.

III.1.2.2. Données à recueillir :

Le questionnaire auquel les riziculteurs de notre échantillon ont été soumis a eu pour buts : i) d'évaluer les volumes de paille de riz perdus, les quantités utilisées pour l'alimentation du bétail dans bassin laitier du fleuve Sénégal et les quantités exportées ; ii) de comprendre les raisons ayant conduit à tel ou tel utilisation de cette paille ou à sa destruction et ; iii) d'identifier les causes d'écart ou de chutes de rendements.

Pour atteindre ces objectifs, les questions posées ont concerné : i) la taille de la ferme) ; ii) la répartition géographique ; iii) la structure organisationnelle ; iv) les composantes économiques et pour finir ; v) les applications opérationnelles.

III.1.2.3. Echantillonnage

L'échantillon doit avoir les mêmes caractéristiques que la population d'étude pour que l'on soit en mesure d'inférer à la population d'étude les résultats obtenus pour l'échantillon.

- Type d'échantillonnage : combinaison de l'échantillonnage à deux degrés, de l'échantillonnage aléatoire stratifié (EAS) et de l'échantillonnage avec probabilité proportionnelle à la taille (PPT) (Cochran, 1977 ; Brewer *et al.* 1983 ; Fowler, 1984 ; Kalton *et al.* 1992 ; Satin *et al.* 1993 ; Hidioglu, 1994)

Cette combinaison de techniques d'échantillonnage a été opérée dans le but d'avoir l'échantillon le plus proche de la population étudiée possible. Ainsi, les résultats tirés de cette étude pourront servir de référence pour les prises de décision.

- Echantillonnage à deux degrés

L'échantillonnage à deux degrés est le processus de sélection d'un échantillon à deux degrés successifs. Les unités sélectionnées au premier degré ont été intitulées unités primaires d'échantillonnage, les unités sélectionnées au deuxième degré ont été intitulées unités secondaires d'échantillonnage. Les unités à chaque degré ont une structure différente et sont hiérarchiques.

- Unités primaires d'échantillonnage

Nous avons défini dans ces unités primaires d'échantillonnage, trois (3) sous populations correspondant aux trois types d'aménagements présents dans la zone d'étude (voir étude bibliographique). L'intérêt de cette stratification est que les pratiques culturelles, ainsi que les pratiques en ce qui concerne la paille de riz produite peuvent différer d'une sous population à une autre suivant la taille et le niveau de sophistication (drainage ou non par exemple), voire le mode de mécanisation préconisé.

Toujours dans ces unités primaires d'échantillonnage, nous avons combiné à l'échantillonnage aléatoire stratifié, l'échantillonnage avec probabilité proportionnelle à la taille (PPT). L'échantillonnage PPT est une technique qui utilise des données auxiliaires et donne des probabilités d'inclusion inégales. Connaissant les superficies cultivées pour chaque type d'aménagement, le nombre d'individus enquêtés dans chacun de ces aménagements est proportionnel à la superficie occupée par chaque type d'aménagement. L'information sur la taille des aménagements a servi dans notre méthode d'échantillonnage à accentuer l'efficacité statistique. L'échantillonnage PPT peut augmenter énormément la précision si les mesures des tailles sont précises et si les variables d'intérêt sont corrélées avec la taille de l'unité.

- Unités secondaires d'échantillonnage

Nous avons défini dans ces unités secondaires d'échantillonnage, autant de sous populations que de cuvettes rizicoles (Figures ...). L'intérêt de cette stratification est de couvrir par notre enquête toutes les cuvettes rizicoles de notre zone d'étude (95 cuvettes au total), car les prises de décisions au niveau de ces cuvettes sont centralisées. En effet, le président de l'union des

riziculteurs (administrateur de la cuvette) prend les décisions concertées et importantes concernant la campagne. De fait, il n'est pas rare que l'union toute entière ne fasse pas campagne. Toujours dans ces unités secondaires d'échantillonnage, nous avons combiné à l'échantillonnage aléatoire stratifié, l'échantillonnage avec probabilité proportionnelle à la taille. Ainsi, à la superficie de chaque cuvette, a été affecté un nombre de riziculteurs à enquêter, proportionnel à cette superficie.

- Taille de la population :

La population étudiée est constituée de l'ensemble des cultivateurs de riz dans notre zone d'étude, répartis selon leur type d'emménagement en : « grands aménagements » (GA) ; « périmètres irrigués villageois » (PIV) et en « périmètres irrigués privés » (PIP). La taille de la population est de 39 033 producteurs, répartis sur une superficie totale de 71 324,54 ha (Tableau 14).

Tableau 14 : Superficie et nombre de producteurs par type d'aménagement dans le delta du fleuve Sénégal (SAED, 2018)

Type d'aménagement	Superficie	Nombre d'attributions
GA	15 464,76	13785
PIV	4 926,73	7480
PIP	50 933,05	17768
TOTAL	71324,54	39033

- Taille de l'échantillon (Banquier *et al.* 1988 ; Gower *et al.* 1993 ; Thompson *et al.* 1997 ; Landais *et al.* 1998 ; Kobrich *et al.* 2003).

Pour calculer la taille de l'échantillon, nous avons retenu un niveau de précision pour les enquêtes de + ou - 5% pour un niveau de confiance égal à 95% et un degré de variabilité par défaut P = 0,5.

- a. Ainsi, la taille de l'échantillon initial nous a été donnée par la formule :

$$n1 = z^2 p (1-p) / e^2$$

Avec : $n1$ = Taille de l'échantillon initial

z = Niveau de confiance voulue

e = Marge d'erreur voulue

p = Degré de variabilité par défaut

$$n1 = (1,96)^2 (0,5-0,5^2) / 0,05^2$$

$$\mathbf{n1 = 384}$$

- b. Ajustement de la taille de l'échantillon pour tenir compte de la taille de la population

$$n2 = n1 \times N / (N + n1)$$

$$n2 = 384 \times 39\,033 / 39\,033 + 384$$

$$\mathbf{n2 = 380}$$

- c. Ajustement de la taille de l'échantillon, compte tenu de l'effet de plan (*Deff*)

Il n'y a pas d'estimation convenable de l'effet de plan disponible et tirée d'une enquête précédente, nous allons donc utiliser *Deff* = 1 pour calculer la taille de l'échantillon (nous supposons un échantillonnage aléatoire simple).

$$n3 = Deff \times n2$$

$$\mathbf{n3 = n2 = 380}$$

- d. Ajustement pour le taux de réponse afin de déterminer la taille de l'échantillon final **n**

$$n = n3 / r$$

$$n = 380 / 0,90$$

$$\mathbf{n = 422}$$

r = Taux de réponse. Nous supposons que 90% des agriculteurs vont répondre au questionnaire.

- Répartition des 422 unités sélectionnées sur les 3 strates des unités primaires d'échantillonnage:

La répartition des unités s'est faite en fonction des superficies emblavées pour chaque type d'emménagement et non du nombre d'attributions (Tableau 15). Le choix de cette stratégie de répartition de l'échantillon (PPT) s'explique par le fait que les rendements en grains et en paille dépendent plus de la superficie cultivée que du nombre de cultivateurs attributaires.

Tableau 15 : Répartition des cultivateurs échantillonnés sur les strates

Type d'aménagement	Superficie	Proportion de la superficie totale	Nombre d'unités enquêtés
GA	15464,76	0,217	92
PIV	4926,73	0,07	30
PIP	50933,05	0,713	300
TOTAL	71324,54	1	422

- Répartition des unités sélectionnées sur les 95 strates des unités secondaires d'échantillonnage:

L'échantillon de 422 unités a été réparti sur les 95 cuvettes de notre zone d'étude de façon proportionnelle à la superficie de ces cuvettes. La carte mise à jour de la SAED et les délégués de la SAED ont aidé à repérer et à affecter un poids à chaque cuvette (Figure 6). L'outil GPS a permis de veiller à ne pas sortir de la zone d'étude.

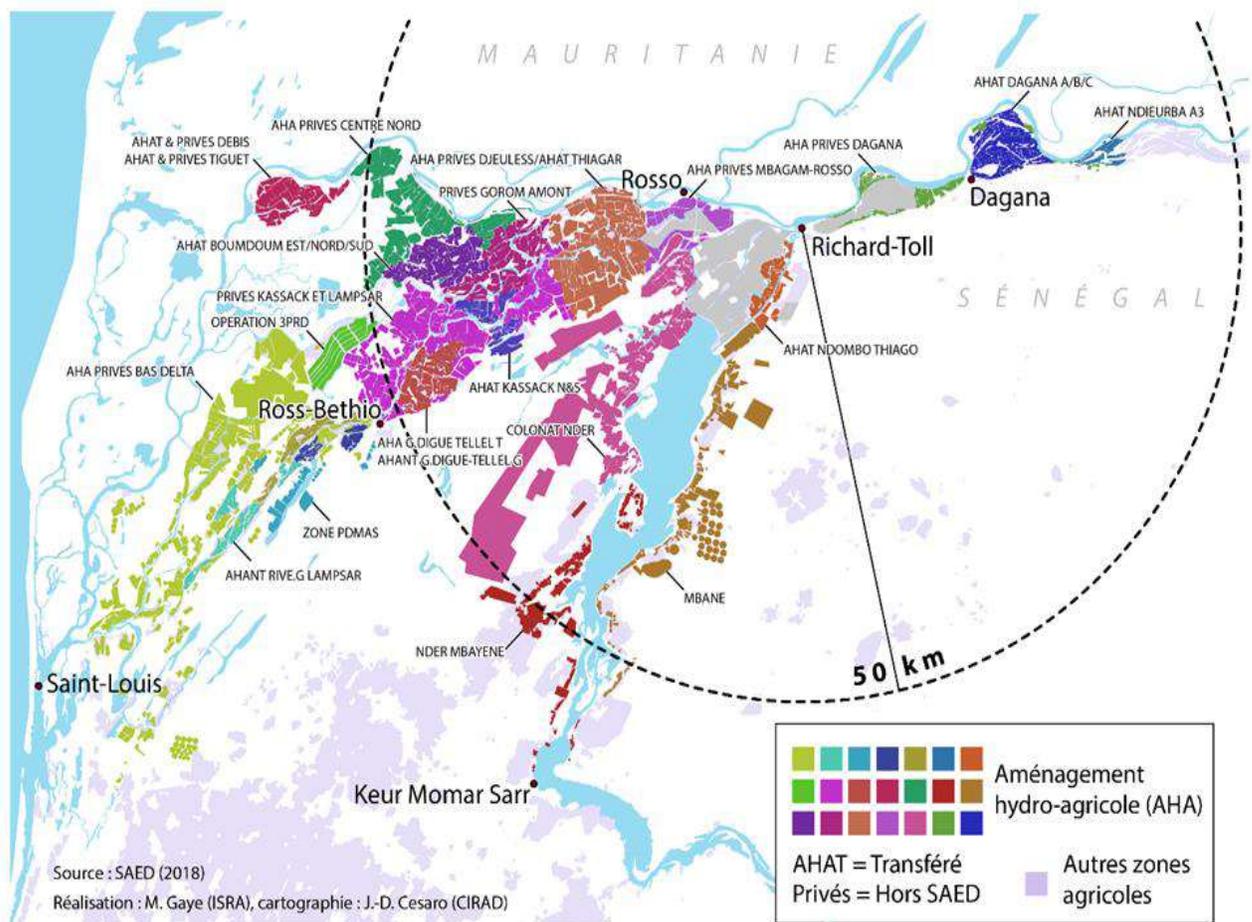


Figure 6 : Carte des aménagements hydroagricoles de la délégation de Dagana et du lac de Guiers enquêtées (Césaro et Gaye, 2018)

III.1.2.4. Constitution de questionnaires

Un questionnaire a été adressé aux producteurs sélectionnés dans l'échantillon (annexe 1). Ce questionnaire a eu pour finalité de savoir sur quels leviers agir pour accroître la production, mais aussi, de savoir comment faire pour que la paille de riz produite soit utilisée en alimentation animale.

III.1.2.5. Base de données

Les données ont été saisies sur Accès puis exportées sur Excel pour les analyses statistiques.

III.1.2.6. Méthode typologique et objectif de la typologie (Landais, 1998 ; Daskalopoulou et Petrou, 2002 ; Iraizoz *et al.* 2007)

Les méthodes qualitatives et quantitatives ont été combinées pour décrire la typologie des riziculteurs. L'objectif principal de cette typologie est d'orienter. Ainsi, les leçons tirées de cette analyse ont pour finalité de servir de guide pour conceptualiser et appliquer les politiques agricoles.

III.1.3.7. Analyse des données d'enquête

La base de données a été saisie sur Access et a fait l'objet d'une analyse multifactorielle variée avec le logiciel R, puis de tableaux dynamiques croisés. Les critères de ségrégation choisis sont à la fois d'ordre qualitatif et quantitatif (Iraizoz *et al.* 2007).

- Critères de ségrégation quantitatifs : rendement ; taille de la parcelle ; âge de la parcelle.
- Critères de ségrégation qualitatifs : type d'aménagement ; existence de drainage ou non ; niveau de mécanisation.

III.2. Résultats

III.2.1. Typologie des systèmes rizicoles du rayon de collecte de la LDB

L'analyse multifactorielle variée (Figure 7) a permis de distinguer 9 types de riziculteurs, à savoir : les polyculteurs éleveurs du lac de Guiers (T1) ; les agriculteurs des grands aménagements sur nouvelles parcelles (T2) ; les agriculteurs des grands aménagements sur anciennes parcelles (T3) ; les petits cultivateurs des périmètres irrigués villageois et des périmètres irrigués privés sur nouvelles parcelles (T4) ; les petits cultivateurs des périmètres irrigués villageois et des périmètres irrigués privés sur anciennes parcelles (T5) ; les grands et moyens cultivateurs des périmètres irrigués privés sur nouvelles parcelles (T6) ; les grands et moyens cultivateurs des périmètres irrigués privés sur anciennes parcelles (T7) ; les agro éleveurs (T8) et les agropasteurs (T9).

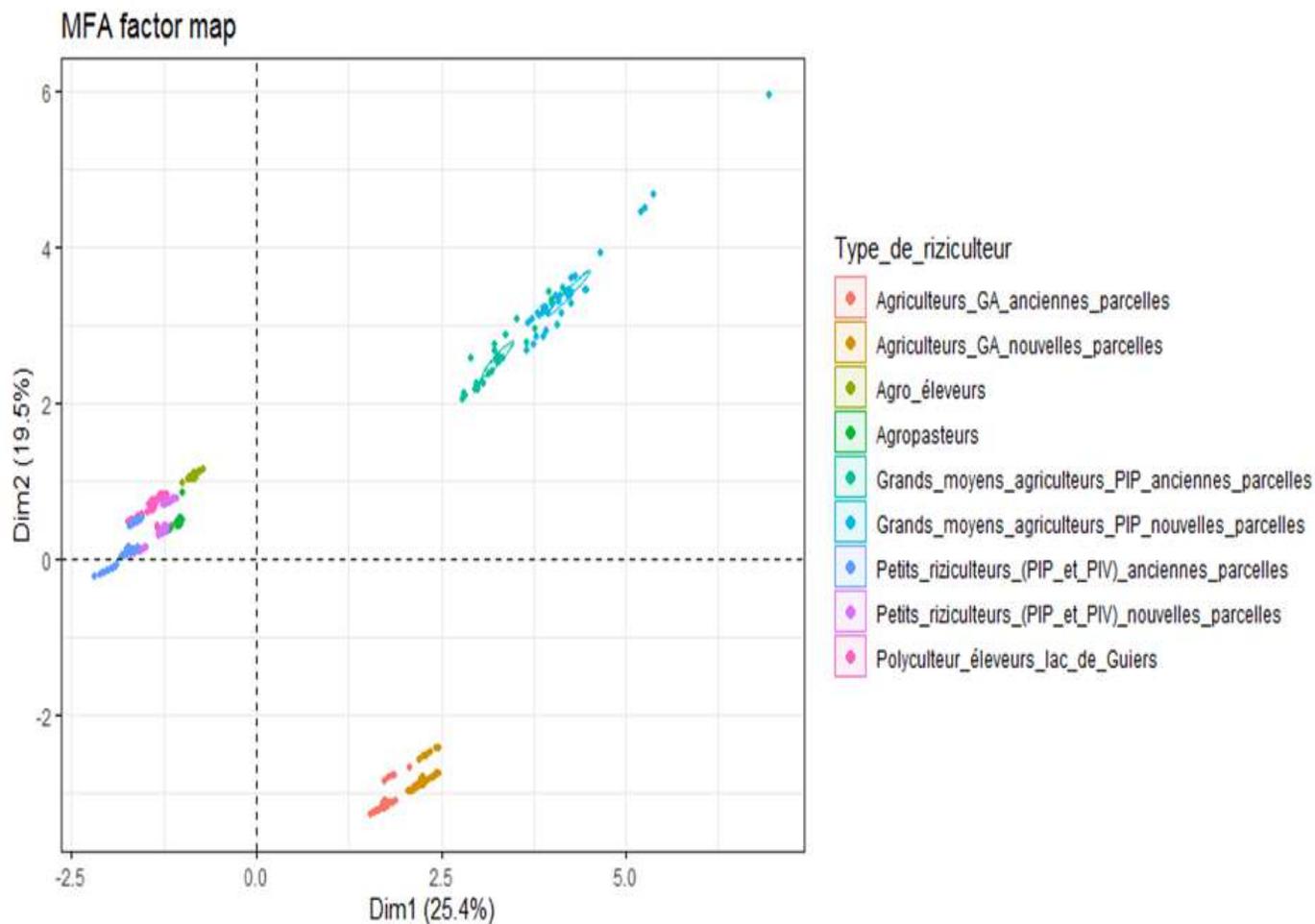


Figure 7 : Analyse multifactorielle variée des la systèmes rizicoles étudiés

III.2.1.1. Fonctionnement des différents types de riziculteurs

L'analyse des données d'enquêtes des riziculteurs a révélé une intensité culturale de 0,47 à l'échelle de la population étudiée et un rendement moyen de $4,11 \pm 2,86$ T/ha. Aussi, tous les riziculteurs de la population étudiée ont pratiqué le semis direct. De plus, les dates de semis habituels ont été différées aux mois d'août et de septembre pour la culture d'hivernage (fin juillet habituellement) et aux mois de mars et d'avril pour la culture de saison sèche chaude (février habituellement), surtout pour les producteurs qui dépendent des prêts bancaires et des subventions. Le Tableau 16 montre les caractéristiques des 9 types de riziculteurs identifiés dans la population étudiée.

Tableau 16 : Typologie des systèmes rizicoles du rayon de collecte de la LDB

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Effectif	32	56	36	92	121	32	23	17	13
% de l'Ech	7,58	13,27	8,53	21,80	28,67	7,58	5,45	4,03	3,08
Forme juridique	Ferme indiv	GIE	GIE	Ferme indiv et GIE	Ferme indiv et GIE	Ferme indiv et compagnie	Ferme indiv et compagnie	Ferme indiv	Ferme indiv
Type d'aménagement	PIP et PIV	GA	GA	PIP et PIV	PIP et PIV	PIP	PIP	PIP	PIP
Intervalle de taille de la parcelle (ha)	0,3 à 5	1 à 3	1 à 3	0,3 à 2	0,3 à 2	2 à 300	2 à 300	0,3 à 1,5	0,3 à 2
Intervalle d'âges (an)	0 à 27	0 à 15	> 15	0 à 15	> 15	0 à 15	> 15	0 à 14	0 à 13
Niveau de mécanisation	Faible	Faible à moyen	Faible à moyen	Faible	Faible	Moyen à élevé	Moyen à élevé	Faible	Faible
Drainage	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non
% abandon de parcelle (sel)	0	5,74	7,91	13,68	18,23	2,8	3,2	10,28	12,87
% double culture riz	0	3,5	3,2	4,5	4,2	56,18	58,97	0	0

Raison de non pratique de double culture riz	Meilleure rentabilité maraichage	Retards service agricole	Habitude	Habitude					
% Culture saison des pluies riz	90,21	16,6	13,88	15,51	14,12	57,69	61,03	67,98	63,44
Raison du choix de non campagne	Culture maraichère	Faibles rendements	Endette-ment	Endette-ment					
% de brulis de la paille	6,33	7,55	7,12	10,23	13,65	1,87	2,12	0	81,67
Cause de brulis	Façons culturales	Façons culturales	Façons culturales	Façons culturales	Façons culturales	Façons culturales	Façons culturales	–	Dégats du bétail
% Culture saison sèche riz	0	68,25	65,48	71,56	68,92	78,75	80,47	0	0
Raison du choix de non campagne riz	Meilleure rentabilité maraichage	Endettement	Endette-ment	Endettement	Endette-ment	Jachère	Jachère	Habitude	Habitude
% de brulis de la paille	–	98,56	99,03	94,87	96,2	54,45	56,76	–	–
cause de brulis	–	Dégats du bétail	–	–					

Rendement moyen paddy (T/ha)	3,72 ± 1,13	4,42 ± 1,96	3,98 ± 2,01	3,81 ± 1,45	3,45 ± 1,33	6,34 ± 2,76	5,62 ± 2,45	4,23 ± 2,12	4,02 ± 2,36
Evolution du rendement Paddy sur 3 ans	Baisse	Stabilisation	Baisse	Baisse	Baisse	Stabilisation	Baisse	Stabilisation	Stabilisation
Cause évoquée de l'évolution du rendement	Absence de drainage	–	Baisse de fertilité du sol	Absence de drainage	Absence de drainage et baisse de fertilité du sol	–	Baisse de fertilité du sol	–	–
Utilisation du Paddy	Consommation et vente en cas d'excès	Vente	Vente	Consommation et vente en cas d'excès	Consommation et vente en cas d'excès				
Utilisation de la paille non brûlée	Alimentation du bétail	Vente	Vente	Vente	Vente	Vente	Vente	Alimentation du bétail	Alimentation du bétail
Type d'élevage pratiqué	Elevage de case	–	–	Elevage en divagation	Elevage pastoral transhumant				

Type d'engrais utilisé dans les parcelles	Fumier et engrais chimique	Engrais chimique							
Provenance du fumier	Mon élevage et don	–	–	–	–	–	–	–	–

a. Les polyculteurs éleveurs du lac de Guiers (T1) :

Il s'agit de fermes individuelles représentant 7,58% de la population étudiée. Ils sont constitués de PIP et de PIV d'une superficie comprise entre 0,3 et 5 ha. Les superficies cultivées en riz sont cependant habituellement inférieures à 1 ha avec une moyenne de $0,54 \pm 0,28$ ha. L'âge des parcelles cultivées est compris entre 0 et 27 ans. L'emploi de machines dans ces parcelles se limite à l'offsetage et les riziculteurs de ce groupe ne pratiquent pas le drainage. Aucun cas d'abandon de parcelle culturale n'a été noté dans ce groupe d'agriculteurs. La culture du riz se fait en hivernage et implique 90,21% de la population avec des dates de semis cantonnés au mois de juillet et de récoltes au mois d'octobre. Les agriculteurs de ce groupe ne pratiquent jamais la double culture. Ces derniers qui ne vont jamais en campagne de contre saison chaude ainsi que les riziculteurs qui ne vont pas en campagne de saison des pluies ont évoqué la meilleure rentabilité du maraichage. 6,33% seulement de ce type de riziculteurs brûle la paille de riz pour rapidement effectuer les façons culturales de la prochaine culture maraichère. Le rendement moyen chez ce type de producteurs est de $3,72 \pm 1,13$ T/ha. Ce rendement a baissé sur ces 3 dernières années et les cultivateurs ont unanimement pointé du doigt l'absence de drainage comme cause de ces chutes de rendements. Le riz paddy produit par ce type d'agriculteurs est autoconsommé et n'est vendu qu'en cas d'excès par rapport aux besoins de la famille. Le type d'élevage pratiqué est l'élevage de case et la paille de riz est utilisée pour nourrir les animaux. Une partie du fumier utilisé comme engrais organique de fond provient de cet élevage et l'autre partie est donnée par les élevages peulhs extensifs établis aux alentours des parcelles aménagées.

b. Agriculteurs des grands aménagements sur nouvelles parcelles (T2)

Il s'agit d'agriculteurs regroupés en GIE et qui représentent 13,27% de la population étudiée. Les agriculteurs du type T2 pratiquent la riziculture dans les grands aménagements de la SAED pourvus de réseaux de drainage. Les exploitations de ce type ont une taille comprise entre 1 et 3 ha et sont âgés de 0 à 15 ans. Le niveau de motorisation chez ces agriculteurs est faible à moyen (offsetage et pour certains, utilisation de moissonneuses batteuses pour la récolte). Chez les agriculteurs des grands aménagements sur nouvelles parcelles, le pourcentage de double culture du riz est seulement de 3,5% et le pourcentage d'abandon des parcelles irriguées est de 5,74%. La principale raison de non pratique de la double culture évoquée par ce type de producteurs est le

retard du service agricole. 16,6% seulement des cultivateurs appartenant à ce groupe pratiquent la culture de saison des pluies et le reste des riziculteurs, qui semblent avoir abandonné la culture de saison des pluies accusent les faibles rendements durant cette période de culture. 7,55% seulement de ces riziculteurs brûlent la paille de riz de la culture de saison des pluies et évoquent comme cause de brulis que c'est une façon plus simple d'effectuer les façons culturales de la culture de saison sèche chaude. La plupart des producteurs qui vont en campagne de saison des pluies vendent la paille de riz qui a une valeur marchande, car disponible en début de période de soudure (novembre-décembre). Cette vente peut se poursuivre jusqu'au mois de mai car la paille est conservée en tas protégés par une clôture de fortune (branches d'acacia généralement) en bordure de parcelle. En revanche, un pourcentage beaucoup plus élevé de riziculteurs du type T2 vont en campagne de saison sèche chaude (68,25%) et ceux qui ne cultivent pas en saison sèche chaude ont évoqué la dette contractée aux précédentes campagnes comme cause. Un pourcentage très élevé de ceux-ci brûle la paille de la culture de saison sèche (98,56%) en évoquant les dégâts causés par l'introduction du bétail, alors en fin de période de soudure dans les parcelles récoltées. Selon les dires des cultivateurs, ces dégâts peuvent se situer à 2 niveaux :

- l'anéantissement des aménagements (digues, diguettes, canaux d'irrigation...) et
- l'infestation par les mauvaises herbes (surtout riz rouge) à travers les déjections des animaux.

De plus, contrairement à la paille produite en hivernage, la paille de saison sèche chaude n'a que très peu de valeur marchande car, habituelle récoltée entre les mois de mai et de juin et disponible en début d'hivernage. Aussi, les producteurs sont dans l'incapacité de stocker cette paille en bordure de parcelle car sa qualité serait sérieusement altérée par la pluie. Le rendement moyen chez ce type de producteurs est meilleur que celui observé chez le groupe T1 ($4,42 \pm 1,96$ T/ha) en raison peut être du drainage opéré par le type T2 et non le type T1. Ce rendement est resté constant ces 3 dernières années. Tout comme les cultivateurs de type T1 ceux de type T2 consomment le riz paddy produit et vendent quand la production excède les besoins familiaux. Seul l'engrais chimique est utilisé pour la fertilisation des parcelles.

c. Agriculteurs des grands aménagements de sur anciennes parcelles (T3)

Il s'agit d'agriculteurs regroupés en GIE et qui représentent 8,53% de la population étudiée. Les agriculteurs du type T3 pratiquent la riziculture dans les grands aménagements de la SAED

pourvus de réseaux de drainage. Les exploitations de ce type ont une taille comprise entre 1 et 3 ha et sont âgés de plus de 15 ans. Le niveau de motorisation chez ces agriculteurs est le même que chez le type T2. Chez les agriculteurs des grands aménagements sur anciennes parcelles, le pourcentage de double culture du riz est seulement de 3,2% et le pourcentage d'abandon des parcelles irriguées est supérieur à celui du groupe T2 (7,91%). Tout comme dans le type T2, la principale raison de non pratique de la double culture évoquée par ce type de producteurs est le retard du service agricole. Encore moins de cultivateurs que ceux appartenant au groupe T2 pratiquent la culture de saison des pluies (13,88% seulement des cultivateurs de type T3) et le reste des riziculteurs, qui semblent avoir abandonné la culture de saison des pluies accusent les faibles rendements durant cette période de culture. 7,12% seulement de ces riziculteurs brûlent la paille de riz de la culture de saison des pluies et évoquent comme cause de brulis que c'est une façon plus simple d'effectuer les façons culturales de la culture de saison sèche chaude. La plupart des producteurs qui vont en campagne de saison des pluies vendent la paille de riz dans les mêmes circonstances que chez les agriculteurs du groupe T2. En revanche, un pourcentage beaucoup plus élevé de riziculteurs du type 3 vont en campagne de saison sèche chaude (65,48%) et ceux qui ne cultivent pas en saison sèche chaude ont évoqué la dette contractée aux précédentes campagnes comme cause. Un pourcentage très élevé de ceux-ci brûle la paille de la culture de saison sèche (99,03%) en évoquant les dégâts causés par l'introduction du bétail, alors en fin de période de soudure dans les parcelles récoltées. Le contenu du préjudice porté par le bétail et les éleveurs, rapporté par les cultivateurs de type T3, est le même que dans le groupe T2.

Le rendement moyen chez ce type de producteurs est meilleur que celui observé chez le groupe T1 ($4,98 \pm 2,01$ T/ha) mais plus faible que celui du type T2. D'après les cultivateurs enquêtés dans ce groupe, ce rendement a été en baisse ces 3 dernières années et eux-mêmes ont mis en cause la baisse de fertilité des parcelles cultivées. Tout comme les cultivateurs des types précités, ceux de type T3 consomment le riz paddy produit et vendent quand la production excède les besoins familiaux. Seul l'engrais chimique est utilisé pour la fertilisation des parcelles. L'absence de fertilisation organique sur de nombreuses années pourrait en effet être à l'origine l'appauvrissement des terres cultivées et des baisses de rendements.

d. Petits cultivateurs des périmètres irrigués villageois et des périmètres irrigués privés sur nouvelles parcelles (T4)

Le type T4 constitue 21,8% de la population étudiée il regroupe des riziculteurs possédant des fermes individuelles ou regroupés en GIE. Les parcelles cultivées chez les riziculteurs de type T4 sont âgées de 0 à 15 ans et ont des superficies qui varient entre 0,3 et 2 ha, établis dans des périmètres irrigués villageois et des périmètres irrigués privés sans réseaux de drainage. L'emploi de machines dans ces parcelles se limite à l'offsetage. La part d'agriculteurs qui abandonnent leur exploitation dans ce type (13,68%) est encore plus important que dans les types T1, T2, et T3 décrits plus haut. Ce taux d'abandon peut être lié à l'absence de drainage. Le pourcentage de double culture du riz est seulement de 4,5%. La raison évoquée par les riziculteurs du type T4 pour justifier ce faible pourcentage est le retard du service agricole (service bancaire, distribution de semences certifiées, d'engrais, d'herbicides...). 15,51% seulement des riziculteurs de ce groupe pratiquent la culture de saison des pluies avec comme principale cause d'abstention, les faibles rendements enregistrés lors des précédentes campagnes de saison des pluies. Le pourcentage de brulis de la paille de riz après récolte de la culture de saison des pluies est de 10,23% pour les mêmes raisons que les types de riziculteurs précités. Cependant, le pourcentage de riziculteurs qui vont en campagne de saison sèche chaude est beaucoup plus élevé (71,56%). Tout comme les agriculteurs des types T2 et T3, les riziculteurs de type T4 ont évoqué l'endettement lors des précédentes campagnes comme cause d'abstinence lors de la campagne de saison sèche chaude. Le pourcentage de brulis de la paille de riz après récolte est très élevé (94,87%) et tout comme chez les riziculteurs des types T2 et T3, les dégâts du bétail sur les parcelles de culture ont été évoqués comme causes de brulis. Le rendement moyen chez ce type de producteurs ($3,81 \pm 1,45$ T/ha) est meilleur que celui observé chez le groupe T1 mais plus faible que celui des types T2 et T3. D'après les cultivateurs enquêtés dans ce groupe, ce rendement a été en baisse ces 3 dernières années et eux-mêmes ont mis en cause l'absence de drainage. Tout comme les cultivateurs des types précités, ceux de type T4 consomment le riz paddy produit et vendent quand la production excède les besoins familiaux. Seul l'engrais chimique est utilisé pour la fertilisation des parcelles.

e. Petits cultivateurs des périmètres irrigués villageois et des périmètres irrigués privés sur anciennes parcelles (T5)

Le groupe des riziculteurs du type T5 représentent la plus importante frange de la population étudiée (28,67%). Il regroupe des riziculteurs possédant des fermes individuelles ou regroupés en GIE. Les parcelles cultivées chez les riziculteurs de type T5 ont un âge supérieur à 15 ans et ont

des superficies qui varient de 0,3 à 2 ha, établis dans des périmètres irrigués villageois et des périmètres irrigués privés sans réseaux de drainage. L'emploi de machines dans ces parcelles se limite à l'offsetage. La part d'agriculteurs qui abandonnent leur exploitation dans ce type (18,23%) est le plus important enregistré. Ce taux d'abandon peut être lié à la fois à l'absence de drainage et la baisse de fertilité du sol. Le pourcentage de double culture du riz est seulement de 4,2%. La raison évoquée par les riziculteurs du type 5 pour justifier ce faible pourcentage est le retard des services à l'agriculture (service bancaire, distribution de semences certifiées, d'engrais, d'herbicides...). 14,12% seulement des riziculteurs de ce groupe pratiquent la culture de saison des pluies avec pour principale cause d'abstention, les faibles rendements enregistrés lors des précédentes campagnes de saison des pluies. Le pourcentage de brulis de la paille de riz après récolte de la culture de saison des pluies est de 13,65% pour les mêmes raisons que les types de riziculteurs précités. Cependant, le pourcentage de riziculteurs qui vont en campagne de saison sèche chaude est beaucoup plus élevé (68,92%). Tout comme les agriculteurs des types T2, T3 et T4, les riziculteurs de type T5 ont évoqué l'endettement lors des précédentes campagnes comme cause d'abstinence lors de la campagne de saison sèche chaude. Le pourcentage de brulis de la paille de riz de saison sèche chaude est très élevé (96,2%) et tout comme chez les riziculteurs des types T2, T3 et T4, les dégâts du bétail sur les parcelles de culture ont été évoqués comme causes de brulis. Le rendement moyen chez ce type de producteurs ($3,45 \pm 1,33$ T/ha) est le plus faible de tous les rendements moyens enregistrés. D'après les cultivateurs enquêtés dans ce groupe, ce rendement a été en baisse ces 3 dernières années et eux-mêmes ont mis en cause l'absence de drainage et la baisse de fertilité du sol. Tout comme les cultivateurs des types précités, ceux de type T4 consomment le riz paddy produit et vendent quand la production excède les besoins familiaux. Seul l'engrais chimique est utilisé pour la fertilisation des parcelles.

f. Grands et moyen agriculteurs des périmètres irrigués privés sur nouvelles parcelles (T6)

Les riziculteurs de type T6 représentent 7,58% de la population étudiée. Ils sont établis dans des fermes individuelles et des compagnies agricoles, exclusivement sur des périmètres irrigués privés dont les superficies peuvent aller de 2 à plus de 300 ha. L'âge des parcelles cultivées chez les riziculteurs de type T6 est inférieur à 15 ans, ils utilisent pour la plupart un réseau de drainage et leur niveau de mécanisation est moyen à élevé (offsetage, utilisation de moissonneuses batteuses pour la récolte et pour certains, matériel de labour profond, botteuses...). Le

pourcentage d'abandon de parcelles dans ce groupe est le plus faible de la population étudiée (2,8%). À l'inverse des types précités qui enregistrent un pourcentage de double culture riz assez faible (en deçà de 5%), les riziculteurs de type T6 pratiquent à 56,18% la double culture. Les individus de type T6 justifient le choix de ne pas faire la double culture par les retards des services à l'agriculture (service bancaire, distribution de semences certifiées, d'engrais, d'herbicides...). Cette même tendance peut être observée chez les riziculteurs de type T6, dont 57,69% des effectifs pratiquent la culture de saison des pluies avec pour principale cause d'abstention, les faibles rendements enregistrés lors des précédentes campagnes de saison des pluies. Le pourcentage de brulis de la paille de riz de culture de saison des pluies pour ce type est le plus faible enregistré (1,87%) et le brulis est motivé par la volonté de vite terminer les façons culturales. Cependant, le pourcentage de producteurs de type T6 qui va en campagne de saison sèche chaude (78,75%) est supérieur au pourcentage de ce même groupe qui va en campagne de saison des pluies et la volonté de laisser les parcelles en jachère a été évoquée chez ceux qui ne sont pas allés en campagne de saison sèche chaude. Contrairement aux riziculteurs de types T2, T3, T4, et T5 dont le taux de brulis de la paille de la culture de saison sèche dépasse les 95%, le pourcentage des riziculteurs de type T6 qui brûle la paille de la culture de saison sèche chaude est beaucoup moins élevé (54,45%). Ce plus faible pourcentage s'explique par les outils de conditionnement de la paille en possession de certains d'entre eux (botteleuses). Ces agriculteurs possédant des botteleuses, conditionnent rapidement la paille sous forme de bottes condensées de 50 à 100 kg qu'ils transportent par camions et commercialisent dans les zones périurbaines du territoire national dépourvus de pâturage naturel (Dakar et Thiès principalement) et en dehors du Sénégal. La vente de la paille en dehors de la zone d'étude s'explique par la proximité de sa disponibilité avec la saison des pluies et les pâturages naturels. Les causes principales de brulis de la paille de la culture de saison sèche chaude évoquée par les riziculteurs de type T6 sont les dégâts causés par l'entrée du bétail dans les parcelles, suivant les mêmes modalités que dans les types précédemment décrits. D'autre part, les riziculteurs de type T6 ont obtenu les meilleurs rendements ($6,34 \pm 2,76\%$ en moyenne) qui ont évolué de façon stable sur les trois dernières années. La totalité du riz paddy récolté chez ce groupe de riziculteurs est vendue. Ils ne pratiquent pas l'élevage et seul l'engrais chimique est utilisé pour la fertilisation des parcelles.

g. Grands et moyen agriculteurs des périmètres irrigués privés sur anciennes parcelles (T7)

Les riziculteurs de type T7 représentent 5,45% de la population étudiée. Ils sont établis dans des fermes individuelles et des compagnies agricoles, exclusivement sur des périmètres irrigués privés dont les superficies peuvent aller de 2 à plus de 300 ha. L'âge des parcelles cultivées chez les riziculteurs de type T7 est supérieur à 15 ans, ils utilisent pour la plupart un réseau de drainage et leur niveau de mécanisation est moyen à élevé (ofsettagé, utilisation de moissonneuses batteuses pour la récolte et pour certains, matériel de labour profond, botteuses...). Le pourcentage d'abandon de parcelles dans ce groupe (3,2) est plus faible que chez les types T2, T3, T4, et T5 précédemment décrits mais reste un peu plus élevé que chez le type T6. À l'inverse des types T2, T3, T4, et T5 précités qui enregistrent un pourcentage de double culture riz assez faible (en deçà de 5%), les riziculteurs de type T7 enregistrent le pourcentage de double culture riz le plus élevé (58,97%). Les individus de type T7 justifient le choix de ne pas faire la double culture par les retards des services à l'agriculture (service bancaire, distribution de semences certifiées, d'engrais, d'herbicides...). Cette même tendance peut être observée chez les riziculteurs de type T6, dont 58,97% des effectifs pratiquent la culture de saison des pluies avec pour principale cause d'abstention, les faibles rendements enregistrés lors des précédentes campagnes de saison des pluies. Le pourcentage de brulis de la paille de riz de culture de saison des pluies pour ce type T7 (2,12%) est faible, mais un peu plus élevé que pour le type T6 et le brulis est motivé par la volonté de vite terminer les façons culturales. Cependant, tout comme chez le type T6, le pourcentage de producteurs de type T7 qui vont en campagne de saison sèche chaude (80,47%) est supérieur au pourcentage de ce même groupe qui vont en campagne de saison des pluies et la volonté de laisser les parcelles en jachère a été évoquée chez ceux qui ne sont pas allés en campagne de saison sèche chaude. Contrairement aux riziculteurs de types T2, T3, T4, et T5 dont le taux de brulis de la paille de la culture de saison sèche dépasse les 95%, le pourcentage des riziculteurs de type T7 qui brûlent la paille de la culture de saison sèche chaude est beaucoup moins élevé (56,76%) et assez similaire de celui des riziculteurs du type T6. Ce plus faible pourcentage s'explique par les outils de conditionnement de la paille en possession de certains d'entre eux (botteuses). Les causes principales de brulis de la paille de la culture de saison sèche chaude évoquée par les riziculteurs de type T7 sont les dégâts causés par l'entrée du bétail dans les parcelles, suivant les mêmes modalités que dans les

types précédemment décrits. D'autre part, les riziculteurs de type T7 ont obtenu des rendements moyens de $5,62 \pm 2,45\%$ plus faibles que ceux du type T6 et qui ont baissé sur les trois dernières années. Ces baisses de rendements ont été mises par les cultivateurs sur le compte de la baisse de fertilité du sol. La totalité du riz paddy récolté chez ce groupe de riziculteurs est vendue. Ils ne pratiquent pas l'élevage et seul l'engrais chimique est utilisé pour la fertilisation des parcelles.

h. Agro éleveurs (T8)

Les riziculteurs de type agro éleveurs (T8) représentent 4,03% de la population étudiée. Ils sont établis dans des fermes individuelles, sur des périmètres irrigués privés dont les superficies peuvent aller de 0,3 à plus de 1,5 ha. Tous les individus enquêtés dans cette population sont de race peulh et mènent une activité d'élevage en divagation en parallèle. Aucune parcelle n'accède 14 ans d'âge, ce qui signe l'intérêt récent que portent les éleveurs peulhs pour la riziculture irriguée. Les parcelles des agro éleveurs ne sont pas drainées et le niveau de mécanisation de l'activité agricole est faible (limité à l'offsetage). Le pourcentage d'abandon de parcelles (10,28%) est plus important que chez les types T2, T3, T6 et T7 mais il y a moins de cas d'abandon de parcelle chez les types T4 et T5. Aucun agro éleveur de la population étudiée ne pratique la double culture et pour cause, ils n'ont pas l'habitude. 67,98% des agro éleveurs vont en campagne de saison des pluies. Ceux qui ne cultivent pas du riz pendant la saison des pluies ont accusé l'endettement contracté durant les cultures précédentes. La paille de riz disponible à partir du mois de mai est stockée dans des enclos de fortune (branches d'acacia) et servie aux animaux. Leur rendement de paddy moyen est de $4,23 \pm 2,22$ T/ha et aucun d'entre eux ne cultive du riz pendant la saison sèche chaude par habitude. La production est autoconsommée et vendue en cas d'excès. Le fait surprenant chez les agro éleveurs est que les flux de biomasse ne vont que dans le sens de la paille de riz produite qui sert de fourrage de base aux animaux en période de soudure. Seul l'engrais chimique est utilisé dans la parcelle.

i. Agropasteurs (T9)

Les riziculteurs de type agro éleveurs (T8) représentent 3,08% de la population étudiée. Ils sont établis dans des fermes individuelles, sur des périmètres irrigués privés dont les superficies peuvent aller de 0,3 à plus de 2 ha. Tous les individus enquêtés dans cette population sont de race peulh et mènent une activité d'élevage pastoral transhumant en parallèle. Aucune parcelle n'excède 13 ans d'âge, ce qui signe l'intérêt récent que portent les éleveurs peulhs pour la

riziculture irriguée. Les parcelles des agro pasteurs ne sont pas drainés et le niveau de mécanisation de l'activité agricole est faible (limité à l'offsetage). Le pourcentage d'abandon de parcelles (12,87%) est plus important que chez les types T2, T3, T6 et T7 mais il y a moins de cas d'abandon de parcelle chez les types T4 et T5. Aucun agro pasteur de la population étudiée ne pratique la double culture et pour cause, ils n'ont pas l'habitude. 63,44% des agro éleveurs vont en campagne de saison des pluies. Ceux qui ne cultivent pas du riz pendant la saison des pluies ont accusé l'endettement contracté durant les cultures précédentes. Cependant, malgré la possession d'animaux, 81,67% d'entre eux brûlent la paille de saison des pluies pour éviter que le bétail d'autres éleveurs ne cause des dégâts dans les parcelles. Cet important pourcentage de brulis se justifie par le fait que la paille est disponible à partir du mois de mai (sans surveillance puisque les producteurs habitent à des dizaines de km dans le Diéri) et que les animaux en transhumance ne reviennent qu'à la tombée des premières pluies à partir du mois de juillet. Leur rendement de paddy moyen est de $4,02 \pm 2,36$ T/ha et aucun d'entre eux ne cultive du riz pendant la saison sèche chaude par habitude. La production est autoconsommée et vendue en cas d'excès. Tout comme les agro éleveurs, chez les agropasteurs, le fumier n'est pas utilisé pour la fertilisation des parcelles, seul l'engrais chimique est utilisé.

Conclusion partielle

En conclusion, la disponibilité de la paille de riz pour l'élevage est en lien direct avec l'intensité culturale, le rendement et le pourcentage de brulis. Chez les riziculteurs de la population étudiée, l'intensité culturale a été de 0,47 en 2019 et le semis à la volée a été pratiqué par la totalité de la population étudiée.

Le rendement moyen sur les deux saisons de culture, à l'échelle de la population a été de $4,11 \pm 2,86$ T/ha avec une forte variabilité d'un type de riziculteurs à l'autre. Ainsi, il a varié de $3,72 \pm 1,13$ T/ha pour les riziculteurs de type T1 à $6,34 \pm 2,76$ T/ha pour les riziculteurs de type T6. Ces rendements sont très importants dans notre étude puisqu'ils conditionnent les quantités de sous-produits disponibles (paille et sons) mais aussi, la rentabilité économique et le développement de l'activité rizicole au sens large. D'après les dires des agriculteurs, les causes des chutes de rendements ou des faibles performances productives sont de nature technique (liés aux conditions de culture) et liés à la qualité de la mise en œuvre des politiques agricoles (retards du service agricole).

- Contreperformances liées aux conditions de culture

Parmi ces causes techniques de chutes ou de faibles rendements, notre enquête a révélé :

- i) l'absence de drainage : l'absence de drainage des parcelles irriguées observé chez les riziculteurs de types T1, T4, T5, T8 et T9, soit sur 65,16% des superficies est d'après ces derniers, l'une des causes majeures de contreperformances en terme de rendements. En effet, l'absence de drainage peut entraîner l'accumulation de sel, provenant de la nappe souterraine, dans la parcelle, dont le niveau monte avec la crue du fleuve et l'irrigation. Cette affirmation est confirmée par le taux plus élevé d'abandons de parcelles dû à l'accumulation de sel, dans les superficies rizicoles non drainées ;
- ii) la baisse de fertilité du sol : la baisse de fertilité du sol a été pointée du doigt chez les riziculteurs dont l'âge des parcelles excède 15 ans. En effet, mis à part les riziculteurs de type T1 qui apportent de l'engrais organique au niveau de la parcelle, surtout pour les besoins du maraichage, aucun des autres types de riziculteurs n'apporte de l'engrais organique (92,42% de la population étudiée). Cette chute de rendements évoquée par les producteurs et due à l'infertilité du sol dans les parcelles de plus de 15 ans, pourrait être accentuée par le travail léger du sol, sur plusieurs années consécutives, qui n'atteint pas une profondeur de 6 cm (concerne 86,97% des producteurs de la population) et qui pourrait gêner le développement racinaire des plants de riz ;
- iii) les dégâts du bétail : d'après les riziculteurs de la population étudiée, les dégâts du bétail sont à la fois mécanique et la cause majeure d'infestation des parcelles par les mauvaises herbes. L'introduction du bétail dans les parcelles récoltées, surtout après la culture de saison sèche chaude, entraîne des dégâts mécaniques non négligeables au niveau des diguettes, des canaux d'irrigation et de drainage et contribue à accroître les charges d'exploitation de la prochaine campagne. Le bétail est aussi accusé par les riziculteurs d'ingérer les mauvaises herbes (surtout le riz rouge) au niveau des digues, diguettes et pistes de production, qu'ils viennent ensuite disséminer dans les parcelles par l'intermédiaire de leurs déjections. Ces mauvaises herbes, surtout le riz rouge (impossible à combattre par les herbicides conventionnels), entrent alors en

compétition avec la culture pour les éléments nutritifs du sol et de fait, causent des chutes de rendements.

- Contreperformances liées aux retards du service agricole

Le préjudice lié au retard du service agricole a été beaucoup plus marqué chez les riziculteurs qui dépendent de prêts bancaires (CNCAS) et de subventions aux intrants agricoles (types T2, T3, T4 et T5). Ces retards sont notamment liés aux dates de mise à disposition des prêts bancaires au niveau des unions de producteurs, qui retardent la date de mise en place de la culture ; aux dates de distribution des intrants agricoles (semences, herbicides, engrais...) qui décalent la date de semis et les différentes interventions du calendrier cultural. Ceci explique l'abandon progressif de la culture de saison des pluies dans la population étudiée. En effet, 27,64% seulement des riziculteurs de la population étudiée font campagne en saison des pluies contre 60,36% qui font campagne en saison sèche, pour un pourcentage de double culture de 10,38%. Il apparaît clairement que progressivement, les riziculteurs abandonnent la culture de saison des pluies qui pourtant était la saison principale de production. Pour cause de ce choix d'abandon, les riziculteurs ont évoqué des chutes de rendements telles, qu'il était devenu très difficile de rentabiliser la culture de saison des pluies. Ces faits sont compréhensibles puisque la campagne de saison des pluies se tient habituellement du mois de juillet au mois d'octobre et que tout décalage par rapport à ce calendrier entraîne irrémédiablement une récolte en saison sèche froide (novembre, décembre et janvier) et de fait, à des chutes de rendements dues au froid.

Le pourcentage de brulis à l'échelle de la population étudiée est de 8,47% pour la culture de saison des pluies et de 79,51% pour la culture de saison sèche chaude, pour un total de pourcentage de brulis sur les deux saisons de 50,33%. Dans l'ensemble, le brulis de la paille de riz a été beaucoup plus fréquent en campagne de saison sèche chaude. Cela s'explique d'une part, par le fait que la récolte se situe entre les mois de juillet et d'août (début de saison des pluies), période où la paille de riz a une valeur marchande moindre. D'autre part, juste avant la saison des pluies, la pression exercée par le bétail de retour de transhumance sur les parcelles récoltées est telle que, les dégâts sur les aménagements hydroagricoles sont énormes. De plus, les riziculteurs accusent le bétail d'être responsable de l'infestation des parcelles rizicoles par les mauvaises herbes. Néanmoins, le pourcentage de brulis de la paille de riz de la culture de saison sèche chaude a été moins important chez les types T6 et T7 (respectivement 54,45 et 56,76% de brulis). En effet, chez les types T6 et T7, l'utilisation de botteleuses a permis de conditionner rapidement

la paille avant de l'acheminer par camions vers les centres urbains et à l'extérieur du territoire national. N'empêche qu'une proportion non négligeable de la paille a été détruite sous les intempéries (pluie principalement) et attaques biologiques par défaut de stockage. Cette proportion a été évaluée en 2019 dans la population étudiée à 10,34%. Tous comptes faits, entre brûlis, destruction par défaut de stockage et exportations en dehors de la zone d'étude, seul 30,61% de la paille de riz produite dans la zone d'étude, a été utilisée dans cette même zone d'étude pour l'alimentation du bétail.

III.2.1.2. Résultats d'exploitation des différents systèmes rizicoles

Le Tableau 17 montre les résultats d'exploitation de la riziculture dans la population étudiée.

Tableau 17 : Résultats d'exploitation des différents systèmes rizicoles

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Effectif	32	56	36	92	121	32	23	17	13
% de l'échantillon	7,58	13,27	8,53	21,80	28,67	7,58	5,45	4,03	3,08
Rendement moyen paddy (T/ha)	3,72 ± 1,13	4,42 ± 1,96	3,98 ± 2,01	3,81 ± 1,45	3,45 ± 1,33	6,34 ± 2,76	5,62 ± 2,45	4,23 ± 2,12	4,02 ± 2,36
Sources principales de revenus	Maraichage	Commerce et salaires	Commerce et salaires	Commerce et salaires	Commerce et salaires	Culture riz	Culture riz	Elevage et commerce	Elevage et commerce
Source de financement de l'activité Agricole	Fonds propres	Prêt bancaire (CNCAS)	Prêt bancaire (CNCAS)	Prêt bancaire (CNCAS)	Prêt bancaire (CNCAS)	Fonds propres et prêt bancaire	Fonds propres et prêt bancaire	Fonds propres	Fonds propres
Total des produits / ha (FCFA / ha)	372000 ± 113000	442000 ± 196000	398000 ± 201000	381000 ± 145000	345000 ± 133000	634000 ± 276000	562000 ± 245000	423000 ± 212000	402000 ± 236000
Total des charges/ha (FCFA/ha)	331440 ± 25000	343500 ± 32000	352800 ± 33500	337900 ± 35000	333700 ± 34300	412600 ± 73500	409700 ± 75800	334500 ± 24500	335000 ± 25000
Revenu Net / ha / campagne (FCFA)	40560	98500	45200	43100	11300	221400	152300	88500	67000
Rendement minimum de rentabilité	3,31	3,43	3,53	3,38	3,34	4,13	4,1	3,34	3,35

a. Polyculteurs éleveurs du lac de Guiers (T1)

Chez les riziculteurs de type T1, le maraichage est la principale source de revenus et la production rizicole est autofinancée. La riziculture apparaît plus comme une volonté de diversification des revenus et s'inscrit plus dans une logique de sécurité alimentaire qu'une activité purement économique. Cette volonté se reflète sur la taille des parcelles cultivées ($0,63 \pm 0,27$ ha en moyenne) et le total des produits/ha ($372\ 000 \pm 113\ 000$ FCFA en moyenne) qui est très proche du total des charges/ha ($331\ 440 \pm 25\ 000$ FCFA en moyenne) avec un revenu/ha et/campagne plutôt faible ($40\ 560$ FCFA). En effet, le rendement moyen chez les riziculteurs de type T1 ($3,72 \pm 1,13$) est très proche du rendement minimum de rentabilité ($3,31$ T/ha).

b. Agriculteurs des grands aménagements sur nouvelles parcelles (T2)

Chez les riziculteurs de type T2, le commerce et le salaire sont les principales sources de revenus et la production rizicole est financée par la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (CNCAS). Tout comme chez le type T1, chez le type T2, la riziculture peut être considérée, mais dans une moindre mesure, comme une volonté de diversification du revenu et une logique de sécurité alimentaire. La taille des parcelles cultivées ($0,84 \pm 0,21$ ha en moyenne) ainsi que le total des produits/ha ($442\ 000 \pm 196\ 000$ FCFA en moyenne) sont plus importants que chez le type T1. D'un autre côté, le total des charges/ha ($343\ 500 \pm 32\ 000$ FCFA en moyenne) ainsi que le rendement minimum de rentabilité ($3,43$ T/ha en moyenne) est plus important que dans le type T1 mais, le revenu moyen/ha et/campagne bien qu'encore faible ($98\ 560$ FCFA), reste plus élevé que celui du type T1 grâce en partie à un rendement plus élevé ($4,42 \pm 1,96$ T/ha en moyenne).

c. Agriculteurs des grands aménagements sur anciennes parcelles (T3)

Tout comme chez les riziculteurs de type T2, chez les riziculteurs de type T3, le commerce et le salaire sont les principales sources de revenus et la production rizicole est financée par la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (CNCAS). Tout comme chez les types T1 et T2 précédemment décrits, chez le type T3, la riziculture peut être considérée dans une moindre mesure que chez le type T1 et une plus grande mesure que chez le type T2, comme une volonté de diversification du revenu et une logique de sécurité alimentaire. La taille des parcelles cultivées ($0,92 \pm 0,34$ ha en moyenne) ainsi que le total des produits/ha ($398\ 000 \pm 201\ 000$ FCFA en moyenne) sont plus importants que chez le type T1, mais plus faibles que chez le type

T2. D'un autre côté, le total des charges/ha ($352\ 800 \pm 33\ 500$ FCFA en moyenne) ainsi que le rendement minimum de rentabilité ($3,53$ T/ha en moyenne) sont plus importants que dans les types T1 et T2. Le revenu moyen/ha et/campagne, très faible, ($45\ 200$ FCFA), représente moins de la moitié du revenu chez le type T2. Ce très faible revenu se justifie par la proximité entre le rendement moyen ($3,98 \pm 2,02$ T/ha) et le rendement minimum de rentabilité ($3,53$ T/ha).

d. Petits cultivateurs des périmètres irrigués villageois et des périmètres irrigués privés sur nouvelles parcelles (T4)

Chez les riziculteurs de type T4, le commerce et les salaires sont les principales sources de revenus et la production rizicole est financée par la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (CNCAS). À l'image des types T1, T2 et T3 précédemment décrits, chez le type T4, la riziculture peut être considérée comme une volonté de diversification du revenu et une logique de sécurité alimentaire. Les très faibles superficies cultivées ($0,55 \pm 0,35$ ha en moyenne) ainsi que le total des produits/ha ($381\ 000 \pm 145\ 000$ FCFA en moyenne) qui est très proche du total des charges/ha ($337\ 900 \pm 35\ 000$ FCFA en moyenne) avec un revenu/ha et/campagne de ($43\ 100$ FCFA) reflètent cette volonté de sécurisation alimentaire au détriment d'une activité économique rentable. Ce faible revenu s'explique par le fait que le rendement moyen chez les riziculteurs de type T4 ($3,81 \pm 1,45$ T/ha) est très proche du rendement minimum de rentabilité ($3,38$ T/ha).

e. Petits cultivateurs des périmètres irrigués villageois et des périmètres irrigués privés sur anciennes parcelles (T5)

Chez les riziculteurs de type T5, le commerce et les salaires sont les principales sources de revenus et la production rizicole est financée par la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (CNCAS). À l'image des types T1, T2, T3 et T4 précédemment décrits, chez le type T5, la riziculture peut être considérée comme une volonté de diversification du revenu et peut s'inscrire dans une logique de sécurité alimentaire. Les superficies cultivées chez le type T5 ($0,58 \pm 0,29$ ha en moyenne) sont aussi faibles que chez le type T4. Le rendement moyen chez les riziculteurs de type T5 ($3,45 \pm 1,33$ T/ha), le total des produits/ha ($345\ 000 \pm 133\ 000$ FCFA en moyenne) ainsi que le revenu/ha et/campagne ($11\ 300$ FCFA) sont les plus faibles de la population étudiée. Ces faibles performances économiques du type T5 s'expliquent par le fait que le rendement moyen chez ces derniers ($3,45 \pm 1,33$ T/ha) est le plus proche du rendement

minimum de rentabilité (3,38 T/ha) de tous les types de riziculteurs identifiés dans la population étudiée.

f. Grands et moyens agriculteurs des périmètres irrigués privés sur nouvelles parcelles (T6)

La production de riz est la principale source de revenus chez riziculteurs de type T6 et est financée à la fois sur fonds propres et par prêts bancaires. Au vu de l'importance des superficies cultivées ($49,36 \pm 21,47$ ha en moyenne par individu), des charges d'exploitation ($412\ 600 \pm 73\ 500$ FCFA/ha en moyenne) et du revenu/ha et/campagne (221 400 FCFA) ; la riziculture de type T6 peut être considérée comme une activité économique principale. Chez le type T6, le meilleur revenu/ha et/campagne a été enregistré en lien avec le meilleur rendement ($6,34 \pm 2,76$ T/ha).

g. Grands et moyens agriculteurs des périmètres irrigués privés sur anciennes parcelles (T7)

À l'image des riziculteurs de type T6, La production de riz est la principale source de revenus chez riziculteurs de type T7 et est financée à la fois sur fonds propres et par prêts bancaires. La taille des superficies cultivées chez le type T7 ($43,36 \pm 21,47$ ha en moyenne par individu) est un peu moins importante que chez le type T6, mais reste encore très supérieure à celle des autres types de riziculteurs. Les charges d'exploitation ($409\ 600 \pm 75\ 800$ FCFA/ha en moyenne) y sont un peu moins élevées de même que revenu/ha et/campagne (152 300 FCFA) ; la riziculture de type T6 peut être considérée comme une activité économique principale, avec le deuxième meilleur revenu/ha et/campagne pour un rendement de $5,62 \pm 2,45$ T/ha.

h. Agro éleveurs (T8)

Chez les riziculteurs de type agro éleveurs, l'élevage et le commerce sont les principales sources de revenus et la production rizicole est autofinancée. La riziculture apparaît plus comme une volonté de diversification des revenus et s'inscrit plus dans une logique de sécurité alimentaire qu'une activité purement économique. Cette volonté se reflète sur la taille des parcelles cultivées ($0,47 \pm 0,27$ ha en moyenne). Le total des produits/ha ($423\ 000 \pm 112\ 000$ FCFA en moyenne) et le total des charges/ha ($334\ 500 \pm 24\ 500$ FCFA en moyenne) ne laissent pas une marge bénéficiaire (88 500 FCFA/ha/campagne de revenu) aussi importante que chez les types T6 et T7.

i. Agropasteurs (T9)

Chez les riziculteurs de type agropasteur, l'élevage et le commerce sont les principales sources de revenus et la production rizicole est autofinancée. La riziculture apparaît plus comme une volonté de diversification des revenus et s'inscrit plus dans une logique de sécurité alimentaire qu'une activité purement économique. À l'image des agro éleveurs, les superficies cultivées chez les agropasteurs sont faibles ($0,44 \pm 0,3$ ha en moyenne) et le revenu/ha/campagne est faible (67 000 FCFA).

Conclusion partielle

Les résultats économiques et financiers de l'activité de culture du riz ont révélé de très faibles revenus chez les riziculteurs de types T1, T2, T3, T4, T5, T8 et T9, soit 86,97% de la population étudiée, en lien avec les faibles superficies cultivées et les faibles rendements obtenus. L'activité riziculture est considérée par ces derniers comme un moyen de diversifier le revenu familial et s'inscrit plus dans une logique de sécurité alimentaire que dans une logique d'entreprise économique rentable. Ceci explique les difficultés qu'ont les décideurs politiques, depuis plusieurs années, à faire augmenter l'intensité culturale. Dès lors, travailler sur l'amélioration des rendements et les moyens de baisser les coûts de production apparaissent comme les objectifs urgents à atteindre pour accroître les quantités de paddy et de paille disponibles et convaincre les riziculteurs de contribuer à l'augmentation de l'intensité culturale par l'adoption, entre autres choses, de la double culture.

II.3. Discussion

III.3.1. Intensité culturale et rendements

L'intensité culturale et les rendements ont toujours été au cœur des débats sur l'autosuffisance en riz. L'intensité culturale a été en 2019, dans la population enquêtée, de 0,47%. Cette intensité culturale a longtemps été au même niveau que celle mesurée dans notre enquête dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal (en dessous de 0,5 à la fin des années 90) (Bélières, 1997), malgré un objectif fixé de 1,6 à l'époque. Les efforts consentis par les autorités, notamment pour faire adopter la double culture vont aboutir en 2002, à une amélioration considérable de l'intensité culturale dans certaines cuvettes (1,5 dans la cuvette de Boundoum et 1 à Pont Gendarme) (Rigourd *et al.* 2002). Ces améliorations ponctuelles sont la preuve que l'amélioration de l'intensité culturale à l'échelle de la vallée est un objectif atteignable. Le rendement moyen en

2019 dans la population étudiée a été de $4,11 \pm 2,86$ T/ha. Ce rendement représente à peine la moitié du rendement potentiel des variétés couramment utilisées dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal (entre 8 et 10 T/ha) (Dingkuhn et Sow, 1997). Le rendement moyen mesuré dans notre étude est assez similaire aux rendements moyens de riz paddy mesurés dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal jusqu'à 1997. En effet, ils ont fluctué entre 4 et 5 t/ha (SAED, 1997) et sont restés relativement stables depuis une vingtaine d'années. Ainsi, le rendement moyen obtenu dans notre étude diffère très peu du rendement moyen (4 T/ha) enregistré dans la délégation de Dagana sur trois années consécutives (1994, 1995 et 1996) (Dingkuhn et Sow, 1997). D'autre part, dans une étude menée à Podor dans le même intervalle de temps, les rendements relevés ont été meilleurs que ceux enregistrés dans notre étude avec, en moyenne 4,1 T/ha en saison chaude 1994, 5,6 T/ha en hivernage 1994, 5,9 T/ha en saison chaude 1995 et 6,2 T/ha en hivernage 1995 (Poussin, 1998). Ces meilleurs rendements, dans à peu près les mêmes conditions de culture, peuvent être du fait que Podor est moins touché par la salinisation des parcelles cultivées. Les rendements ont aussi été meilleurs que les nôtres au début des années 2000 dans la cuvette de Boundoum (5,5 T/ha) et à Pont Gendarme (5,1 T/ha) (Rigourd *et al.* 2002), sans jamais s'approcher du rendement potentiel des variétés cultivées. Les statistiques officielles font état en 2007, d'un rendement (4,23 T/ha), dans la région de Sant Louis, légèrement plus élevé que celui obtenu en 2019 dans notre étude. Cependant, ces rendements dont font mention les statistiques officielles se sont accru progressivement, d'année en année, jusqu'à se situer entre 6,5 et 7 T/ha en 2018 (DASPA, 2018), une valeur de loin supérieure à celle observée dans notre étude en 2019.

III.3.2. Chutes de rendements et faibles performances productives

III.3.2.1. Contreperformances liées aux conditions de culture

- Mode de semis

Le semis à la volée pratiqué par la totalité de la population étudiée, peut être à l'origine de contreperformances. Cette observation rejoint celle de Poussin en 1995, qui a constaté que la quasi-totalité des riziculteurs du delta et la vallée du fleuve Sénégal pratiquait le semis à la volée. L'auteur avait alors mis en cause la facilité de sa mise en œuvre. Cependant, l'emploi de cette technique suppose un bon nivellement de la parcelle et un contrôle précoce de l'enherbement, ce qui est rarement le cas. Dans la population étudiée, le semis est donc réalisé à la volée, par l'intermédiaire de graines pré germées sur une lame d'eau de 5 à 20 cm qui traduit un défaut de planage lié à la présence de grosses mottes. Ainsi, elle engendre des conditions de levée assez

hétérogènes à l'intérieur des parcelles (Poussin, 1995). Il en résulte une densité de plantes très variable entre parcelles et à l'intérieur des parcelles, propice au développement des mauvaises herbes qui entrent en compétition avec la culture et entraînent des baisses de rendements. À l'inverse, le repiquage permet un contrôle efficace des adventices et donc, une meilleure efficacité de la fertilisation (Jamin, 1994).

- **Absence de drainage**

Comme l'ont affirmé les riziculteurs de la population étudiée, l'absence de drainage, qui a impliqué 65,16% des superficies cultivées en 2019, est une des causes majeures de chutes de rendements. En 1997, Bonvin s'interrogeait sur l'impact de l'irrigation sur la dégradation des sols par salinisation et l'abandon des terres aménagées (Bonvin, 1997). Cette inquiétude se reflète clairement sur nos résultats d'étude, avec un taux d'abandon de parcelles dû à l'accumulation de sels nettement supérieur au niveau des parcelles non drainées (13,76% d'abandons en moyenne) comparées aux parcelles drainées (4,91% d'abandons en moyenne). L'impact de la salinisation des parcelles ne s'arrête pas à leur abandon. En effet, le rendement moyen dans les parcelles non drainées est inférieur au rendement moyen dans les parcelles drainées (3,85 T/ha pour les parcelles non drainées contre 5,09 T/ha pour les parcelles drainées). L'origine de la salinisation des terres remonte à la transgression marine qui a atteint Boghé en amont de Podor et a incorporé des sels dans les sédiments. Les sols de la basse vallée et du delta sont donc fréquemment salés. Cette salinisation est accentuée par la forte évaporation qui génère la remontée et la concentration des sels en surface (Loyer, 1989). Aussi, la présence du sel ne peut pas être imputée directement à la mise en eau de la parcelle car, le niveau de la nappe est d'avantage lié à la mise en eau du réseau qu'à la mise en culture des parcelles ; comme il est d'avantage lié à la cote du fleuve qu'aux cycles d'irrigation dans la vallée du Sénégal (Diaw, 1996). D'autre part, Woperies *et al.* 1998 ; Favre, 2000 ont montré que la riziculture sur sol salé au Sénégal contribue à dessaler le sol par l'intermédiaire de l'effet de lessivage du drainage et Boivin d'ajouter que les producteurs de riz ne disposant pas de systèmes de drainage obtiennent l'évacuation de l'eau nécessaire aux interventions (désherbage, engrais...) par l'évaporation, or cette évaporation contribue à augmenter le niveau de salinisation de la parcelle. Il ressort des affirmations de tous ces auteurs que le moyen de lutte le plus efficace contre la présence de sel dans les parcelles est le drainage.

- **Baisse de fertilité du sol**

La baisse de la fertilité du sol a été mise en cause dans les chutes de rendements par les riziculteurs dont l'âge de la parcelle excède 15 ans. En effet, dans la population étudiée, l'apport d'engrais organique dans la parcelle cultivée n'implique que les riziculteurs de type T1, qui le font surtout pour assurer les besoins nutritifs de la culture maraichère de saison sèche. Ainsi, 92,42% des parcelles cultivées ne reçoivent pas d'engrais organique et 47,25% des parcelles ont plus de 15 ans. Le rendement moyen chez les riziculteurs sur anciennes parcelles est de 3,83 T/ha contre 4,41 T/ha en moyenne pour les riziculteurs sur nouvelles parcelles. La rareté de l'apport en fumure de fond observée par Boivin en 1995 (Boivin *et al.* 1995) vient corroborer nos observations. On peut alors comprendre qu'un défaut d'apport en engrais organique sur plusieurs années puisse entraîner des chutes de rendements. S'y ajoute, pour la majorité des riziculteurs enquêtés, un travail du sol léger qui ne dépasse pas une profondeur de 6 cm et qui d'après Woperies, 1998, peut gêner le développement de la plante et donc contribuer à la réduction du rendement d'une part car la profondeur de boue n'étant pas suffisante (< 6 cm), la mobilisation des éléments nutritifs du sol est gênée et d'autre part, les plantes possédant un appareil racinaire très réduit, le second apport d'azote en début de montaison n'a aucun effet.

III.3.2.2. Contreperformances liées aux retards du service agricole

Ces retards de la fourniture d'intrants se sont manifestés par des dates de semis différés aux mois d'aout et de septembre pour la culture d'hivernage (fin juillet habituellement) et aux mois de mars et d'avril pour la culture de saison sèche chaude (février habituellement) et des retards des différentes opérations culturales, surtout pour les producteurs qui dépendent des prêts bancaires et des subventions. Ainsi, ces retards ont beaucoup affecté les riziculteurs de types T2, T3, T4 et T5 qui dépendent beaucoup des prêts bancaires et de la distribution d'intrants subventionnés. De fait, le quart seulement des riziculteurs (26,64%) ont fait campagne en saison des pluies 2019 contre plus de la moitié (60,36%) en saison sèche et le dixième seulement (10,38%) ont pratiqué la double culture cette même année. Durant les hivernages, ces retards ont occasionné des chutes de rendements telles, qu'ils ont entraîné une inversion de la tendance qui veut que la culture de saison des pluies soit la saison principale de production de riz dans la région du fleuve Sénégal, comme l'ont révélé plusieurs auteurs (Dingkuhn, 1997 ; Dingkuhn et Sow, 1997 ; Rigourd *et al.* 2002). De plus, beaucoup d'auteurs ont affirmé que les rendements pendant la culture d'hivernage étaient meilleurs que ceux de la contre saison chaude (Dingkuhn et Sow, 1997 ; Rigourd *et al.* 2002). Ces meilleures performances en hivernage s'expliquent par le fait qu'en

campagne de contre saison chaude, au moment de l'installation de la culture, les faibles températures, sous optimales, ralentissent la germination et le développement du riz et les températures élevées en mai peuvent provoquer la stérilité des épis (Le Gal et Papy, 1998).

L'érection de la culture de saison sèche chaude en culture principale n'a été ni brusque ni imprévisible. En effet, elle s'est faite progressivement (SAED, 2018). En 2014 déjà, la superficie cultivée (30 888 ha) ainsi que la production de paddy (222 905 T) en saison sèche chaude étaient supérieures à la superficie cultivée (22 445 ha) et la production de paddy (208 067 T) en hivernage dans la région de Saint Louis. Cette tendance n'a fait que s'accroître jusqu'en 2018 où la superficie cultivée et la production de paddy n'ont représenté que la moitié de la superficie cultivée et la production de paddy en saison sèche chaude (25 498 ha cultivés pour une production de 155 269 T de paddy en hivernage contre 46 646 ha cultivés pour une production de 304 889 T en saison sèche chaude).

L'inversion de la période principale de culture et l'abandon de la culture de saison des pluies ont prévalu chez les riziculteurs de la population étudiée, et ce malgré des investissements non négligeables des autorités publiques depuis 2012 (SAED, 2018), à savoir :

- des travaux d'amélioration de la base productive (globalement, les travaux d'aménagement hydroagricoles ont porté sur 48 443 ha dont 13 311 ha de nouveaux aménagements) ;
- des équipements et infrastructures de stockage (1 258 groupes motopompes et 10 stations de pompage, 1032 tracteurs et 80 moissonneuses batteuses, 113 magasins de stockage d'une capacité de 32 350 tonnes et 110 tentes bâchées, 24 rizeries et d'autres petits équipements) ;
- des subventions aux intrants (70% pour l'urée et les produits phytosanitaires) ;
- le financement du crédit de campagne (6,88 milliards de FCFA mobilisés en moyenne chaque année par la CNCAS depuis 2012).

Tout ceci remet en cause le choix des priorités dans les investissements publics pour développer la riziculture irriguée. En effet, tous les financements ont été concentrés dans la mise en place d'infrastructures de production et de stockage, dans la subvention des intrants et dans le financement individuel des producteurs. Ces choix ont entraîné une augmentation de la demande en services agricoles (fourniture d'intrants subventionnés et financements) et imposé une plus

grande dispersion géographique de cette demande. Face à ce nouveau défi logistique et financier, les secteurs de la fourniture d'intrants et de l'octroi des financements semblent s'essouffler.

La mise en cause des retards du service à l'agriculture comme déterminant principal de l'abandon progressif de la culture d'hivernage et de la double culture est tout à fait plausible. En effet, plusieurs auteurs ont mis en évidence l'impératif de respecter la date de mise en place de la culture et le calendrier des interventions culturales. Ainsi, Yoshida, 1981 ; Dingkuhn et Miezán, 1994, ont affirmé que les retards au semis pouvaient engendrer une implantation en dehors de la période propice et de fait, entraîner une baisse de rendement due à la stérilité des épillets ou interdire la succession de deux cycles de culture. Ces derniers ont précisé qu'une des contraintes majeures à l'obtention d'un rendement élevé est le retard de semis ou de repiquage et/ou le mauvais calage du calendrier des interventions par rapport au développement de la culture : retard de semis, retard de désherbage et des apports d'engrais, récolte à sur maturité.... Par exemple, le stade auquel l'urée est apportée a plus d'effet sur la croissance de la culture que la quantité apportée (Wescott *et al.* 1986 ; Fageria *et al.* 1999). Le plus inquiétant dans la situation actuelle de la riziculture dans le delta et de la vallée du fleuve Sénégal est que, c'est des cuvettes entières qui décident non pas de ne pas aller en campagne d'hivernage, mais, de ne plus aller en campagne d'hivernage. Ces prises de décisions collectives reflètent parfaitement le mécanisme de prise de décisions décrit par Tarrière en 1983. L'auteur affirme que la décision de réaliser une campagne de culture est prise collectivement ; le choix est fait généralement par son président, et les paysans réunis en assemblée générale entérinent cette décision (Tarrière, 1993).

III.3.3. Brulis de la paille de riz

Jusqu'à la sécheresse de 1983-1984, la paille était brûlée une fois la récolte et le battage du riz achevés, les éleveurs confrontés à un manque de fourrage naturel ont commencé à conduire leurs troupeaux sur les casiers pour qu'ils consomment la paille. D'après Dieng, en 1983, la quantité de paille de riz s'élevait à 30 000 tonnes dont la moitié était consommée par le bétail et l'autre moitié brûlée (Dieng, 1984). Cette tendance à brûler la paille après récolte persiste encore de nos jours (Gaye, 2016). Depuis les années 1980, les quantités de paille de riz ont beaucoup évolué (400 147 T en 2018 dans la région de Saint Louis) (SAED, 2018). Cependant, la quantité de cette paille brûlée n'a presque pas changé mais la cause de ces brulis évoquée par les riziculteurs à l'époque a changé. En effet, en 1983, les riziculteurs ont affirmé avoir brûlé la paille parce qu'ils devaient rapidement effectuer les façons culturales de la culture d'hivernage (Dieng, 1984). En

2019, pour cette même culture de saison sèche chaude (qui peut être considérée comme la saison principale de production), 79,51% de la paille de riz a été brûlée. Les causes de brûlis évoqués sont les dégâts causés par l'introduction du bétail dans les parcelles. Ce postulat tient la route quand on se rend compte de l'énorme charge de bétail dans les parcelles récoltées en période de retour de transhumance (mai, juin). Cependant, peut-on se fier aux seules paroles des riziculteurs quand on sait que le code pastoral condamne le brûlis de la paille de riz et omettre la possibilité que le bétail soit un bouc émissaire. Ainsi, ces brûlis ne sont-ils pas tout simplement des formes de représailles dans la lutte qui oppose agriculteurs et éleveurs. Toutefois, le ramassage, le conditionnement de la paille en bottes et son stockage permettrait au moins de régler les problèmes de l'introduction des troupeaux dans les parcelles et de la destruction de la paille exposée aux intempéries (pluie...).

III.3.4. Résultats d'exploitation

Pour la plupart des riziculteurs de la population étudiée (86,97%), l'activité de culture du riz s'inscrit dans une logique de sécurité alimentaire. Ces derniers sont caractérisés par de faibles revenus car exploitent des superficies faibles, ont des rendements faibles et des coûts de production élevés. Une partie de leur production est autoconsommée et la vente n'est envisagée qu'en cas d'excès par rapport aux besoins du foyer. Dès lors, lorsqu'on prend en considération le mode de financement de la riziculture (prêt bancaire) chez ces petits producteurs, on comprend aisément que la plupart d'entre eux soient endettés car d'une part, le paiement se fait via le paddy récolté et d'autre part, la priorité pour ces riziculteurs est d'assurer le ravitaillement en riz du foyer pour l'année. Ces types de financement des petits producteurs et les difficultés à rembourser qui les accompagnent ne datent pas d'aujourd'hui. Ils ont déjà été décrits par Tarière dans les années 1990, qui précise les difficultés qu'ont les agriculteurs à rembourser lorsque les rendements sont faibles (Tarière, 1993). Aussi, les coûts de production élevés (liés au pompage de l'eau d'irrigation et à la mécanisation des travaux) chez les riziculteurs du fleuve Sénégal ont été mentionnés à la fin des années 90 (Bélières, 1997). D'ailleurs, la SAED reconnaissait pour les 20 dernières années qui ont précédé 1997, des coûts de production élevés et l'endettement de nombreux producteurs ; comblé par l'Etat, par le renflouement périodique de la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (SAED, 1997). À ces coûts de production élevés et ces faibles rendements, s'associent les faibles superficies cultivées (0,25 à 0,5 ha) par les petits producteurs que Rigourd qualifie de riziculteurs qui répondent avant tout à des objectifs sociaux et de sécurité

alimentaire (Rigourd *et al.* 2002). Au moins, pour ces producteurs ainsi décrits par Rigourd, tout comme pour les petits riziculteurs de la population étudiée, les périmètres cultivés garantissent un disponible alimentaire minimum essentiel.

Ces contreperformances économiques liées à la foi aux faibles rendements, aux faibles superficies cultivées, aux coûts de production élevés et au mode de financement de l'agriculture, surtout chez les petits producteurs, méritent réflexion. Nous serions tentés de proposer le repiquage généralisé et la traction bovine pour réduire les charges d'exploitation et améliorer les rendements dans les petits périmètres si l'expérience réussie n'avait pas déjà été importée de l'office du Niger et ne s'était pas soldée par un échec aux rives du Sénégal (Jamin, 1994).

Conclusion partielle

Les résultats de cette étude ont montré que deux facteurs pouvaient améliorer les conditions d'accès aux sous-produits du riz en général et à la paille de riz en particulier pour les éleveurs : i) l'augmentation de la production, qui requiert certes l'augmentation des superficies cultivées, mais surtout, l'amélioration des rendements et ; ii) l'amélioration des conditions de récolte, de conditionnement, de conservation et de commercialisation de la paille de riz pour éviter les pertes, les dégâts du bétail dans les parcelles et la flambée des prix de la paille de riz.

Les rendements dans la population étudiée, ont été plus ou moins faibles, comparés aux rendements potentiels des variétés cultivées et les principaux facteurs identifiés comme ayant un impact négatif sur les rendements sont :

- l'absence de drainage, couplé à la présence de sel dans les parcelles, qui implique 65% des superficies cultivées ;
- la baisse de fertilité du sol, causée par l'absence d'apport en engrais organique (92,42% des superficies) sur les parcelles cultivées depuis plus de 15 ans et accentuée par le travail du sol superficiel (< à 6cm de profondeur) qui entrave le développement racinaire de la plante et donc, la mobilisation des éléments nutritifs du sol ;
- les dégâts du bétail qui selon les cultivateurs, génèrent des coûts additionnels et favorisent la dissémination des mauvaises herbes sur les parcelles ;
- les retards du service agricole (fourniture d'intrants subventionnés et prêts bancaires) qui entraînent une implantation de la culture en dehors de la période indiquée et des retards

dans les différentes interventions culturales. Ces retards ont provoqué des chutes de rendements tels que, plusieurs unions de producteurs ont décidé de ne plus aller en campagne d'hivernage. De fait, de 2014 à 2019, les superficies cultivées en saison sèche chaude ont largement dépassé les superficies cultivées en hivernage.

Le brulis de la paille de riz après récolte a été beaucoup plus fréquent pendant la culture de saison sèche chaude que pendant la culture d'hivernage (79,51% contre 8,47% de la paille de riz produite) pour une moyenne sur l'année 2019 de 50,33%. Deux causes de brulis sortent du lot : i) les dégâts du bétail sur les parcelles et ; ii) l'absence de matériel de conditionnement et d'entrepôts de stockage de la paille, à l'abri des intempéries (surtout la pluie) pour différer la vente aux périodes de forte demande.

Concernant les résultats économiques et financiers, l'enquête a révélé de très faibles revenus pour 86,97% des riziculteurs dont, le principal objectif est d'assurer leur sécurité alimentaire. Ces faibles revenus sont étroitement liés aux faibles rendements qui ne laissent pas aux riziculteurs une marge bénéficiaire confortable, mais aussi, aux faibles superficies cultivées individuellement par ces derniers.

CHAPITRE IV - Analyse des flux d'intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail dans le bassin de collecte de la Laiterie Du Berger (LDB)

Introduction

Le blocage du développement de la production laitière en Afrique de l'Ouest, a constitué un des fils conducteurs des initiatives d'appui à l'élevage des années 1960 à aujourd'hui. La plupart des opérations de développement laitier se sont focalisées sur les solutions techniques à promouvoir pour « rattraper » ce retard : amélioration génétique, cultures fourragères, rationnement des vaches laitières, promotion de centres de collecte réfrigérés. Il s'agissait alors, de susciter l'essor de systèmes de production « intensifs », capables de répondre à l'augmentation rapide de la demande urbaine. Or, faute d'une connaissance approfondie des conditions dans lesquelles devaient être mises en place ces innovations, un grand nombre de ces projets n'ont pas abouti à l'augmentation attendue de la productivité (Walshe *et al.* 1991 ; Metzger *et al.* 1995 ; Vatin, 1996).

Parmi les conditions de production, des hausses des prix des intrants destinés à l'alimentation du bétail viennent aggraver l'insuffisance constatée dans la mise en valeur des sous-produits agricoles et agro industriels locaux en période de déficit fourrager. Cette volatilité des prix a été décrite en Afrique de l'Ouest, en général (Bougoum, 2000 ; Deffo *et al.* 2009 ; Camara, 2013 ; Duteurtre et Corniaux, 2018) et dans la rive gauche du fleuve Sénégal en particulier (Gaye, 2016).

C'est dans ce contexte que s'est inscrite l'analyse des flux d'intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail. Cette étude a pour objectif d'analyser les conditions d'accès des producteurs laitiers aux intrants alimentaires. Pour se faire, à travers une approche filière, le rôle des différents acteurs impliqués dans la commercialisation de ces intrants et le partage de la valeur ajoutée ayant résulté de leur commercialisation ont été déterminés.

IV.1. Méthodologie

IV.1.1. Estimation des quantités d'intrants alimentaires utilisés dans la zone d'étude

IV.1.1.1. Estimation des quantités d'intrants alimentaires produits dans la zone d'étude

- Paille de riz

Pour estimer la quantité de paille de riz disponible dans la zone d'étude, le rendement paddy moyen a été multiplié par le total des superficies cultivées puis par le coefficient de conversion du riz paddy en paille de riz : $Q \text{ paille de riz} = Q \text{ riz paddy produite} \times 0,8$.

De cette quantité de paille de riz produite, ils ont été déduites les quantités perdues (par brulis ou par défaut de stockage) et les quantités exportées en dehors de la zone d'étude, pour connaître les quantités utilisées en alimentation animale.

- Paille de canne à sucre

Pour connaître les quantités de paille de canne à sucre disponibles et vendues ou données, les données non publiées sur la production de biomasse aérienne en T/ha de la CSS et compilées sur plusieurs années, ont été utilisées.

- Fane d'arachide et fane de niébé

Les quantités de fane d'arachide produites en culture irriguée et de fane de niébé en culture pluviale ont été connues via la détermination de la quantité de graines d'arachide et de niébé commercialisés sur le marché local et la multiplication de ces quantités par les coefficients de conversion respectifs :

$$Q \text{ fane d'arachide} = Q \text{ graines d'arachide} \times 1,2$$

$$Q \text{ fane de niébé} = Q \text{ graines de niébé} \times 6$$

- Son de riz

La quantité de son de riz produite par les rizeries artisanales et certaines rizeries semi industrielles a été évaluée à partir de l'échantillon de ces rizeries enquêté. La production moyenne de cet échantillon calculé a été multipliée par les 121 rizeries qui produisent du son de riz dans la zone d'étude pour connaître la quantité totale de sonde riz produite.

Echantillonnage des rizeries produisant du son de riz (Landais, 1998 ; Kobrich *et al.* 2003).

Les rizeries qui ont produit du son de riz durant la saison 2018-2019 étaient trop nombreux (121) et de localisation inconnue. De fait, elles n'ont pas pu être recensées. En effet, seule une liste obtenue auprès du président de la fédération des rizeries du Sénégal était disponible. Ainsi, l'échantillonnage boule de neige a été pratiqué. L'échantillonnage boule de neige est cependant une méthode d'échantillonnage non probabiliste : certains particuliers ou sous-groupes pourraient n'avoir aucune chance d'être échantillonnés.

Pour calculer la taille de l'échantillon, il a été retenu un niveau de précision pour les enquêtes de + ou - 5% pour un niveau de confiance égal à 95% et un degré de variabilité par défaut $P = 0,5$.

e. Ainsi, la taille de l'échantillon initial a été donnée par la formule :

$$n1 = z^2 p (1-p) / e^2$$

Avec : $n1$ = Taille de l'échantillon initial

z = Niveau de confiance voulue

e = Marge d'erreur voulue

p = Degré de variabilité par défaut

$$n1 = (1,96)^2 (0,5-0,5^2) / 0,05^2$$

$$n1 = 384$$

f. Ajustement de la taille de l'échantillon pour tenir compte de la taille de la population

$$n2 = n1 \times N / (N + n1)$$

$$n2 = 384 \times 121 / (121 + 384)$$

$$n2 = 92$$

g. Ajustement de la taille de l'échantillon, compte tenu de l'effet de plan ($Deff$)

Il n'y a pas d'estimation convenable de l'effet de plan disponible et tirée d'une enquête précédente, le coefficient $Deff = 1$ a été utilisé pour calculer la taille de l'échantillon.

$$n3 = Deff \times n2$$

$$n3 = n2 = 92$$

- h. Ajustement pour le taux de réponse afin de déterminer la taille de l'échantillon final **n**

$$n = n_3 / r$$

$$n = 291 / 0,95$$

$$\mathbf{n = 96}$$

r = Taux de réponse. Nous supposons que 95% des gérants de rizeries artisanales vont répondre au questionnaire.

Recensement des rizeries produisant de la farine basse

Les rizeries produisant de la farine basse, étant moins nombreuses et connues (14 rizeries), ont fait l'objet d'un recensement.

IV.1.2.2. Estimation des quantités d'intrants alimentaires importés dans la zone

Pour estimer les quantités d'intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail et importés dans la zone d'étude, il a été fait un recensement des grossistes qui desservent la zone et une addition des quantités commercialisés courant 2018-2019. Ces grossistes étaient au nombre de 13 et étaient tous basés à Touba.

IV.1.3. Analyse des flux d'intrants et détermination des bénéficiaires de la valeur ajoutée

IV.1.3.1. Approche

L'approche filière a été utilisée pour analyser les conditions d'accès des producteurs laitiers aux intrants alimentaires. En analyse économique, une filière peut être considérée comme un mode de découpage du système productif privilégiant certaines relations d'interdépendance. Elle permet de repérer des relations de linéarité, de complémentarité et de cheminement entre les différents stades de transformation. Dans cette étude, l'approche méso-économique a été adoptée.

Selon l'approche méso-économique, il faut repérer, le long des diverses opérations, les acteurs, leurs logiques de comportement, leurs modes de coordination, et repérer ainsi les nœuds stratégiques de valorisation et de dégagement de marges (Hugon, 1998).

Pour se faire, la répartition de la valeur ajoutée entre les différents acteurs du circuit de commercialisation a été étudiée. La richesse nouvelle que crée une activité de production, appelée valeur ajoutée, est mesurée par la valeur du produit brut obtenu moins les richesses qu'il a fallu détruire (consommations intermédiaires) pour le produire (Tallec et Bokel, 2005). Pour un distributeur, la valeur ajoutée provient de la différence entre le prix vendu aux consommateurs et le prix d'achat du produit à ses fournisseurs.

D'un point de vue économique, à chaque échelon de la filière, les agents cherchent à maximiser leur valeur ajoutée en négociant d'un côté à la baisse le prix d'achat des produits initiaux et d'un autre côté à la hausse le prix de vente de leur produit.

Qu'entend-on par bon partage de la valeur ajoutée dans cette étude ? Un des critères qui permettrait de juger d'un bon partage de la valeur ajoutée au sein d'une des filières analysées serait l'étude de la rentabilité financière de chacune des activités. En effet, cet aspect permet de s'interroger sur la valeur ajoutée créée, les revenus tirés de celle-ci et aussi sur la pérennité de l'activité dans le futur.

IV.1.3.2. Recensement des autres acteurs de la filière

Les détaillants (au nombre de 34) qui tiennent des commerces au niveau des marchés locaux, ont été recensés et les différents types de transporteurs enquêtés.

IV.1.4. Détermination des fluctuations des prix

Un dispositif d'alerte a été mis en place au niveau des marchés locaux pour déterminer le moment exact des augmentations ou des baisses de prix.

IV.2. Résultats

IV.2.1. Descriptif des acteurs impliqués et rôle joué dans les filières intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail

IV.2.1.1. Cultivateurs

- Riziculteurs

Les riziculteurs de la zone d'étude ont directement vendu la paille de riz aux éleveurs durant la saison de cultures 2018-2019. Cette vente n'a été consécutive que dans de très rares cas, au conditionnement de la paille en bottes.

- Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS)

La CSS a produit une quantité non négligeable de paille de canne à sucre (70% de la quantité de paille de riz) au cours de saisons de culture 2018-2019. 57% de cette paille (paille brûlée) a été donné en vrac aux éleveurs de la zone d'étude et 43% de cette paille a été cédé gratuitement à la LDB, qui s'est chargée de la conditionner en bottes et de la vendre.

- **Cultivateurs d'arachide en irrigué et de niébé en pluvial**

Toute la fane d'arachide produite en irrigué dans la zone d'étude, durant la saison de cultures 2018-2019 et la fane de niébé produite durant la saison des pluies 2019 ont été exportées par les grossistes.

IV.2.1.2. Rizeries

Suivant leur capacité de décorticage, on distingue 3 types de rizeries dans la zone d'étude : les rizeries artisanales (capacité de décorticage installé inférieur à 1 tonne/heure), les rizeries semi industriels (capacité de décorticage installé de 1 à 3 tonnes/heure), et les rizeries industrielles (capacité de décorticage installé supérieur à 3 tonnes/heure) (Figure 8). Les rizeries artisanales ont produit du son de riz, alors que les rizeries industrielles et semi industrielles ont produit de la farine basse de riz.

Les modes de commercialisation du son et de la farine basse de riz dans la zone d'étude sont très différents :

- i) Le son de riz est vendu à la fois aux détaillants et directement aux éleveurs. Le prix de vente aux détaillants est moins élevé que le prix de vente aux éleveurs, ce qui permet aux détaillants de dégager une marge bénéficiaire. Aussi, les prix de vente du son de riz, aussi bien ceux appliqués aux détaillants que ceux appliqués aux éleveurs, augmentent durant le premier tiers de la période de soudure. Cette augmentation est liée à l'augmentation du prix d'achat du riz paddy. En effet, contrairement aux rizeries industrielles, les rizeries artisanales n'ont que très rarement les moyens d'acheter d'un coup la totalité du riz paddy décortiqué. Ainsi, les achats massifs au moment des récoltes créent une pénurie qui entraîne une augmentation du prix du riz paddy de 125 FCFA à 185 FCFA/kg, bien que ce prix soit fixé par l'état du Sénégal à 125 FCFA. Cette augmentation du prix du paddy se répercute sur le prix du son de riz.
- ii) La farine basse n'est vendue qu'en grandes quantités, aux grossistes ou aux détaillants par les rizeries industrielles et semi industrielles.

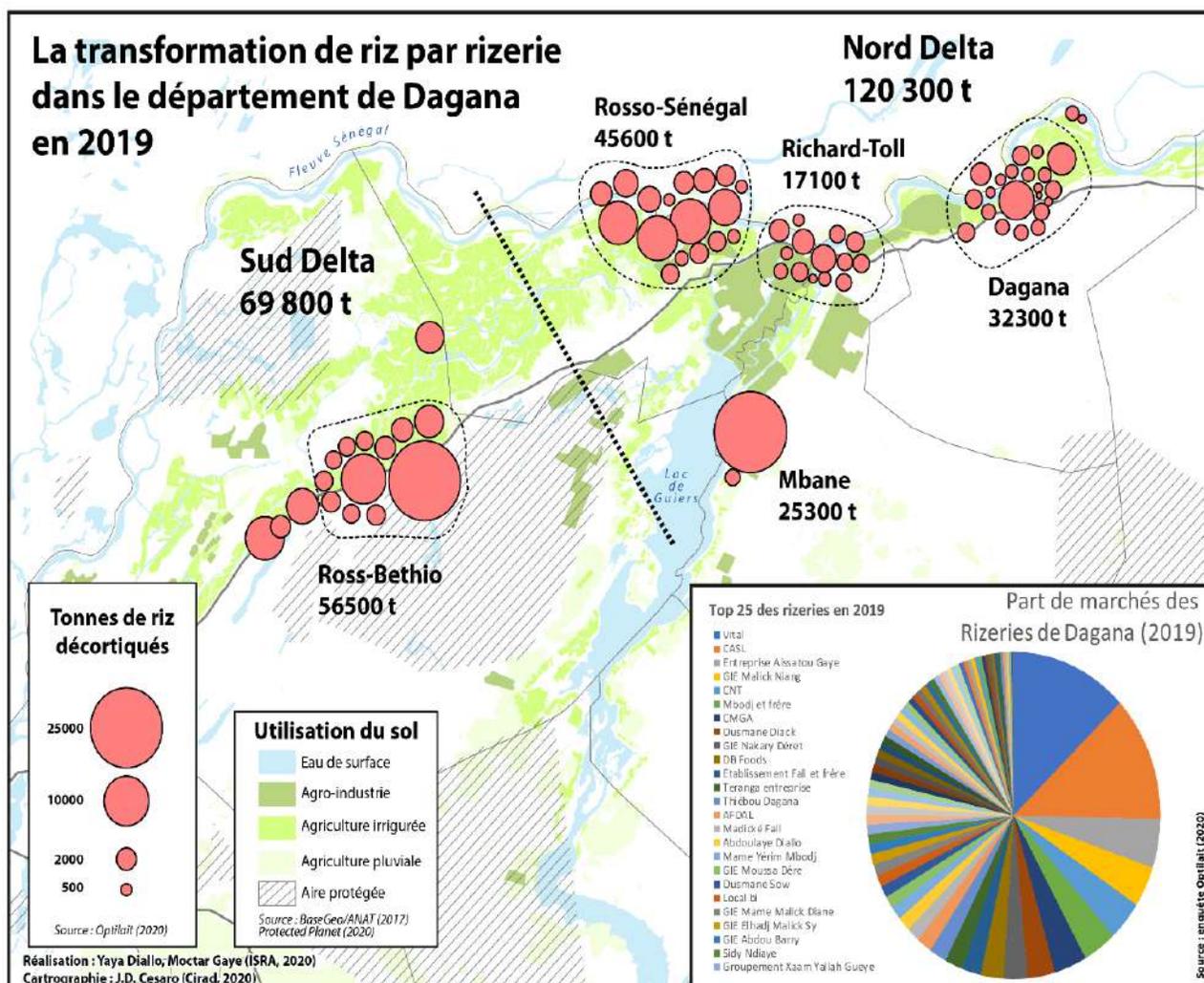


Figure 8 : Localisation des rizeries enquêtées en fonction des quantités de paddy transformées (Césaro et Diallo, 2019)

IV.2.1.3. Industries de fabrication d'aliment complet pour bétail

Les industries de fabrication d'aliment complet pour bétail se chargent du transport de leurs produits jusqu'à leurs entrepôts situés dans la zone d'étude et gérés par des opérateurs privés sous contrat.

IV.2.1.4. Grossistes

Tous les grossistes de la zone d'étude mènent leurs activités à partir de la ville de Touba (lieu de transit et de stockage des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail). Ces intrants sont soit achetés au Sénégal ou importés d'autres pays d'Afrique de l'Ouest et vendus aux détaillants.

IV.2.1.5. Détaillants

Les détaillants de la zone d'étude achètent les intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail aux grossistes ou directement aux rizeries puis les revendent aux éleveurs au niveau des marchés, moyennant une marge bénéficiaire.

IV.2.1.6. Transporteurs

4 types différents de transporteurs interviennent dans le circuit de distribution des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail :

- i) Transporteurs de type 1 (T1) : il s'agit des camions gros porteurs qui assurent le transport à partir de pays étrangers. Leur tarif moyen est de 25 FCFA/kg et ils livrent les grossistes à Touba.
- ii) Transporteurs de type 2 (T2) : il s'agit des camions gros porteurs qui assurent le transport à partir de zones de productions du Sénégal. Ils livrent les grossistes à Touba pour un tarif allant de 8 FCFA à 12 FCFA/kg en fonction de la distance couverte.
- iii) Transporteurs de type 3 (T3) : ils desservent les détaillants. Plusieurs types de véhicules de type 3 ont été identifiés, allant des charrettes à des camions gros porteurs. Le coût de ce type de transport est très variable, allant de 8 FCFA/kg (pour les gros porteurs ralliant Touba à la zone d'étude à 2 FCFA/kg (pour le transport sur de courtes distances par charrettes ou par un véhicule appartenant au détaillant).
- iv) Transporteurs de type 4 (T4) : ils desservent les éleveurs de la zone d'étude sur de courtes distances. Le coût de ce type de transport est de 12,5 FCFA/kg.

IV.2.2. Commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail

IV.2.2.1. Flux et commercialisation de sous-produits locaux (2018-2019) (Tableau 18)

- Paille de riz

293 920 tonnes de paille de riz ont été produites durant la saison de cultures 2018-2019, à l'intérieur des 50 km constituant le rayon de collecte de la LDB. 60,6% de cette paille a été détruite (50,3% par brulis et 10,3% par défaut de stockage) et 8,7% exportée. Ce qui a porté la quantité de paille de riz utilisée en alimentation animale à l'intérieur de la zone d'étude à 89 969 tonnes, soit 30,6% seulement de la production. La vente de la paille de riz dans la zone d'étude, qui a porté sur 85% de la paille de riz utilisée en alimentation animale, s'est fait bord champ, exclusivement par les riziculteurs.

Les éleveurs de la zone d'étude n'achètent pas la paille de riz pendant l'hivernage. Toutes les ventes à cette période sont alors destinées à l'exportation (10 FCFA/kg, frais de transport compris), vers les zones périurbaines d'élevage intensif et de case. Le prix de la paille de riz a connu d'importantes hausses tout au cours de l'année, aussi bien à l'exportation qu'à la commercialisation locale. Cette hausse est de 100% au premier tiers de la période de soudure (20 FCFA/kg, frais de transport compris), 250% au deuxième tiers de la période de soudure (25 FCFA/kg, frais de transport compris) et 500% durant le dernier tiers de la période de soudure (50 FCFA/kg, frais de transport compris), par rapport au prix premier tiers de la période de soudure.

- **Paille de canne à sucre**

La CSS a produit en 2019 deux types de paille de canne à sucre :

- i) la paille de canne à sucre brûlée, produite sur 8 000 ha avec un rendement moyen de 14,8 TMF/ha et ;
- ii) la paille de canne sucre non brûlée sur 3 000 ha avec un rendement moyen de 29,4 TMF/ha.

Ainsi, la quantité totale de paille de canne à sucre produite par la CSS est non négligeable (représente 70% de la quantité paille de riz). Elle est de 206 600 tonnes dont 118 400 tonnes de paille de canne brûlée (ce brûlis opéré pour faciliter la récolte détruit les feuilles mortes et laisse intacte une certaine proportion de la biomasse) et 88 200 tonnes de paille de canne non brûlée. La paille de canne brûlée représente 57% de la quantité totale de paille produite et est donnée aux éleveurs, qui la ramassent dans les parcelles récoltées. Cependant, la gestion de la paille de canne non brûlée a été cédée à la LDB, qui la conditionne en bottes avant de la vendre à un prix fixe de 20 FCFA/kg pendant la période de soudure.

- **Fane d'arachide**

La production de fane d'arachide dans la zone d'étude est beaucoup moins importante que celle de la paille de riz ou de canne à sucre. La culture de l'arachide se fait en période de soudure, en irrigué. En 2019, la totalité de la fane obtenue après récolte (2788 tonnes) a été exportée dans les zones périurbaines des grandes villes. Elle s'est vendue bord champ à 100 FCFA/kg.

- **Fane de niébé**

La quantité de fane de niébé produite dans la zone d'étude (18 660 tonnes) est beaucoup plus importante que la quantité de fane d'arachide produite. La culture de niébé est hivernale. En 2019, la totalité de la fane obtenue après récolte a été exportée dans les zones périurbaines des grandes villes. Elle s'est vendue bord champ à 110 FCFA/kg.

Tableau 18 : Flux et commercialisation des sous-produits locaux (2018-2019)

Variables	Paille de riz	Paille de canne	Fane d'arachide	Fane de Niébé	Son de riz	Farine basse de riz
Q produite (T)	293 920	206 600	2 788	18 660	88 484	11 809
Q perdue (T)	178 321	0	4	7	540	347
Q exportée (T)	25 630	0	2359	1216	17 028	5 991
Q commercialisée (dans la zone, T)	76 513	88 200	0	1887	70 916	5 471
Q donnée ou auto utilisée (T)	13 456	118 400	0	0	0	0
Prix producteur (FCFA/kg)	–	–	110	100	65-100	80
Prix Gr Hivernage (FCFA/kg)	–	–	–	–	–	–
Prix Gr saison sèche (FCFA/kg)	–	–	–	–	–	–
Prix détail hivernage (FCFA/kg)	10	–	–	–	70	100
Prix détail 1er tiers soudure (FCFA/kg)	20	20	–	–	100	150
Prix détail 2ème tiers soudure (FCFA/kg)	25	20	–	–	180	210
Prix détail 3ème tiers soudure (FCFA/kg)	50	20	–	–	200	240

- **Son de riz**

La quantité de son de riz produite en 2019 a été de 88 484 tonnes dans la zone d'étude. 0,6% de cette production (540 tonnes) a été détruite, faute de stockage approprié et 19% exportée en dehors de la zone d'étude (17 028 tonnes). Les rizeries artisanales vendent le son aux détaillants durant la saison des pluies à 65 FCFA/kg, mais aussi, vendent au détail aux éleveurs, au même prix que les grossistes (70 FCFA/kg). Ce mécanisme de ventes à deux types de clients distincts (détaillants et éleveurs) explique en partie les fluctuations des prix appliqués par les rizeries artisanales en vente directe aux éleveurs (65 à 100 FCFA). Cette vente directe aux éleveurs ne dure cependant que jusqu'au premier tiers de la période de soudure car les stocks de son de riz sont écoulés très rapidement (la vente ne dure que dans de très rares cas plus de trois mois à partir du début de la production). D'autre part, les rizeries artisanales sont soumises à des fluctuations du prix du paddy quand l'offre baisse par rapport à la demande ; ce qui se répercute forcément sur le prix de vente du son, puisque le prix de vente du riz blanc est fixé par la loi du marché.

Chez les commerçants détaillants, le son de riz est soumis à de très fortes fluctuations d'une période à l'autre de l'année. Ce prix a connu une hausse de 33% durant le premier tiers de la période de soudure, par rapport au prix pendant la saison des pluies. Cette hausse a été de 140% puis de 165%, respectivement durant le second et le dernier tiers de la période de soudure.

- **Farine basse de riz**

La quantité de farine basse de riz produite en 2019 a été 11 809 tonnes dans la zone d'étude. 2,9% de cette production (347 tonnes) ont été détruit, faute de stockage approprié. Contrairement au son de riz, plus de la moitié de la farine basse de riz produite par les rizeries industrielles et semi industrielles (50,7% qui correspond à 5991 tonnes) a été exportée, achetée en majorité par les industries de fabrication d'aliment pour bétail. Le prix imposé par les rizeries industrielles et semi industrielles est fixé à 80 FCFA/kg pour la farine basse de riz toute l'année.

Chez les commerçants détaillants, la farine basse de riz est soumise à de très fortes fluctuations d'une période à l'autre de l'année. Ce prix a connu une hausse de 50% durant le premier tiers de la période de soudure (150 FCFA/kg), par rapport au prix pendant la saison des pluies (100 FCFA/kg). Cette hausse a été de 110% puis de 140%, respectivement durant le second et le dernier tiers de la période de soudure.

IV.2.2.2. Flux et commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail (2018-2019) (Tableau 19)

- Tourteau d'arachide industriel

Le tourteau d'arachide est importé dans notre zone d'étude, en provenance de l'usine d'huilerie de la SONACOS SA située dans une autre région du Sénégal (Kaolack). La quantité de tourteau d'arachide importée en 2018-2019 dans la zone d'étude est de 117 tonnes dont 9 tonnes perdus par défaut de stockage et 103 tonnes commercialisés. Le prix du tourteau d'arachide à l'huilerie (SONACOS SA) a été en 2018-2019 de 225 FCFA/kg. Les grossistes l'ont vendu à 250 FCFA/kg pendant la saison sèche et au prix de l'usine (225 FCFA/kg) pendant l'hivernage qui a suivi. Le prix au détail a été de 260 FCFA/kg pendant le premier tiers de la période de soudure (d'octobre à décembre 2018). Ce prix a connu une hausse de 3,8% (270 FCFA/kg) puis de 11,5% (290 FCFA/kg), respectivement au deuxième et au dernier tiers de la période de soudure ; avant de connaître une nette baisse à l'hivernage 2019 (233,5 FCFA/kg).

- Tourteau d'arachide artisanal

Le tourteau d'arachide artisanal est importé dans notre zone d'étude, en provenance de Touba (huileries artisanales). Ces importations ont porté sur des volumes beaucoup plus importants que le tourteau industriel (346 tonnes dont 16 tonnes perdues, défaut de stockage et 330 tonnes commercialisés). Le prix à l'usine du tourteau artisanal (140 FCFA/kg) est beaucoup moins élevé que celui du tourteau industriel et le prix grossiste n'a pas varié (160 FCFA/kg), car tous les stocks ont été vendus avant l'hivernage 2019. Le prix au détail a été de 200 FCFA/kg pendant le premier tiers de la période de soudure (d'octobre à décembre 2018). Ce prix a connu une hausse de 12,5% (225 FCFA/kg) puis de 25% (250 FCFA/kg), respectivement au deuxième et au dernier tiers de la période de soudure ; avant de connaître, tout comme pour le tourteau industriel, une nette baisse pendant l'hivernage 2019 (180 FCFA/kg).

- Tourteau de coton

Le tourteau de coton a été importé dans notre zone d'étude, en provenance de l'étranger (Mali et Burkina Faso). Malgré son origine étrangère, la quantité de tourteau de coton importée dans la zone d'étude est plus importante (598 tonnes) que les quantités de tourteaux d'arachide artisanal et industriel réunies. 21 tonnes de tourteau de coton ont été perdus pour cause de stockage inapproprié et 577 tonnes commercialisés dans la zone d'étude. Le prix à l'usine du tourteau de

coton (100 FCFA/kg) est beaucoup moins élevé que ceux des tourteaux d'arachide industriel et artisanal (représente 44% du prix du tourteau d'arachide industriel et 71% du prix du tourteau d'arachide artisanal). Cependant, le prix appliqué par les grossistes pendant la saison sèche est beaucoup plus élevé que le prix du tourteau d'arachide artisanal (220 FCFA/kg contre 160 FCFA/kg). Ce prix a baissé de 13,5% pendant la saison des pluies 2019 (193,5 FCFA/kg). Le prix au détail a été de 240 FCFA/kg pendant le premier tiers de la période de soudure (d'octobre à décembre 2018). Ce prix a connu une hausse de 4% (250 FCFA/kg) puis de 14,6% (275 FCFA/kg), respectivement au deuxième et au dernier tiers de la période de soudure ; avant de connaître, tout comme pour les tourteaux d'arachide industriel et artisanal, une nette baisse pendant l'hivernage 2019 (220 FCFA/kg).

- **Graine de coton**

La graine de coton est importée dans notre zone d'étude, en provenance des usines de la SODEFITEX (Tambacounda Kaolack et Kolda). Ces importations ont porté sur 305 tonnes dont 12 tonnes perdues par défaut de stockage et 293 tonnes commercialisés. Le prix à l'usine de la graine de coton a été en 2018-2019 de 160 FCFA/kg. Le prix grossiste a été de 200 FCFA/kg pendant la saison sèche et a chuté à 180 FCFA/kg pendant l'hivernage qui a suivi. Le prix au détail a été de 230 FCFA/kg pendant le premier tiers de la période de soudure (d'octobre à décembre 2018). Ce prix a connu une hausse de 4% (240 FCFA/kg) puis de 13% (260 FCFA/kg), respectivement au deuxième et au dernier tiers de la période de soudure ; avant de connaître, tout comme pour les tourteaux d'arachide industriel et artisanal et le tourteau de coton, une nette baisse pendant l'hivernage 2019 (210 FCFA/kg).

- **Son de blé importé de l'étranger**

Le son de blé a été importé dans notre zone d'étude, en provenance de l'étranger (Guinée Konakry). Malgré son origine étrangère, la quantité de son de blé importée dans la zone d'étude en provenance de la Guinée Conakry, est très importante (806 tonnes). 37 tonnes de ce son ont été perdues pour cause de stockage inapproprié et 769 tonnes commercialisés dans la zone d'étude. Le prix à l'usine de ce son de blé (60 FCFA/kg) est moins élevé que ceux du son de riz et de la farine basse de riz produits localement (respectivement 65 à 180 FCFA/kg et 80 FCFA/kg). Le prix appliqué par les grossistes pendant la saison sèche est le triple du prix usine (175 FCFA/kg). Ce prix a baissé de 40% pendant l'hivernage 2019 (125 FCFA/kg). Le prix au

détail a été de 212,5 FCFA/kg pendant le premier tiers de la période de soudure (d'octobre à décembre 2018). Ce prix a connu une hausse de 8% (230 FCFA/kg) puis de 17,6% (250 FCFA/kg), respectivement au deuxième et au dernier tiers de la période de soudure ; avant de connaître une nette baisse pendant l'hivernage 2019 (162,5 FCFA/kg).

- **Son de blé produit au Sénégal**

Ce son de blé a été importé dans notre zone d'étude en provenance des minotiers de Dakar. La quantité de ce son importée en 2018-2019 (99 tonnes), ne représente que 12,4% de la quantité en provenance de la Guinée Conakry. 7 tonnes de ce son ont été perdus pour cause de stockage inapproprié et 92 tonnes commercialisés dans la zone d'étude. Le prix à l'usine de ce son de blé (110 FCFA/kg) représente presque le double du prix à l'usine du son de blé importé de la Guinée Conakry. Cependant, les sons d'origine Sénégalaise et d'origine Guinéenne sont vendus par les grossistes sans distinction, aux mêmes prix aussi bien en saison sèche (175 FCFA/kg) qu'en hivernage (125 FCFA/kg). Aussi, les prix au détail sont les mêmes que ceux appliqués pour le son en provenance de la Guinée Conakry, sur toutes les périodes de l'année.

- **Graine de maïs**

La graine de maïs est le produit le plus intéressant de ceux commercialisés dans la zone d'étude en ce qui concerne l'apport en énergie. Elle a été importée dans notre zone d'étude, en provenance de l'étranger (Mali). La quantité de graine de maïs importée dans la zone d'étude est de 382 tonnes, dont 18 tonnes ont été perdus pour cause de stockage inapproprié et 364 tonnes commercialisés dans la zone d'étude. Le prix à l'export de la graine de maïs a été de 155 FCFA/kg, le prix appliqué par les grossistes pendant la saison sèche 2018-2019 a été de 200 FCFA/kg et le prix en hivernage 2019 a enregistré une baisse de 11% (180 FCFA/kg). Le prix au détail a été de 240 FCFA/kg pendant le premier tiers de la période de soudure (d'octobre à décembre 2018). Ce prix a connu une hausse de 8% (260 FCFA/kg) puis de 14,6% (275 FCFA/kg), respectivement au deuxième et au dernier tiers de la période de soudure ; avant de connaître une nette baisse pendant l'hivernage 2019 (220 FCFA/kg).

- **Aliments usinés**

Les aliments composés pour bétail commercialisés dans la zone d'étude proviennent d'industries localisés à Dakar (NMA, GMD) et à Dakar et Louga (FKS). La quantité d'aliment usiné importée et commercialisée dans la zone d'étude est de 434 tonnes. Les différentes industries de fabrique

d'aliments pour bétail ont livré leurs produits au niveau des entrepôts de stockage dédiés à l'entreprise et ou des privés gèrent les ventes. Ces privés sont liés par un contrat à l'industrie. Contrats où il est stipulé que les prix de vente des sacs d'aliment sont fixes durant toute l'année (157,5 FCFA/kg en moyenne). Cette stabilité des prix n'empêche pas cependant des fluctuations de ces prix au détail. Ainsi, le prix au détail a été de 190 FCFA/kg pendant le premier tiers de la période de soudure (d'octobre à décembre 2018). Ce prix a connu une hausse de 5% (200 FCFA/kg) puis de 13% (215 FCFA/kg), respectivement au deuxième et au dernier tiers de la période de soudure ; avant de connaître une nette baisse pendant l'hivernage 2019 (175 FCFA/kg).

- **Fane d'arachide**

La fane d'arachide commercialisée dans la zone d'étude provient de la culture pluviale des zones agricoles centre et sud du Sénégal. 1231 tonnes de fane d'arachide ont été importées dans la zone d'étude, dont 14 tonnes perdues par défaut de stockage approprié et 1217 tonnes commercialisés. Le prix bord champ de cette fane a été de 100 FCFA/kg à la fin de l'hivernage 2018. La production arachidière étant hivernale, il n'y a pas eu de vente de fane d'arachide pendant l'hivernage dans la zone d'étude (tous les stocks épuisés). Le prix au détail a été de 145 FCFA/kg pendant le premier tiers de la période de soudure (d'octobre à décembre 2018). Ce prix a connu une hausse de 10% (200 FCFA/kg) puis de 17% (215 FCFA/kg), respectivement au deuxième et au dernier tiers de la période de soudure.

Tableau 19 : Flux et commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail 2018-2019

Variables	Tourteau d'arachide industriel	Tourteau d'arachide artisanal	Tourteau de coton	Graine de coton	Son de blé importé	Son de blé (Sénégal)	Graine de Maïs	Aliments usinés	Fane d'arachide
Provenance	Kaolack (SONACOS SA)	Touba	Mali, Burkina Faso	Sénégal (SODEFITEX)	Guinée Conakry	Dakar	Mali	Dakar	Zones centre et sud du Pays
Q importée (T)	117	346	598	305	806	99	382	434	1231
Q perdue (T)	9	16	21	12	37	7	18	0	14
Q commercialisée (T)	103	330	577	293	769	92	364	434	1217
Prix usine ou bord champ (FCFA/kg)	225	140	100	160	60	110	155	157,5	100
Prix Gr saison sèche (FCFA/kg)	250	160	220	200	175	175	200	157,5	–
Prix Gr Hivernage (FCFA/kg)	225	–	193,75	180	125	125	180	157,5	–
Prix détail 1er tiers	260	200	240	230	212,5	212,5	240	190	145

soudure (FCFA/kg)									
Prix détail 2ème tiers soudure (FCFA/kg)	270	225	250	240	230	230	260	200	160
Prix détail 3ème tiers soudure (FCFA/kg)	290	250	275	260	250	250	275	215	170
Prix détail hivernage (FCFA/kg)	233,5	180	220	210	162,5	162,5	220	175	-

IV.2.3. Structure et fonctionnement des filières sous-produits agricoles et agroindustriel et autres intrants destinés à l'alimentation animale

Dans le fonctionnement des filières intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail, il faut noter qu'il n'existe à ce jour, aucune intervention de l'Etat (mis à part la subvention de sacs d'aliments pour sauver le bétail en cas de retard des pluies), ou même de collectifs privés, spécifique aux filières, aussi bien en amont qu'en aval de la production.

IV.2.3.1. Filières sous-produits locaux

- Cas de la paille de riz et de la paille de canne à sucre

La paille de riz et la paille de canne à sucre disponibles dans la zone d'étude sont soit commercialisées bord champ par le producteur et directement achetée par les éleveurs ou donnée à ces derniers. Dans ce cas, le coût de l'intrant se résume aux seuls frais de transport.

- Cas du son de riz (Figure 9)

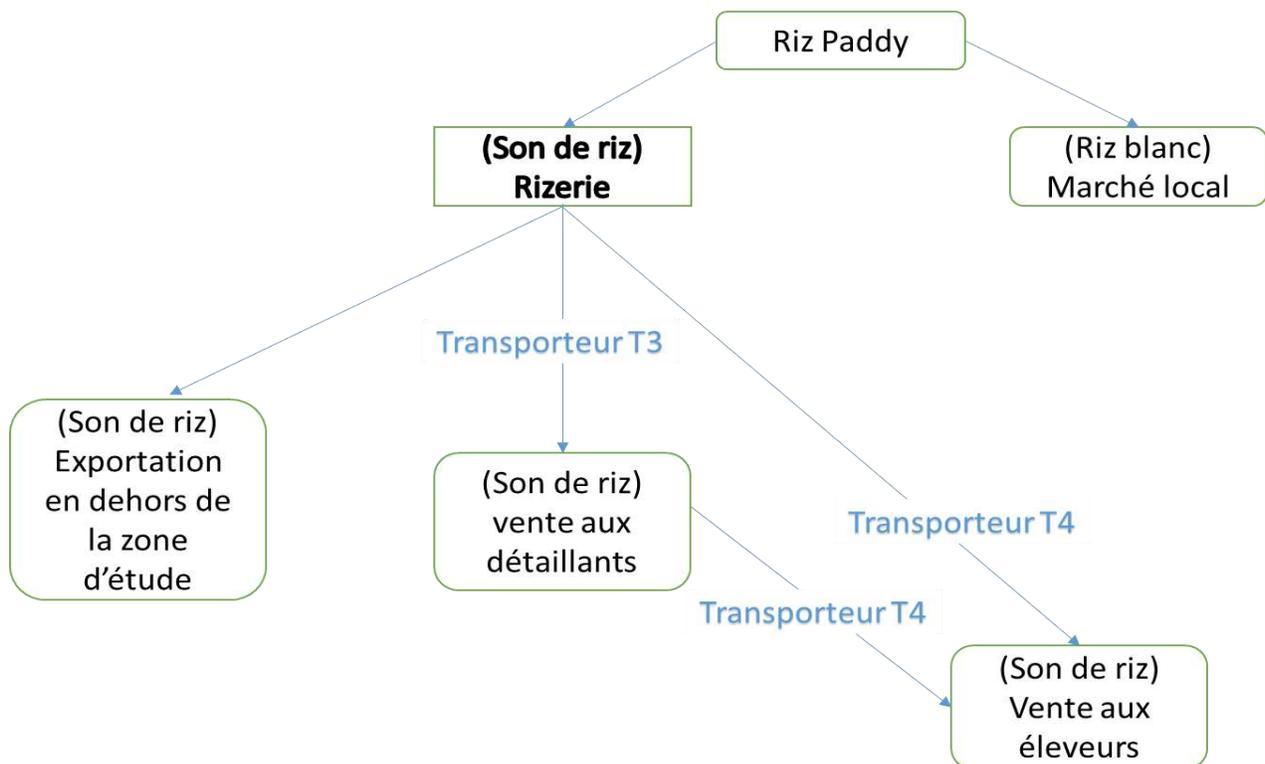


Figure 9 : Circuit de commercialisation du son de riz

Il est très difficile d'évaluer la valeur ajoutée que tirent des rizeries artisanales de la commercialisation du son de riz. En effet, l'étude de cette valeur ajoutée devrait prendre en

compte les données financières (coûts de production et amortissements annuels), mais aussi, le prix du riz paddy soumis à des fluctuations spécifiques aux rizeries artisanales, en dépit de la fixation des prix par l'Etat (variations de 125 à 188 FCFA/kg de paddy). Ce qui représente autant d'aspects que notre étude ne couvre pas. De plus, les propriétaires de rizeries artisanales disent qu'ils augmentent le prix du son pour combler le déficit causé par l'augmentation du paddy, puisque, le prix du riz blanc est dicté par le marché international. De fait, nous étudierons la valeur ajoutée pour les différents acteurs de la filière à partir de la commercialisation du son de riz par les rizeries artisanales.

La valeur ajoutée tirée de la vente directe de son de riz par les rizeries artisanales en période hivernale 2019 a représenté 28,6% de la valeur ajoutée totale (17,5 FCFA/kg), les 71,4% restants ont été au bénéfice des transporteurs de type 4. Pendant le premier tiers de la période de soudure 2018, cette valeur ajoutée a représenté pour les rizeries artisanales 66,7% de la valeur ajoutée totale (37,5 FCFA/kg), les 33,3% restants ont été au bénéfice des transporteurs de type 4. Cependant, la vente directe aux éleveurs s'arrête à cette période puisque les stocks sont écoulés.

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation du son de riz via les détaillants se partage comme suit (Figure 11) :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur le son de riz était de 37,5 FCFA/kg, 61,3% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 5,4% aux transporteurs de type T3 et 33,3% aux transporteurs de type 4 ;
- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur le son de riz était de 127,5 FCFA/kg, 88,6% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 1,6% aux transporteurs de type T3 et 9,8% aux transporteurs de type 4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur le son de riz était de 147,5 FCFA/kg, 90,2% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 1,3% aux transporteurs de type T3 et 8,5% aux transporteurs de type 4 ;
- pendant l'hivernage 2019, la valeur ajoutée totale sur le son de riz était de 17,5 FCFA/kg, 17,1% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 11,5% aux transporteurs de type T3 et 71,4% aux transporteurs de type 4 .

- **Cas de la farine basse de riz** (Figure 10)

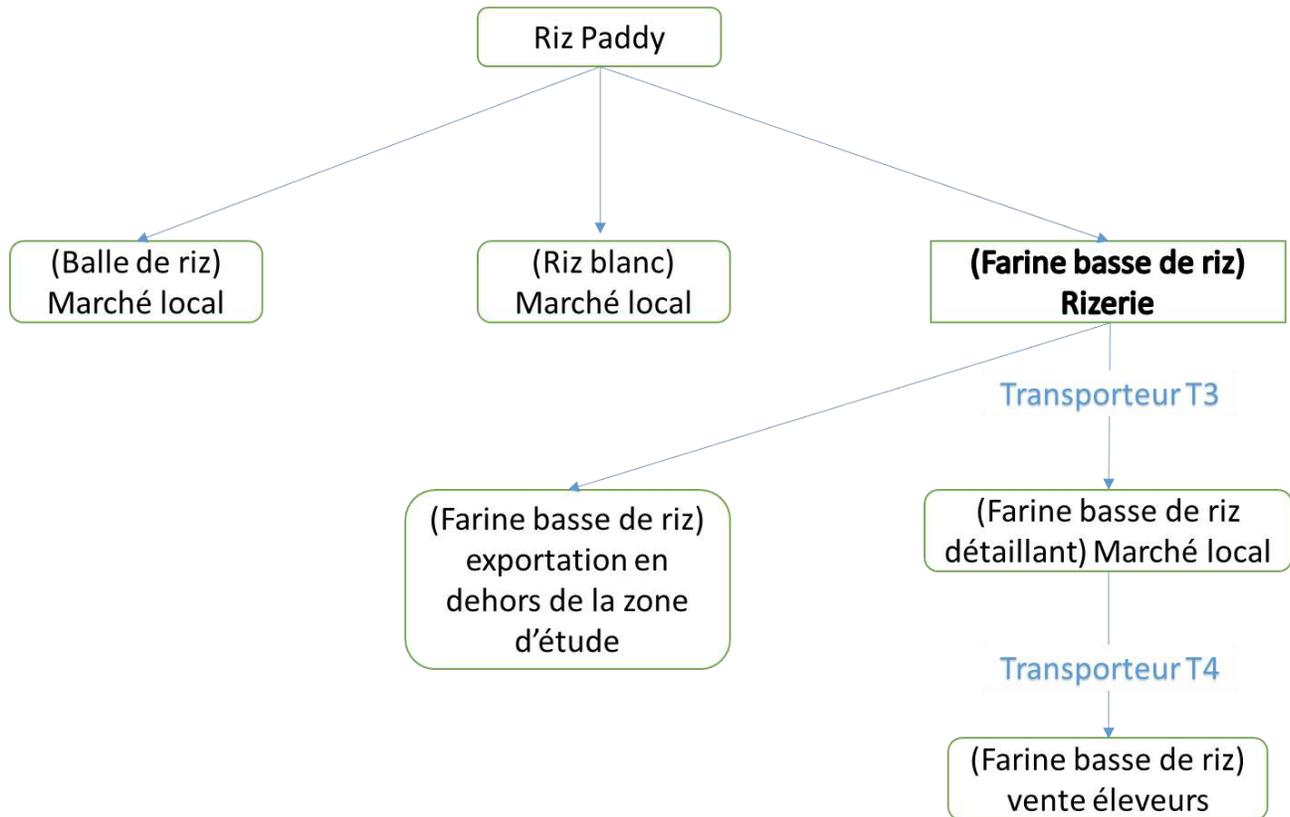


Figure 10 : Circuit de commercialisation farine basse de riz

Pour les mêmes raisons que celles évoquées pour les rizeries artisanales, à l'exception près que les rizeries industrielles achètent le paddy et vendent la farine basse à un prix fixe (uniquement aux détaillants), il est difficile d'évaluer la valeur ajoutée que tirent ces derniers de la commercialisation du son de riz (cette étude ne rend pas en compte cet aspect).

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation de farine basse de riz se partage comme suit (figure 11) :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur la farine basse de riz était de 82,5 FCFA/kg, 82,4% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 2,5% aux transporteurs de type T3 et 15,1% aux transporteurs de type 4 ;

- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur la farine basse de riz était de 142,5 FCFA/kg, 89,8% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 1,4% aux transporteurs de type T3 et 8,8% aux transporteurs de type 4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur la farine basse de riz était de 172,5 FCFA/kg, 91,6% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 1,2% aux transporteurs de type T3 et 7,2% aux transporteurs de type 4 ;
- pendant l'hivernage 2019, la valeur ajoutée totale sur la farine basse de riz était de 32,5 FCFA/kg, 55,4% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 7,1% aux transporteurs de type T3 et 38,5% aux transporteurs de type 4.

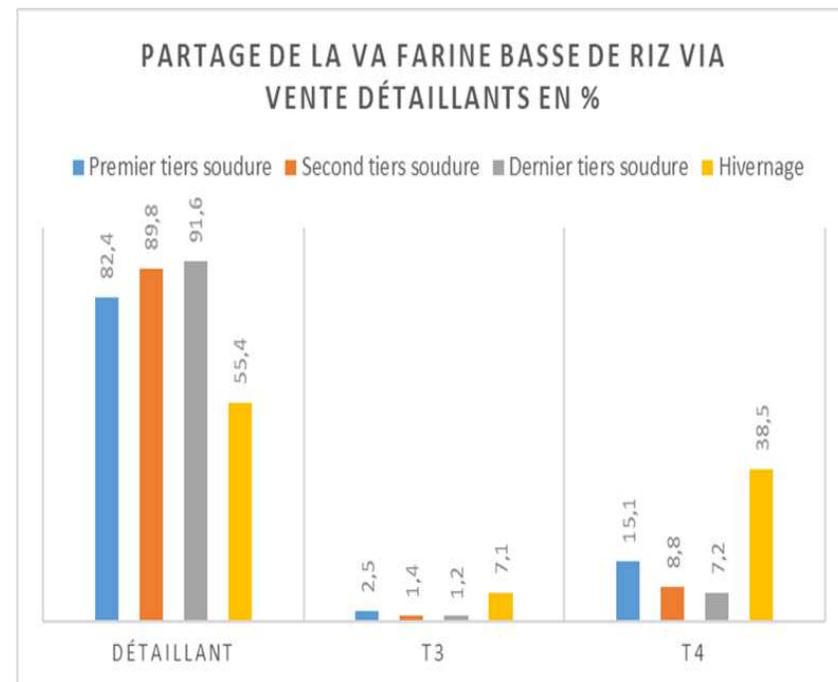
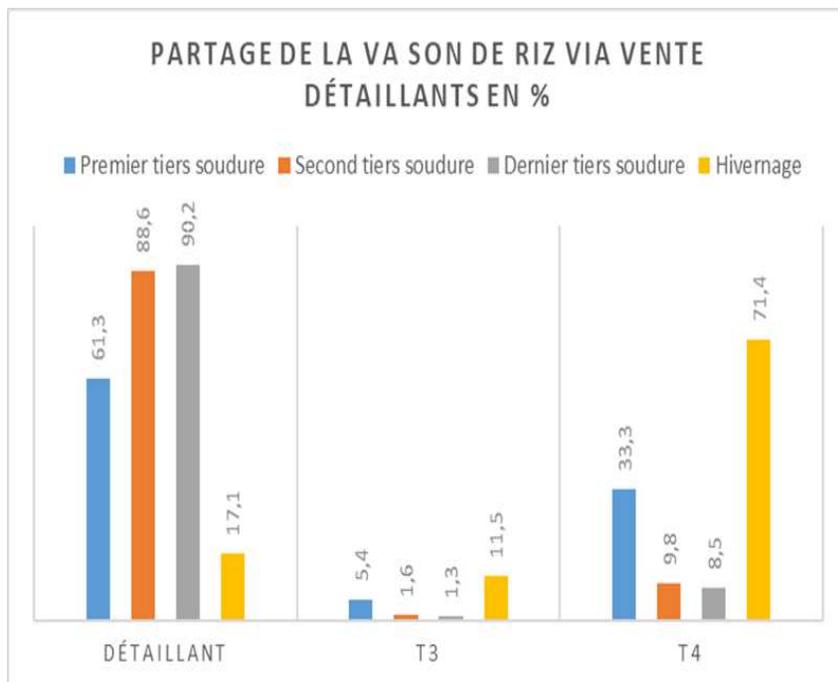


Figure 11 : Partage de la valeur ajoutée de la commercialisation du son de riz et de la farine basse de riz

IV.2.3.2. Filières sous-produits et intrants alimentaires importés dans la zone d'étude, de provenance nationale

Durant la saison 2018-2019, les importations de sous-produits et d'intrants alimentaires dans notre zone d'étude, destinés à l'alimentation du bétail et de provenance nationale, ont porté sur le tourteau d'arachide artisanal, le tourteau d'arachide industriel, la graine de coton, le son de blé, l'aliment usiné et la fane d'arachide.

- Cas des tourteaux d'arachide industriel et artisanal, de la graine de coton et du son de blé (Figure 12)

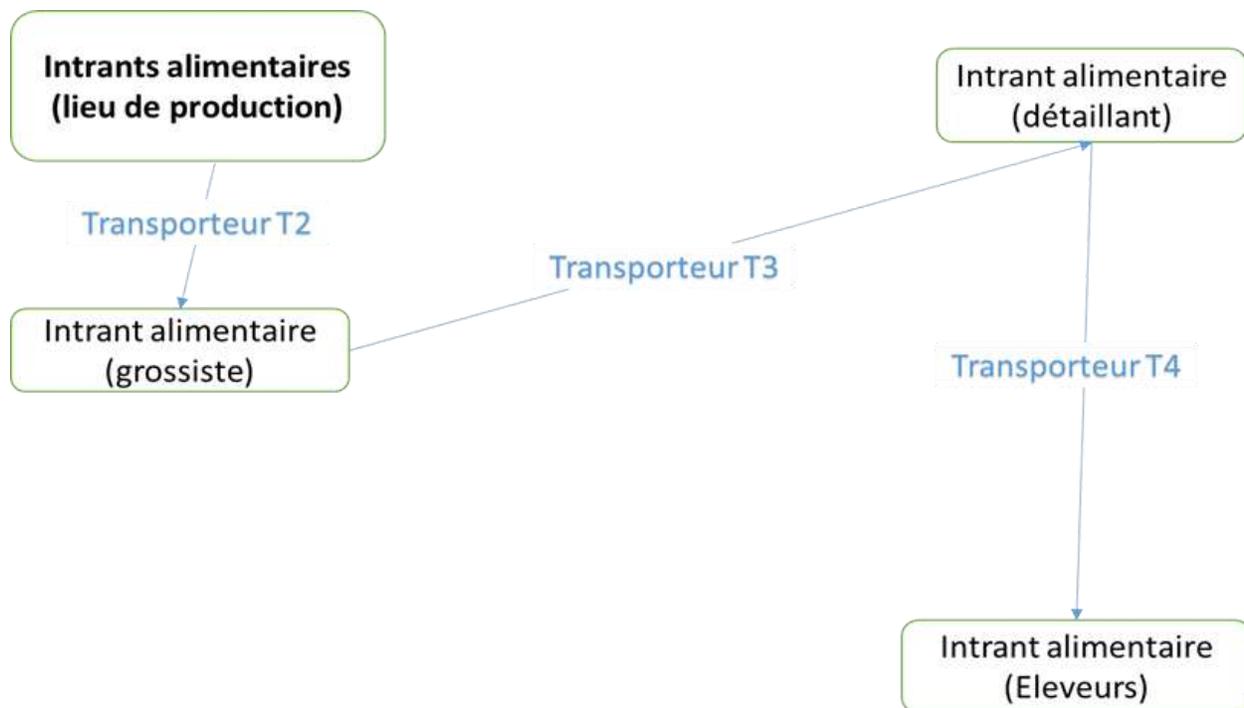


Figure 12 : Circuit de commercialisation des sous-produits agroindustriels importés dans la zone d'étude, de provenance nationale

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation de tourteau d'arachide industriel s'est partagé comme suit (Figure 13) :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur le tourteau d'arachide industriel était de 47,5 FCFA/kg, 35,8% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 16,8% aux transporteurs de type T2, 4,2% aux détaillants, 16,8% aux transporteurs de type T3 et 26,4% aux transporteurs de type T4 ;

- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur le tourteau d'arachide industriel était de 57,5 FCFA/kg, 29,6% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 13,9% aux transporteurs de type T2, 20,9% aux détaillants, 13,9% aux transporteurs de type T3 et 21,7% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur le tourteau d'arachide industriel était de 77,5 FCFA/kg, 21,9% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 10,3% aux transporteurs de type T2, 41,4% aux détaillants, 10,3% aux transporteurs de type T3 et 16,1% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant l'hivernage 2019, la valeur ajoutée totale sur le tourteau d'arachide était de 21 FCFA/kg, 38,1% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux transporteurs de type T2, 2,4% aux détaillants, 38,1% aux transporteurs de type T3 et 59,5% aux transporteurs de type 4. Les grossistes ont perdu 8 FCFA/kg de tourteau d'arachide industriel commercialisé, soit 38,1% de la valeur ajoutée.

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation de tourteau d'arachide artisanal s'est partagé comme suit (Figure 13) :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur le tourteau d'arachide artisanal était de 72,5 FCFA/kg, 24,8% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 2,8% aux transporteurs de type T2, 55,8% aux détaillants, 11% aux transporteurs de type T3 et 17,2% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur le tourteau d'arachide artisanal était de 97,5 FCFA/kg, 18,5% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 2,1% aux transporteurs de type T2, 58,4% aux détaillants, 8,2% aux transporteurs de type T3 et 12,8% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur le tourteau d'arachide artisanal était de 122,5 FCFA/kg, 14,7% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 1,6% aux transporteurs de type T2, 67% aux détaillants, 6,5% aux transporteurs de type T3 et 10,2% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant l'hivernage 2019, la valeur ajoutée totale sur le tourteau d'arachide était de 52,5 FCFA/kg, 34,3% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 3,8% aux transporteurs de type T2, 22,9% aux détaillants, 15,2% aux transporteurs de type T3 et 23,8% aux transporteurs de type T4.

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation de la graine de coton s'est partagée comme suit (Figure 13) :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur la graine de coton était de 82,5 FCFA/kg, 38,8% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 9,7% aux transporteurs de type T2, 26,7% aux détaillants, 9,7% aux transporteurs de type T3 et 15,1% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur la graine de coton était de 97,5 FCFA/kg, 34,6% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 8,6% aux transporteurs de type T2, 34,6% aux détaillants, 8,6% aux transporteurs de type T3 et 13,6% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur la graine de coton était de 122,5 FCFA/kg, 28,4% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 7,1% aux transporteurs de type T2, 46,3% aux détaillants, 7,1% aux transporteurs de type T3 et 11,1% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant l'hivernage 2019, la valeur ajoutée totale sur la graine de coton était de 62,5 FCFA/kg, 19,2% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 35,2% aux transporteurs de type T2, 22,9% aux détaillants, 12,8% aux transporteurs de type T3 et 20% aux transporteurs de type T4.

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation du son de blé produit au Sénégal s'est partagée comme suit (Figure 13) :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur le son de blé était de 115 FCFA/kg, 49,6% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 6,9% aux transporteurs de type T2, 25,7% aux détaillants, 6,9% aux transporteurs de type T3 et 10,9% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur le son de blé était de 132,5 FCFA/kg, 43% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 6% aux transporteurs de type T2, 35,6% aux détaillants, 6% aux transporteurs de type T3 et 9,4% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur la graine de coton était de 152,5 FCFA/kg, 37,4% de cette valeur ajoutée a bénéficié

- aux grossistes, 5,2% aux transporteurs de type T2, 44% aux détaillants, 5,2% aux transporteurs de type T3 et 8,2% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant l'hivernage 2019, la valeur ajoutée totale sur la graine de coton était de 65 FCFA/kg, 10,8% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 12,3% aux transporteurs de type T2, 45,4% aux détaillants, 12,3% aux transporteurs de type T3 et 19,2% aux transporteurs de type T4.

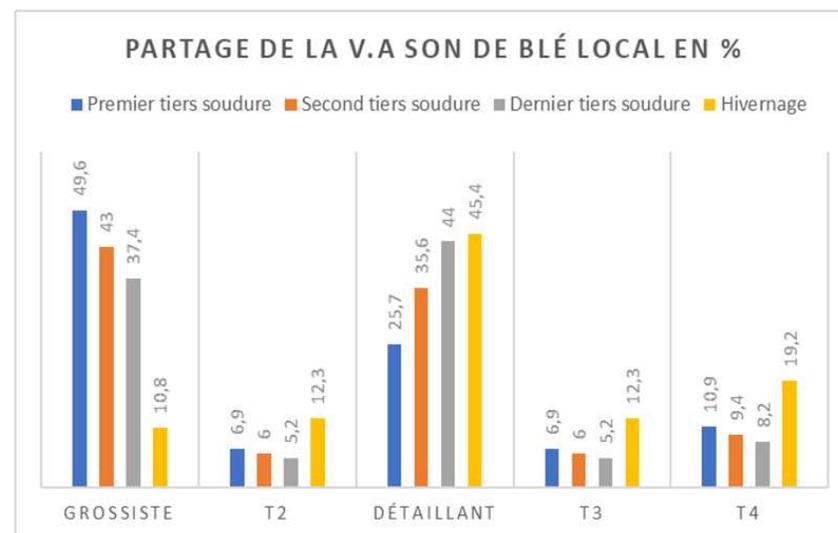
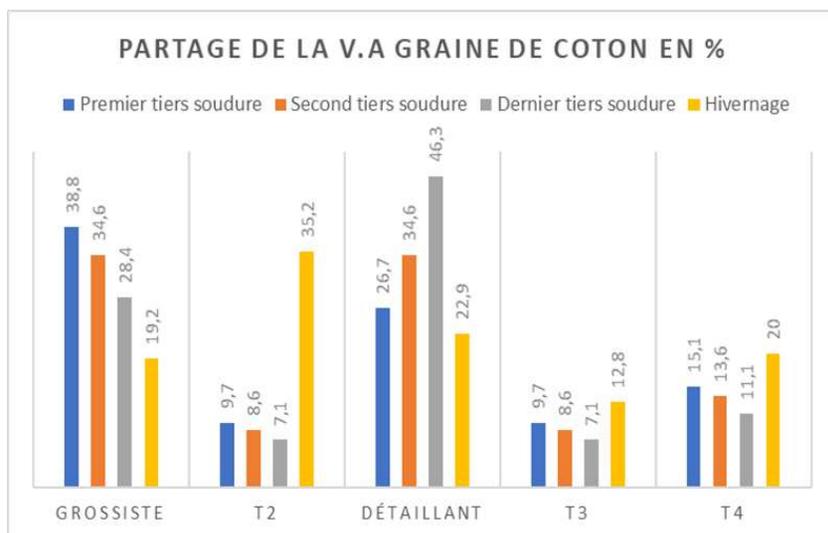
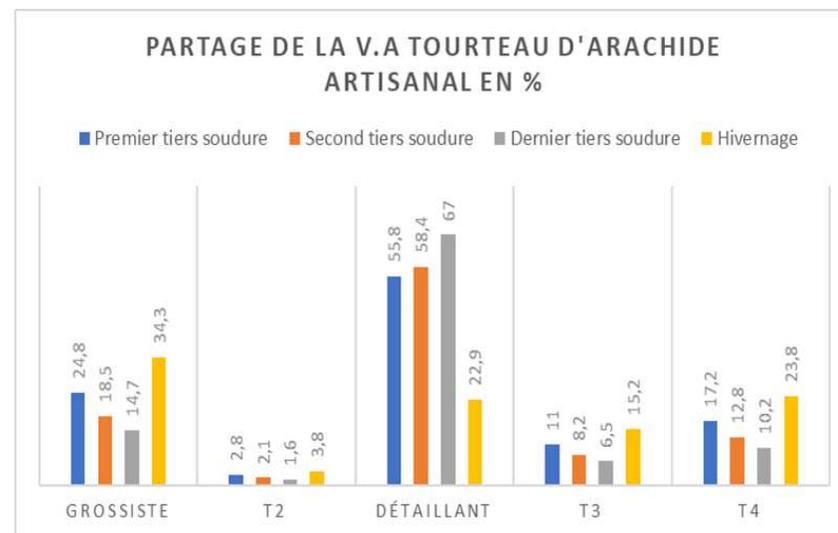
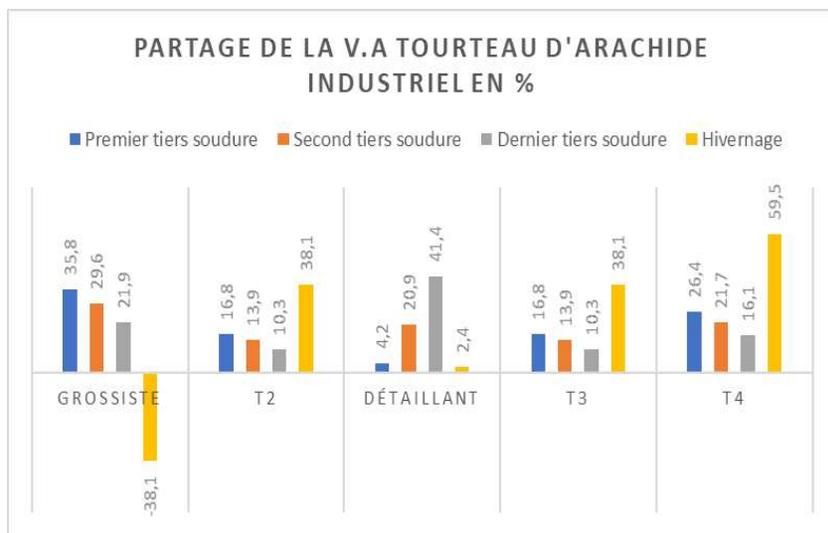


Figure 13 : Partage de la valeur ajoutée des sous-produits agro industriels importés dans la zone d'étude, d'origine nationale

- **Cas de la fane d'arachide**

Le circuit de commercialisation de la fane d'arachide est plus court que celui des autres sous-produits en provenance d'autres parties du Sénégal. En effet, les opérateurs qui achètent la fane bord champ (zones centre et sud du pays) la vendent directement en détail sur le marché de la zone d'étude.

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation de la fane d'arachide s'est partagée comme suit :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur la fane d'arachide était de 45 FCFA/kg, 60,9% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux vendeurs, 17,4% aux transporteurs de type T2 et 21,7% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur la fane d'arachide était de 72,5 FCFA/kg, 69% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux vendeurs, 13,8% aux transporteurs de type T2 et 17,2% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur la fane d'arachide était de 82,5 FCFA/kg, 72,7% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux vendeurs, 12,1% aux transporteurs de type T2 et 15,2% aux transporteurs de type T4.

- **Cas de l'aliment usiné**

Cette étude n'a pas couvert la valeur ajoutée sur la fabrication et la commercialisation d'aliments pour bétail des usines qui livrent notre zone d'étude (NMA, FKS et GMD). Aussi, nous ne sommes pas intéressés à la valeur ajoutée des privés sous contrats avec ces industriels (gérants de dépôts). De fait, le calcul de la valeur ajoutée commence à la commercialisation, à partir des détaillants.

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation de l'aliment usiné s'est partagée comme suit :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur l'aliment usiné était de 45 FCFA/kg, 67,8% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 4,4% aux transporteurs de type T3 et 27,8% aux transporteurs de type T4 ;

- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur l'aliment usiné était de 55 FCFA/kg, 73,6% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 3,6% aux transporteurs de type T3 et 22,8% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur l'aliment usiné était de 70 FCFA/kg, 79,3% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 2,9% aux transporteurs de type T3 et 17,8% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant l'hivernage 2019, la valeur ajoutée totale sur l'aliment usiné était de 30 FCFA/kg, 51,7% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux détaillants, 6,6% aux transporteurs de type T3 et 41,7% aux transporteurs de type T4.

IV.2.3.3. Filières sous-produits et intrants alimentaires importés dans la zone d'étude et provenant de l'étranger (Figure 14)

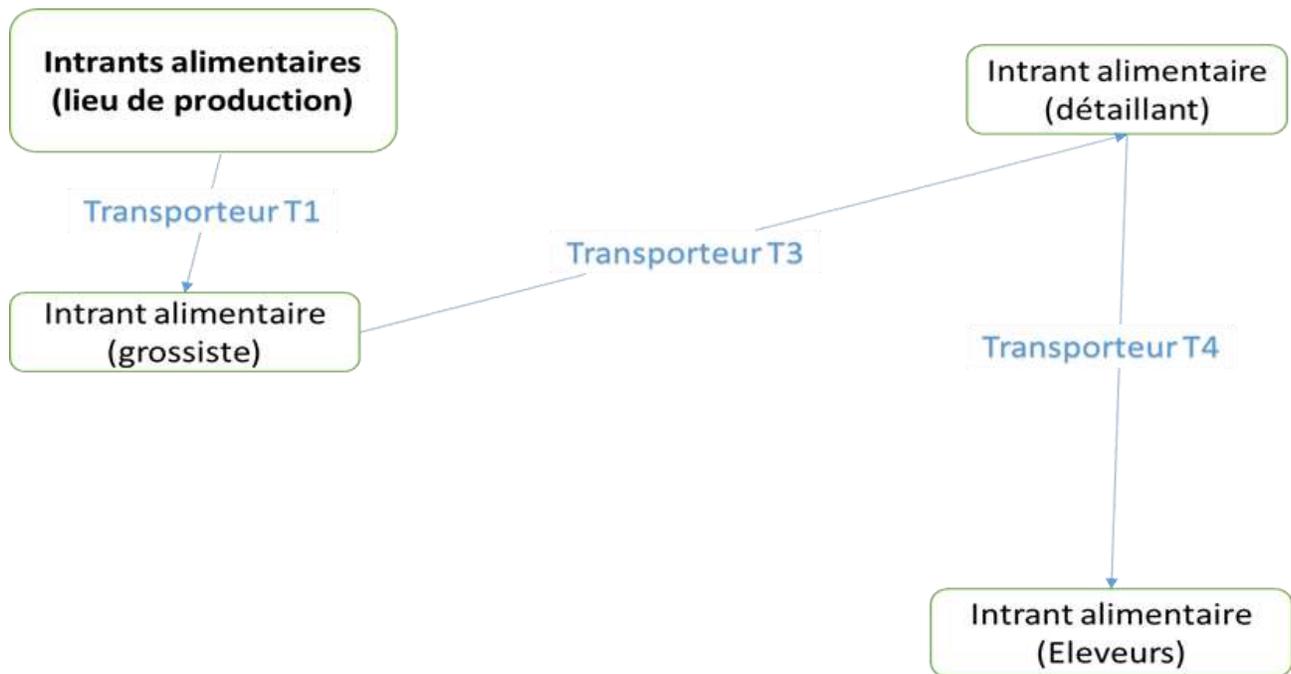


Figure 14 : Circuit de commercialisation des intrants alimentaires importés dans la zone d'étude, de provenance étrangère

Durant la saison 2018-2019, les importations de sous-produits et d'intrants alimentaires dans notre zone d'étude, destinés à l'alimentation du bétail et de provenance étrangère, ont porté sur le son de blé (Guinée Conakry), le tourteau de coton (Mali et Burkina Faso) et la graine de maïs (Mali).

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation du son de blé importé de la Guinée Conakry s'est partagé comme suit (Figure 15) :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur le son de blé était de 165 FCFA/kg, 54,5% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 15,1% aux transporteurs de type T1, 17,9% aux détaillants, 4,9% aux transporteurs de type T3 et 7,6% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur le son de blé était de 182,5 FCFA/kg, 49,3% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 13,7% aux transporteurs de type T1, 25,8% aux détaillants, 4,4% aux transporteurs de type T3 et 6,8% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur le son de blé était de 202,5 FCFA/kg, 44,4% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 12,3% aux transporteurs de type T1, 33,2% aux détaillants, 3,9% aux transporteurs de type T3 et 6,2% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant l'hivernage 2019, la valeur ajoutée totale sur le son de blé était de 115 FCFA/kg, 34,8% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 21,7% aux transporteurs de type T1, 25,7% aux détaillants, 7% aux transporteurs de type T3 et 10,8% aux transporteurs de type T4.

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation du tourteau de coton importé du Mali et du Burkina Faso s'est partagé comme suit (Figure 15) :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur le tourteau de coton était de 152,5 FCFA/kg, 62,3% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 16,4% aux transporteurs de type T1, 7,9% aux détaillants, 5,2% aux transporteurs de type T3 et 8,2% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur le tourteau de coton était de 162,5 FCFA/kg, 58,5% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 15,4% aux transporteurs de type T1, 13,5% aux détaillants, 4,9% aux transporteurs de type T3 et 7,7% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur le tourteau de coton était de 187,5 FCFA/kg, 50,7% de cette valeur ajoutée a bénéficié

aux grossistes, 13,3% aux transporteurs de type T1, 25% aux détaillants, 4,3% aux transporteurs de type T3 et 6,7% aux transporteurs de type T4 ;

- pendant l'hivernage 2019, la valeur ajoutée totale sur le tourteau de coton était de 132,5 FCFA/kg, 51,9% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 18,9% aux transporteurs de type T1, 13,8% aux détaillants, 6% aux transporteurs de type T3 et 9,4% aux transporteurs de type T4.

La valeur ajoutée tirée de la commercialisation de la graine de maïs importée du Mali s'est partagé comme suit (Figure 15) :

- pendant le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018), la valeur ajoutée totale sur la graine de maïs était de 97,5 FCFA/kg, 20,5% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 25,6% aux transporteurs de type T1, 32,9% aux détaillants, 8,2% aux transporteurs de type T3 et 12,8% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019), la valeur ajoutée totale sur la graine de maïs était de 117,5 FCFA/kg, 17% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 21,3% aux transporteurs de type T1, 44,3% aux détaillants, 6,8% aux transporteurs de type T3 et 10,6% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019), la valeur ajoutée totale sur la graine de maïs était de 132,5 FCFA/kg, 50,7% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 18,8% aux transporteurs de type T1, 25% aux détaillants, 6% aux transporteurs de type T3 et 9,4% aux transporteurs de type T4 ;
- pendant l'hivernage 2019, la valeur ajoutée totale sur la graine de maïs était de 77,5 FCFA/kg, 0% de cette valeur ajoutée a bénéficié aux grossistes, 31,3% aux transporteurs de type T1, 42,3% aux détaillants, 10,3% aux transporteurs de type T3 et 16,1% aux transporteurs de type T4.

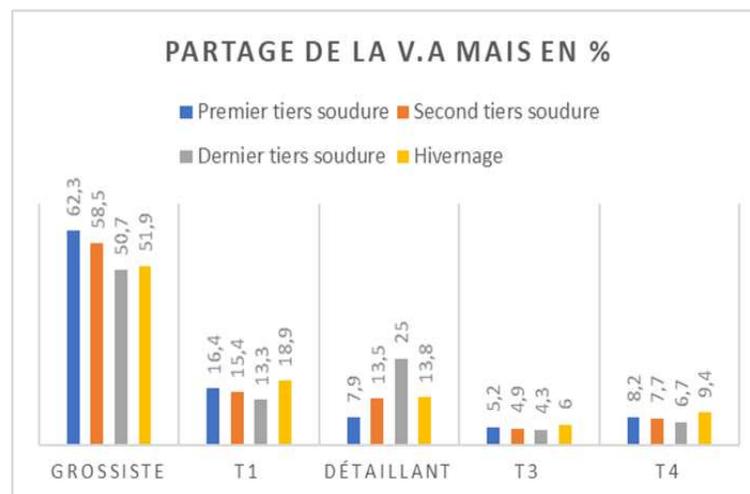
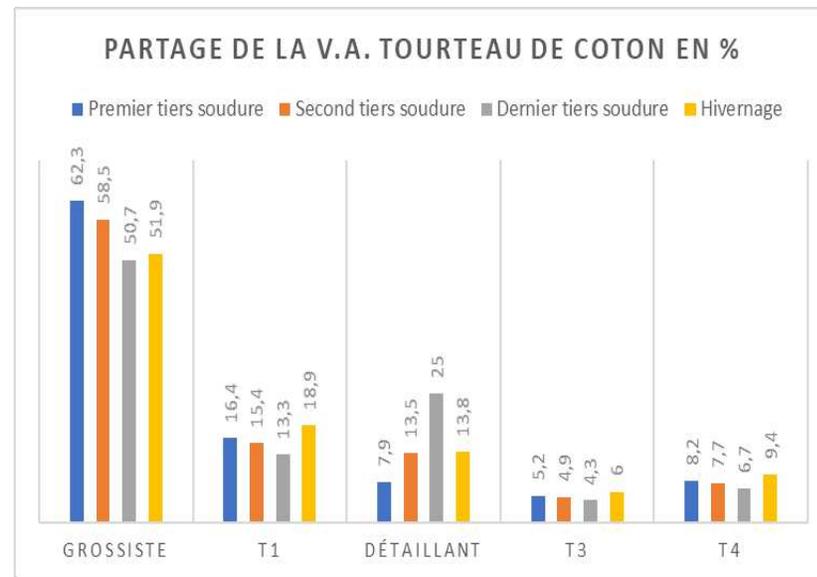
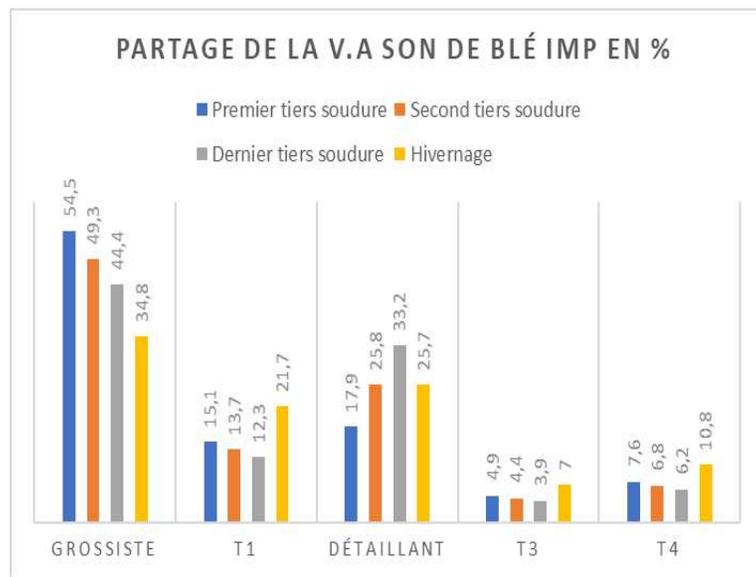


Figure 15 : Partage de la valeur ajoutée des intrants alimentaires importés dans la zone d'étude, d'origine étrangère

Conclusion partielle

Tous les intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail, commercialisés dans la zone d'étude ont connu des hausses de prix durant la période de soudure, à l'exception de la paille de canne à sucre dont la vente est règlementée par la LDB.

En termes de quantités importées dans la zone d'étude et pour les intrants alimentaires identiques ou qui peuvent se substituer l'un à l'autre, les volumes importés de l'étranger ont été beaucoup plus importants que les volumes importés d'autres régions du Sénégal. Ainsi, en termes de quantités, le son de blé importé de Dakar ne représente que 12,3% du son de blé importé de la Guinée Conakry. De même, la quantité de tourteau de coton importée dans la zone d'étude est plus importante que les quantités importées de tourteaux d'arachide, artisanal et industriel réunis.

La valeur ajoutée totale tirée de la commercialisation de ces intrants alimentaires a augmenté progressivement au fil de la période de soudure. Ces augmentations de prix ont exclusivement été au bénéfice des grossistes et des détaillants puisque les tarifs liés au transport sont restés fixes tout au long de la saison 2018-2019. Cependant, il a été noté une disparité du partage de la valeur ajoutée au bénéfice des transporteurs. Par exemple, le transport de type T2 (8 FCFA/kg en moyenne pour la couverture de centaines de kilomètres) a moins absorbé de valeur ajoutée que le transport de type T4 (12,5 FCFA/kg pour la couverture d'à peine quelques dizaines de kilomètres).

IV.3. Discussion

Les hausses des prix des intrants alimentaires observées dans cette étude sont dues à une instabilité de l'offre, qui est le plus souvent inférieure à la demande. Ainsi, au fur et à mesure qu'on chemine dans la période de soudure, la demande en aliments pour bétail est de plus en plus supérieure à l'offre, ce qui se traduit par la hausse des prix. Cette observation corrobore celle d'Araujo-Bonjean et Boussard (1998), qui considèrent qu'en Afrique Sub Saharienne, l'offre et les prix sont corrélés négativement : une augmentation de l'offre ira de pair avec une baisse des prix et vice versa.

Des hausses de prix d'intrants destinés à l'alimentation du bétail ont été rapportées par plusieurs autres auteurs (Branckaert *et al.* 1968 ; Bougoum, 2000 ; Deffo *et al.* 2009 ; Camara, 2013 ; Gaye, 2015 ; Duteurtre et Corniaux, 2018). Ces derniers ont mis en cause la rareté de ces intrants,

causée par une demande bien supérieure à l'offre, des modes de commercialisation inefficaces et un manque de transparence dans les circuits de commercialisation.

VI.3.1. Filières intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail et théorie économique néoclassique dans le bassin de collecte de la LDB

La théorie néoclassique (Jevons, 1871 ; Menger, 1871 ; Walras, 1874) privilégie l'instauration de mécanismes de concurrence entre les différents acteurs, laquelle doit automatiquement engendrer la disparition des surprofits et aboutir in fine à une juste répartition de la valeur créée, à des prix plus rémunérateurs pour les producteurs de base. Cette théorie n'est pas compatible avec les filières intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail, puisqu'aucune des conditions de fonctionnement qu'exige le model néoclassique n'y est en vigueur. Le marché aliments pour bétail est en effet caractérisé par :

- des prix imposés par certains acteurs (industriels, grossistes et/ou détaillants) :

Le déterminisme des prix dans cette étude dépend principalement de la loi de l'offre et de la demande. La demande, de loin supérieure à l'offre, donne l'opportunité aux industriels, agriculteurs, grossistes et détaillants, dans une logique de maximisation du profit, d'imposer des prix élevés. Ainsi, chez les industries locales par exemple (rizeries, huileries, minoteries et fabriques d'aliments pour bétail), le constat global est que les sous-produits sont vendus beaucoup plus cher que les sous-produits importés d'industries de la sous-région. C'est le cas du son de blé importé (vendu 60 FCFA/kg dans les minoteries en Guinée Conakry) dont le prix représente la moitié presque du prix du son de blé local (vendu 110 FCFA/kg à Dakar). Le prix du son de blé appliqué par les minoteries en Guinée Conakry est aussi inférieur aux prix des sous-produits qui peuvent lui être substitués et provenant de la zone d'étude (65 FCFA/kg pour le son de riz et 80 FCFA/kg pour la farine basse de riz). C'est aussi le cas du tourteau de coton importé du Mali et du Burkina Faso dont le prix bord usine (100FCFA/kg) est beaucoup plus bas que les prix des tourteaux d'arachide industriel (225 FCFA/kg) et artisanal (140 FCFA/kg) et de la graine de coton (160 FCFA/kg). Ces différences de prix peuvent être dues à des différences de coûts de production dans le processus de fabrication des industries, dans ce cas, les industries Sénégalaises dépenseraient plus pour produire que les industries de la sous-région. Ces différences de prix peuvent aussi être dues à une quête de sur profits de la part des industries Nationales. Quoi qu'il en soit, ces filières industrielles devraient être étudiées pour déterminer avec exactitude l'origine de ces différences de prix ;

- une incertitude dans les prix à venir des biens :

Cette incertitude dans les prix des aliments pour bétail ne permet aux éleveurs aucune prévision des coûts de production. Cette situation a pour effet d'entraver les investissements ou innovations ayant pour but d'améliorer la productivité du bétail ;

- une information imparfaite sur les prix et les caractéristiques intrinsèques de biens présents et futurs :

Dans le marché des aliments pour bétail, nul ne connaît la qualité de ce qu'il achète, encore moins son prix, ne serait-ce que dans un futur proche ;

- un rendement d'échelle décroissante :

Le postulat d'Abraham-Frois (1992) selon qui, dans un modèle d'équilibre en concurrence, tout accroissement de l'emploi d'un facteur variable se traduit par un accroissement de production de plus en plus lent ne concorde pas avec les réalités du marché des aliments pour bétail. Ainsi, l'accroissement de la quantité d'aliments pour bétail devrait permettre d'égaliser l'offre et la demande, aboutir à une baisse substantielle des prix et *in fine*, impulser le développement et la compétitivité de la filière lait.

VI.3.2. Risque et incertitude dans les stratégies de production laitière dans le rayon de collecte de la LDB

D'octobre 2018 à septembre 2019, il y a eu quatre périodes de fluctuation des prix des intrants alimentaires utilisés pour l'alimentation du bétail : i) le premier tiers de la période de soudure (octobre-décembre 2018) ; ii) le second tiers de la période de soudure (janvier-mars 2019) ; iii) le dernier tiers de la période de soudure (avril-juin 2019) et iv) l'hivernage (juillet-septembre 2019). Ces incertitudes sur les coûts de production du lait, dues à ces fluctuations de prix, ont rendu les producteurs laitiers particulièrement vulnérables. En effet, ces derniers, face à un avenir inconnu, ont tendance à plus miser sur la diversification des sources de revenus que sur la spécialisation laitière. Cet état de fait corrobore l'affirmation d'Araujo-Bonjean et Boussard (1998), selon qui, toutes les études empiriques de mesure du risque et des réactions des producteurs dans les pays en développement ont montré l'existence de l'aversion au risque. Ainsi, plutôt qu'une spécialisation laitière, les éleveurs collectés par la LDB recherchent une flexibilité, évoquée par Cohendet et Llerna (1999), qui considèrent qu'en situation d'incertitude, les producteurs recherchent une flexibilité décisionnelle, qui traduit la possibilité pour un décideur de pouvoir à tout moment reconsidérer ces choix de manière à maintenir l'optimalité de sa décision.

Dans une telle situation de risque et d'incertitude, on ne peut espérer le développement de la production laitière dans le bassin de collecte de la LDB, si on se réfère aux conclusions d'Araujo-Bonjean et Boussard (1998), qui considèrent que le risque et l'incertitude ont pour effet de décourager les avances productives, surtout si elles doivent engendrer un décaissement monétaire ; ils rendent à fortiori difficile le processus d'accumulation nécessaire à l'investissement pluriannuel. Concrètement, les producteurs utilisent moins d'intrants, accordent un soin moindre à l'entretien des animaux et des infrastructures et optent pour les comportements qui minimisent les effets négatifs du risque.

VI.3.3. L'information dans la commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail dans le bassin de collecte de la LDB

L'étude sur l'analyse des flux d'intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail dans le bassin de collecte de la LDB a révélé des asymétries d'information sur la connaissance des prix de marché et sur la qualité des biens, entre grossistes et détaillants et entre détaillants et éleveurs. En effet, les principaux perdants de ces asymétries d'information ont été les éleveurs, qui ont parfois produit du lait à perte, surtout en fin de période de soudure. Ainsi, les grossistes et les détaillants, au détriment des éleveurs, ont profité de ces asymétries d'information. L'exemple le plus illustratif est celui des grossistes qui ont tiré un bénéfice cinq fois supérieur, de la vente de tourteau de coton (95 FCFA/kg en saison sèche), par rapport au bénéfice tiré de la vente de tourteau d'arachide industriel (17 FCFA/kg en saison sèche), car, ils étaient seuls à connaître le prix de vente bord usine du tourteau de coton importé du Mali. Le même cas a été constaté sur la commercialisation des sons de blé importé et local, qui sont vendus au même prix (175 FCFA/kg en saison sèche), alors que leurs prix de revient (transport compris) ont été de 85 FCFA pour le son de blé importé de la Guinée Conakry et de 118 FCFA/kg pour le son de blé produit au Sénégal. Ces constats rejoignent ceux de Hoff *et al.* (1993), qui décrivent les asymétries observées dans les marchés agricoles africains en ces termes : de petits producteurs isolés, ayant un accès restreint à l'information sur les prix moyens pratiqués sont en situation d'infériorité vis à vis des commerçants et grossistes.

D'autre part, dans cette étude, le prix n'est pas un parfait signal de la valeur des intrants alimentaires commercialisés, puisque pour un même prix, ou des prix très proches, il est possible d'obtenir des biens d'une qualité différente. C'est le cas du son de blé et de la farine basse de riz. Aussi, l'asymétrie de l'information sur les prix et les profits qu'en tirent grossistes et détaillants

expliquent la commercialisation dans la zone d'étude, de plus importantes quantités de certains produits par rapport à d'autres, similaires ou qui peuvent se substituer à eux. C'est le cas du son de blé importé de la Guinée Conakry, dont la quantité commercialisée (806 tonnes) est huit fois supérieure à la quantité commercialisée de son de blé produit localement. C'est aussi le cas du tourteau de coton importé du Mali, dont la quantité commercialisée est supérieure aux quantités de tourteau d'arachide artisanal et industriel réunis.

VI.3.4. Externalités et commercialisation des sous-produits agricoles et agro industriels dans le bassin de collecte de la LDB

Les externalités ou effets externes sont des bénéfices ou des coûts produits par une activité de production ou de consommation qui profite ou affecte des agents économiques tiers, sans que ceux-ci, respectivement aient à payer un dédommagement ou ne soient compensés pour le tort subi (Weber (1989) cité par Daviron, 1998). Ainsi, on peut, pour obtenir un niveau de prix producteur supérieur, mettre en péril la capacité de la filière dans son ensemble à créer de la richesse (donc des revenus) à l'avenir (Fraval, 2000). Tel a été le cas dans cette étude avec les interventions de l'état du Sénégal qui a par exemple fixé en 2018 le prix du riz paddy et le prix de l'arachide alors que le prix du riz blanc est fixé, étant en compétition avec le riz blanc importé et le prix de l'huile d'arachide fixé par le marché mondial. Cette situation a engendré une grande élasticité du prix du son de riz, de la farine basse de riz et du tourteau d'arachide imposés par les rizeries et les huileries. On peut aussi, pour obtenir un niveau de prix consommateur inférieur, mettre en péril la capacité de la filière dans son ensemble à créer de la richesse (donc des revenus) à l'avenir (Fraval, 2000). Tel a été le cas avec la fixation par l'Etat du Sénégal, du prix de la farine de blé, à la sortie des minoteries, ce qui a pu être la cause des différences de prix à l'usine entre le son de blé produit au Sénégal et le son de blé acheté dans la sous-région. Ainsi, ces produits indispensables à la production laitière en période de soudure, sont utilisés par ces industries pour contrebalancer d'éventuelles pertes ou pour maximiser leurs profits.

Tous comptes faits, ces décisions de l'Etat du Sénégal de régler les prix, ayants pour unique but de soulager les consommateurs et les producteurs (respectivement, booster la consommation et la production), ont fini de mettre en péril la compétitivité de l'activité de production laitière en rendant moins accessibles certains facteurs de production (aliments du bétail).

VI.3.5. Spéculations et commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail dans le bassin de collecte de la LDB

Dans des conditions de demande supérieure à l'offre, rien que l'existence de certains intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail en période d'hivernage suffit à conclure à des spéculations de la part des grossistes et des détaillants, étant donné que la commercialisation de ces intrants par les producteurs (agriculteurs et industriels) est cantonnée à la fin de la saison des pluies et au premier tiers de la période de soudure. De plus, le déséquilibre de la demande par rapport à l'offre est exacerbé par l'achat et la rétention de produits (stockage), qui aggrave la pénurie de façon artificielle. Les grossistes par exemple, ont poussé la spéculation si loin qu'ils ont été obligés de vendre à perte leurs stocks restants de tourteau d'arachide industriel (-8 FCFA/kg), pendant l'hivernage 2019. La contribution des opérateurs (stockeurs) à l'instabilité des prix a été mise en évidence par de nombreux auteurs qui considèrent que l'offre peut devenir rapidement insuffisante et ne plus satisfaire la demande des consommateurs non spéculateurs (Araujo-Bonjean et Boussard, 1998).

VI.3.6. Partage de la valeur ajoutée née de la commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail dans le bassin de collecte de la LDB

Les circuits de commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail et produits dans la zone d'étude sont assez courts. Ils impliquent les détaillants, les transporteurs de type T3 (rallient les rizeries aux commerces des détaillants) et les transporteurs de type T4 (rallient les commerces des détaillants aux exploitations des éleveurs). La part de la valeur ajoutée dont ont bénéficié les transporteurs est restée constante toute l'année. Les fluctuations des prix ont été le résultat de la hausse des prix en période de soudure par les détaillants, au fur et à mesure que la demande devenait supérieure à l'offre. D'autre part, pour à peu près les mêmes distances parcourues, les transporteurs de type T4 ont bénéficié d'une bien plus grosse part de la valeur ajoutée que les transporteurs de type T3.

Les circuits de commercialisation des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail et importés dans la zone d'étude sont très longs. Ils impliquent une multitude d'acteurs, à savoir : les grossistes, les détaillants, les transporteurs de types T1 (rallient le lieu d'achat dans la sous-région au lieu de stockage des grossistes) ou T2 (rallient le lieu d'achat à l'intérieur du territoire national au lieu de stockage des grossistes), les transporteurs de type T3 et ceux de type T4. La part de la valeur ajoutée dont ont bénéficié les transporteurs est restée constante toute l'année. Les fluctuations des prix ont été le résultat de la hausse des prix en période de soudure, plus marquée

chez les détaillants que chez les grossistes, au fur et à mesure que la demande devenait supérieure à l'offre. Cependant, sur les intrants importés dans la zone d'étude et provenant des pays de la sous-région, les grossistes ont fait d'énormes bénéfices en dissimulant les prix d'achat bord usine (de loin inférieurs aux prix des industries du Sénégal), vendant ainsi ces produits aux mêmes prix que les produits similaires ou qui peuvent leur être substitués, provenant des industries du Sénégal. Le partage de la valeur ajoutée au bénéfice des transporteurs a beaucoup plus profité aux transporteurs de type T4, si on prend en compte les courtes distances ralliées par ces derniers.

IV.4. Recommandations

En plus de l'utilisation non efficiente des sous-produits pour l'alimentation du cheptel laitier, cette étude a montré que comme dans la grande majorité des filières agricoles en Afrique de l'Ouest, les filières aliments pour bétail étaient caractérisées par une demande bien supérieure à l'offre. Raison pour laquelle, il est nécessaire de recourir à un certain nombre de mesures, visant à améliorer l'accès aux intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail et leur utilisation. Parmi ces mesures possibles, on peut citer :

i) le recours au rationnement :

il s'agira pour les éleveurs, d'améliorer l'optimalité de l'utilisation des intrants alimentaires, en évitant les pertes économiques liées aux excès et déficits d'éléments nutritifs dans la ration des vaches. À terme, l'utilisation optimale de ces intrants devrait permettre une réduction des coûts de production et contribuer à accroître les quantités d'aliments disponibles. À cet effet, un outil de rationnement a été achevé et est en pré vulgarisation sur 25 fermes sélectionnées à partir de la typologie des éleveurs décrite plus haut. Cet outil de rationnement tire son originalité de la prise en compte l'ingestion journalière au pâturage qui est fonction de la pluviométrie et du moment de l'année (saison des pluies ou période de soudure) et des déplacements des animaux.

ii) Le stockage individuel

L'achat et le stockage des sous-produits aux périodes où les prix sont les plus bas peut être un moyen de remédier aux fluctuations. Cependant, cette mesure nécessite non seulement de nouveaux investissements (magasins de stockage) mais aussi, contraint les éleveurs à faire des avances productives qu'ils sont très peu enclins à faire ou tout simplement, n'ont pas les moyens de faire. Ce qui explique le fait qu'aucun des éleveurs enquêtés dans cette étude ne pratique le

stockage. De fait, cette mesure devra sans doute être accompagné de financements individuels ciblés.

iii) le recours aux externalités :

il s'agira pour l'état du Sénégal, de fixer les prix des aliments pour bétail, compte tenu de leur valeur nutritive.

Avantages :

- stabilisation des prix toute l'année ;
- amélioration de la productivité du bétail ;
- réduction du risque et donc de l'aversion au risque constatée dans la population étudiée et, de fait, stimulation de la spécialisation laitière.

Inconvénients :

- risque d'aller vers des ruptures d'approvisionnements, néfastes pour la production laitière, au cas où les quantités commercialisées seraient insuffisantes ;
- création d'externalités pouvant affecter à leur tour d'autres activités économiques. Ainsi, la fixation des prix de la paille de riz ou de la fane d'arachide pourrait porter préjudice aux cultivateurs. De même, la fixation des prix du tourteau d'arachide, du son et de la farine basse de riz, du son de blé, et de la graine de coton pourrait avoir un impact négatif sur respectivement, sur l'activité économique des huileries, des rizeries, des minoteries et des industries d'extraction du coton, dont le bon fonctionnement est indispensable au développement de la production laitière ;

iv) la taxation des exportations d'aliments pour bétail :

La production nationale d'intrants alimentaires pouvant être utilisés en alimentation animale est insuffisante. Une solution visant à combler le gap entre l'offre et la demande de ces produits pourrait être d'imposer une contrainte aux exportateurs, à travers la taxation ;

v) l'aide à la prise en charge de l'approvisionnement en intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail, par les éleveurs, à travers leurs coopératives laitières par exemple :

Il ne s'agira pas de fixer des prix, mais de donner les moyens aux éleveurs, à travers leurs organisations (coopératives laitières par exemple), d'acheter au niveau national et d'importer

de l'étranger, les intrants alimentaires aux moments opportuns (moments de plus bas prix) puis de les stocker, avant de les revendre à leurs membres.

Avantages :

- création d'emplois au sein de la communauté (transport, stockage, gardiennage, logistique, gestion de stocks...);
- réduction importante des circuits de commercialisation ;
- garantie de vente des sous-produits à un prix préférentiel (le plus bas possible) ;
- stabilisation des prix toute l'année ;
- amélioration de la productivité du bétail ;
- réduction du risque et donc de l'aversion au risque constatée dans la population étudiée et, de fait, stimulation de la spécialisation laitière.

Inconvénients :

- nécessité d'un lourd investissement (entrepôts de stockage, matériel de conditionnement et de transport, ressources humaines...). Cet investissement devrait cependant être sous la forme d'un prêt bancaire à la coopérative ou à l'organisation d'éleveurs. L'avantage de ce prêt, s'il vient de l'Etat, est que les remboursements annuels pourraient être reconvertis en financements publiques et communautaires permettant de développer de plus en plus l'activité d'élevage (création de pistes de production, électrification rurale et amélioration de l'accès à l'eau, éclairages publiques pour renforcer la sécurité, création d'autres entrepôts de stockage...);
- nécessité d'études antérieures sur le lieu d'implantation et la taille des entrepôts de stockage qui doivent desservir dans les meilleures conditions le plus grand nombre de producteurs possible ;
- nécessité de calibrer les besoins globaux annuels en intrants alimentaires et risque d'aller vers des ruptures d'approvisionnements, néfastes pour la production laitière, en cas de défaut d'évaluation des quantités nécessaires.

L'autre avantage qu'on pourrait tirer de ces entreposages et commercialisations au niveau communautaire, est qu'ils pourraient et devraient être le lieu de stockage et de commercialisation (avant ou après traitement ou mûrissement) du fumier en provenance des élevages et dont les terres agricoles sont si carencées.

Conclusion partielle

Cette étude a mis en évidence, d'une part des prix des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail élevés et d'autre part, de fortes fluctuations de ces prix tout au cours de l'année. Plusieurs facteurs ont été responsables de ces niveaux et instabilités de prix :

- un circuit de commercialisation trop long : la commercialisation des aliments pour bétail peut faire intervenir jusqu'à 6 acteurs, avec la volonté pour chacun d'entre eux, de maximiser leur profit ;
- des asymétries d'information sur la connaissance des prix de marché et sur la qualité des biens : la dissimulation des prix du marché par les grossistes et détaillants, dont les conséquences ont été plus prononcées sur les intrants alimentaires importés dans la zone d'étude de l'étranger, a occasionné des surprofits pour ces derniers, au détriment des éleveurs et de la production laitière ;
- des externalités de l'Etat du Sénégal : les interventions de l'Etat du Sénégal, notamment en ce qui concerne la fixation des prix de certains produits agricoles (riz paddy, arachide...) ou encore de certains produits de consommation (farine boulangère...) peuvent avoir une incidence sur les prix des sous-produits ;
- des spéculations de la part des grossistes et des détaillants : dans une situation de forte demande et de grande insuffisance de l'offre, seules les spéculations peuvent expliquer une vente d'intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail jusqu'en saison des pluies, étant donné que la commercialisation de ces intrants par les producteurs (agriculteurs et industriels) est cantonnée à la fin de la saison des pluies et au premier tiers de la période de soudure. Certains acteurs sont allés si loin dans le stockage et la vente différée, qu'ils ont été contraints de perdre de l'argent à la revente pendant l'hivernage 2019.

Cette situation globale a entraîné une incertitude dans les prix à venir des intrants alimentaires destinés à l'alimentation. Ainsi, les producteurs laitiers du bassin de collecte de la LDB ont eu tendance à plus miser sur la diversification des sources de revenus que sur la spécialisation laitière. De fait, le risque lié à l'incertitude sur les coûts de production a été un frein au développement de la production laitière.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette étude met en exergue de nouvelles pratiques dans les systèmes d'élevage face à la croissance rapide du marché du lait, malgré le contexte général dominé par des systèmes extensifs peu productifs sur le plan laitier. Les évolutions détectées dans les modes de conduites des animaux seraient influencées par les importantes quantités de sous-produits désormais disponibles et qu'on peut utiliser pour l'alimentation du bétail, l'émergence d'une laiterie industrielle privée qui offre un débouché fiable aux éleveurs et l'ouverture nouvelle de ces derniers aux innovations ayant pour but d'accroître la productivité laitière (insémination artificielle, complémentation alimentaire ...). En réponse à ces influences, les éleveurs ont récemment développé 9 stratégies productives dont la parfaite connaissance est indispensable pour qui veut améliorer l'existant.

Tous les types d'éleveurs recensés produisent du lait qu'ils fournissent à la LDB. Cependant, 2 principales orientations productives ont été identifiées : i) la production laitière avec des niveaux de spécialisation et d'intensification diverses et ; ii) la production de bovins sur pieds avec des stratégies de production qui considèrent la production laitière comme une opportunité de diversification du revenu d'élevage.

Il ressort de cette étude que les innovations techniques et en terme de conseils, produits et/ou diffusés par les acteurs de la recherche et du développement devront cibler en priorité les éleveurs spécialisés dans la production laitière ou en voie de l'être, à savoir : les éleveurs en stabulation ; les éleveurs sédentaires ; les éleveurs transhumants partiels précoces producteurs laitiers et ; dans une moindre mesure les agro éleveurs. Le contenu de ces innovations techniques et conseils devront porter un intérêt particulier à la gestion des stocks de fourrage et de concentrés en prévision de l'imprévisibilité des prix, au rationnement de ces intrants alimentaires, au choix des animaux à sédentariser et pour finir, au mode de reproduction et à la programmation des moments de saillie et d'insémination artificielle pour remédier à la saisonnalité de la production laitière.

Les résultats de cette étude ont aussi montré que deux facteurs pouvaient améliorer les conditions d'accès aux sous-produits du riz en général et à la paille de riz en particulier pour les éleveurs : i) l'augmentation de la production, qui requiert certes l'augmentation des superficies cultivées, mais

surtout, l'amélioration des rendements et ; ii) l'amélioration des conditions de récolte, de conditionnement, de conservation et de commercialisation de la paille de riz pour éviter les pertes, les dégâts du bétail dans les parcelles et la flambée des prix de la paille de riz.

Les rendements dans la population étudiée, ont été plus ou moins faibles, comparés aux rendements potentiels des variétés cultivées et les principaux facteurs identifiés comme ayant un impact négatif sur les rendements sont :

- l'absence de drainage, couplé à la présence de sel dans les parcelles, qui implique 65% des superficies cultivées ;
- la baisse de fertilité du sol, causée par l'absence d'apport en engrais organique (92,42% des superficies) sur les parcelles cultivées depuis plus de 15 ans et accentuée par le travail du sol superficiel (< à 6cm de profondeur) qui entrave le développement racinaire de la plante et donc, la mobilisation des éléments nutritifs du sol ;
- les dégâts du bétail qui selon les cultivateurs, génèrent des coûts additionnels et favorisent la dissémination des mauvaises herbes sur les parcelles ;
- les retards du service agricole (fourniture d'intrants subventionnés et prêts bancaires) qui entraînent une implantation de la culture en dehors de la période indiquée et des retards dans les différentes interventions culturales. Ces retards ont provoqué des chutes de rendements telles que, plusieurs unions de producteurs ont décidé de ne plus aller en campagne d'hivernage. De fait, de 2014 à 2019, les superficies cultivées en saison sèche chaude ont largement dépassé les superficies cultivées en hivernage.

Le brulis de la paille de riz après récolte a été beaucoup plus fréquent pendant la culture de saison sèche chaude que pendant la culture d'hivernage (79,51% contre 8,47% de la paille de riz produite) pour une moyenne sur l'année 2019 de 50,33%. Deux causes de brulis sortent du lot : i) les dégâts du bétail sur les parcelles et ii) l'absence de matériel de conditionnement et d'entrepôts de stockage de la paille, à l'abri des intempéries (surtout la pluie) pour différer la vente aux périodes de forte demande.

Concernant les résultats économiques et financiers, l'enquête a révélé de très faibles revenus pour 86,97% des riziculteurs dont, le principal objectif est d'assurer leur sécurité alimentaire. Ces faibles revenus sont étroitement liés aux faibles rendements qui ne laissent pas aux

riziculteurs une marge bénéficiaire confortable, mais aussi, aux faibles superficies cultivées individuellement par ces derniers.

Cette étude a enfin mis en évidence, d'une part, des prix des intrants alimentaires destinés à l'alimentation du bétail élevés et d'autre part, de fortes fluctuations de ces prix tout au cours de l'année. Plusieurs facteurs ont été responsables de ces niveaux et instabilités de prix :

- un circuit de commercialisation trop long ;
- des asymétries d'information sur la connaissance des prix de marché et sur la qualité des biens ;
- des spéculations de la part des grossistes et des détaillants.

Cette situation a entraîné une incertitude dans les prix à venir des intrants alimentaires destinés à l'alimentation. Ainsi, les producteurs laitiers du bassin de collecte de la LDB ont eu tendance à plus miser sur la diversification des sources de revenus que sur la spécialisation laitière. De fait, le risque lié à l'incertitude sur les coûts de production a été un frein au développement de la production laitière.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abraham-Frois G., 1992. Microéconomie, Economica, Édition : 3^{éd}, Paris, 346 p.

Adeossi A. R., Idrissou Y., Soulé A. H., Assani S. A., Assogba B. C. G., Djenontin J. A., Alkoiret I. T., M. Houinato M., 2018. Valorisation des sous-produits du coton et du soja dans l'alimentation des ruminants en Afrique de l'Ouest : Synthèse bibliographique. *Institut National des Recherches Agricoles du Bénin* (INRAB). pp. 26 - 40.

AlimenTerre, 2008. "Pour des politiques européennes cohérentes en faveur des agricultures familiales du Sud", Compte rendu du Séminaire AlimenTerre 2-8 octobre 2008, Bruxelles, Collectif Alimenterre, Comité Français de Solidarité Internationale (CSFI), SOS Faim, Paris (http://alimenterre08.sosfaim.lu/#rub_6).

Amoussou, K. B., 2008. Stratégies des acteurs de la filière des aliments du bétail au Mali (Doctoral dissertation, EISMV).

ANSD, 2019. Situation économique et sociale de Sénégal. 222 p.

Araujo C., Boussard, J-M., 1998. La stabilisation des prix aux producteurs : approches micro-économiques, *Revue Tiers Monde* Vol. 40, No. 160, pp. 901-928.

Arrow K. J., 1969. The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-market Allocation, *Washington DC: Joint Economic Committee of Congress*, pp. 1-16.

Aubron C., 2007. Lait et fromage dans un pays andin : quelle place pour les filières artisanales péruviennes face aux industries laitières ? *Revue Elev. Méd. vét. trop.* 60 : pp. 189-197.

Audru J., 1966. Etude des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le delta du fleuve Sénégal. Tome 1 : description du milieu. Tome 2 : politique de l'élevage. Paris, France, IEMVT, 359 p.

Bankier, M. 1988. Power Allocations: Determining Sample Sizes for Subnational Areas. *The American Statistician*, 42: pp. 174-177.

Bélière J.F., Havard M., Le Gal P.Y., 1991. Le financement de l'agriculture irriguée dans le Delta du fleuve Sénégal : intérêts et dérives du crédit bancaire. Communication présentée au Séminaire international Cirad - OSU - UO « Finance et Développement Rural en Afrique de l'Ouest », 21-25 octobre 1991, Ouagadougou (Burkina Faso). 14 p.

Bélière J.F., 1997. Appui au service du suivi évaluation de la SAED année 1996. Rapport de fin de mission. Montpellier : CIRAD-SAR, 59 p.

Berthelot J., 2009. Kenya et Niger : la vache qui rit et celle qui pleure. Toulouse, France, Solidarités, 17 p.

Bertrand R., Keita B., Ndiaye M.K., 1993. La dégradation des sols des périmètres irrigués des grandes vallées sud-sahariennes (Cas de l'Office du Niger au Mali). *Cahiers Agriculture* ; 2: pp. 318-29.

Boivin P., Dia I., Lericollais., Poussin J.C., Santoir C., Seck S.M., 1995. Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal. Paris, Orstom, Coll. Colloques et séminaires, 562 pages.

Boivin P., Brunet D., Gascuel C., Zante P., Ndiaye J.P., 1995 Les sols argileux de la région de Nianga-Podor : répartition, caractérisation, aptitudes et risques de dégradation sous irrigation. In P. Boivin, I. Dia, A. Lericollais, J.C. Poussin, C. Santoir et S.M. Seck (Eds.) "Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du fleuve Sénégal", *ORSTOM, coll. Colloques et Séminaires*, Dakar, pp. 67-82.

Boivin P., 1997. Soil degradation in irrigation schemes in the Senegal River middle valley: Mechanisms, characterization methods and actual situation. Miézan et al. (Eds), "Irrigated rice in the Sahel: Prospects for sustainable development". *WARDA, Dakar (Senegal)*, pp. 30-37.

Bonfoh B., Fokou G., Ould Taleb M., Fane A., Woirin D., Laimaibao N., Zinsstag J., 2007. Dynamiques des systèmes de production, risques et transformations socio-économiques au Mali. *Revue Elev. Méd. vét. trop.* 60 : pp. 67-76.

Bonnefond P., Caneill J., Auriol O., Ndiaye M., Minvielle J., Clément A., 1980. Etude des unités de production de paysans pratiquant la culture irriguée dans le cadre de la SAED. ISRA, IRAT, ORSTOM, INA-PG, multigraphié, 62 p.

Boucher F., Carimentrand A., Requier-desjardins D., 2009. Agro-industries rurales et lutte contre la pauvreté au Pérou. Les systèmes agroalimentaires localisés contribuent-ils au renforcement des « capacités » ? In : Duteurtre G., Faye B., éd., *Elevage, richesse des pauvres*. Versailles, France, Quae, pp. 221-238.

Boudet G., 1989. Connaissance et gestion de l'espace pastoral sahélien. In : Terroirs pastoraux et agro pastoraux en zone tropicale éd., *AUDRU et al. : Maisons-Alfort*, France, CIRAD-EMVT, pp. 1-59.

Bougoum, A. (2000). Contribution des issues de céréales et des fourrages dans l'alimentation des animaux des élevages périurbains. Mémoire de fin d'études IDR, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso/Burkina Faso, 63 p

Boukary A.R., Chaibou M., Marichatou H., Vias G., 2007. Caractérisation des systèmes de production laitière et analyse des stratégies de valorisation du lait en milieu rural et périurbain au Niger : cas de la communauté urbaine de Niamey et de la commune rurale de Filingué. *Revue Elev. Méd. vét. trop.* 60 : pp. 113-120.

Bourgeois, R., 1998. La constitution des filières et les institutions quaternaires, CIRAD-ECOPOL. Document de travail 36. Paris

Bourgoin, J., Corniaux, C., Touré, L., & Cesaro, J. D., 2018. Atlas des dynamiques observées dans le bassin de collecte de la Laiterie du Berger.

Boutillier J.L., Cantrelle P., Causse J., Laurent C., N'Doye T., 1962. La moyenne vallée du Sénégal. Presses Universitaires de France, Paris.

Brewer K.R.W., et Hanif M., 1983. Sampling with Unequal Probabilities. Springer-Verlag, New York.

Brokken R.F., SENAIT SEYOUM Ed., 1992. Dairy marketing in subSaharan Africa. In: Proc. Symp., ILCA, Addis Ababa, 26-30 Nov. 1990. Addis-Ababa, Ethiopia, ILCA, 392 p.

Broutin C., Duteurtre V., Tandia A., Toure B., Francois M., 2007. Accroissement et diversification de l'offre de produits laitiers au Sénégal : la bataille industrielle du lait en poudre à Dakar et des mini laiteries à la conquête des marchés des villes secondaires. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 11-19.

- Buchanan J. M., Tullock G., 1962, *The Calculus of Consent : Logical Foundations of Constitutional Democracy*, with a Foreword by Robert D. Tollison, 270 p.
- Cahuc P., 1993. *La Nouvelle microéconomie*, La Découverte – Repères, 124 p.
- Calvet H., 1973. Les aliments actuellement utilisables en embouche au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. trop.* 26(spéc.), pp. 53-56.
- Calvet, H. (1979). Les sous-produits agro-industriels disponibles au Sénégal et leur utilisation en embouche intensive. *Communication présentée aux IX journées médicales de Dakar*, 15-20.
- Calvez E., 2006. *L'économie laitière en France et dans le monde : approche géographique*. Rennes, France, Presses universitaires de Rennes, 188 p.
- Camara M., 2013. Etude du disponible alimentaire pour le bétail dans le Sénégal oriental et le haut bassin du fleuve Sénégal : kidira-bakel-matam. Master Développement rural et coopération, UGB-Saint-Louis 55 p.
- Chatellier V., 2020. La dépendance de l'Afrique de l'Ouest aux importations de produits laitiers, *INRAE Prod. Anim.*, 2020, 33 (2), pp. 125-140.
- Chevassus-Lozza E., Valceschini E., 1992. Les concepts de l'économie des conventions et leur articulation. », *Séminaire INRA/ESR sur l'économie des institutions*, pp. 14-27.
- Chia E., Dugué P., Sakho-Jimbara S., 2006. Les exploitations agricoles familiales sont-elles des institutions ?. *Cahiers agricultures*, vol. 15, no 6, pp. 498-505.
- Clavel D., Da Sylva A., Ndoye O., Mayeux A., 2013. Amélioration de la qualité sanitaire de l'arachide au Sénégal : un challenge pour une opération de recherche-développement participative. *Cahiers Agricultures* 22 : pp. 174-181
- Cochran W.G., 1977. *Sampling Techniques*. John Wiley and Sons, New York.
- Cohendet P. et Llerena P., 1999, La conception de la firme comme processeur de connaissance, *Revue d'économie industrielle*, pp. 211-235.
- Corniaux C., Le Mercier J., Dia A.T., 2001. Production de lait de vache dans le Delta du fleuve Sénégal : une réelle activité de diversification en systèmes irrigués ?. *Revue Elev. Méd. vét. trop.* vol. 54, no 1, pp. 47-54.

Corniaux C., Vatin F., Faye B., 2006. Gestion du troupeau et droit sur le lait : les mécanismes de prise de décision en matière de production laitière au sein de la concession sahélienne. *Cahiers agricultures*. vol. 15, no 6, pp. 515-522.

Corniaux C., Bonfoh B., Diallo A., Pocard-chapuis R., Vias G., 2007. Réseaux de collecte et de distribution du lait dans les villes d'Afrique soudano-sahélienne. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 21-28.

Corniaux C., 2008. Organisation sociale et zootechnique de la gestion des produits laitiers en milieu sahélien : la sphère laitière. Cas du delta du fleuve Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 61 : pp. 37-43.

Corniaux C., Vatin F., Ancey V. 2012a. Lait en poudre importé versus production locale en Afrique de l'Ouest : vers un nouveau modèle industriel ?. *Cahiers agricultures*, vol. 21, no 1, pp. 18-24.

Corniaux C., Alary V., Gautier D., Duteurtre G. 2012b. Producteur laitier en Afrique de l'ouest : une modernité rêvée par les techniciens à l'épreuve du terrain. *Presses de Sciences Po*, « Autrepart » N° 62, pp. 17-36.

Coulibaly D., Moulin C.H., Pocard-Chappuis R., Morin G., Sidibe S.I., Corniaux C., 2007. Evolution des stratégies d'alimentation des élevages bovins dans le bassin d'approvisionnement en lait de la ville de Sikasso au Mali. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 103-111.

Darnhofer I., 2010. Stratégies pour assurer la capacité d'adaptation d'une exploitation agricole : pistes théoriques., Agir en situation d'incertitude. 22-24 novembre 2010, Montpellier, France, 9 p.

Daviron B., 1998. Les défaillances de marché et les filières agricoles. Cirad-Ecopol, Document de travail 38. Paris.

Delgado C., Rosegrant M., Steinfeld H., Ehui S., Courbois C., 1999. Livestock to 2020. The next food revolution. Washington, DC, USA, IFPRI, 17 p.

Deffo, V., Ottou, J. F. B., Messiné, O., Achundoh, L. E., & Djoumessi, M., 2009. Facteurs socio-économiques affectant l'utilisation des sous-produits agro-industriels pour l'embouche bovine à contre-saison dans l'Adamaoua, Cameroun. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13(3), pp. 357-365.

Dia D., Duteurtre G., Dieye P.N., 2007. Le rôle de l'élevage dans la lutte contre la pauvreté : l'exemple des filières laitières locales au Sénégal. In : Mbaye A., Roland-Holst D., Otte J., eds, *Agriculture, élevage et pauvreté en Afrique de l'Ouest*. Dakar, Sénégal, Crea, pp. 103-118.

Diallo S., Johnson D.E., 1996. Les adventices du riz irrigué au Sahel et leur contrôle. In : Miézan KM, Wopereis MCS, Dingkuhn M, Deckers J, Randolph TH, eds. *Irrigated rice in the Sahel : prospects for sustainable development*. *Dakar (Sénégal): WARDA*, pp. 311-323.

Diarra A, 2009. Echanges internationaux et développement du secteur laitier sénégalais. Thèse Doct. Economie Université Paris-Sud 11. Montpellier, France, Cirad, 306 p.

Diaw E.H.B., 1996 Modélisation du transfert d'eau en milieu poreux non saturé : application à l'étude de la recharge des nappes d'eaux souterraines en région Soudano-Sahélienne. Thèse de Doctorat. Strasbourg : Université Louis-Pasteur, 239 p.

Dieng A., 1984. Utilisation des sous-produits agricoles et agro-industriels disponibles le long du fleuve Sénégal. Mémoire de fin d'études, faculté des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 154 p.

Dieye P.N., Montaigne E., Duteurtre G., Boutonnet J.P., 2008. Le rôle des arrangements contractuels dans le développement du système laitier local et des mini laiteries au Sénégal. *Econ. rurale* (303304-305) : pp. 108-122.

Dingkuhn M., 1995. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel — III. Characterizing environments by simulating crop phenology. *Agricultural Systems*, 48 (4): pp. 435-456.

Dingkuhn M., 1997. Characterizing irrigated rice environments usin the rice phenology model RIDEV. In “Irrigated rice in the Sahel: prospects for sustainable development”, *ADRAO/WARDA, Dakar*, pp. 343-360.

Dingkuhn M., Miézan K.M., 1995. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel — II. Validation of photothermal constants and characterization of genotypes. *Agricultural Systems*, 48 (4): pp. 411-433.

Dingkuhn M., Sow A., 1997. Potentials yields of irrigated rice in the Sahel. In “Irrigated rice in the Sahel : prospects for sustainable development”, *ADRAO/WARDA, Dakar*, pp. 361-380.

- Diouf, M., 1998. Valorisation des résidus de récolte de niébé dans l'alimentation des animaux : étude préliminaire. Rapport technique ISRA.
- Duteurtre G., Atteyeh A., 2000. Le lait à Moundou, témoin de l'intégration marchande des élevages pastoraux au sud du Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 53 : pp. 299-306.
- Duteurtre G., 2007. Commerce et développement de la filière laitière en Afrique de l'Ouest : une synthèse », *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, vol. 60, no 1-4, pp. 209-223.
- Duteurtre G., Faye B., coord., 2009. L'élevage, richesse des pauvres : stratégies d'éleveurs et organisations sociales face aux risques dans les pays du Sud. Versailles, France, Quae, 286 p.
- Duteurtre G., 2009. Lait des pauvres, lait des riches : réflexion sur l'inégalité des règles du commerce international. In : Duteurtre G., Faye B., eds, *Elevage, richesse des pauvres*. Versailles, France, Quae, pp. 249-266.
- Duteurtre G., Corniaux C., 2018. Le commerce de poudre de lait ré-engraissé : situation et enjeux pour les relations commerciales Europe-Afrique de l'Ouest, Rapport réalisé par le CIRAD sous la supervision des équipes de SOS faim et d'OXFAM, 43 p.
- Duvail S., Mietton M., Gourbesville P., 2001. Gestion de l'eau et interactions société-nature le cas du delta du Sénégal en rive mauritanienne. *Nature Sciences Sociétés*, 9 (2): pp. 5-16.
- Fageria N.K., Baligar V.C., 1999. Yield and yields components of lowland rice as influenced by timing of nitrogen fertilization. *J of Plant Nutrition* ; 22 : pp. 23-32.
- FAO., 2014. Résidus agricoles et sous-produits agro-industriels en Afrique de l'ouest : Etat des lieux et perspectives pour l'élevage. 59 p.
- FAO, 2018. État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde, renforcer la résilience face aux changements climatiques pour la sécurité alimentaire et la nutrition, Rome, 198 p.
- Fowler F.J., 1984. *Survey Research Methods*. 1. Sage Publications, California.
- Fok, M. A. C., 1998. Politique d'intensification de l'utilisation des intrants agricoles en Afrique au sud du Sahara : les conditions et limites de la libéralisation. Cirad-Amis, Nogent-sur-Marne, 22 p.

Fraval P., 2000, *Eléments pour l'analyse économique des filières agricoles en Afrique subsaharienne.*, Ministère des Affaires Etrangères Direction générale de la coopération internationale et du développement, 91p

Galetto A., Lopez W., Baumeister E., 2007. Competitiveness of milk production in Nicaragua: An analysis of productivity and costs in dual-purpose livestock systems in the Matagalpa Region. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 133-140.

Gaye P.A.M., 2016. Analyse des contraintes et atouts de la diffusion et de l'adoption du traitement de la paille à l'urée et de l'utilisation des blocs multi nutritionnels par les éleveurs dans le delta du Sénégal. Master de spécialisation. EISMV-Dakar, 35 p.

Gower A., Kelly K., 1993. How Big Should the Sample Be? Statistics Canada.

Grossman S J., Stiglitz J E., 1980. On the impossibility of informationally efficient markets. *The America Economic Review*, vol. 70, No 3, pp 393-408.

Haefele S., Johnson D.E., Diallo S., Wopereis M.C.S., Janin L., 2000. Improved soil fertility and weed management is profitable for irrigated rice farmers in Sahelian West Africa. *Field Crops Res* ; 66 : pp. 101-13.

Hamadou S., Pale E., Ditalamane H., 2007. Déterminants de la consommation des produits laitiers à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) : facteurs sociaux et sensibilité aux prix. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 51-58.

Hamadou S., Tou Z., Toe P., 2008. Le lait, produit de diversification en zone périurbaine à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Cahiers Agricultures*, 17: pp. 473-478.

Hemme S., Otte J., 2010. Status and Prospects for Smallholder Milk Production. A Global Perspective Pro-poor Livestock Policy Initiative, IFCN/FAO, Rome, 181 p.

Hibou B., 1998. Banque Mondiale : les méfaits du catéchisme économique : l'exemple de l'Afrique subsaharienne. », *Esprit*, pp. 98-140.

Hidiroglou M.A., 1994. Sampling and Estimation for Establishment Surveys: Stumbling Blocks and Progress. Proceedings of the Section on Survey Research Methods. *American Statistical Association*, pp. 153-162.

- Hoff K., Braverman A., Stiglitz J.E. 1993. The economics of rural organisation, theory, practice and policy. In The economics of rural organisation. *World Bank Oxford University Press*. New York, pp. 1-30.
- ISRA, 2009. Mon lait, je l'aime local : produits et savoir-faire laitiers en Afrique de l'Ouest. Livret de l'exposition itinérante 2009. Dakar, Sénégal, Isra-Bame, 26 p.
- Jamin J.Y., 1986. La double-culture du riz dans la Vallée du Fleuve Sénégal : Mythe ou Réalité ? *Les Cahiers de la Recherche Développement*, 12 : pp. 64-55.
- Jamin J.Y., Caneill J., 1983. Diagnostic sur les systèmes de culture pratiqués dans le cadre de la SAED sur la rive gauche du fleuve Sénégal. T.3 : Etude des systèmes de culture irriguée. St Louis, ISRA-CIRAD-INA-PG, 285 p.
- Jevons, W. S. (1871). *The Theory of Political Economy*. London: MacMillan and Co.), 329 p.
- Kalton G.J., Kordos R. Platek R., 1992. Small Area Statistics and Survey Designs. *Central Statistical Office, Warsaw*, pp. 31-75.
- Kanté S., 1996. Gestion de la mécanisation pour la préparation du sol. In : Opération de recherche - développement pour l'amélioration de la production rizicole et la préservation de la ressource en sols. Rapport final 1995. *Orstom - Isra - PSI - Saed - FED, Dakar*, pp. 26-42.
- Knudsen O., Nash J., 1990, Domestic price stabilization schemes in developing countries, *Economic development and cultural change* – 38(3), pp. 539-558.
- Kobrich C., Rehman T., Khan M., 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multivariate analyses in Chile and Pakistan, *Agricultural systems*, Vol. 76, No. 1, pp. 141-157.
- Lambaré P., 2015. Potentiel de sous-produits agro-industriels en Afrique de l'Ouest : cas du Sénégal, du Mali et du Niger. Mémoire de stage de CEI, AgroParisTech. 74 p.
- Landais E., 1998. Modelling farm diversity: New approaches to typology building in France, *Agricultural systems*, Vol. 58, No. 4, pp. 505-527.
- Larbier M. et Leclercq B. 1992. Nutrition et alimentation des volailles. *Pari INRA* – 355 p

Le Gal P.Y., Ndiaye M., Sow A.M., 1990. Le désherbage du riz irrigué dans le Delta du fleuve Sénégal : situation actuelle et conséquence en matière de recherche-développement. St-Louis (Sénégal): DSA/Cirad/ISRA, 16 p.

Le Gal P.Y., 1993 Processus de décision et innovation: l'exemple de la double riziculture irriguée dans le Delta du fleuve Sénégal. Communication au séminaire Cirad-Inra-Orstom « Innovations et Sociétés», 13-16 septembre 1993, Montpellier (France).

Le Gal P.Y., Dia I., 1991. Le désengagement de l'Etat et ses conséquences dans le delta du fleuve Sénégal. In Crousse B., Mathieu P., Seck S.M. (Eds), « La vallée du fleuve Sénégal - Evaluations et perspective d'une décennie d'aménagement », *KARTHALA*, Paris, pp. 161-174.

Le Gal P.Y., Papy F., 1998. Co-ordination processes in a collectively managed cropping system: double cropping of irrigated rice in Senegal. *Agricultural Systems*, 57 (2) : pp. 135-159.

Le Gal P.Y., 1996 Gestion collective des systèmes de culture en situation d'incertitude : cas de l'organisation du travail en double culture dans le delta du fleuve Sénégal. Thèse de doctorat. Montpellier: ENSAM ; 2 tomes, 215 p.

Lericollais A., Sarr A., 1995. Histoires de périmètres. In P. Boivin, I. Dia, A. Lericollais, J.C. Poussin, C. Santoir et S.M. Seck (Eds) "Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du fleuve Sénégal", *ORSTOM, coll. Colloques et Séminaires*, Dakar, pp. 5-36.

Leroy P., 1989. LACC : un logiciel d'aide au choix des cultures. *Cultivar*, 249 : pp. 77-79.

Llorca A., 1995. Les issues de riz, les sons de mil et de maïs, les tourteaux d'arachides et les farines de poissons du Sénégal. Maisons-Alfort : CIRAD-EMVT, Mémoire DESS : Productions Animales en Régions Chaudes : Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, 83 p.

Lo M., 2017. Etude de la digestibilité des parties inférieures et supérieures des tiges de trois populations de mil potentiellement à double usage (SL28, SL169 et SL423) en comparaison à celles des variétés Souna 3 et Thialack 2 chez le mouton Peulh-Peulh Présenté. Mémoire De Fin D'études, ENSA-Thiès 60p.

Losch B., 2008. La recherche d'une croissance agricole inclusive au cœur de la transition économique africaine. In : Deveze J.C. éd., Défis agricoles africains. Paris, France, *Karthala*, pp. 47-72.

- Lubulwag G., Davis J., 1995. Estimating the social costs of the impacts of fungi and aflatoxins in South-East Asia. n° 23. In Proceedings of the Workshop on Mycotoxins in Foods in Africa, 6-10 Novembre, 1995, Cotonou, Bénin, p. 23.
- Mac Dowall C., Nettièr B., Noury JM., Pauthenet Y., 2012. Flexibilité des exploitations agricoles., Résultats du programme de Recherche-Développement 2007-2012, GIS, 8 p.
- Marchal J.Y., 1987. En Afrique des savanes, le fractionnement des unités d'exploitation rurales ou le chacun pour soi. *Cahier des sciences humaines*, vol. 23, no 3-4, pp. 445-454.
- Markelova H., Meinzen-Dick R., Hellin J., Dohrn S., 2009. Collective action for smallholder market access. *Food Policy*, 34: pp. 1-7.
- Martin J., Ba A., Dimanche P., Schelling R., 1999. Comment lutter contre la contamination de l'arachide par les aflatoxines ? Expériences conduites au Sénégal. *Agriculture et développement*, n° 23, pp. 58-67.
- Mbaye,N., 1980. Les sous produits agro-industriels au senegal, aperçu sur les travaux de l'institut sénégalais de recherches agricoles, 267 p.
- Menger C., 1871. *Grundsätze der Volkswirtschaftslehre*. Wien: Wilhelm Braumüller.
- Mercier-Gouin D., 2004. La gestion de l'offre dans le secteur laitier, un mode de régulation toujours pertinent. Sainte-Foy, Québec, Université Laval, Grepa, 134 p.
- Metzger R., Centres J.M., Thomas L., Lambert J.C., 1995. L'approvisionnement des villes africaines en produits laitiers, un potentiel pour le développement rural. Rome, Italie, 102 p.
- Meyer C., Denis J.P., 1999. *Élevage de la vache laitière en zone tropicale*. CIRAD, France, 314 p.
- Miller J. D., 1996. M ycotoxins. In Proceedings of the Workshop on Mycotoxins in Foods in Africa, 6-10 novembre 1995, *Cotonou, Bénin*, pp. 18-22.
- Morgenstern O., Von Neumann J., 1944. *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press; 776 p.

Morin G., Coulibaly D., Corniaux C., Pocard-Chappuis R., Sidibe S.I., Moulin C.H., 2007. Dynamiques des unités de production laitière dans le bassin d’approvisionnement de la ville de Ségou au Mali. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 89-101.

Moustier P. 1998. Contribution à l'économie des organisations aux débats sur les marchés africains : l'économie des coûts de transaction et de l'information imparfaite. Cirad-Ecopol. Document de travail 35. Paris.

Nuttall C., 1991. Quels types d’aménagement du territoire ? In Crousse B., Mathieu P., Seck S.M. (Eds), « La vallée du fleuve Sénégal - Evaluations et perspective d’une décennie d’aménagement », *KARTHALA*, Paris, pp. 83-96.

OCDE-FAO, 2018. Perspectives agricoles 2018-2027. Editions OCDE, Paris, 123 p.

Odru, M., 2013. Flux de biomasse et renouvellement de la fertilité des sols à l’échelle du terroir (Diohine) (Mémoire d’ingénieur (master 2)). ISTOM, Cergy Pontoise.

ONU, 2017. World population prospects : the 2017 revision, key findings and advance tables. Report, 46 p.

Ouédraogo S., Douanio H., 2007. Analyse des facteurs qui déterminent la consommation du lait frais local pasteurisé local dans la ville de Ouagadougou au Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 59-65.

Ouologuem B., Coulibaly D., Pocard-Chapuis R., Corniaux C., Kassambara I., Coulibaly M.-D., Niang M., Bengaly K., 2008. « Production, commercialisation et consommation de lait et produits laitiers en zones périurbaines du Mali », Rapport final de recherche du projet Bov 9-2 (FSP), IER, Bamako, Mali, 98 p.

Ouvry F., Marlet S., Tangara B., Berete O., 2000. Analyse du fonctionnement hydraulique d'un grand aménagement. Proposition d'amélioration des performances de la gestion de l'irrigation à l'Office du Niger. In: Legoupil JC, Dancette C, Godon P, Maïga IM, Ndiaye KM, eds. Pour le développement durable de l'agriculture irriguée dans la zone Soudano-Sahélienne. Dakar : *WECARD-CORAF* : pp. 264-284.

OXFAM., 2005. Le commerce du lait : un concentré d’injustices ! » : <http://www.oxfamsol.be/fr/Le-commerce-du-lait-un-concentre-d,957.html>, page consultée le 15 octobre 2018.

Philippe C., Kane A., Handschumacher P., Mietton M., 1997. Aménagements hydrauliques et gestion de l'environnement dans le delta du fleuve Sénégal (Axe Gorom-Lampsar - Sénégal). In : 111 Pratiques de gestion de l'environnement dans les pays tropicaux. Journées de Géographie Tropicale du Comité National de Géographie, 6-8 sept. 1995, Talence (France), pp. 389-401.

Poccard-Chapuis R., Corniaux C., Coulibaly D., 2007. Dynamiques de structuration des bassins laitiers. Comparaison entre l'Amazonie brésilienne et le Mali. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 141-152.

Poussin J.C., 1995a. Direct seeding or transplanting ? The example of the Senegal middle valley. Atelier international sur la riziculture irriguée au Sahel. *WARDA, Ndiaye, Senegal*. March, pp. 27-31.

Poussin J.C., 1995b. Gestion technique de la riziculture irriguée. In : Boivin P, Dia /, Lericollais A, Poussin J.C., Santoir C, Seck SM, eds. Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal. Paris : *Orstom, coll.* « Colloques et séminaires », pp. 153-70.

Poussin J.C., 1998. Diagnostic sur les systèmes de riziculture irriguée dans la moyenne vallée aval du fleuve Sénégal. In : Biarnes A, eds. La conduite du champ cultivé. Points de vue d'agronomes. Paris : *Orstom, coll.* « Colloques et séminaires », pp 133-161.

Rigourd C., Hermiteau I., De Villemarceau A.N., Vidal A., 2002. La riziculture irriguée en Afrique sahélienne : rompre avec le pessimisme. *Cahiers Agricultures* ; 11 : pp. 59-64.

Replinger, E. (2013). Evolution des pratiques d'alimentation et de transhumance des éleveurs de la Laiterie du berger (Sénégal) (Doctoral dissertation, ISTOM).

SAED., 1997. Recueil des statistiques de la vallée du fleuve Sénégal. Annuaire 1995/1996. Version détaillée. République du Sénégal, *Ministère de l'Agriculture*, 142 p.

Sanchez-Ugarte F., Modi. J R. Année inconnue., Are export duties optimal in developing countries ? Some supply-side considerations.

Satin A., Shastry W., 1993. L'échantillonnage : un guide non mathématique – Deuxième édition. Statistique Canada. -602 p.

Sauvant D., Perez J.-M., Tran G., 2004. Tables of composition and nutritional value of feed materials, 112 p.

Schneider M., Kouyate H., Fokou G., Zinsstag J., Traore A., Amadou M., Bonfoh B., 2007. Dynamiques d'adaptation des femmes face aux transformations des systèmes laitiers périurbains en Afrique de l'Ouest. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 121-131.

Seck S.M., 1991. Sur la dynamique de l'irrigation dans la vallée du fleuve. In Crousse B., Mathieu P., Seck S.M. (Eds), « La vallée du fleuve Sénégal - Evaluations et perspective d'une décennie d'aménagement », *KARTHALA*, Paris, pp. 17-43.

Smith A. J. 1992. L'élevage de la volaille. G-P. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T. eLes techniciens de l'agriculture moderne). CTA-vol 1, 13 - 110 ; vol 2 : pp. 294 - 296.

Sow A. B., 1996, Effets de la complémentation alimentaire sur la production laitière du zébu Gobra en élevage extensif traditionnel: cas du département de Linguère. Thèse doct. vét., EISMV, Dakar, Sénégal, (n° 46), 67 p.

Sow Dia F., Somda J., Kamuanga M., 2007. Dynamique des filières laitières en zone sahélienne : cas de l'offre et de la demande du lait en zone agropastorale centre du Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 77-88.

Srairi M.T., Chohin Kuper A., 2007. Conséquences de la libéralisation des marchés sur les opérateurs de la filière laitière au Maroc. *Revue Elev. Méd. vét. trop.*, 60 : pp. 177-187.

Sib O., Bougouma-Yameogo V.M.C., Blanchard M., Gonzalez-Garcia E., Vall E., 2017. Dairy production in Western Burkina Faso in a context of emergence of dairies: Diversity of breeding practices and proposals for improvement. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 70 (3): pp. 81-91.

Talleg F., Bockel L., 2005. L'approche filière: Analyse fonctionnelle et identification des flux. Présentation thématique générale, FAO, 23p.

Tarrière C., 1993 La dynamique sociale des GIE, village de Donaye. In Boivin P, Dia I, Lericollais A, Poussin JC, Santoir C et Seck SM (Eds) « Nianga, Laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal », *ORSTOM Editions (Paris)*, pp. 339-374.

Thompson M., 1997 *Theory of Sample Surveys*. Chapman and Hill, United Kingdom.

Wackermann J.B., 1995 Le financement de la riziculture irriguée au Sénégal : l'exemple de la région du fleuve. In : Boivin P, Dia /, Lericollais A, Poussin JC, Santoir C, Seck SM. eds. Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal. Paris : *Orstom, coll. « Colloques et Séminaires »*, pp. 457-85.

Touré S. F., 1984. Valeur alimentaire des rations à base de paille de riz distribuées aux ruminants, d'après les résultats du service de Physiologie Nutrition du LNERV et du service d'Alimentation de l'ITEMVT, REF. No 32/PHYSIO, 15p.

Tourrand J. F., 2000. L'élevage dans la révolution agricole au *Waalo*, delta du fleuve Sénégal. CIRAD, 165 p.

Upton M., Otte J., 2004. The impact of trade agreement on livestock producers. In: Owen E., Smith T., Steele M.A., Anderson S., Duncan A.J., Herrero M., Lever J.D., Reynolds C.K., Richards J.I., Ku-Vera J.C., Eds, Responding to the livestock revolution: the role of globalization and implications for poverty alleviation. *Nottingham, UK, Nottingham University Press*, pp. 51-66.

Van de kop P., Sautier D., Gerz A., Eds, 2006. Origin-based products: Lessons for pro-poor market development. *Bull. Royal trop. Inst. (372)*: 104 p.

Vatin F., 1996. Le Lait ou la raison marchande, essai de sociologie économique. Rennes, France, Presses universitaires de Rennes, 205 p.

Vilo J., 2016. Evaluation des flux de biomasse d'origine agricole entre zones agro-écologiques à l'échelle du Sénégal. Mémoire De Fin D'études, Sup-Agro Montpellier 73p.

Wade A., (2018). Inventaire des flux de fane d'arachide à l'échelle du Sénégal. Mémoire De Fin D'études, ENSA-Thiès 59 p.

Walras, L. 1874 [1926]. Éléments d'économie politique pure ou Théorie de la richesse sociale. Lausanne : F. Rouge.

Walshe M. J., Grindle J., Nell A., Bachmann M., 1991. Dairy development in sub-Saharan Africa: A study of issues and options. Washington, DC, USA, The World Bank, 94 p. (Technical paper No 135)

Wescott M.P., Brandon D.M., Lindau C.W., Patrick W.H., 1986 Effects of seeding method and time of fertilization on urea-nitrogen-15 recovery in rice. *Agron J*; 78: pp. 474-478.

Wopereis M.C.S., Ceuppens J., Boivin P., Ndiaye A.M., Kane A., 1998 Preserving soil quality under irrigation in the Senegal River Valley. *Netherlands Journal of Agricultural Science*; 46: pp. 97-107.

Wopereis M.C.S., Haefele S.M., Kebbeh M., Miezán K.M., Diack B.S., 2001 Improving the productivity and profitability of irrigated rice production in Sahelian West Africa. In: Proceedings of the Expert Consultation Meeting on Yield Gap and Productivity Decline in Rice Production at FAO, *Rome, Italy*, 5-7 September 2000, pp. 117-142.

Yoshida Y., 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. IRRI, Los Baños, Philippines.

ANNEXES

Questionnaire des éleveurs

N°

Date :/...../2018

- **Identification du producteur**

- Département :.....
- Communauté rurale :.....
- Village :.....
- Coordonné GPS de la ferme: Latitude :..... Longitude :.....
- Prénom et nom de l'éleveur:.....

- **Identité ethnique et culturelle de l'éleveur**

1. *A quelle ethnie appartenez-vous ?*

- 1- Sérère 2- Peulh 3- Wolof
- 4-Autre (à préciser).....

2. *Quel est votre religion ?*

- 1- Musulman 2- Chrétien 3- Animiste
- 4-Autre (à préciser).....

3. *Quel est votre niveau de scolarité ?*

- 1- Primaire 2- Secondaire 3- Université
- 4- Coran 4-Autre (à préciser).....

I. Activités

1. *Combien de personnes travaillent dans l'exploitation sans rémunération ?*

.....

2. *Combien de personnes sont rémunérés pour leur travail dans l'exploitation ?*

.....

3. *A part la production laitière, pratiquez-vous dans la famille une autre activité agricole ou d'élevage ?*

- 1- Oui 2- Non

4. *Décrivez cette ou ces activités*

.....
.....
.....

5. *Quelle part du revenu agricole occupe cette ou ces activités ?*

.....
.....
.....

6. Si vous cultivez, que faites-vous des sous-produits agricoles ?

- 1- Pas de sous-produit agricole 2- Alimentation du troupeau 3- Vente
 4- Amendement des parcelles 5- Don

7. Que cultivez-vous ?

- 1- Riz en irrigué 2- Autre céréale saison des pluies 3- légumineuse saison des pluies
 4- Culture fourragère 4-Autre (à préciser).....

8. Que faites-vous du fumier produit ?

- 1- Amendement des parcelles 2- vente 3- Don

9. *Provenance des revenus*

a. *Avez-vous dans la famille une ou des activités non agricoles pour compléter le revenu ?*

.....
.....
.....
.....

b. *Quel est la part de ce revenu non agricole dans le revenu familial ?*

.....
.....

II. Spéculations en production animale

1. Que produisez-vous dans votre exploitation ?

1- Lait

2- Viande

3- Autre (à préciser)

.....

2. Classez les différentes sources de revenus de l'activité d'élevage bovin du ménage :

Sources de revenus	Rang (codes)	Revenu en FCFA
Revenus du lait		
Revenus provenant de la vente de bétail		
Revenus provenant de la vente de fumier		
Revenus d'autres activités d'élevage (précisez) /...../		
Codes de classement : 1= Source principale de revenu		2 = 2e source
		3 = 3e source, etc.

3. Estimez l'investissement annuel dans l'élevage en 2018 en FCFA

.....

4. Quelle part du revenu d'élevage est réinvestie dans l'élevage en % ?

.....

III. Productions animales

• **Système d'élevage :**

5. Quel système d'élevage pratiquez-vous ?

1- Stabulation

2- Divagation

3- Transhumance

4- Transhumance + stabulation

5- Transhumance +divagation

6. Quel est le nombre de bovins qui transhument ?

.....

7. A quelle date êtes-vous parti en transhumance en 2019 ?

.....

.....

8. A quelle date partez-vous en transhumance habituellement ?

.....
.....
9. Quelle est la cause de la transhumance tardive ?
.....
.....

10. Quels types d'animaux sont retenus en transhumance partielle ?
.....
.....

11. Pourquoi retenez-vous des animaux en transhumance partielle ?
.....
.....

12. Jusqu'où transhumez-vous ?
.....
.....

13. Quelles sont les causes de la transhumance ?

- 1- Manque de pâturage 2- Manque d'eau 3- Habitude et technique
 4- Maladies 5- Manque d'espace 7- Autres
-
.....

(Vous pouvez cocher plusieurs cases)

14. Quel est le nombre de bovins qui divaguent ?
.....

15. Quand pratiquez-vous la divagation ?
.....
.....

16. Jusqu'où vous déplacez-vous ?
.....
.....

17. Quelles sont les causes de divagation ?

- 1- Manque de pâturage 2- Manque d'eau 3- Habitude et technique

- 4- Maladies 5- Manque d'espace 6- Manque d'intrants alimentaires
 7- Autres.....(Vous pouvez cocher plusieurs cases)

18. Pratiquez-vous la stabulation ?

- 1- Oui 2- Non

19. Quels types de bovins sont mis en stabulation ?

- 1- Mâles reproducteurs de race pure exotique 2- Femelles laitières de race pure exotique
 3- Veaux 7- Autres.....

(Vous pouvez cocher plusieurs cases)

• **Cheptel :**

20. Quelles sont les races bovines présentes dans votre exploitation et leurs effectifs respectifs ?

- 1- Zébu Gobra 2- Zébu Maure..... 3- Métis..... 4-
Race exotique pure..... 5- Autres (à préciser).....

.....
.....

(Plusieurs cases peuvent être cochées)

21. Quels sont les raisons du choix de la race que vous élevez ?

- 1- Esthétique 2- Production laitière 3- Production de viande
 4- Rusticité 5- 1 et 4 6- 2 et 3
 7- Autres.....(Vous pouvez cocher plusieurs cases)

22. Quel mode de reproduction pratiquez-vous ?

- 1- Taureau de race locale sélectionné à partir de mon élevage
 2- Service de taureau de race exotique.....
 3- Insémination artificielle.....
 4- 1 et 2.....
 5- 1 et 3.....
 6- 2 et 3.....
 7- Autres (à préciser).....

- 4- Résidus de récolte 5- Aliments usinés 6- Autre (à préciser)

.....

(Vous pouvez cocher plusieurs cases)

26. Pratiquez-vous le stockage des intrants alimentaires ?

- 1- Oui 2- Non

27. A quelle période achetez-vous des sous-produits pour l'alimentation du bétail ?

.....

28. *Si les aliments sont achetés :*

Pendant l'hivernage : de juillet à septembre

Aliments	Type d'animaux	Quantité	Prix d'achat	Autres frais (transport,...)	Lieu d'achat

.....

Pendant la période post hivernale : de novembre à février

Aliments	Type d'animaux	Quantité	Prix d'achat	Autres frais (transport,...)	Lieu d'achat

4- Tout le cheptel

5-Autre

.....
.....

• **Animaux en stabulation en saison sèche**

32. *Comment alimentez-vous les animaux en stabulation ?*

Aliments	Vaches en production	Génisses	Taureaux	Veaux
Foins ou paille de brousse				
Fourrage cultivé				
Sous-produits (préciser).....				
Aliments usiné (préciser).....				

33. *Quelles quantités d'aliment distribuez-vous par jour ?*

Pendant l'hivernage :

	Aliment	Quantité	Prix
De juillet à septembre			

Pendant la période post hivernale :

De novembre à février	Aliment	Quantité	Prix

Pendant la période de soudure :

De mars à juin	Aliment	Quantité	Prix

- ***Production laitière :***

10. Combien de vaches sont raites par jour ?

.....

11. Combien de traites faites-vous par jour ?

.....

.....

12. Quelle quantité de lait produisez-vous en moyenne par jour pendant l'hivernage ?

Juillet.....

Aout.....

Septembre.....

Octobre.....

Novembre.....

Décembre.....

13. Quelle quantité de lait produisez-vous par jour pendant la période de soudure ?

Janvier.....
Février.....
Mars.....
Avril.....
Mai.....
Juin.....

- ***Vente d'animaux***

14. Combien de bovins avez-vous vendu en 2018 ?

- 1- Vache..... 2- Génisse..... 3- Taureau.....
 4- Veau.....

15. Ou vendez-vous vos animaux ?

.....
.....
.....
.....

16. Quel est le prix de vente de vos animaux ?

.....
.....
.....
.....

.....

VI.

Conditionnement de la paille de riz

10. *Disposez-vous de broyeuses et de botteleuses pour le conditionnement de la paille de riz ?*

1- Oui

2- Non

VII. Variété de riz produite ?

11. *Quelle variété de riz produisez-vous durant la culture de saison sèche ?*

1- Variété précoce

2- Variété tardive

12. *Pourquoi ?*

.....

13. *Quelle variété de riz produisez-vous durant la culture de saison de saison des pluies ?*

1- Variété précoce

2- Variété tardive

14. *Pourquoi ?*

.....

VIII. Systèmes agricoles

15. *Pratiquez-vous l'élevage en plus de la culture du riz ?*

1- Oui

2- Non

16. *Quel mode de conduite de troupeau avez-vous adopté ?*

1- Transhumance

2- Stabulation

17. *Utilisez-vous la paille de riz produite dans l'alimentation du bétail ?*

.....

18. *A quelle période l'utilisez-vous ?*

1- Stockage et utilisation toute l'année

2- Stockage et utilisation en période de soudure seulement

3- Autres périodes.....

19. *Utilisez-vous le fumier produit dans la fertilisation des sols ?*

1- Oui

2- Non

IX. Rendement

20. *Quel a été votre rendement paddy en culture de saison des pluies ?*

.....

21. *Quel a été votre rendement paddy en culture de saison sèche chaude ?*

.....

22. *Quel est l'évolution de ce rendement ces 3 dernières années ?*

.....

X. Utilisation de la paille de riz

23. *Qu'avez-vous fait de la paille de riz de la culture de saison sèche chaude ?*

1- Paille de riz brûlée

2- Paille de riz donnée et exploitée dans les champs par le troupeau

3- Paille de riz vendue et exploitée dans les champs par le troupeau

4- Paille de riz donnée après récolte

5- Paille de riz donnée après récolte hachage et bottelage

1- Paille de riz vendue après récolte

Pourquoi ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

24. *Qu'avez-vous fait de la paille de riz de la culture d'hivernage ?*

1- Paille de riz brûlée

