



HAL
open science

Analyse de la contribution des systèmes laitiers au développement durable des territoires. Étude de deux micro territoires contrastés en Inde du Sud-est et à l'île de La Réunion

Yvane Marblé

► **To cite this version:**

Yvane Marblé. Analyse de la contribution des systèmes laitiers au développement durable des territoires. Étude de deux micro territoires contrastés en Inde du Sud-est et à l'île de La Réunion. Economies et finances. Université de la Réunion, 2019. Français. NNT : 2019LARE0021 . tel-02984467v2

HAL Id: tel-02984467

<https://theses.hal.science/tel-02984467v2>

Submitted on 31 Oct 2020

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

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

Université de La Réunion

Ecole doctorale Sciences Humaines et Sociales

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

MARBLÉ Yvane

Pour l'obtention du grade de

DOCTEURE DE L'UNIVERSITE DE LA REUNION

Discipline : Sciences économiques

Ecole Doctorale : Sciences Humaines et Sociales

Analyse de la contribution des systèmes laitiers au développement durable des territoires

**Etude de deux micro territoires contrastés en Inde du Sud-est et à l'Île de
La Réunion**

Composition du jury :

Dr. Véronique ALARY, CIRAD, Rabat

Pr. Samuel BATES, Université d'Angers

Dr. Jean-Marc BARBIER, INRA, Montpellier

Dr. Marie DERVILLÉ, ENSFEA, Toulouse

Pr. Jean-François HOARAU, Université de La Réunion, Saint-Denis

Pr. Stéphane BLANCARD, AgroSup Dijon

Dr. Claire AUBRON, Montpellier SupAgro

Dr. Mathieu VIGNE CIRAD, Bobo Dioulasso

Rapporteuse

Rapporteur

Examinateur

Examinatrice

Examinateur

Directeur de thèse

Co-encadrante

Co-encadrant

Résumé

Les enjeux globaux actuels autour de l'élevage laitier – et plus largement l'agriculture – tendent vers des systèmes productifs plus durables et qui participent au développement des territoires où ils s'inscrivent. Les objectifs de cette thèse étaient i) de capturer les dynamiques des systèmes agricoles et leur diversité, avec un focus sur l'élevage laitier ; ii) de développer un cadre d'analyse de la contribution des systèmes d'élevage laitier identifiés à la durabilité des territoires dans lesquels ils s'inscrivent ; iii) de l'appliquer à deux situations contrastées : le territoire de Vinukonda (VM), dans l'état de l'Andhra Pradesh au sud-est de l'Inde et le territoire des Hauts de l'Île de la Réunion (RI), île française d'outremer située dans l'océan Indien. Le cadre d'analyse développé combine l'approche système agraire et une évaluation multicritère de la durabilité. L'approche système agraire i) a mis en lumière les dynamiques agricoles et plus particulièrement laitières des deux territoires d'étude, ii) a permis l'identification et la caractérisation des systèmes de production actuels, et iii) a amené à la définition des enjeux actuels des deux territoires d'étude. L'évaluation multicritère de la durabilité a été nourrie de l'approche système agraire pour la sélection d'indicateurs d'évaluation pertinents et pour l'unité d'évaluation primaire : le système de production. Cette évaluation a finalement traduit les enjeux de durabilité préalablement identifiés en scores explicites et comparables entre eux, à partir desquels il a été possible de proposer des leviers pour améliorer la contribution des systèmes de production laitiers étudiés au développement durable du territoire dans lequel ils s'inscrivent. Ainsi, l'élevage laitier contribuera plus au développement durable des territoires quand : les conditions de production telles que l'accès aux ressources fourragères seront sécurisées pour tous les producteurs, en particulier les plus démunis (VM) ; les niveaux de prix du lait permettront une rémunération du travail suffisante pour couvrir les besoins des ménages et pour investir dans du capital qui, en retour, permettra d'améliorer les conditions de production (VM, RI) ; les niveaux de prix du lait couplés à des politiques de développement territorial permettront aux producteurs laitiers de s'orienter vers des systèmes de production alternatifs, moins consommateurs d'intrants, créateurs de produits à haute valeur ajoutée et donc de richesse, et en lien direct avec les consommateurs (RI) ; les femmes, pourvoyeuses majoritaires de main d'œuvre dans l'élevage laitier, pourront gérer, à l'égal des hommes, les revenus tirés de cette production laitière (VM).

Mots-clés : système laitier, développement durable, territoire, système agraire, évaluation multicritère, Inde, Île de La Réunion

Executive Summary

The current global challenges around dairy farming - and more broadly agriculture - tend towards more sustainable production systems that contribute to the development of territories in which they are embedded. The thesis objectives were i) to capture the dynamics of agricultural systems and their diversity, with a focus on dairy farming; ii) to develop a framework for analysing the contribution of identified dairy farming systems to their territories sustainability; iii) to apply it to two contrasting situations: the territory of Vinukonda (VM), in the state of Andhra Pradesh in Southeast India and the territory of Reunion Island highlands (RI), a French overseas island located in the Indian Ocean. The analytical framework developed combines the agrarian system approach and a multi-criteria sustainability assessment. The agrarian system approach i) highlighted the agricultural and more particularly dairy dynamics of the two study territories, ii) allowed the identification and characterisation of current production systems, and iii) led to the definition of the two study territories current issues. The multi-criteria sustainability assessment was based on the agrarian system approach for the selection of relevant evaluation indicators and for the primary evaluation unit: the production system. This evaluation finally translated the sustainability issues previously identified into explicit and comparable scores. From it, it was possible to propose levers to improve the contribution of the studied dairy production systems to the sustainable development of the territory in which they are embedded. Hence, dairy farming will better contribute to the sustainable development of territories when: production conditions such as access to fodder resources will be secured for all producers, especially the poorest (VM); milk price levels will allow sufficient labour remuneration to cover household needs and to invest in capital which in turn will improve production conditions (VM, RI); milk price levels coupled with territorial development policies will enable dairy farmers to move towards alternative production systems that consume less inputs, create products with high added value and therefore wealth, and are directly linked to consumers (RI); women, who provide the majority of dairy farming workforce, will be able to manage – on an equal basis with men – the income derived from dairy production (VM).

Keywords: dairy system, sustainable development, territory, agrarian system, multi-criteria evaluation, India, Reunion Island

Remerciements

La rédaction de cette partie sonne comme la fin d'une aventure de plus de trois ans qui m'aura permis de vivre des expériences riches, tant sur le plan scientifique que personnel. Cette aventure ne fût cependant pas individuelle, bien au contraire, et j'ai eu la chance d'être accompagnée tout le long de cette route.

Je souhaite tout d'abord remercier Stéphane BLANCARD, mon directeur de thèse, qui m'a permis de faire cette thèse. Un immense merci à Claire AUBRON et Mathieu VIGNE, mes co-encadrants de choc, qui ont cru en mon travail sûrement bien avant moi et qui ont fait preuve d'un soutien infaillible, même sous le ventilo à Vinukonda, sur les routes sinueuses réunionnaises, et pour Mathieu avec la connexion limitée burkinabaise.

Je souhaite également remercier vivement les membres du jury qui ont accepté d'évaluer mon travail.

Ma thèse faisant appel à la notion de territoires, quoi de mieux que de présenter ces remerciements suivant les territoires où j'ai eu la chance de me trouver durant ma thèse. Car au-delà des personnes, ce sont aussi à ces lieux que je souhaite exprimer ma gratitude.

La Réunion

Île intense, de par ses paysages mais aussi ces liens créés avec les personnes.

Un immense merci à un lieu, la bien nommée Ligne Paradis, qui abrite un petit havre de paix loin du tumulte du monde : les bureaux du CIRAD. Je m'y suis épanouie durant plus de cinq années, de ma période de VSC jusqu'à ma thèse.

Un immense merci à toute la *dream team* du pôle élevage, représentée par les équipes SELMET et QUALISUD, grâce à qui j'ai passé deux belles années de thèse. Merci aux collègues ECLIPSE Manue, Guylain et Julia pour les moments de détente inter-bureau et pour la dynamique apportée au projet, merci à Emmanuel TILLARD pour les moments accordés

malgré ton emploi du temps plus que chargé. Un grand merci également à Elise VILLAIN que j'ai eu la chance d'encadrer durant son stage et qui a collecté auprès des éleveurs laitiers réunionnais les données complémentaires nécessaires à l'évaluation multicritère. Merci à la team QUALISUD : J.C. dit M. Bois d'Olive, Mathieu désormais Dr. Pepper, Bastien dit le Vicomte, Marion notre championne, et évidemment Marc Chilet, notre coach à toutes et tous, avec qui nous nous retrouvions tous les midis sur les fameuses tables de pique-nique où nous partageons de vives conversations sur les sujets brûlants de l'actualité réunionnaise, à savoir le meilleur rapport qualité-prix des carris de St-Pierre, les promotions sur les bières à Auchan ou encore les attaques de requin et éruptions probables du volcan. Sans oublier les *after work* au VnB et les barbecues dominicaux chez Mathieu & Alex qui ont également participé à la consolidation des liens entre toutes et tous.

Julia, une spéciale attention à toi, ma partenaire des bus Alternéo que nous prenions quotidiennement, rarement à l'heure indiquée mais toujours dans la bonne humeur et souvent la résignation.

Merci Estelle pour toutes les conversations entre thésardes sur les éleveurs des Hauts pour lesquels tu t'es également passionnée. J'espère que tu achèveras également sous peu ta thèse et que tu t'épanouiras dans ta prochaine aventure professionnelle.

Un grand merci également à Sarah, Oriane, Pierre, Maud, Hakim, Kevin, Bastien, Clara & Fatiha pour ces randonnées, ces repas et soirées partagées.

L'Inde

Tout d'abord Vinukonda, ses villages et ses bufflesses, merveilleuses créatures hybrides entre vache et hippopotame qui, pour faire face aux chaleurs estivales extrêmes, n'étaient heureuses qu'une fois immergées dans les water tanks, qu'ils soient remplis d'eau ou transformés en grandes mares de boue. Vinukonda et sa colline sacrée qui fut longtemps un mystère et une envie irrésistible de découverte. Une de ses rares ascensions m'a d'ailleurs permis de participer à une des cérémonies hindoues les plus incroyables et intimistes que j'ai eu la chance de découvrir durant mes séjours en Inde.

Mon séjour de presque un an à Vinukonda n'aurait pas pu se faire sans l'accueil incroyable de la famille Setti et des nombreuses femmes qui la composent, en plus d'un couchage vous m'avez offert une porte d'entrée privilégiée à la culture hindoue indienne, sans fard.

Ensuite, comment ne pas remercier les quatre personnes qui se sont succédées à la traduction auprès des agriculteurs, surtout Suneel et Sravani, qui se sont tout particulièrement investis. Nous avons été trois à découvrir l'agriculture des villages de Vinukonda.

Mes séjours en Inde se sont également passés à Pondichéry, pour les procédures avec l'administration indienne, mais également comme lieu de réflexion et rédaction au sein de l'Institut Français de Pondichéry ou l'IFP. Merci Audrey Richard, alors cheffe du département social de l'IFP, pour ta gentillesse et accueil. Un grand merci également à Paulo & Ariane, Anaïs, Anthony ou Cockilavani, avec qui j'ai pu partager de joyeux moments de détente au sein de l'IFP ou à l'extérieur.

Merci Archita pour ta grande ouverture d'esprit et pour m'avoir permis d'accéder à des pans de ta culture, qui m'étaient encore restés inaccessibles tant elle est riche et complexe. J'en garde la lueur d'espoir que les mariages arrangés et les belles-mères acariâtres ne sont pas les seules options possibles pour les jeunes indien.nes (même si cela reste encore malheureusement le schéma majoritaire). Merci Simon d'avoir été mon camarade de virée dans la campagne tamoule, à dos de mobylette et coiffés de casques rétro chics en plastique, ainsi que mon partenaire critique gastronomique pour avoir écumer les meilleures tables de Pondichéry.

Merci Geneviève et Yves pour votre chaleureux accueil à Chennai *when needed* et Geneviève pour ton âme d'aventurière toujours en alerte. Ces chevaux d'argile me seraient sinon restés inconnus, et cela aurait été bien dommage ! Merci Laxmi de faire découvrir les sublimes broderies de ta communauté Banjaras mais également merci pour ces moments passés ensemble et pour ta confection experte des colis emmaillotés prêts pour un départ à l'international. Au lieu de 5h cela m'aurait pris plusieurs jours de suées.

Une mention spéciale à Hyderabad, ville que je connaissais déjà un peu avant ma thèse, mais grâce à celle-ci j'ai pu y rencontrer un couple de français qui m'ont servi de mentors avant que je ne débute mon travail de terrain. Luc de Golbery et Anne Chappuis, un immense merci pour

votre accueil bienveillant et votre passion communicative pour l'Inde, qui est devenue votre maison ces dernières décennies. Merci Luc pour ces longues discussions sur l'agriculture indienne mais également sur le cinéma, passion commune. Merci Anne pour m'avoir mis sur les rails d'un véritable travail de terrain en Inde : un *salwar* et une tunique associée à une *dupatta* permettent définitivement de mieux s'intégrer par rapport à des jupes longues de « hyppies » !

Montpellier :

Est ensuite venu le temps de la rédaction, au frais dans les bureaux de Montpellier SupAgro. Merci à Arielle et Lola, mes camarades de thèse avec qui j'ai partagé de chouettes mois dans le bureau « doctorantes » ou à l'extérieur. Merci à mes amis anciens zoreils comme moi qui ont trouvé refuge à Montpellier, meilleur sas d'adaptation après un séjour sur l'île intense : Sandrine, Pierre et leur petit Camille, Mag & Gus, Jérèm, Gaëlle. Vous retrouver a bien facilité mon intégration dans cette nouvelle ville. Et aux nouvelles rencontres : Julie, Laure, Marie, Guigui et Amélie, entre autres.

Bretagne :

Les quelques mois de rédaction de thèse en terre bigoudène ont été plus qu'un retour aux sources et j'ai pu compter sur le soutien de mes amies de longue date : Manue, Adélie & Momo ; merci les filles ! Merci aussi à Iris, ma partenaire de trail à quatre pattes avec qui j'ai pu recharger les batteries à coup de bols d'air marin, m'accompagnant le long des plages et sentiers côtiers du Pays Bigouden et du Cap Sizun et bravant avec enthousiasme embruns et rafales de vent vivifiants.

En remerciement non localisé, thank you Casper. Along the hiking paths in Reunion Island, Switzerland or South of France I could refocus on what really matters: nature & good company.

Enfin, la famille, qui m'a toujours soutenu depuis que l'envie m'a prise, il y a 10 ans déjà, d'aller à la découverte des éleveurs du monde. Votre soutien indéfectible malgré vos inquiétudes et souvent vague idée de mes activités m'a permis d'arriver où j'en suis aujourd'hui et, je l'espère, de devenir ainsi la première « docteur » de la famille.

Table des matières

Introduction Générale	14
1. Considération historique et dynamique de la production laitière à travers le monde.....	15
2. Lait et territoires.....	16
3. Contribution de l'élevage laitier au développement durable des territoires.....	17
4. Problématique et questions de recherche.....	20
Chapitre 1. L'élevage dans le développement durable des territoires : cadre d'analyse ..	25
1. Cadre d'analyse global.....	25
2. Enjeux de l'évaluation, dynamiques et diversité des systèmes de production laitiers.....	27
2.1. Enjeux de développement durable, de l'évaluation et de ses frontières.....	27
2.2. Dynamiques et diversité des systèmes de production laitiers par l'approche système agricole...	29
3. Construction de la méthode d'évaluation de la durabilité.....	33
4. Evaluation de la durabilité et de la contribution au développement durable : application du cadre d'analyse dans deux territoires contrastés.....	35
Chapitre 2. L'élevage laitier et modèles de développement : analyse des transformations et première évaluation technico-économique des systèmes de production actuels	39
1. Reshuffling the cards of social dynamics in rural India through land rental and dairy farming? Case study of a micro-region in Andhra Pradesh.....	42
1.1. Introduction.....	42
1.2. Material & methods.....	44
1.3. Agrarian dynamics and evolution of Vinukonda's social fabric.....	46
1.3.1. Context of power relationships in the pre-independence period.....	46
1.3.2. Post-independence period (50s – 70s): superiority of large landowner castes and land reform failure.....	47
1.3.3. Green revolution (80s – 90s): water for 'all'.....	49
1.3.4. Era of social changes (2000 – 2016): towards upward mobility through agriculture?.....	51

1.4.	Economic assessment of current production systems.....	54
1.5.	Discussion – are the cards reshuffled?.....	63
1.5.1.	Absentee landowners: a way out of agriculture while retaining land ownership.....	63
1.5.2.	Landless people: the forgotten of agrarian reforms and the victims of inequality in wealth generation.....	64
1.5.3.	Livestock production: an opportunity not free from constraints.....	65
1.5.4.	Non-agricultural activities reproducing rural inequalities?.....	66
1.6.	A complementary perspective on Indian agrarian crisis.....	67
2.	Le développement des Hauts de La Réunion par l'élevage bovin laitier : un modèle à bout de souffle.....	77
2.1.	Introduction.....	78
2.2.	Matériel et méthode.....	79
2.3.	Modèle de développement et dynamiques agraires des Hauts de La Réunion.....	81
2.3.1.	La colonisation des Hauts de La Réunion et les prémices de l'élevage.....	81
2.3.2.	L'élevage bovin laitier comme vecteur de développement (1960-1990).....	82
2.3.3.	Trajectoires récentes (1990-2017) : un tissu d'exploitations fragile.....	85
2.4.	Discussion – une crise spécifique ?.....	91
2.5.	Conclusion.....	95
3.	Modèles de développement et caractéristiques de l'élevage laitier – première analyse comparative.....	102
3.1.	Structure sociale & accès au foncier.....	102
3.2.	Modèles de développement : même finalité mais modes d'application contrastés.....	103
3.3.	Les gouvernements, pivots du développement agricole.....	105
3.4.	Quels enjeux pour le développement durable des territoires ?.....	106

Chapitre 3. Evaluation multicritère de la durabilité : application sur les deux territoires d'étude..... 109

1.	Introduction.....	110
2.	Assessment objectives and definition of system boundaries.....	109

2.1.	Identification of case study-specific sustainable development stakes.....	109
2.2.	Dairy production systems characterisation.....	114
3.	Construction and application of the assessment indicators.....	114
3.1.	Phase 1: selection of relevant indicators and linked assessment approaches.....	114
3.2.	Phase 2: application/evaluation of selected indicators.....	115
3.3.	Step3: Results interpretation and representation.....	117
4.	Results: Sustainability assessment of the dairy production systems in two contrasting territories.....	118
4.1.	Vinukonda Mandal results.....	118
4.2.	Reunion Island highlands results.....	123
5.	Discussion.....	127
5.1.	A contrasted contribution from a territory to another.....	127
5.1.1.	Economic sustainability.....	127
5.1.2.	Environmental sustainability.....	128
5.1.3.	Social sustainability.....	130
5.2.	Is dairy production systems heterogeneity a good way to reach sustainable territories?.....	133
6.	Conclusion.....	136
	Discussion Générale.....	137
1.	L'élevage laitier vecteur de développement durable des territoires ?.....	137
2.	Conditions pour que l'élevage laitier contribue au développement durable des territoires.....	142
3.	Analyse de la contribution des systèmes de production laitiers au développement durable des territoires : les concepts sollicités et leur imbrication - équation parfaite ?.....	146
	Conclusion et perspectives.....	150
	Références bibliographiques.....	153
	Annexe 1 : Feuilles de calcul des diagnostics agraires.....	172
	Annexe 2 : Méthodes d'évaluation et calculs des indicateurs entrant dans l'évaluation multicritère de la durabilité.....	228

Introduction Générale

1. Considération historique et dynamique de la production laitière à travers le monde

A ce jour, 27 % de la population active mondiale est impliquée dans une activité agricole (World Bank, 2018). En parallèle, un rapport conjointement rédigé par la FAO, le GDP et l'IFCN (2018) estime que sur les 900 millions de pauvres dans le monde qui vivent avec moins d'1,9 US\$/jour, environ la moitié dépendent directement de l'élevage pour leur subsistance. L'élevage laitier n'est pas en reste puisqu'il est estimé qu'environ 150 millions de ménages – et plus de 750 millions de personnes – sont engagés dans une activité laitière, la plupart habitant dans des pays en développement (FAO, 2010).

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, l'agriculture dans le monde a connu des décennies de développement productiviste – basé sur l'utilisation d'engrais minéraux et de pesticides, l'amélioration génétique et les progrès technologiques de la mécanisation – modèle appliqué là où les conditions techniques et économiques le permettaient (Benhammou, 2009 ; Cochet 2011). Au niveau européen, ce modèle de développement a eu pour conséquence l'agrandissement et la spécialisation des exploitations, l'intensification de l'usage du sol avec l'augmentation des intrants (fertilisants, pesticides) et la simplification des systèmes agricoles (Dubs et al., 2003), l'utilisation croissante de processus type industriel ainsi que l'élévation continue de la productivité physique du travail et de la production (Gambino et al., 2012). Si les pays en cours de développement ont encore peu profité de cette évolution, cette « révolution verte » a permis le développement de pays considérés comme émergents, qui ont ainsi vu leur production agricole considérablement augmenter dès le début des années 70. En effet, les rendements moyens en céréales en Inde et au Brésil sont passés respectivement de 947 et 1346 kg/ha en 1961 à 1350 et 1575 kg/ha en 1980, pour ensuite plus que doubler pour atteindre 3150 et 5208 kg/ha en 2017 (FAOSTAT).

Cette intensification de la production agricole a également touché le secteur laitier, qui est en pleine mutation. La croissance de la population couplée à celle de la consommation de produits laitiers par habitant (dans les pays en développement, la consommation de lait par habitant est passée de 37,5 kg/an en 1987 à 55,2 kg/an en 2007 ; FAO, 2013) sous-tend à une augmentation

de la demande, surtout dans les pays émergents. Alexandratos et Bruinsma (2012) estiment ainsi que la production mondiale laitière devrait augmenter de 62% entre 2005 et 2050. On assiste également à une mondialisation des échanges et à l'accroissement de la pression concurrentielle entre les différents acteurs des systèmes agroalimentaires. Les 20 groupes laitiers leaders du secteur, au rayonnement international, accumulaient plus de 180 milliards d'euros de chiffre d'affaires sur leurs seules ventes de produits laitiers (Coppes et al., 2018). En outre, ces groupes ont favorisé la concentration de l'activité – production, transformation et distribution – au sein de quelques acteurs (Napoléone et al., 2015). La structuration du secteur laitier s'est faite à l'échelle mondiale, que ce soit dans des pays aussi vastes que l'Inde, désormais le premier producteur mondial avec environ 170 millions de tonnes de lait produit en 2017 (FAOSTAT), ou encore dans des micro territoires insulaires isolés comme l'Île de La Réunion.

2. Lait et territoires

L'agriculture est fortement ancrée au territoire. Les interactions sont nombreuses et souvent réciproques. L'élevage laitier bien évidemment n'échappe pas à ces considérations. En effet, les exploitations laitières ont de multiples effets sur les écosystèmes et sociétés où elles s'inscrivent et à ce titre elles peuvent ainsi être considérées comme parties prenantes du développement des territoires.

Le territoire est ici défini comme un concept qui relie le paysage à la communauté (Caron, 2015). Il peut être défini comme « *un espace socialement conçu qui représente, dans une même référence identitaire et temporelle, un cadre réglementaire et un périmètre pour l'action publique* » (Vanier, 2010). Pour Caron et al. (2017), l'intérêt croissant pour le concept de territoire en agriculture est impulsé par la préoccupation de prendre en compte les niveaux d'organisation spatiaux, plus inclusifs que le seul niveau de mise en œuvre des pratiques, c'est-à-dire l'exploitation agricole.

De l'organisation locale des filières laitières découle d'ailleurs l'orientation productive des exploitations ainsi que le fonctionnement des services associés tels que l'assistance technique,

le crédit ou l'accès aux intrants. S'y ajoutent les dynamiques d'utilisation des terres ainsi que l'intégration entre activités et les aménagements. En parallèle, les caractéristiques des territoires – physiques, culturelles, mais aussi socioéconomiques et socio-écologiques – pèsent sur les orientations productives des activités (Alavoine et Madelrieux, 2015 ; Napoléone et al., 2015). Bien que le marché laitier soit mondialisé, les systèmes de production restent pour une large majorité ancrés dans leurs territoires (Perrot et al., 2015) et dans certains cas l'ancrage territorial – au sens d'un processus d'apprentissage collectif localisé et orienté vers la création de ressource – fait partie de la stratégie de structuration de la filière (Frayssignes, 2001 ; Moity Maïzi et Bouche, 2011).

3. Contribution de l'élevage laitier au développement durable des territoires

Le lait et l'élevage laitier sont donc désormais au cœur de jeux de forces entre le local et le global (Napoléone et Corniaux, 2015 citant Hervieu et Purseigle, 2013), tout comme le développement durable, concept qui a émergé des critiques du modèle agricole productiviste ou « moderne ». Au travers du XXe siècle, l'agriculture mondiale a évolué vers un recours à la motorisation et mécanisation, une utilisation d'engrais synthétiques, une sélection des variétés culturales & des races animales et une spécialisation des productions. Mazoyer et Roudart (2006) définissent cette dernière principale transformation agricole comme « la seconde révolution agricole des temps modernes ». Ce type d'agriculture dite « moderne » nécessite beaucoup de capitaux et peu de main-d'œuvre – qui a été remplacée avec la motomécanisation des activités agricoles – et il est devenu le modèle dominant dans les pays dits « développés » ou du « Nord ». Dans les années 60, les questions environnementales commencent à émerger autour de cette agriculture « moderne » ainsi qu'à propos de projets de développement plus globaux mis en place par les pays du Nord dans les pays du Sud, projets également orientés vers ce type d'agriculture. Des voix s'élèvent pour dénoncer l'impact néfaste à long terme de l'utilisation massive de substances chimiques sur l'environnement (Carson, 1962). D'autres relèvent les nombreux effets néfastes induits par des projets de développement agricole, projets mis en place dans de nombreux pays alors dits « du tiers monde » par des organismes de

coopération internationale. Ces impacts négatifs ont pris diverses formes : réduction ou détérioration des productions basées sur l'utilisation de ressources locales ; perte de biodiversité et dégradation des ressources locales ; empêchement d'alternatives de développement ; besoins financiers importants et non anticipés pour garder le projet opérationnel (Farvar et Milton, 1972). Le concept d'agriculture durable fait ici alors référence à une agriculture basée sur des principes d'interaction écologique et on peut ainsi en déduire que la durabilité avait cette époque une définition principalement environnementale (Harwood, 1990). L'ampleur des enjeux ne s'est cependant affirmée que dans les années 80 puis 90 avec la commission Bruntland en 1983, dont le rapport publié quelques années après officialise l'expression « développement durable » comme « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins* » (CMED, 1987 ; Flipo, 2014). Depuis, différents courants de pensée se sont penchés sur le concept, l'orientant soit vers la notion d'efficience d'utilisation des ressources soit vers une mise en avant de l'importance des interactions de nature systémique entre les pratiques de production, les processus écologiques et les processus sociaux (Thompson, 1997 ; Mebratu, 1998 ; Mottet, 2005).

Les Nations Unies ont désormais repris et complété la définition initiale, présentant le développement durable comme « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Pour parvenir au développement durable, il est essentiel de concilier trois éléments de base, qui sont interdépendants et tous indispensables au bien-être des individus et des sociétés : la croissance économique, l'inclusion sociale et la protection de l'environnement* ». En agriculture, le développement durable vise donc « *à améliorer l'efficience des ressources, à renforcer la résilience et à sécuriser l'équité sociale de l'agriculture et des systèmes alimentaires afin d'assurer une sécurité alimentaire et de nutrition pour tous, maintenant et dans le futur* » (HLPE, 2016).

Autrement dit, comme l'a également présenté Cochet (2011), les processus productifs doivent « *assurer une production alimentaire abondante et de qualité, qui préserveraient les*

écosystèmes exploités et leurs habitants, qui seraient créateurs d'emplois et de revenu et qui contribueraient à réduire les inégalités de niveau de vie ».

En 2015, les Nations Unies ont adopté une résolution dans laquelle 17 objectifs de développement durable (ODD) ont été définis pour tendre vers un développement durable dans tous les secteurs, à l'échelle mondiale, et ce à l'horizon 2030 (ONU, 2015). Ces ODD ont ainsi pour finalité de déterminer les politiques nationales de développement.

L'élevage – et donc l'élevage laitier – est un composant moteur de la durabilité de l'agriculture, du fait de ses externalités – positives et négatives – sur les écosystèmes, les économies locales et nationales, et les sociétés. Il est reconnu pour fournir une alimentation de haute qualité nutritionnelle concernant les apports en protéines et en acides aminés, et est une source de revenu ou d'épargne. Par ailleurs, il contribue à maintenir l'emploi dans certaines régions rurales (Lairez et al., 2017).

La contribution potentielle de l'élevage laitier dans les ODD est résumée dans la Figure 1.



Figure 1. Interactions ODD et élevage laitier (d'après FAO)

D'un point de vue théorique, le terme de développement durable met l'accent sur l'équité intergénérationnelle qui, si elle adresse une échelle globale, d'un point de vue pratique s'intègre obligatoirement à un niveau territorial (Laganier et al., 2002).

L'élevage laitier et les animaux laitiers, jusqu'alors encensés pour leur multifonctionnalité car à la fois un capital, une source de travail et de revenu ainsi que des pourvoyeurs de nutriments de hautes qualités (ILRI, 2008 ; FAO et al., 2018) ne sont pas exempts des critiques faites à l'agriculture en général. En effet, ils ne sont plus seulement perçus comme multifonctionnels mais également comme des contributeurs non négligeables à la pollution des territoires et au réchauffement climatique mondial (Gerber et al., 2013). De plus, dans un contexte de plus en plus mondialisé où, dans certaines situations, l'élevage laitier est devenu hors-sol, importe désormais une grande partie de ses besoins en matières premières et exporte sa production en dehors de son territoire d'ancrage, la question de sa contribution au développement – qui plus est durable – du territoire dans lequel il s'inscrit se pose.

4. Problématique et questions de recherche

Compte-tenu de ces éléments, ce travail de thèse s'est centré autour de cette question :

L'élevage laitier peut-il être un vecteur de développement durable des territoires ?

De nombreuses études ont questionné la place de l'élevage laitier dans le développement territorial. Parmi celles-ci, certaines n'évaluent pas explicitement les aspects de durabilité (Taher Srain et al., 2007 ; Napoléone et al., 2015).

A l'inverse, certains cadres d'analyse indiquent explicitement s'intéresser à la durabilité. Toutefois, certains de ces cadres s'intéressent seulement à la durabilité de l'exploitation agricole (Leach et al., 2012 ; Elsaesser, 2015), éludant ainsi la question de l'insertion des exploitations laitières dans le territoire où elles se situent et de leur contribution potentielle au développement durable.

Enfin, certaines études proposent des cadres d'analyse qui se réfèrent directement ou indirectement à la contribution des systèmes laitiers, ou tout autre système agricole, au

développement durable des territoires. Toutefois, ces cadres diffèrent souvent sur deux plans (Figure 2).

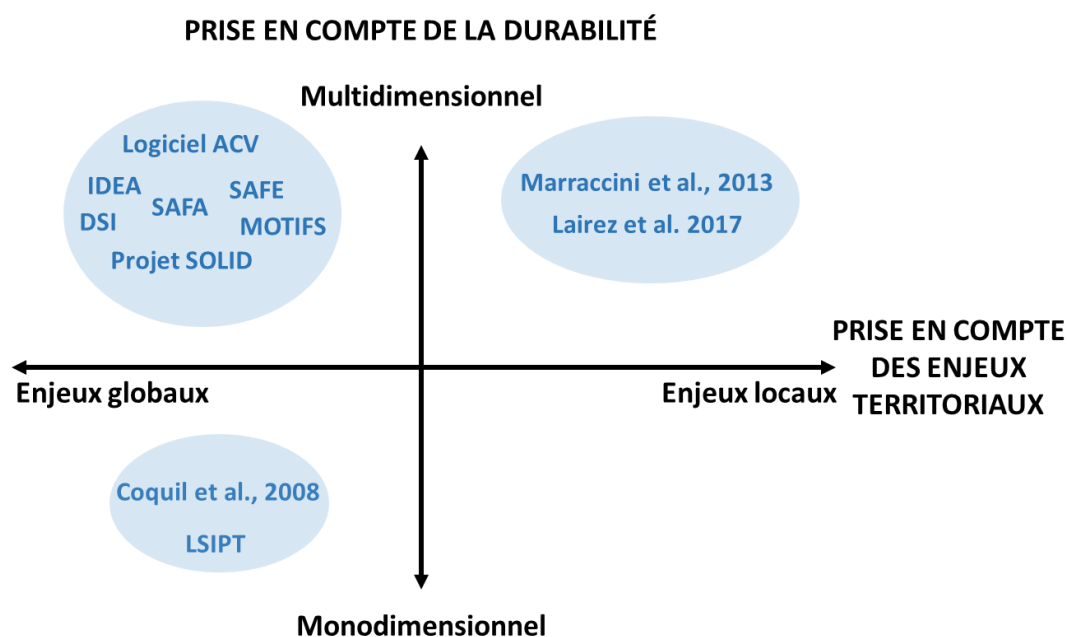


Figure 2. Cadres d'analyse de la durabilité - prise en compte des dimensions de la durabilité et des enjeux territoriaux

Le premier se situe sur leur capacité à offrir une vision monodimensionnelle ou complète de la durabilité qui est analysée à travers ses différentes dimensions : externalités environnementales, participation au développement économique, inclusion sociale. Le second tend plutôt à exprimer leur capacité à traduire les enjeux propres du territoire considéré ou à proposer une prise en compte globale des enjeux locaux ou globaux. Comme le montre la Figure 2, les cadres d'analyse génériques tels que la suite ACV (ILCD, 2010) et les approches IDEA (Briquel et al., 2001), SAFE (Van Cauwenbergh et al., 2007), MOTIFS (Meul et al., 2008), SAFA (FAO, 2014) ou encore DSI (Elsaesser et al., 2015) sont orientées « enjeux globaux » et elles couvrent les trois dimensions de la durabilité. D'autres approches proposent également une prise en compte des enjeux globaux mais sur une seule dimension de la durabilité (dimension environnementale : Coquil et al., 2008 ; dimension économique : LISPT – Alary et Dutilly, 2009). En contraste, plusieurs approches s'orientent désormais vers une évaluation multicritère des trois dimensions de la durabilité traduisant les enjeux spécifiques des territoires dans

lesquels cette évaluation est implémentée (Marracini et al., 2013 ; Lairez et al., 2017). Une troisième caractéristique à considérer est l'échelle d'analyse, beaucoup ne considérant que l'échelle de l'exploitation. En outre, ce qui ressort souvent des méthodes d'évaluation de la durabilité en agriculture est la proposition d'indicateurs génériques, ayant pour conséquence une application sur des territoires et ainsi des formes d'élevage contrastées souvent improductive voire impossible.

Il semble ainsi nécessaire de traiter la question de développement durable et d'élevage laitier dans son entièreté, de manière explicite et territorialisée. Pour cela, trois sous-questions viennent s'ajouter à la question de recherche globale :

- *Comment l'analyser ?*
- *Cette contribution est-elle différenciée selon les territoires ?*
- *Quelles sont les conditions qui favoriseraient cette contribution ?*

Objectifs de recherche

Les objectifs de recherche de cette thèse étaient i) de capturer les dynamiques des systèmes agricoles et leur diversité, avec un focus sur l'élevage laitier ; ii) de développer un cadre d'analyse de la contribution des systèmes d'élevage laitier identifiés à la durabilité des territoires dans lesquels ils s'inscrivent ; iii) de l'appliquer à deux situations contrastées : le territoire de Vinukonda, dans l'état de l'Andhra Pradesh au sud-est de l'Inde et le territoire des Hauts de l'Île de La Réunion, île française d'outremer située dans l'océan Indien. Ces deux terrains d'étude permettront d'identifier les leviers spécifiques ou non qui font de l'élevage laitier un contributeur de développement durable dans les territoires.

Structure de la thèse

La constitution du présent manuscrit en plusieurs chapitres résulte principalement de la démarche scientifique mise en place pour répondre aux objectifs de la thèse. Suite à cette introduction générale qui vise à resituer la problématique et l'originalité du travail de thèse dans

la littérature, le **Chapitre 1** constitue la partie Matériels et Méthodes du travail de thèse et répond à l'objectif de recherche n°2. Il présente en détail le cadre conceptuel développé pour évaluer la contribution de l'élevage laitier au développement durable des territoires et il introduit les deux territoires où le cadre d'analyse a été appliqué. Les deux chapitres suivants introduisent les résultats de l'application du cadre d'analyse sur les deux territoires d'étude. Le **Chapitre 2** présente ainsi l'analyse des transformations de l'élevage laitier et des modèles de développement dans les deux territoires. Il répond à l'objectif de recherche n°1. Cette partie permet notamment de mettre en lumière les enjeux territoriaux spécifiques et partagés et elle offre également une première évaluation technico-économique des systèmes de production actuels identifiés. Ce chapitre se compose de deux articles, un sur chaque territoire d'étude : le premier présente le territoire des Hauts de La Réunion et a été accepté par la revue *Géocarrefour* ; le second se focalise sur le Mandal de Vinukonda en Inde du sud-est et a été soumis à la revue *Journal of Agrarian Change*. Le **Chapitre 3** présente la seconde partie des résultats via les évaluations de la contribution de l'élevage laitier au développement durable faites sur les deux territoires d'étude (objectif de recherche n°3). La première évaluation technico-économique réalisée dans le chapitre 2 est complétée par une sélection d'indicateurs économiques, environnementaux et sociaux répondant aux enjeux de durabilité identifiés, permettant une caractérisation globale de la durabilité des systèmes laitiers identifiés. S'en suit la **Discussion Générale** des résultats qui aborde les contributions de l'élevage laitier au développement durable des territoires, les modèles de développement mis en place et le cadre d'analyse appliqué. Enfin, la dernière partie présente les **Conclusions** du travail et les **Perspectives** qui peuvent en être tirées.



Chapitre 1



Chapitre 1.

L'élevage dans le développement durable des territoires : cadre d'analyse

Ce chapitre liminaire présente le cadre d'analyse qui a été développé dans cette thèse afin de répondre à la question de recherche. Il permet en outre de présenter les concepts dans lesquels cette thèse s'inscrit et comment les différentes approches s'imbriquent entre elles. Enfin, le choix des deux territoires d'étude est explicité.

1. Cadre d'analyse global

Afin d'évaluer la contribution de l'élevage laitier au développement durable des territoires, je propose ici un cadre méthodologique qui regroupe les concepts d'agriculture comparée et son approche système agraire, et l'évaluation multicritère, avec les notions de développement durable et de territoire en fils conducteurs (Figure 3).

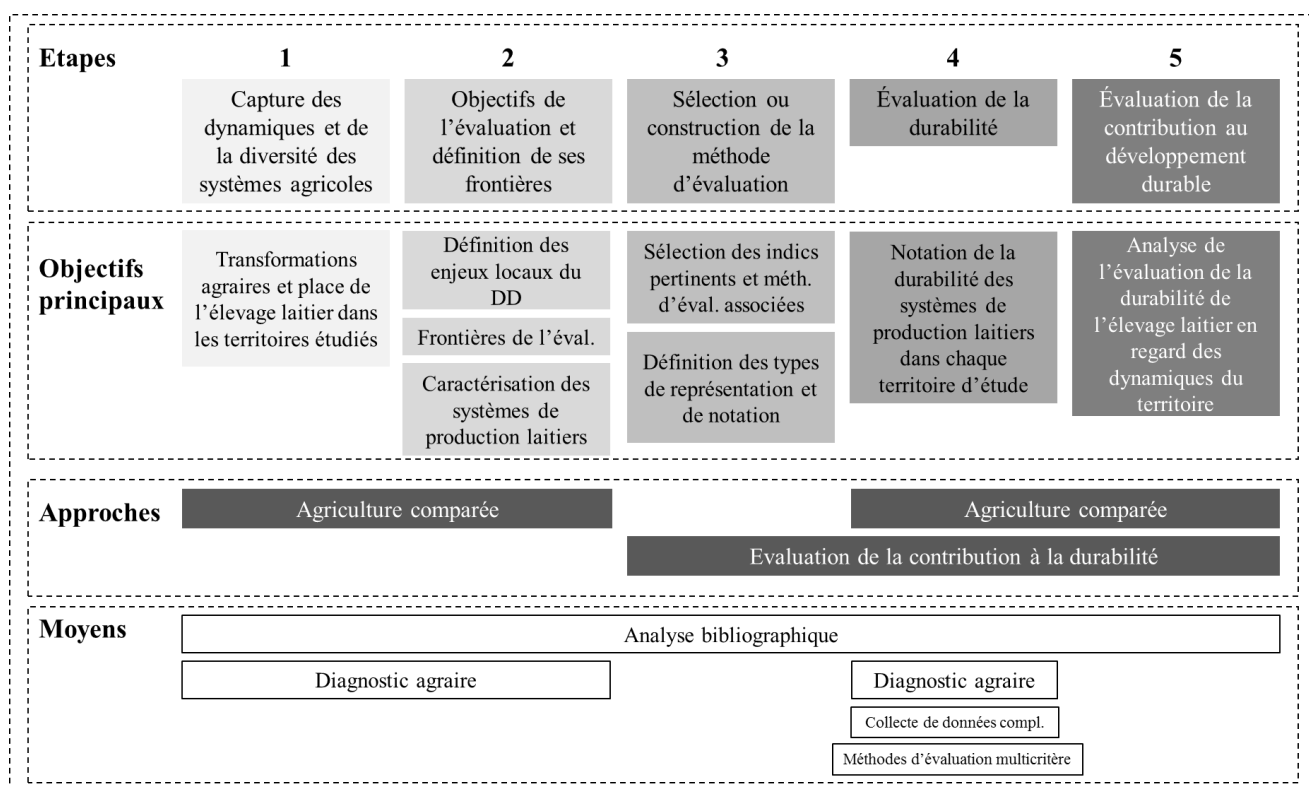


Figure 3. Cadre général d'analyse (adapté de Lairez et al., 2015)

Ce cadre d'analyse propose cinq étapes :

- i) **La capture des dynamiques et de la diversité des systèmes agricoles.** Un diagnostic agraire du territoire étudié permet de définir les transformations agraires et la place qu'occupe l'élevage laitier.
- ii) **L'identification des enjeux locaux en termes de développement durable.** Couplé à l'étape 1, le diagnostic agraire amène ainsi à identifier les enjeux locaux en termes de développement durable – et donc à déterminer les objectifs de l'évaluation – et une première analyse technico-économique des systèmes laitiers présents dans le territoire est effectuée (étape 4).
- iii) **Construction de la méthode d'évaluation.** La grille d'évaluation est ensuite construite – avec la sélection d'indicateurs pertinents et de méthodes d'évaluation associées – à partir des enjeux locaux de développement durable définis dans l'étape 2. Les questions autour du système de notation et de la représentation des résultats sont traitées durant cette phase.
- iv) **Evaluation de la durabilité.** Cette étape consiste en l'évaluation per se avec le calcul ou l'évaluation des indicateurs sélectionnés en étape 3, et ce grâce aux données collectées lors

du diagnostic agricole (étapes 1 & 2) et lors d'une phase de collecte de données complémentaires.

- v) **Evaluation de la contribution au développement durable.** L'analyse de l'évaluation faite à l'étape 4 permet de définir comment les différents systèmes de production laitiers contribuent au développement durable du territoire dans lequel ils s'inscrivent.

Les étapes clés de l'évaluation et ses approches associées sont présentées plus en détails dans les parties suivantes.

2. Enjeux de l'évaluation, dynamiques et diversité des systèmes de production laitiers

2.1. Enjeux de développement durable, de l'évaluation et de ses frontières

Dans le concept de développement durable, tout comme dans le cas du concept de durabilité, les gestions des écosystèmes, de l'économie et des sociétés sont combinées (Figure 4).

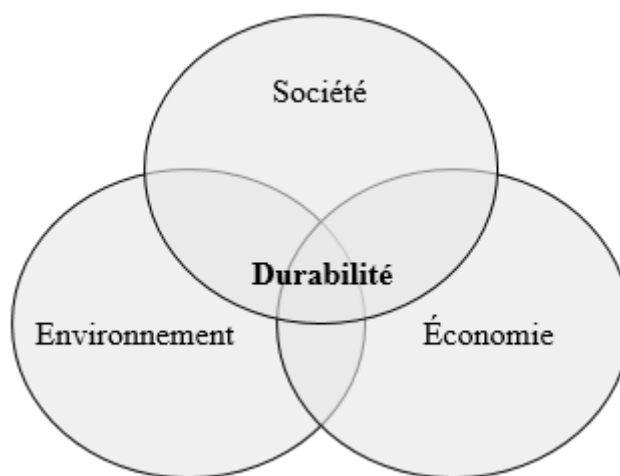


Figure 4. Schéma représentatif de la durabilité

Le développement durable est cependant un processus dynamique – il se définit à partir de la notion de progrès social et humain, tandis que la durabilité désigne le caractère soutenable d'un modèle, quel qu'il soit (économique, social, technique, etc.). Elle caractérise donc l'état d'un système et ses capacités à perdurer dans le temps (Lairez et al., 2015).

L'identification des enjeux de développement durable pour chaque territoire d'étude – en lien avec l'élevage laitier mais également plus largement pour l'agriculture – découle de la compréhension des dynamiques agraires issues du diagnostic agricole.

En parallèle, la définition des frontières de l'évaluation est une étape préalable et indispensable avant l'évaluation per se. Le diagnostic agricole, comme il sera présenté dans la partie suivante, permet de saisir la diversité des exploitations dans un territoire en les caractérisant sous la forme de systèmes de production – qui représentent des ensembles de fermes et non des exploitations individuelles. L'échelle « système de production », qui rend possible une représentation exhaustive des différentes formes d'agriculture – et donc d'élevage laitier – sur le territoire d'étude, a été utilisée comme base d'évaluation de la durabilité. Comme proposé par Terrier et al. (2013), l'évaluation s'articule autour de trois échelles de durabilité, avec le système de production au cœur : i) interne ; ii) étendue locale ; et iii) étendue globale (Figure 5). La durabilité interne, ici à l'échelle des systèmes de production, désigne la capacité des systèmes à se maintenir eux-mêmes tandis que les durabilités étendues définissent la contribution des systèmes de production au développement durable des territoires – échelle locale – mais également globale. Ainsi, c'est l'imbrication de ces trois niveaux d'étude qui permet d'évaluer la contribution de l'élevage laitier au développement durable du territoire dans lequel il s'inscrit.

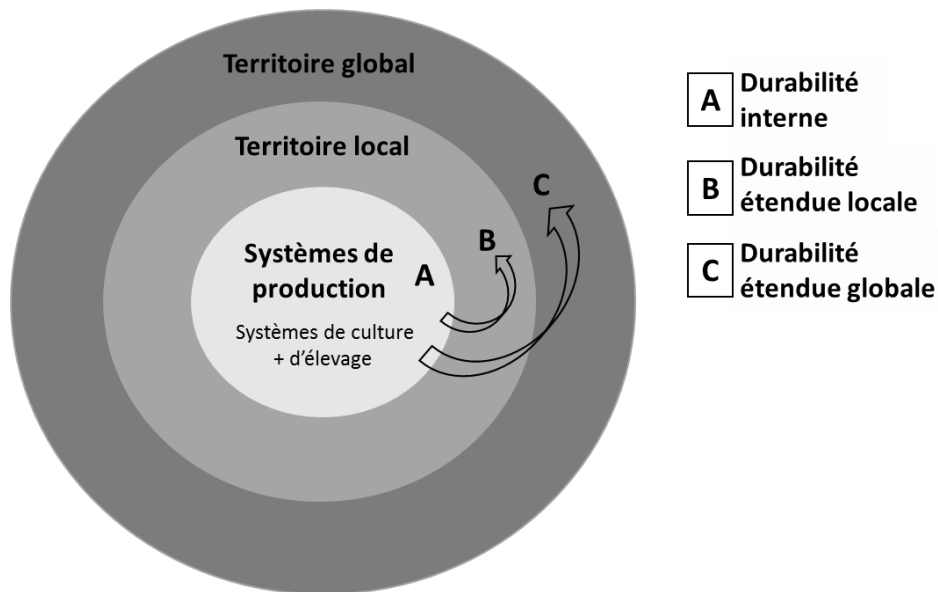


Figure 5. Échelles d'évaluation de la durabilité et de la contribution au développement durable (adapté de Terrier et al., 2013)

De plus, l'évaluation de la contribution des systèmes de production à la durabilité de leur territoire implique une contextualisation des objectifs suivant les spécificités et enjeux de ces territoires (Terrier et al., 2013).

2.2. *Dynamiques et diversité des systèmes de production laitiers par l'approche système agricole*

L'agriculture comparée est un courant de pensée développé depuis les années 50 qui se définit comme « *l'étude de systèmes de culture et d'élevage existants mais également dans un cadre dynamique, suivant le passé et particulièrement les changements récents qui indiquent l'itinéraire d'évolution* » (Dumont, 1952). Plus globalement, « *l'agriculture comparée étudie et compare les processus de développement agricole à différents endroits du monde et périodes historiques, avec l'objectif double de générer des connaissances et de l'utiliser dans la conception de projets de développement et politiques* » (Aubron et al., 2016, d'après Cochet, 2015). L'agriculture comparée a donc comme objet de recherche le développement agricole, défini par Cochet (2011) comme « *un processus général de transformations de l'agriculture, inscrit dans la durée, et dont les éléments, causes et mécanismes peuvent être à la fois d'origine endogène et le fruit de différents apports, enrichissements ou innovations exogènes* ». Hubert Cochet complète cette définition en soulignant l'influence prépondérante des organismes dits

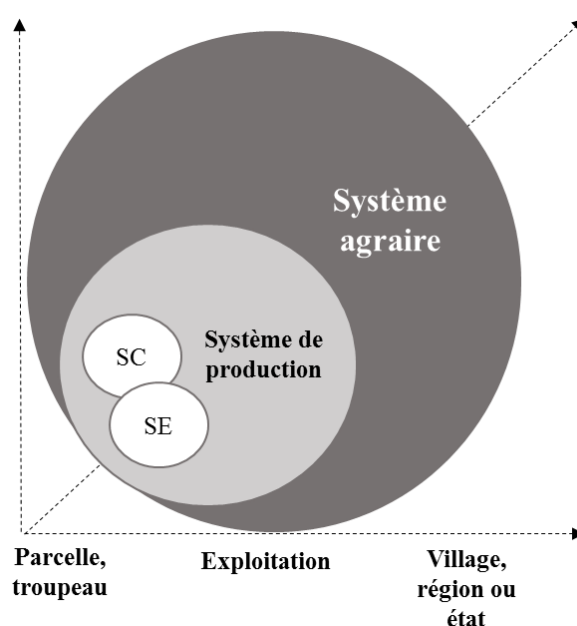
de développement dans la propagation d'un mode de développement agricole particulier : « *un processus de modernisation de l'agriculture, en grande partie réalisé grâce à l'introduction et la diffusion, par des agents de développement, de matériel biologique et de moyens de production issus de la recherche et de l'industrie* » (Cochet, 2011). Ce développement agricole est saisi ici à partir d'une démarche qui propose de « *comprendre les réalités agricoles pour infléchir le développement agricole* » et de « *concevoir les nouvelles conditions agroécologiques et socio-économiques à créer pour que les différents types d'exploitants aient les moyens de mettre en œuvre les systèmes de production les plus conformes à l'intérêt général et qu'ils en aient eux-mêmes intérêt* » (Garambois, 2011, d'après Dufumier, 1996).

L'agriculture comparée permet de mettre en lumière les principales transformations agricoles mondiales mais également la diversité actuelle des formes d'agriculture (Mazoyer et Roudart, 2006 ; Dufumier, 2006). Au modèle agricole « moderne », dominant dans les pays « développés », s'ajoutent d'autres formes présentes dans les pays dits « en développement » ou du « Sud », qui sont toujours très intensifs en travail, utilisent peu d'intrants et disposent d'un équipement limité. Les différentes formes d'agriculture ne sont pas figées mais au contraire en perpétuelle évolution et toutes participent à la création de modernité. Le développement agricole, souvent résumé par « mécanisation » et « utilisation de produits fertilisants chimiques », n'est donc pas seulement le simple remplacement des formes d'agriculture existantes par celle présentée comme moderne (Mazoyer et Roudart, 2006).

Cette démarche apparaît comme une des approches les plus adéquates pour évaluer la contribution d'une production – ici l'élevage laitier – au développement durable. En effet, elle a pour objet le développement agricole, prenant en compte les dynamiques temporelles intrinsèques au « développement ». De plus, elle caractérise et compare la diversité des types de production agricole, ce qui permet ainsi de générer des connaissances et données qui peuvent être mises en regard d'objectifs de durabilité.

L'approche système agraire est une démarche au plus près « du terrain » qui s'appuie sur l'étude détaillée des dynamiques agraires passées et en cours (Cochet et al., 2019). Dans l'approche système agraire, le « système de production » est une construction intellectuelle, un modèle,

utilisé pour comprendre l'origine, le fonctionnement et les perspectives d'un type particulier de ménage agricole dans un système agraire donné. Il combine les moyens fonciers, de main-d'œuvre et de production communs à un groupe d'exploitations (Reboul, 1976). Les systèmes de « culture » et « d'élevage » sont des sous-systèmes du système de production et ils sont ainsi appréhendés à une échelle plus fine. Le « système de culture » est caractérisé, à l'échelle d'un ensemble de parcelles cultivées de manière homogène, comme « *les cultures mises en place dans un ordre successif auxquelles sont associées des pratiques culturelles* » (Cochet, 2015 citant Sébillotte, 1976). Le « système d'élevage » est quant à lui défini à l'échelle du troupeau comme *les pratiques en lien avec sa gestion : alimentation, reproduction, soin, etc.* (Cochet, 2011). A l'échelle de l'exploitation ou du « système de production », l'analyse se concentre donc sur la combinaison des différents systèmes cultureux et d'élevage, systèmes qui peuvent être soit en compétition ou complémentaires dans l'utilisation des ressources disponibles (Aubron et al., 2016). L'imbrication des échelles d'analyse en lien avec les concepts sollicités est présentée dans la Figure 6.



SC : système(s) de culture ; SE : système(s) d'élevage

Figure 6. Approche système agraire : objets, concepts et échelles (d'après Cochet, 2011)

Ainsi, le « système » est une notion centrale de l'approche système agraire. Il souligne les interactions et interdépendances entre les différents éléments à chaque niveau d'analyse. Dans

la théorie du système agraire, les inégalités entre exploitants agricoles ne dépendent pas tant de leur capacité ou choix individuels mais plus de leur accès aux ressources – foncier, eau, main-d'œuvre, etc., hérités du passé (Bainville, 2016).

Le diagnostic agraire, application de l'approche système agraire, est réalisé en trois étapes (Cochet et al., 2007 ; Ferraton et Touzard, 2009 ; Lacoste et al., 2016) :

- i) L'étude du paysage. Cette expression visuelle du milieu révèle des usages et pratiques (Deffontaines, 1997) et permet de délimiter différents espaces exploités, ou agro-écosystèmes dans lesquels se situent les systèmes de production. Elle permet en outre de formuler de nombreuses questions et hypothèses qui guident les étapes suivantes du diagnostic.
- ii) Le recueil d'informations historiques. Cette étape permet de caractériser et définir dans le temps les différents systèmes agraires et systèmes de production qui se sont succédés, ainsi que les phases de transition. Cette étape aboutit à la compréhension de la différenciation dans le temps des différents types d'agriculture, suivant l'espace exploité, les outils et équipements utilisés, le choix des plantes, des animaux et des techniques appliquées, le tout au travers des évolutions économiques, de population et des événements politiques ainsi que les reconfigurations sociales. Tout cela permet d'avoir une compréhension fine des mécanismes de différenciation et d'identifier la diversité résultante des exploitations par une première typologie des systèmes de production actuels.
- iii) La caractérisation des systèmes de production actuels, composés de systèmes de culture de d'élevage distincts.

Pour mener à bien ces trois étapes, un important travail de terrain est nécessaire et il inclut des observations, en partie participatives et des entretiens avec des agriculteurs – anciens et en activité – ainsi qu'avec des acteurs du secteur agricole local. La collecte de données qualitatives et quantitatives permet de faire une évaluation technico-économique des systèmes de production identifiés (Figure 7).

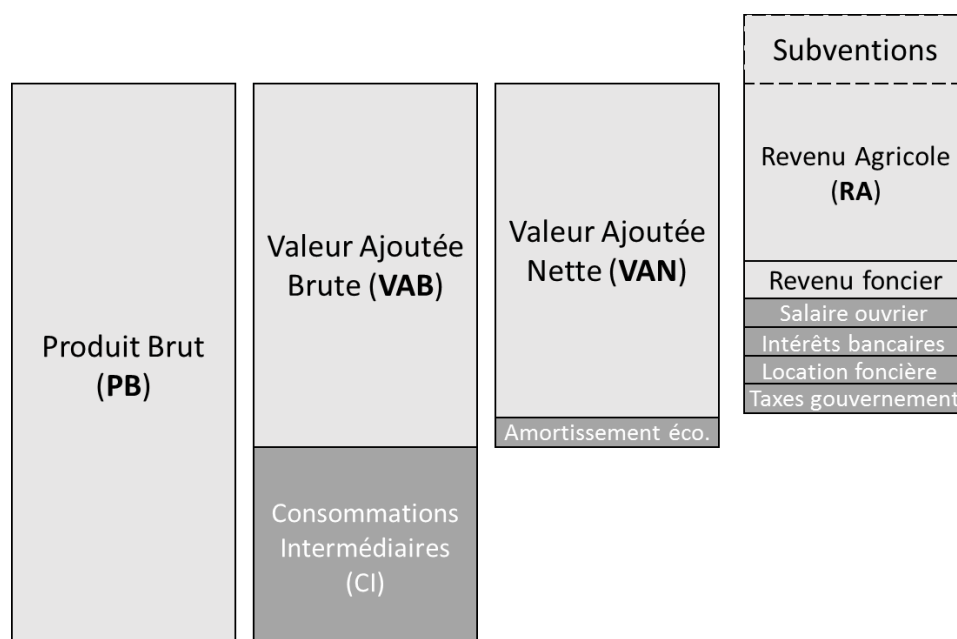


Figure 7. Evaluation technico-économique - méthode de calcul du revenu agricole

Comme le précise Bainville (2016), l'évaluation économique est ici duale car il est important de faire une distinction claire entre l'efficacité du système de production et la situation spécifique de l'exploitant. En effet, la valeur ajoutée mesure l'efficacité du système de production tandis que le revenu agricole mesure la part de cette valeur reçue par l'exploitant agricole. Comme le montre la Figure 7, deux valeurs ajoutées distinctes sont calculées : i) la valeur ajoutée brute (VAB) qui mesure la création de richesse, déduisant de la production du système la consommation de produits et services ; ii) la valeur ajoutée nette (VAN) qui prend en compte la dépréciation annuelle économique de l'équipement possédé par le système de production. Le revenu agricole (RA) est donc calculé à partir de la valeur ajoutée nette, en y ajoutant les potentielles subventions distribuées par le gouvernement et les revenus fonciers, et en y soustrayant les salaires des travailleurs agricoles, la location foncière, les taxes gouvernementales et les intérêts bancaires (Ferraton et Touzard 2009).

3. Construction de la méthode d'évaluation de la durabilité

Les enjeux locaux de développement durable définis à l'étape 2 ont été groupés et traduits en thèmes de durabilité. Ces thèmes ont ensuite été distribués entre les trois dimensions de la durabilité et les trois échelles d'évaluation. Six thèmes génériques de durabilité ont été

identifiés, notamment en lien avec les ODD. Ils sont représentés dans la Table 1.

Table 1. Répartition des thèmes génériques de durabilité entre les dimensions de durabilité et les échelles d'étude

	INTERNE	ÉTENDUE LOCALE	ÉTENDUE GLOBALE
ÉCONOMIQUE	Performances économiques		-
	Emploi		
ENVIRONNEMENTALE	-	Impact environnemental local	Impact environnemental global
SOCIALE	Durabilité sociale interne	Durabilité étendue locale	-

Ces thèmes génériques, combinés au contexte spécifique du territoire étudié, facilitent la sélection des indicateurs de durabilité pertinents. Ensuite, pour chaque indicateur choisi des méthodes d'évaluation déjà existantes ont été recherchées ; dans les cas où ces méthodes étaient absentes ou non-adaptées, une méthode propre a été développée.

En parallèle, un score allant de 0 pour « non durable » à 4 pour « durable », a été appliqué à chaque indicateur. Deux niveaux de notation ont été mis en place : i) comparaison inter-systèmes ; et ii) comparaison avec des valeurs seuils définies à partir d'une comparaison avec des études issues de la littérature. Pour que le cadre d'analyse soit bien contextualisé, les valeurs utilisées pour définir les seuils proviennent d'études faites dans des contextes similaires ou comparables aux territoires étudiés. Ainsi, les seuils de notation sont spécifiques à chaque territoire. Deux niveaux de notation ont été choisis afin de pouvoir i) comparer les performances des systèmes de production entre eux, intrinsèques au territoire ; et ii) comparer les systèmes de production identifiés avec ceux d'autres territoires pour lesquels cette comparaison est pertinente, comme des territoires d'une même région ou d'un même pays. Ce second niveau de scoring permet ainsi de pouvoir avoir une comparaison extérieure, de resituer la durabilité des systèmes de production identifiés dans un contexte plus large.

Une fois ces indicateurs évalués, ceux qui composent un même thème ont été agrégés car, bien qu'ils soient différents, ils couvrent une même thématique. Les résultats finaux de l'évaluation sont ainsi présentés au niveau des six thèmes génériques.

Afin de faciliter leur compréhension et pour mieux cerner les compromis entre grands thèmes, les résultats de l'évaluation ont été représentés grâce à des radars, déjà mobilisés par d'autres méthodes d'évaluation multicritère (Lopez-Ridaura et al. 2002 ; Van Cauwenbergh et al. 2007 ; Meul et al. 2008).

4. Evaluation de la durabilité et de la contribution au développement durable : Application du cadre d'analyse dans deux territoires contrastés

Cette évaluation représente les étapes 4 et 5 du cadre d'analyse. Deux micro-territoires très contrastés ont été sélectionnés pour appliquer ce cadre d'analyse : le Mandal de Vinukonda en Inde du sud-est et les Hauts de l'Île de La Réunion, île française d'outremer.

Un territoire est ici défini comme étant un concept liant le paysage à la communauté (Caron, 2015). Il se caractérise par « *un espace conçu et détenu socialement qui représente à la fois une référence identitaire, un cadre de régulation et un périmètre pour l'action publique* » (Vanier, 2010).

Le processus de sélection de ces deux terrains a été motivé par deux facteurs principaux.

Le premier concernait la volonté d'avoir des terrains d'étude offrant des modèles de développement laitier historiquement différents dans des contextes contrastés. Nous faisons ainsi l'hypothèse que l'application sur plusieurs cas d'étude permettrait de discuter i) la genericité du cadre d'analyse ; et ii) les facteurs d'inclusion de l'activité laitière dans le développement durable des territoires au regard de la spécificité de ces derniers. Compte-tenu de la tâche importante attendue, le choix s'est limité à deux territoires.

Le premier territoire d'étude est donc le Mandal de Vinukonda en Inde du sud-est. L'Inde est désormais le premier producteur laitier dans le monde corrélé au plus grand nombre d'animaux laitiers. En effet, en 2017, la production laitière du pays était d'environ 170 millions de tonnes pour un troupeau national de plus de 298 millions de bovins et buffles (FAOSTAT). L'élevage laitier indien est ainsi caractérisé par un grand nombre d'animaux ayant une faible productivité individuelle (environ 1800 L de lait/animal/an) et suivant les estimations l'activité laitière concerne entre 40 et 90 millions de personnes (Aubron et al., 2017). L'élevage laitier indien a

été au cœur d'une importante politique de développement, l'*Operation Flood*, dont un des résultats a été la diffusion du modèle de centre de collecte de lait coopératif à travers le pays. Le Mandal de Vinukonda ne fait pas exception. L'activité laitière est présente sur tout le territoire qui est couvert par une coopérative laitière, Sangham Dairy, désormais concurrencée par des entreprises de collecte privées. A La Réunion, le secteur laitier est bien plus restreint, en partie du fait des caractéristiques géomorphologiques de l'île et de la répartition altitudinale des activités agricoles. En effet, l'élevage laitier est exclusivement situé dans la partie haute de l'île, à partir de 1000 m d'altitude, et il est morcelé dans quatre zones principales. L'activité laitière représente actuellement 67 exploitations, avec une productivité animale moyenne de 6500 L de lait /an. Comme en Inde, l'activité laitière réunionnaise a été incluse dans une politique de développement, le Plan d'Aménagement des Hauts. Cependant, les moyens mis à disposition des producteurs laitiers ces dernières décennies sur chaque territoire sont très contrastés, tout comme les systèmes de production laitiers qui en ont émergé. Les contextes socio-économiques des deux territoires sont d'ailleurs très différents, l'Inde est considérée comme un pays émergent alors que La Réunion, département français, est considérée comme développée.

Le second facteur de choix des terrains était la capacité à remobiliser des connaissances ou un partenariat préalablement construit, faisant l'hypothèse que cela me permettrait d'être opérationnelle plus rapidement. A La Réunion, l'élevage laitier a fait l'objet d'activités de recherche et développement depuis maintenant plus de 30 ans, en particulier par l'UMR Selmet. La connaissance des systèmes de production et plus globalement du secteur ainsi que le partenariat historiquement construit était un argumentaire supplémentaire aux conditions de développement du secteur tel que présenté précédemment. En Inde, au-delà des caractéristiques exposées qui faisait de l'Inde un territoire incontournable pour cette analyse, le projet IndiaMilk avait été initié en 2015. Il portait sur l'élevage laitier indien, ses ressources alimentaires, sa place dans les systèmes agraires, son impact environnemental et l'accès au marché pour les éleveurs. Plusieurs micro-territoires indiens avaient déjà été à l'étude, permettant de construire un partenariat robuste avec les acteurs de la filière (NDDDB, BAIF, etc.) qui étaient également

impliqués en Andhra Pradesh et que nous avons pu remobiliser pour faciliter le travail de terrain à Vinukonda.

A noter que ces territoires seront décrits plus explicitement en Chapitre 2.



Chapitre 2



Chapitre 2.

L'élevage laitier et modèles de développement : analyse des transformations et première évaluation technico-économique des systèmes de production actuels

Dans de nombreux territoires à travers le monde, l'élevage laitier a été mobilisé comme un outil de développement, participant à la lutte contre l'exode rural en apportant un emploi, un revenu et une source d'alimentation à des ménages qui possédaient peu de terres, voire qui n'en avaient pas (FAO, 2010). Les deux territoires d'étude ne font pas exception. Ce chapitre a pour but de comprendre comment l'élevage laitier s'intègre dans les transformations agraires des deux territoires d'étude mais également de mettre en lumière le modèle de développement laitier mis en avant et les répercussions associées, traduites par les caractéristiques des exploitations laitières actuelles.

Ce chapitre sollicite ainsi le concept d'agriculture comparée et l'approche système agraire, avec un focus sur l'élevage laitier. Il se constitue de trois parties :

- i) Analyse agraire du territoire des Hauts de La Réunion

Marblé, Y., & Aubron, C. (2018). Reshuffling the cards of social dynamics in rural India through land rental and dairy farming? Case study of a micro-region in Andhra Pradesh. *Journal of Agrarian Change, submitted*

- ii) Analyse agraire du Mandal de Vinukonda

Marblé Y., Aubron, C., & Vigne, M. (2018). Le développement des Hauts de La Réunion par l'élevage bovin laitier : un modèle à bout de souffle. *Géocarrefour*, 92 (3), 1–20

- iii) Analyse comparative des deux territoires

Les analyses agraires sont donc présentées sous forme d'articles scientifiques, un pour chaque territoire d'étude. Après une analyse des transformations agraires et de la place qu'occupe l'élevage laitier, une première évaluation technico-économique des exploitations laitières actuelles est proposée. En complément, quelques perspectives sont présentées. La dernière partie met en parallèle les caractéristiques saillantes de l'élevage laitier présent dans les deux territoires.

Cette partie correspond aux étapes 1 et 2 du cadre général d'analyse (Figure 3).

Note : dans un souci de fluidité de lecture, et afin d'éviter les redondances, les parties décrivant l'approche système agricole et les étapes du diagnostic associé, présentées dans le Chapitre 1, ont été enlevées des deux articles présentés ici. Elles ont cependant été incluses lors de leur soumission aux revues scientifiques sélectionnées. Egalement, certains titres de parties ont été reformulés afin que les deux articles soient structurellement cohérents.



1. Reshuffling the cards of social dynamics in rural India through land rental and dairy farming? Case study of a micro-region in Andhra Pradesh

Article rédigé par Marblé Yvane et Aubron Claire

Soumis au Journal of Agrarian Change

Rural India was historically dominated by landlords who were ruling a mass of sharecroppers and landless. However, since the country's independence important reforms and agricultural programmes have been implemented and profound changes have occurred in Indian countryside. Is the dominant/dominated structure still present in contemporary rural India? We implemented the agrarian system approach to study the agrarian change of a micro-region of Andhra Pradesh by articulating technical, economic and social changes. We found that inequalities towards the means of production access and in the wealth distribution are still significant. Dairy farming could be an opportunity but it is not free from constraints.

Keywords: agrarian change, agrarian social structure, rural India, land reform, dairy farming

1.1. Introduction

At the time of independence, the rural Indian society was under a regime presented by Bhaduri (1973) as 'semi-feudalism', with landlords dominating a majority of landless labourers and sharecroppers who, for the latter, depended greatly on these landlords for accessing the means of production and eventual marketing (Harriss 2013). The growing agrarian unrest – tenants against landlords – in several parts of the country led to the introduction of agrarian reforms designed to break the land power and monopoly of the old landlord class (Joshi 1970; Bandyopadhyay 2008). Land reforms were also used as a political strategy to win power at independence and thus became part of the State's agrarian programme to legitimise its power. In terms of agricultural techniques, the young nation, plagued by famines decided to focus its development in the countryside with the intensification of agriculture oriented at first towards

the country's self-sufficiency in food. The green revolution launched at the end of the 60s is its symbol but other agricultural development programmes, such as the white revolution with the dairy cooperatives development, have been initiated over time which effects are still seen up to this day (Dorin and Landy 2009).

Is the dominant/dominated structure still present in contemporary rural India? And if so, in what forms? Scholars have developed an abundant literature on agrarian production relations within the diverse Indian countryside from past (Bhaduri 1973) to contemporary (Le Mons Walker 2008; Guérin 2013 among others) periods and the points of view differ on the present-day situation. On the one hand, the capacity of the above policies to increase access for the poorest people to production means is put forward. The green revolution and more specifically the groundwater revolution based on individual borewells and cheap energy for pumping have widened the spectrum of people and area having access to irrigation (Shah 2008). Green revolution has also provided chemical fertilizers at a subsidized and thus affordable price to farmers (Bansil 2004). The white revolution, with the tens of thousands village milk collection centres is considered as a very inclusive development model (Candler and Kumar 1998), and dairy farming thus seen as an instrument for poverty reduction (Birthal and Negi 2012; Shylendra 2013). Some scholars highlight the role played by non-farm activities development and migrations in reshaping social mobility in rural India: non-farm labour opportunities have enabled a growing diversification in activities which encompasses a wide diversity of social groups (Jodhka 2014; Himanshu, Joshi and Lanjouw 2016). The past relocations of historical landlords to cities and the current working migration – seasonal or permanent – of people outside their villages have weakened the hold of historical dominant social classes on others (Gupta 2005). On the other hand, several research works underline the persistence of power balance in rural India, as well as the marginalization of a significant part of the society. Analysing data from the National Sample Survey, Rawal (2008) finds that more than 40 per cent of households in rural India do not own land. According to the 2011 census of India, the number of agricultural labourers has for the first time since Independence exceeded the number of cultivators (Dorin and Aubron 2016). Several studies, often carried out at village scale highlight the high levels of inequalities between social groups (Rawal and Swaminathan 2011;

Ramachandran, Rawal and Swaminathan 2010; Harriss 2013; Himanshu et al. 2013) and analyse the processes that originate them (Rawal 2006; Breman 2007; Aubron, Lehoux and Lucas 2015). Others show that new forms of domination exist: while feudal serfdom would have been eradicated bounded labour is still in place, especially for lower classes seeking for seasonal migratory labour. The domination here henceforth exceeds traditional village boundaries and are on new actors' hands (Guérin, Roesch and Venkatasubramanian 2007; Picherit 2009; Breman, Guérin and Prakash 2009).

In this research, we address the question of social mobility in rural India through a case-study in a micro-region of Andhra Pradesh. More specifically, we analyse how land rental and dairy farming which have gained importance for the poorest households of the area since the 2000s are linked with recent evolutions in local class dynamics, and whether they enable upward mobility. In addition to considering together these two elements – land rental and dairy farming – this research main contribution to the previously exposed debate lies in the approach that was used. By offering a long-term perspective on agrarian change over the last six decades and by articulating technical, economic and social changes this approach is indeed likely to shed a new light on the rural poor's situation.

'Class' in India is intertwined with the concept of caste that hierarchizes people into different groups. Indeed, what a caste is and where it stands in the hierarchy is an effect of its relationship to the material conditions of existence (Gupta 2000), among which land, being the main form of property and the chief source of livelihood, is the most important in rural setting (Singh 2008).

1.2. Material & methods

To answer these questions, we have chosen as study site the Vinukonda Mandal in Guntur district, in central Andhra Pradesh (Figure 8). The territory, of about 112,500 inhabitants (of which 60,000 people live in Vinukonda city and the remaining in villages; 2011 census) lies between the Eastern Ghats and the Krishna delta; the 800 mm average annual rainfall is mainly distributed throughout the *Kharif* period which lasts from June to October. Despite the first impression of a flat territory there are differences in altitude, of low importance but with

consequences on the distribution of soil types and on water resources. Soils of the lower areas have high water retention capacities while on higher zones they retain less water. Moreover, the impervious nature of the granite-schist subsoil limits the water storage capacity in the deeper levels of the bedrock, hampering the groundwater irrigation development. These characteristics have defined the traditional land uses and also impacted the last decades' agrarian development within Vinukonda Mandal.

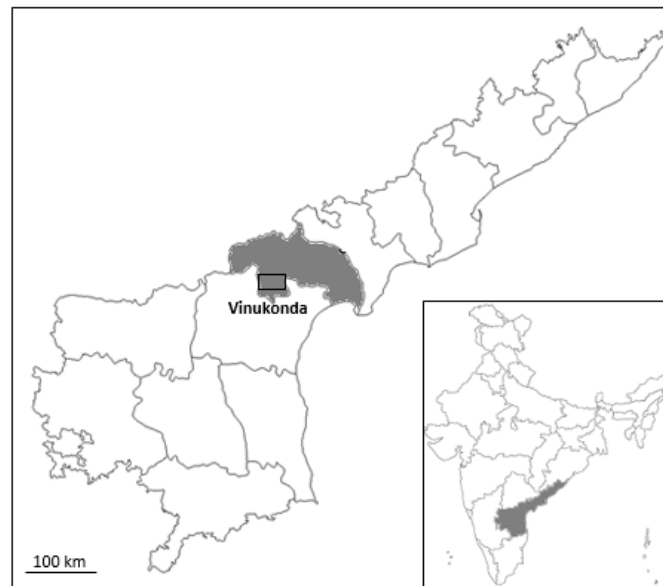


Figure 8. Location of Vinukonda territory (maps retrieved from <https://d-maps.com/>)

Our research relies on intensive fieldwork that has been carried out over the course of five months – from April to August 2016 – in 33 villages. In total, 107 interviews were conducted with people who had been or were still involved in local agriculture, either as crop or livestock producers (retired and active ones), landowners or part of agriculture-related institutions (e.g. governmental irrigation management department, milk cooperative, private milk collectors, farm supply shops). People from all the agrarian social strata – from landowning elite to landless labourers – were interviewed and considered without distinction, if ever possible so to avoid distortions or stereotypes in views of the social fabric (Breman 1985).

1.3. Agrarian dynamics and evolvement of Vinukonda's social fabric

1.3.1. Context of power relationships in the pre-independence period

In pre-independence period, the main social classes in Vinukonda's territory who were related to agriculture were the landlord elite, the landowners, the sharecroppers, the pastoralists and the labourers. The landlord elite belonged to two communities: (i) the Brahmins, historical landlords exempted from land taxes to the British – who ruled the territory since the 19th century and (ii) the Zamindars, large landlords present in some villages, having the role of intermediary between the sharecroppers and British administration as land taxes collectors. This landlord elite represented only few families as the vast majority of people were at that time either landowners, sharecroppers or labourers. Within the landowners and sharecroppers' categories, the Kamma and Reddy (the local large landowner castes) were already working or owning larger landholdings than the other castes having access to land (Telaga, Waddera and Raju) and some of them were also involved in the colonial administration at village or higher level (Benbabaali, 2013). Besides the landowners' communities lied the Yadavas, pastoralists specialised in livestock rearing (mainly with sheep and goats in the area but who could be rearing cattle and buffaloes in other locations, as mentioned by Mahendrakumar [2006]) and the landless labourers who represented the mass of agricultural manpower engaged in cropping and livestock rearing activities for landowners and sharecroppers. These labourers mainly belonged to the Dalit or Untouchable communities – Mala and Madiga – and only few of them had access to land. Some of them were permanent workers, a form of bounded labour as they were tied to a landowner's family for generations. They were living in the families' backyard and were receiving food, second-hand clothes and little money as wage. These permanent workers – and their children – were performing field work (e.g. sowing, hand-weeding, harvesting) and were tending the livestock. In contrast, seasonal workers were carrying agrarian tasks when needed.

1.3.2. Post-independence period (50s – 70s): superiority of large landowner castes and land reform failure

After independence, Brahmin and Zamindar privileges were abolished and with land surveys from the Indian government previous sharecroppers could get the land they cultivated registered and then became proper landowners. The Brahmin families were already leaving the territory to big cities, selling off or donating their land. With low rainfalls and scarce access to irrigation, Vinukonda territory was at that time seen as poor-suited for agriculture so Zamindars and Brahmins had not implemented strict control and high taxes over the area. Sharecroppers therefore reached the same status than the previous landowners.

Kamma and Reddy families – the large landowner castes – who previously were the largest sharecroppers under Brahmin and Zamindars, became the largest landowners with several dozens of acres on which crop and livestock productions were implemented. In contrast, the other landowners owned in average 10 acres or less. Agriculture was the primary activity in the area and the sole source of subsistence for a vast majority of the families. At that time, crops were rainfed with the exception of plots localised under historical water tanks: there were nine water reserves present in the territory lower areas but they irrigated by gravity a very limited surface due to their small water retention capacities and the non-use of water lifting system. This irrigated land belonged in majority to the large landowners. In few villages a land distribution had been realised – pre- or post-independence – and every family had had a piece of irrigated land. People with access to this land cultivated paddy while on the rainfed cropland landowners and sharecroppers mainly implemented millets, sorghum, castor-oil and pulses (i.e. grams and peas) crops. There was only one cropping season which lasted from June/July to November/December; the rest of the year the plots were left as fallows and used as grazing land.

Apart from the crops, landowners also relied on livestock farming and several ruminant species were raised. Animals were sent out for grazing all year around on communal lands but also on people's own lands that they were keeping for their livestock as grazing areas. During the fallow period the animals were also let free on post-harvested plots and provided with straw at night.

All livestock provided manure that was the sole fertilisation source for the crops. They were therefore agents of fertility transfer as they relocated the nutrients necessary for the soil fertility renewal from the grazing to the cropland. Four main livestock types could be found, with distinctive production objective beside manure: (i) local bovines, used for their draught power; (ii) buffaloes, the females tended for their milk production of 1 to 2 litres per day, mainly home consumed and the males that were sold for meat; (iii) goats and (iv) sheep often reared within a mixed herd and sold for meat. As for the landholdings, the numbers of livestock owned by family greatly varied. Small landowners could possess one pair of bulls and few goats and sheep or one female buffalo. In contrast, the large landowners could rear up to 50 bovines, 100 sheep and goats and few buffaloes. The Yadavas, specialised in sheep and goats herding could have flocks of more than hundred heads.

In the continuum of the pre-independence period, the activities in cropping (i.e. sowing, weeding, harvesting) and livestock rearing (i.e. grazing, enclosure cleaning) were in majority performed by the small landowners and landless labourers. These latter had therefore still no access to land as no land reform had been implemented for their benefit and they were often too poor to afford any livestock asset. As Joshi stated it, the Indian ruling elite favoured a land reform “reconciling the interests of landlords with those of the tenants. [...] So far as the peasants were concerned, it favoured a policy of upgrading the upper layer of tenants [...] the separation of the elites from the landed classes in India had not proceeded to such an extent as to permit a drastic redistribution of land in favour of the landless classes” (1974). During the 70s, only few land distributions were carried out within the territory but it mostly concerned housing plot. Dalit community housing developed at the villages edge but since generations they were suffering from a deep social ostracism and their claims were silenced by the upper social classes. While historical bounded labour slowly diminished and daily labour system progressively became the norm, they still had to respect strict restrictions on their mobility (e.g. it was forbidden for them to cycle on the main village road) and on contact with others due to their position as subordinates (e.g. they had to stand up if Kamma and Reddy people were passing near them).

1.3.3. Green revolution (80s – 90s): water for ‘all’

Since the end of the 60s, the Indian government had developed an important development program in agriculture in order to assert the nation independence and the self-sufficiency. The package proposed to the Indian farmers was high-yielding varieties (HYV) of food crops which would grow thanks to the application of chemical fertilisers (Dorin and Landy 2009; Harriss 2013).

But one prerequisite was water access as HYV plants are demanding in water – besides fertilisers. In Vinukonda the onset of the green revolution occurred with the establishment by the end of the 70s of an important dam – Nagarjuna Sagar Dam – at about 80km North-East. An important network of canals was constructed and as soon as the dam water reached landowners’ fields, they levelled their plots to manage the irrigation water and converted their previous crops into paddy. Besides, the existing water tanks got their capacities increased, irrigating wider areas also turned into paddy. Jodhka mentioned that “the face of Indian countryside in the green revolution pockets started changing very rapidly” (2014); it was the case in Vinukonda area. Within few years, paddy had become the main crop cultivated in the area. But paddy cultivation here required flood irrigation and on higher areas plots, remaining uplands from the canals could not receive either enough water or not water at all.

Besides, other crops were promoted on these lands: cotton, chilli and tobacco. A market developed in the 80s for cotton within the region and a chilli market was established at the district capital town, Guntur. Concerning tobacco, it is a corporation, Indian Tobacco Company Limited or I.T.C., that launched in the 80s an integrated programme to develop the crop in the area. It provided at low cost tobacco seedlings, cultivation advices and purchased all the produced tobacco leaves. In few years I.T.C. got the complete takeover of the local tobacco production.

Hence, from the 80s the food crops cultivated in Vinukonda had been diminished to one type – paddy – while non-food, market-oriented crops had been developed. The access to water or the alternative to produce crops with potentially higher incomes led the landowners to expand their cultivation activity. The main beneficiaries of the green revolution were, as Jodhka (2014) also

remarked, the substantial cultivators from locally dominant caste groups – here of Kamma and Reddy castes who constituted the upper segment of the agrarian economy.

Besides, with the access to water the area got its potential for agriculture increased and with low initial land prices compared to historical irrigated zones it attracted people from other areas of Andhra Pradesh. Two types of people purchased land: (i) outside capitalists – from large landowner castes – bought, either alone or at several business partners important holdings of several hundreds of acres on which they implemented plantations of fruit trees and fisheries. These people did not move to the area, establishing farm managers instead to run their properties; (ii) landowners' families coming from neighbouring districts – paddy producing ones – sold their few acres to acquire wider surfaces (dozens of acres), attracted by the prospect of increasing their landholdings while continuing paddy cultivation. In contrast with the outside capitalists, these owner-cultivator families moved all their belongings to their new land.

The landowners who previously kept grazing lands gradually converted it into crops. Combined with the arrival of outside capitalists and new owner-cultivators, this led to a decrease in the surface available for livestock. In many villages, only the communal lands were left for grazing and in some cases there was not any pasture land left. During the cropping season, which still lasted approximately six months, some livestock producers had to keep their animals tethered within their backyards. To feed their animals, people either went for fetching spontaneous forage and distributing it or distributed straw produced from their newly established paddy plots.

The increase of surfaces allocated to paddy led to an important growth in paddy straw production, which became an alternative feed resource. Besides, the livestock herd sizes evolved from the 80s. The green revolution witnessed the development of mechanisation in cropping activities and the numbers of tractors quickly increased in the 80s-90s period. Few tractors – owned by large landowners from Kamma and Reddy castes – were present in each village and they progressively got rented out by cultivators for at least a part of their cropping activities. They therefore entered in competition with the pairs of local bulls. Furthermore, the increasing use of chemical fertilisers made the manure less useful. Availability of labour – in

landowner farms which had no permanent workers anymore to take care of the animals – and grazing land – which had been converted to crops – also contributed to the livestock farming decline and the shrinking herds size. The Yadava families who were still relying on their animals for their livelihoods, with the disappearance of some communal pastures were seasonally migrating with their herds in case of forage shortages.

1.3.4. Era of social changes (2000 – 2016): towards upward mobility through agriculture?

While bounded labour was disappearing, the social ostracism and historical restrictions faced by the Mala and Madiga, the local Dalit communities, were still in place. From the beginning of the 2000s they started to complain to officials – their situation was illegal since more than 50 years as untouchability had been in principle abolished by the 1949 Indian Constitution. Court cases were filed in different villages and with the help of a local Dalit leader part of the Bahujan Samaj Party and perseverance, restrictions such as the cycling ban have been lifted. Slowly, Dalits saw their situation in the villages public spaces improved.

But since the last decade changes are happening at a more global scale within the Vinukonda's agrarian society. Some families of upper agrarian classes and castes are diversifying their activity with businesses thanks to the profits they made during the 80s and 90s period and are sending their children to schools and universities outside the region – children who are not likely willing to be directly involved in agrarian activity. These people are therefore progressively leaving agriculture but they however retain their lands. They either (i) convert their plots in tree plantations directed to paper industry and get benefits from it every two to three years; or (ii) rent out their lands to tenants who can be smallholders or landless people; or (iii) implement tree plantations on one part of their land and rent out the rest. The trend of tree plantations – of Eucalyptus or Leucaena types – is accelerating these last years and it is now covering wide surfaces within the territory: about 1,300 hectares in 2017, representing 7% of Vinukonda agricultural land (from GIS analysis). In contrast, some families of landowner castes, have seen their conditions deteriorating. With the inheritance system of equal land division between brothers or between siblings, the land surfaces owned by household have in

average decreased and some families have evolved from large landowners to smallholders. Some of them even lost all their land asset, sold to cover family expenses and are now part of the landless households' category. Furthermore, there are now important disruptions in the access of irrigation provided by the dam canal network, as Vinukonda area is at the end tail of the command area and as the Krishna River on which the dam is established is now also diverted by other dams upstream. In most villages the irrigated area decreased and in few of them there is even no water coming in the canals anymore. This situation led to the development of borewells to pump water from the groundwater table. However, a lot of failures occurred due to the subsoil nature.

The irrigation disruption thus led to the decrease of surfaces under paddy: landowners and tenants are shifting to redgram and sorghum crops, well adapted to rainfed conditions. Cotton and especially chilli are crops very demanding in manpower and the initial inputs for establishing it are high. It is then mainly medium to large landowners who are able to advance these costs. Furthermore, without complementary irrigation it is difficult to secure their yields and the yearly fluctuations of their market prices can affect their profitability.

Besides, Dalits have therefore now the possibility to access to land if they can afford the rent. The DWCRA initiative (Development of Women and Children in Rural Areas), a governmental rural development program locally implemented from the beginning of 2000s allowed groups of women or self-help groups to contract micro loans from the government at low interest rate to develop different businesses. Dalit women are beneficiaries and some of them decided to invest in agriculture, in renting out small plots or in starting a dairy activity.

Since the beginning of the 2000s, the dairy production from buffaloes has witnessed an acceleration in its development, which started in the 80s. A cooperative – Sangam Dairy – was implemented with the support of the National Dairy Development Board under the Operation Flood I at district level and one milk collection centre was established in a village of Vinukonda in 1981. It followed the “Amul model” – first Indian dairy cooperative created in 1946 and based in Gujarat (Dorin and Landy 2009) – organized in clusters of small village cooperatives, included within a three-tier structure. It was therefore the first outlet for fresh milk but the

development was slow: by mid-90s the cooperative was present in only one third of Vinukonda villages. Furthermore, as Grieu (1984) described it, the upper landowner castes were leading the dairy village cooperatives: other castes, and especially Dalits were left aside and, for those who produced milk, they were not delivering it to the cooperative. With the opening of the Indian agricultural sector to private companies at the beginning of the 90s, Indian private dairies (Heritage, Hyma, Pragathi and Thirumala) quickly established themselves. The white revolution in Vinukonda area was also triggered by the access to artificial insemination and the local buffaloes' genetic modification. The female buffaloes, beforehand naturally mating with male buffaloes are now mainly artificially inseminated and a lot of female buffaloes are now crossbred with one high-milk-yield Indian buffalo breed, Murrah and have a higher milk yield. Dairy producers have also modified their buffalo diet. They are now distributing concentrates – rice and coconut brans or commercial mix, rich in energy and proteins – to supplement the natural herbaceous plants and paddy straw diet. Besides, dairy producers who have access to irrigation started to cultivate patches of green grasses (e.g. napier grass, forage sorghum, paragrass) as it gives a high quantity of readily available green forage all year long. In few villages a market for this green forage has even emerged. Dairy producers in villages where paddy is still widely cultivated have therefore easier access to paddy straw and rely less on purchased feed. In contrast, small landowners and landless dairy producers likely bring their animals out for grazing and – if they can afford – purchase bundles of cultivated green grasses if available nearby. The combination of new genetics and improved feeding led to an average milk production of 3-4L/day/animal compared to the past production of 1-2L/day/animal.

For landless poor households, these developments can be seen as an opportunity to start a dairy activity. The private dairies, of growing numbers – in 2016 eight private dairies were present in Vinukonda area – and the dairy cooperative are all in a dynamic of fierce concurrence as several milk collection centres from different dairies are often present in each village. To enhance their volumes of collected milk, the dairies try to attract more members and give them incentives for increasing their buffaloes' herds. Milk from Dalit dairy producers is also now accepted and loans got provided from some dairies to households willing to increase their herd or to start a dairy activity. As there is no contract between the milk collection centre and

producers, the dairies differentiate themselves in developing extra services such as cash loans, subsidised feeds or inseminations to keep their members. At this capitalist game, the cooperative lost ground and had to leave some villages as their members were shifting to private dairies.

For all households living below the poverty line, there is the National Rural Employment Guarantee Scheme or NREGS that has been launched by the government in 2006, with the purpose of bringing complementary salary to the households outside the cropping season. It is supposed to guarantee job to rural poor households for at least 100 days of wage employment in a year in which one adult member volunteers to do unskilled manual work. In all villages within Vinukonda area, dozens of NREGS groups of 20-25 people – distributed by caste – have been set up and they get assigned job such as canal maintenance and roadside cleaning, mainly during drought years as in 2016. For landless households and smallholders, it brings the opportunity to carry out complementary jobs within their homes' vicinity. Besides, agricultural labourers from Dalit communities are seasonally migrating to other places to find jobs outside the cropping season. As described in Picherit (2009), labour middlemen are present in the villages and they propose labour contracts, here in two main sectors: in tobacco processing units in Prakasam, the neighbouring district; and in construction sites in Hyderabad, 250km away. These seasonal job contracts are from three to ten months and most of the people involved in it are going on these sites every year.

1.4. Economic assessment of current production systems

From the dynamics described in the previous chapter, the current production systems have been identified and characterized in Table 3: the principal categories are absentee landowners, landowners involved in agriculture, landowner-tenant, tenants and landless households. In order to appraise the production systems representativeness within the territory, rough estimations have been made from the 2011 census (Table 2) as well as from interviews carried out in March 2018 in three villages of the studied territory.

Table 2. Statistics of population and agriculture within Vinukonda Mandal (data from 2011 population and agriculture national censuses)

Vinukonda Mandal statistics	SC & ST (Dalit people) ¹	OC & BC (caste people) ¹	Total
Population (no people; % of total)	22196 (20)	90302 (80)	112498
Households with agricultural lands (no; % of total)	1074 (7)	14016 (93)	15090
< 1 ha	805 (9)	7950 (91)	8755
1 to 2 ha	210 (5)	3788 (95)	3998
2 to 4 ha	53 (3)	1806 (97)	1859
4 to 10 ha	6 (1)	446 (99)	452
> 10 ha	0 (0)	26 (100)	26
Total owned agricultural land (no ha; % of total)	858 (5)	17340 (95)	18198

¹ SC = scheduled caste; ST = scheduled tribe; OC = open category; BC = backward category – official social classes defined by the Indian government

As explained in the methodology chapter, each production system is characterised by crop or livestock farming sub-system(s). Production systems economics are computed from these sub-systems calculated economic results, presented in Figure 9 and Table 3.

Table 3. Characteristics of the production systems identified within Vinukonda Mandal and their technic-economic results

	Absentee landowners			Landowners involved in agriculture		Landowner-tenant		Tenants	Landless		
	Outside capitalists	Landowner- lessor ¹	Landowners with paper trees	Large cash crop producers	Medium & small paddy-dairy producers	Medium & small cash crop producers	Medium cash crop-dairy producers	Small cash crop-dairy producers	Labourers-dairy producers	Small ruminants keepers	Labourers ¹
Surface (ha, min & max)	30 - 80	4 - 8	4 - 8	4 - 8	0.6 - 2	0.4 - 4	2 - 4	0.4 - 2	0	0	0
% land ownership	100	100	100	100	100	80% ownership; 20% tenancy	80% ownership; 20% tenancy	100% tenancy	-	-	-
Family farm workers	0	0	0	2	3	2	3	3	2	3	2
% owned land subject to lease	0	100	70	20	0	0	0	0	0	0	0
Cropping pattern (% of directly cultivated land) ²	Mango trees (70); paper tree (30)	-	Paper tree (30)	Chilli// cotton (40); Tobacco (10); paper tree (30)	Paddy (100)	Chilli// cotton (20); gram// castor-oil plants// millet (80)	Tobacco// gram// gram-millet (90); forage (10)	Tobacco (60); gram// gram-millet (40)	-	-	-
Livestock types (no)	0	0	0	0	Tethered crossbred buffalo a (4)	Tethered local bull (2) ³	Tethered crossbred buffalo b (3)	Grazing local buffalo (2)	Grazing local buffalo (2)	Grazing local female sheep & goats (50)	-
Representativeness (estimations of households/holdings numbers) ⁴	7	70		370	3,350	4,900	200	4,050	1,600	700	2,700
% Gross Added Value from livestock production ⁵	0%	-	0%	0%	30%	0.7%	17%	3%	100%	100%	-
Net Added Value (INR 1,000) ^{6,7}	3 580 - 9 600	-	60 - 120	470 - 970	120 - 240	60 - 580	255 - 425	60 - 280	14	95	-
Agricultural income per family worker or landowner (INR 1,000) ⁶	2 930 - 7 890	-	50 - 105	160 - 340	55 - 110	15 - 200	80 - 130	15 - 65	4.5	30	-
Total income related to agriculture per family worker or landowner (INR 1,000) ^{6,8}	2 930 - 7 890	150 - 300	155 - 310	180 - 370	55 - 110	15 - 200	80 - 130	15 - 65	15	30	20

¹ Landowner-lessor & labourers are not *stricto sensus* production systems but they have been considered here for the calculation of total income related to agriculture

² Crop rotations are represented with //: e.g. chilli//cotton means that on the same plot, chilli will be cultivated in year no 1 and cotton in year no 2 and then again chilli in year 3, etc.

³ Not all households of this production system have local bulls but we have chosen to indicate them so they appear in our models

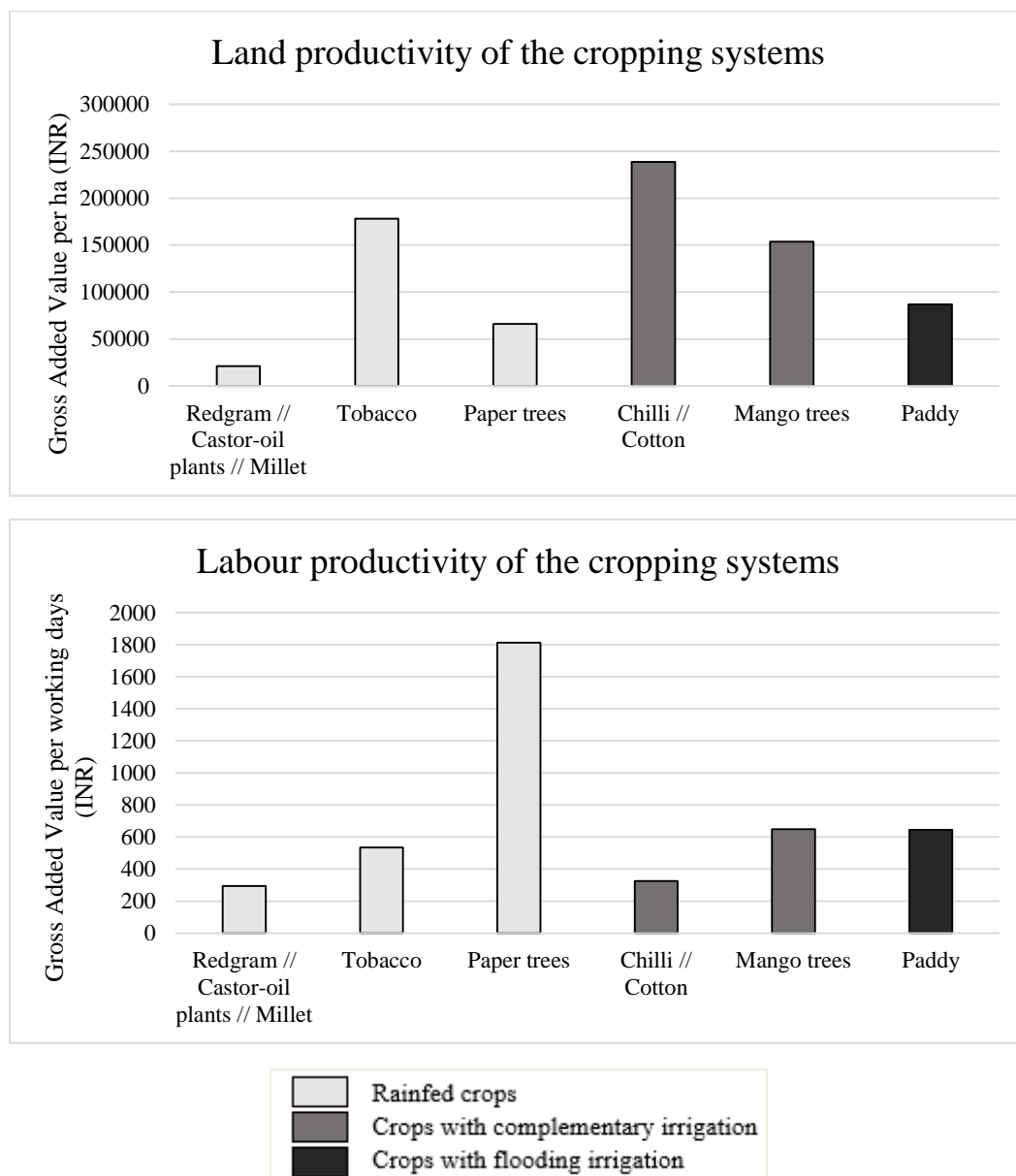
⁴ These estimations have been calculated from the Indian 2011 population and agricultural censuses as well as from data collected via interviews carried out in March 2018 in three villages of Vinukonda Mandal

⁵ % Gross Added Value from livestock production has been calculated for the production systems maximum surface. The Gross Added Value is equal to the difference between the value of goods produced and that of goods or services entirely consumed during the production cycle

⁶ These economic indicators have been calculated for the production systems minimum & maximum surfaces, for the whole farm. Agricultural income corresponds to the part of added value available for producers' remuneration once transfers to different stakeholders who contributed to the access of production means (e.g. land, manpower) have been deducted

⁷ Net Added Value = Gross Added Value - depreciation of the fixed capital or equipment

⁸ Total income related to agriculture included the incomes from land rental and agricultural labour



Calculations details:

Land productivity = generated Added Value per surface of production unit. It expresses the result of the production process intensification

Labour productivity = generated Added Value per quantity of carried out labour (labour measured in working day = 8h/d). It measures the labour efficiency embedded within the production process

Figure 9. land and labour productivities of the main cropping systems present in Vinukonda Mandal

The land and labour productivities (Figure 9) for the different cropping systems show that among the rainfed crops, tobacco generates higher wealth per unit of land. Its cultivation is however limited by the quota system, tobacco companies yearly allocating to tobacco producers the amount of land the latter will be able to implement. In comparison, in areas where

complementary irrigation is applied chilli-cotton rotation is the one that generates the highest wealth per hectare (INR 238,600) even if its implementation is costly. Mango trees plantation generates a lower gross added value per ha (INR 153,700) but it is far higher than the traditional rainfed crops rotation and the paper trees, the other perennial crop. Paddy, the only flood-irrigated crop in the area, generates INR 87,000 of gross added value per hectare (the products considered here are the paddy grains and straw), lower than the complementary irrigated crops and the rainfed tobacco crop. But paddy is less risky in terms of yields as always fully irrigated and has low implementation costs. In contrast, the comparison of cropping systems labour productivities shows that the chilli-cotton rotation being more demanding in labour (734 days of work per ha per year) than the others, has the lowest added value per working day (INR 325). It should be noted that this chilli-cotton labour productivity, however low, remains much higher than the day labourers wage in the area (INR 120 per day), thus making the hiring of external labourers by large and medium landowners to carry out most of the work still largely profitable. It is the paper trees plantation which is the most productive in terms of labour with INR 1,800 per working day, illustrating the ‘extensification in labour’ strategy which is typical of absentee landowners.

Table 4. Technic-economic results of the livestock farming systems in Vinukonda area

	Grazing small ruminants	Grazing local buffaloes	Tethered local bulls	Tethered crossbred buffaloes with paddy straw	Tethered crossbred buffaloes with cultivated grass
Herd size & type of animals	40 local reproductive sheep + 10 local reproductive goats	2 local buffaloes	2 local zebu bulls	4 Murrah crossbred buffaloes	3 Murrah crossbred buffaloes
Feeding management	Natural grazing + rice bran & millet grain as supplements	Natural grazing + paddy straw + purchased feed concentrates	Paddy straw	Collected spontaneous green grasses + paddy straw + concentrates	Collected cultivated green fodder + paddy straw + concentrates
Milk production (L per year per female)	-	830	-	1,250	1,600
Gross Added-Value (GAV/herd)	94,000	8,400	4,500	73,500	79,000
Labour productivity (GAV/working days)	90	25	25	500	560

Besides, the wealth generation from livestock rearing activities greatly vary depending on the type of animals and associated practices (Table 4). Keeping bulls for fieldwork and local buffaloes for milk production with grazing are the two systems which generate the lowest

wealth, per herd and per working day. They both require a lot of labour (in fieldwork management for the bulls and in grazing surveillance for the local buffaloes) and give low outputs. In comparison, in the two other livestock farming systems with buffaloes, the animals are crossbred, and fed within the dairy producers' backyards. The combination of green forage production and purchased feed concentrates lead to highest animal milk production and gross added value per herd. The work allocated to tend these buffaloes being less due to the absence of grazing, the labour productivities of these two systems are far higher than for the others. In comparison, the herd of small ruminants generates the highest gross added value per herd but its labour productivity is way lower than for the tethered buffaloes as the small ruminants are grazing and require a lot of surveillance. Globally, only the livestock farming systems with tethered crossbred buffaloes have labour productivities similar to or even higher than the ones obtained with the cropping systems. The other livestock farming systems involving grazing or management of working animals have labour productivities that are far lower than the cropping systems ones, explaining why households with low access to land – and thus to cropping activities – are the most involved in these forms of livestock.

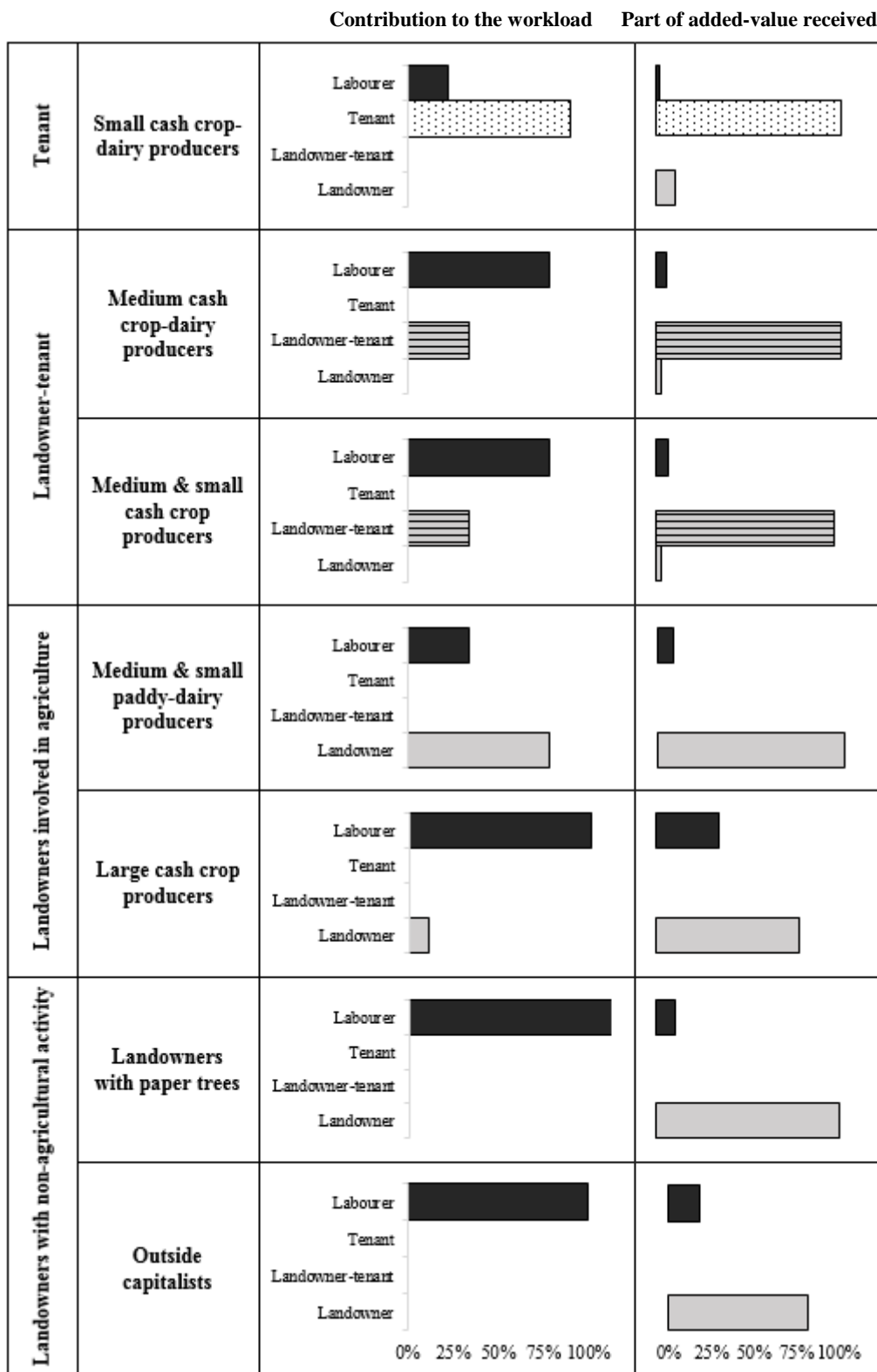
The wide differences in the contribution of livestock rearing activity to the production systems added value (Table 3) confirms this differentiated interest for livestock farming: this contribution is zero for large landowners. For all the production systems in which there is a cropping activity besides livestock farming, the latter always represents less than 50% of the generated added value. The households who are more dependent on dairy farming are the labourer-dairy producers and the paddy-dairy producers.

Figure 10 shows for each production system the distribution of the added-value and the contribution to the workload among social groups. For five out of seven production systems, most of labour related to crop and livestock farming activities are performed by external manpower: agricultural labourers carry out i) 90 to 100% of the work in outside capitalists, landowners with paper trees and large producers' farms, ii) 70% of the work in medium cash crop producers' farms and iii) 20 to 30% of the work in the remaining types of farms. However, their shares in the generated net added value is far lower (from 4 to 33% of the total; see Figure

10). This is very striking in the cases of large landowners who contribute very little or even not at all to the workload and who receive an important part of the net added value. In the two other production systems in which labour performed by family members is more important than the one carried out by external workers – medium & small paddy-dairy producers and small cash crop-dairy producers – this is also observed: the part of the net added value received by the external workers is far lower than their contribution to the production system workload.

As a consequence of these contrasted levels of wealth creation per production system as well as of its unequal distribution, agricultural incomes vary considerably across households. Three production systems have agricultural incomes that are lower than the poverty line defined at INR 29,200 per family worker¹: small cash crop producers, small cash crop-dairy producers (both at minimum surfaces) and labourer-dairy producers. The small ruminants' keepers are just at the poverty line level. In contrast, the landowner-lessors are not involved in any farming activity but they earn an important income related to agriculture from land rental. This latter also brings important income to the landowners with paper trees and the large cash crop producers categories. In Vinukonda the land lease market prices vary from INR 10,000 to 20,000 per acre per year (or US\$ 150 to 300 per acre, so US\$ 370 to 740 per ha per year), depending on the irrigation access. Landowners with four hectares leased at INR 10,000 per acre will gain US\$ 1480 per year from land rental and will be able to invest this income in e.g. other businesses, children education.

¹ The poverty line defined here is based on the poverty threshold defined by the Indian government in 2014 for rural India: it is INR 32 per person per day. As observed on the field, it was estimated that one average family was characterised by one couple, two children and one elderly person who did not have a proper income. Each family worker would therefore represent 2,5 family members (himself, one child and 0.5 elderly person) so the poverty line was fixed at $32 \times 365 \times 2.5 = \text{INR } 29,200$ / family worker / year.



Legend:

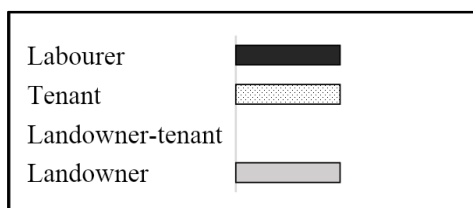


Figure 10. Contribution in terms of work and distribution of the net added value in the owner-tenant-labourer systems in Vinukonda

1.5. Discussion – are the cards reshuffled?

1.5.1. Absentee landowners: a way out of agriculture while retaining land ownership

The dynamics present in the study area can be found in other parts of India where agrarian reforms did not deeply modify the historical agrarian relations. The historical sharecroppers and cultivators were the ones who got access to landownership after the 1947 independence and they still possess the wide majority of land. Furthermore, they were the green revolution main beneficiaries as in the best position to take advantage of the new technology (Harriss 2013). In Vinukonda, the current local suppliers of leased land mostly belong to Kamma and Reddy, the large landowner castes who have for some of them diversified their activity. Vijay (2012) confirms this trend, stating that in Andhra Pradesh there is a growing importance of these ‘non-cultivating peasant households’ or ‘new landlords’ who still hold land but not self-cultivate it. This category developed with the growing possibility in rural India to invest in other sectors than agriculture but they still retain a link with agriculture through land instead of completely shifting from farm to non-farm activity. Vijay (2012) proposes as explanation the fact that the returns on investment in the non-farm sector can be higher but more uncertain so cultivators able to diversify still keep agricultural lands so to insure returns – lower but less uncertain – from it.

In Vinukonda, besides or instead of leasing lands, a growing number of large landowners are developing paper tree plantations. From landowner perspective, the economic results presented in Figure 9 showed that they can expect high returns from very little involvement. It provides more income than the lease of one hectare of irrigated land so on lands with limited or no access to irrigation these plantations therefore appear to be the best option for landowners who can wait for returns on investment only every three years. However, in terms of labour needs and then job provided to local agricultural labourers, paper tree plantations emerge as employment killers. One hectare provides indeed only 36 days of work per year when, in comparison one hectare of gram and one hectare of tobacco respectively provide 92 and 333 days of work per year. Keeping lands to produce paper trees instead of leasing it out would therefore have deleterious impacts on the local society and economy. The landless would here be the most

affected: besides craving for an access to land (either for cultivation or for sending their animals out for grazing on post-harvested plots) they represent the mass of agricultural labourers who depend upon the cultivators' manpower needs.

1.5.2. Landless people: the forgotten of agrarian reforms and the victims of inequality in wealth generation

Landless families are numerous within Vinukonda Mandal: from the 2011 national census they are over 5,500 households. While high landowner classes are progressively leaving agriculture some landless families got access to rented land. However, the land rental remains high for these new small crop producers (23% of the generated added value for paddy production and up to 50% for the redgram-castor oil-millet rainfed rotation) so the leasing fee is still a barrier for a lot of them. Furthermore, the local land leasing rules, oral and variable depending on the landowners do not give any long-term security to the tenants: the leasing fee is redefined each new cropping season and if the tenant is not able to cope the increase he loses the land. Besides, as no formal contract has been signed landowners can reclaim their land without proper notice. As a consequence, the number of previously landless households who are renting land is small, compared to that of households who still do not.

Having no land or a costly and rather insecure access to it through renting, the landless families end up having to perform agricultural work for others. But what the Vinukonda case study shows, as in Aubron, Lehoux and Lucas (2015) is that this agricultural labour is paid at very low wages compared to the generated wealth: labour productivities of all cropping systems are indeed far higher than the local INR 120 daily wage (Figure 9), resulting in a very unequal wealth distribution for the production systems making extensive use of this external workforce (Figure 10). On the unequal access to land thus relies an unequal access to the wealth created by agricultural labour, deepening the inequalities.

This result raises once again the question of a more equitable access to land in Indian agriculture. Following H. Cochet's (2015) reasoning on agricultural revolution, reducing inequalities regarding the access to production resources, can make the green revolution more efficient in its capacity to generate development process. Land reform is a redundant topic in

all Five-Year Plans of the Indian government as an item for action to develop Indian rural areas (Bandyopadhyay 2008) and landless occupy an important place in it, as in the Indian government's twelfth Five-Year Plan defined for the 2010-2017 period: "landlessness amongst Scheduled Castes (SC) is much higher than in the non-SCs. Intensive efforts need to be made to distribute surplus government land to landless SC agricultural labourers in the rural areas. The land distribution needs to be completed in a time bound manner, so as to enable a larger number of landless SC families to improve their lot at the earliest". The main recommendations made by the Planning Commission are to help groups of landless to get access to land either i) via the seizing of land by the government from large landowners (land-ceiling laws) or ii) by purchasing it via 50% low-interest loan and 50% governmental grant. It focuses on groups of people instead of individuals and the land distributed by the government would take the form of long-term lease which would expire if the beneficiary group breaks down (Planning Commission 2013-1,2 & 3). But as for the previous Five-Year Plans these propositions have not yet become a reality. For Bandyopadhyay (2008) "the key to success [of land reform] lies in building up strong organisations of prospective beneficiaries vociferously demanding change in their favour and backed up by equally forceful political will of the state to intervene in favour of the rural poor and the dispossessed".

1.5.3. Livestock production: an opportunity not free from constraints

Livestock production is often presented as an alternative way to enhance landless rural poor livelihoods without the need for landholding as the cattle, buffaloes, sheep and goats can graze on communal pastures and be fed with crop residues (Shylendra 2013; Planning Commission 2013). The economic results presented in the previous section (Table 3 & Table 4) however show the limits of such reasoning. Rearing two local buffaloes grazing on communal lands and post-harvested plots and complemented with paddy straw and concentrates generates a low added value (INR 8,400) and if the producers have to reimburse a loan for the buffalo(es) purchase the generated income is even more truncated. Furthermore, the labour related to this activity is very high, especially due to the grazing surveillance and it leads to a labour productivity of INR 25 per working day, far lower than the INR 120 local daily wage for

agricultural labour. Having buffaloes however provides an income throughout the year and can serve as capital and guarantee in case of bank loan or family expenses. But with the shrinking of communal lands and the development of tree plantations and crops which residues are not edible to ruminants (e.g. castor-oil plants, chilli, cotton, tobacco) it is more and more difficult for dairy producers to access to grazing lands and the needs in paddy straw therefore increase. With shortages in irrigation water and then decrease of paddy surface, paddy straw is increasingly supplied from neighbouring districts and the market price is therefore unstable. For landless dairy producers, this situation can lead to an inability to cover the higher production costs or to even money loss (as milk price remain stable). Cultivating green fodder could be an alternative solution but the required conditions – land and irrigation access – are then currently unrealisable for a lot of dairy producers. All these factors explain why only a small part of landless households do rear dairy livestock.

1.5.4. Non-agricultural activities reproducing rural inequalities?

Despite that we did not calculate the income coming from non-farm activities e.g. from businesses or via seasonal migration, our study shows that there is a closed link between the social categories and the access to agricultural production means – and then the type of agricultural activity – as well as the type of non-agricultural activity people qualify for. Social categories underprivileged in the agricultural sector will likely perform precarious and low wage non-agricultural jobs (Garikipati, S. 2008; Aubron, Lehoux and Lucas 2015).

In Vinukonda, for assetless households one cropping season is often not enough to cover their family needs all year around and they therefore have to migrate during the lean season for seasonal work. Scholars like Picherit (2012) and Guérin et al. (2007, 2012) have investigated into details the cases of seasonal migrant workers in Andhra Pradesh and in Tamil Nadu, respectively. Their studies bring important insights and show that these labour circuits are constructed on or leading to bondage relations between the labourers and the middlemen or with the working sites owners.

1.6. *A complementary perspective on Indian agrarian crisis*

Since 2000, a lot of research has been carried out on what is called the Indian agrarian crisis, studied at different scales and with a diversity of approaches. Perspectives differ on this crisis but all scholars include in its characterization the declining growth rate of agricultural GDP from 1990s onwards, to be shared between a number of agricultural workers that is still increasing and remains predominant in the working population (Sharma 2007; Le Mons Walker 2008; Lerche 2011; Siddiqui 2015). Most studies link the agrarian crisis to the green revolution and thus focus on areas and populations having experienced this intensification process. The main victims of the agrarian crisis are small and marginal landholders with less than two hectares of land, that are – or were once – partly irrigated (Narasimha Reddy and Mishra 2009). They face a reduction in the size of their landholding due to demographic growth and are no longer able to compensate it through intensification. Indeed, crop yields are now stagnating (Jha 2006; Sharma 2007) and prices of agricultural products significantly fluctuate – especially those like most ‘cash crops’ for which public intervention does not exist or is ineffective (Narasimha Rao and Suri 2006; Jha 2006; Lerche 2011). Moreover, farmers have become highly dependent on fixed capital investments (for borewells and pumps), as well as on external input purchases which prices tend to increase for some of them (Jodhka 2006; Narasimha Rao and Suri 2006). In many areas concerned by the green revolution, the availability of water is dwindling due to high withdrawals for irrigation purpose, giving to the agrarian crisis an alarming ecological dimension (Sharma 2007). The result is that farmers facing the same year reduced availability of irrigation water, price drop of agricultural products, unfavourable monsoon and maybe crop pests are unable to repay the loans they increasingly contract. They are caught in a debt trap, now acknowledged to be one of the main drivers for the last two decades increasing incidence of farmers’ suicides in India (Jodhka 2006; Narasimha Rao and Suri 2006; Narasimha Reddy and Mishra 2009).

Such agrarian crisis is at work for most “small and medium producers” in Vinukonda Mandal. Compared to other areas, the fieldwork did not highlight indebtedness trajectories till bankrupt for drilling borewells, perhaps because availabilities of groundwater or capital are lower in

Vinukonda. However, seasonal loans taken out to buy inputs for a campaign are very common, especially for cash crops producers and can lead to very low incomes in case of crop failure or price drop. The economic situation of Vinukonda small and medium producers is clearly deteriorating – if only for the households declining landholding size – and is much riskier than in the past. This case-study thus provides another example of the agrarian crisis endured by these categories of households.

By considering, in addition to these farming households, diverse types of landowners and landless people this agrarian system approach also brings a complementary perspective on the Indian agrarian crisis. Indeed, numerous studies on the subject merely distinguish the farmers according to landholding size without considering the fact that part of them may not live in the area, have non-agricultural sources of incomes and thus lease their land out or use it for extensive crops like paper trees. Our results show that these absentee landowners are in a completely different situation towards the crisis when compared to small and medium producers. Without taking any risk regarding availability of water, crop failure or price drop, landowners leasing out four hectares of land have an income which is higher than that of the vast majority of producers in the area. By planting paper trees – crops that are less risky than annual cash crops, due to flexible tree felling periods – they can triple this income. As far as outside capitalists are concerned, they do face risks but have a lot of capital often invested in borewells to ensure irrigation requirements and, given the surface area they manage (30 to 80 ha), get the highest incomes. On the other side, landless households are simply not mentioned in most of the studies on agrarian crisis. As they do not cultivate any land, the three categories of landless people considered in this paper – labourers, small ruminant keepers, labourer-dairy producers – certainly do not face the same crop production risks than small and medium producers and are less threatened by debt trap, at least regarding the loans taken for productive purposes. But the results show that they clearly are the poorest people of the study area: with incomes varying between INR 15,000 and 30,000 (or between US \$ 220 and 440) per family worker per year, they earn half the income of producers owning only 0,4 hectare of land and more than ten times less than landowner-lessor and the landowners with paper trees.

Numerous studies have highlighted such inequalities between social groups in rural India (Ramachandran, Rawal and Swaminathan 2010; Rawal 2006; Harriss-White and Janakarajan 2002; Le Mons Walker 2008; Himanshu, Joshi and Lanjouw 2016; Lerche 2011). Linking technical and social dimensions of agriculture, the main contribution of the approach presented in this paper is to shed light on the practical role played by these diverse social groups in agriculture at micro regional level. By doing this, the holistic approach of comparative agriculture attempts to reconcile the two schools of thought that dominated agricultural and rural research during the last few decades, namely the agrarian studies and the farming system research (Cochet 2012; Bainville 2016). In-depth characterization of the households' access to production means, including diverse types of land, types of irrigation water, fodder, etc., as well as of farming practices enable the diverse types of farms to be modelled and their economic results to be assessed. This is how the part of the added value generated by the tenants and given to the landowners was highlighted and the limitations of dairy farming in helping landless labourers to get out of poverty were understood in concrete terms. The characterization of the tasks and the workload related to farming practices makes the contribution of labourers to agriculture clear. All together, the case-study shows that while it is true that small and medium producers of the area are affected by the agrarian crisis, this is not the case for absentee landowners and happens at the expense of another group: the landless labourers. On the one hand, absentee landowners get the highest incomes from agriculture in the area and even tend to deepen the crisis by limiting access to land for other social groups (cultivating it or leasing it out with rent) and to work opportunities (developing labour-extensive paper trees plantations). On the other hand, all crop producers do rely on day labourers to perform part of the workload and pay them at a wage that is far below the generated added value, explaining the extremely low incomes obtained by landless households. Hence, in order to really reshuffle the cards of social dynamics in rural India we advocate the recognition of these agricultural labourers' contribution in the wealth generated within the territory so to lead to a more equal wealth distribution. As Singh (2008) proposed it, "eliminating the subordinate position of lower castes in the Brahmanical hierarchy" [...] could be achieved by "the recognition of the contribution made by their labour-power to the making of Indian history and society".

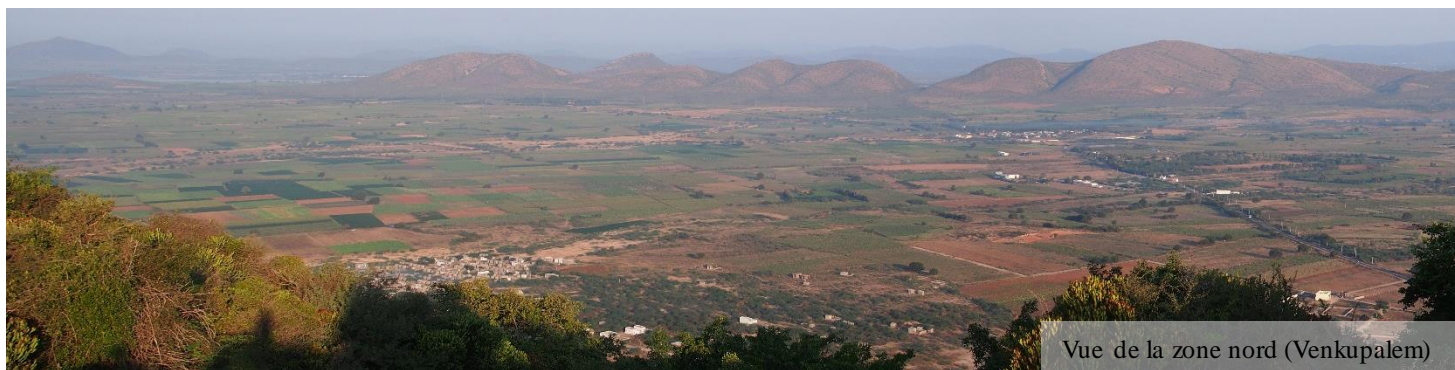
Système agraire actuel de Vinukonda



Vue de la zone nord-ouest (Narasayanipalem)



Vue de la zone sud (Gokanakonda)



Vue de la zone nord (Venkupalem)



Canal principal du réseau venant du barrage Nagarjuna Sagar – saison sèche, limite du territoire, zone nord



Réservoir d'eau, fin de saison des pluies (Nagulavaram, décembre)



Réservoir d'eau, saison sèche (Nagulavaram, juin)



Zone rizicole sous un réservoir d'eau, fin de saison des pluies (Nadiggada, décembre)



Zone rizicole sous un réservoir d'eau, saison sèche (Nadiggada, juillet)



Rivière de Gullakamma, saison sèche



Rivière de Gullakamma, saison intermédiaire (mars)



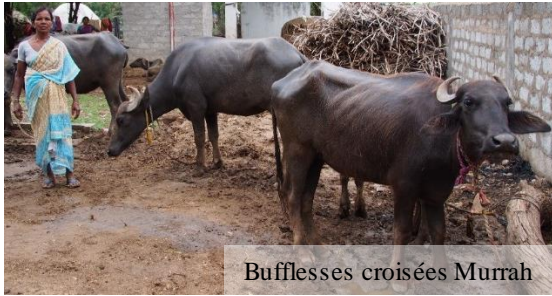
Bovins de race locale (type Ongole)



I.A. réalisée par un Gopal Mitra



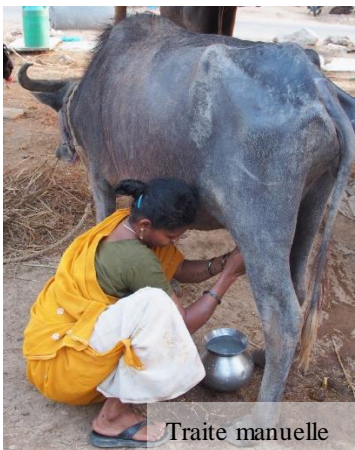
Bovin croisé



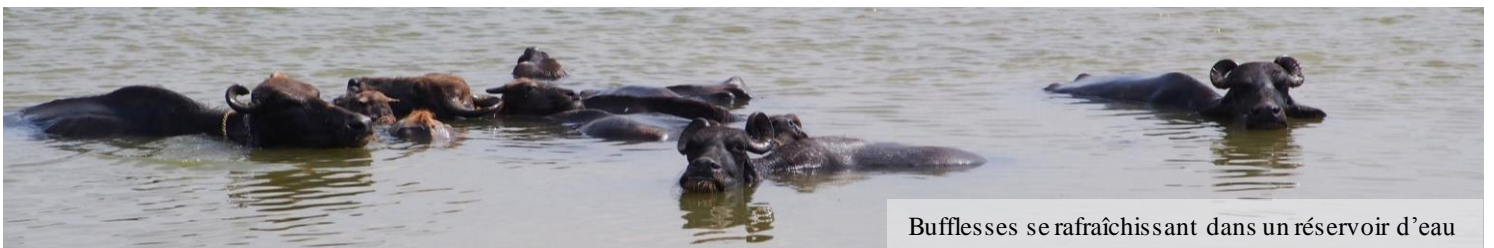
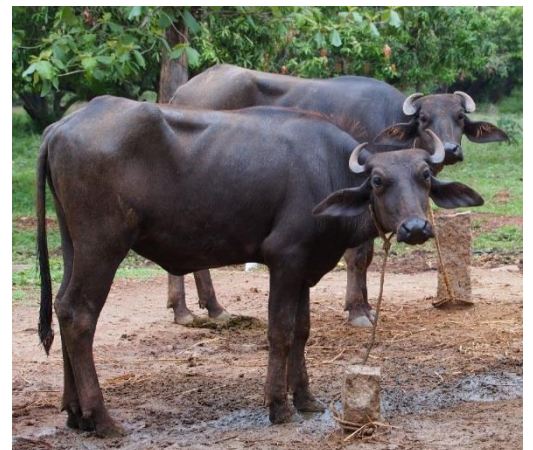
Bufflesses croisées Murrah



Troupeaux pâturant sur des parcelles de riz post-récolte, laissées en jachère



Traite manuelle



Bufflesses se rafraîchissant dans un réservoir d'eau



Bufflesses de race locale





Centre de collecte villageois



Vente directe



Intermédiaire



Marché aux buffles (Vinukonda)



Marché aux petits ruminants (Vinukonda)



Marché aux bovins mâles (Vinukonda)



Utilisation du tracteur dans le désherbage entre rangs



Utilisation des bovins mâles dans les activités culturales



Transfert de paille de riz de la parcelle à la charrette



Transport de paille de riz



Tri de piments



Culture de tabac



Plantation de Leucaena



Récolte de coton



Culture irriguée d'herbe à éléphant



Puit ouvert construit pour l'irrigation de la parcelle de fourrage



Culture de pois d'Angole



Mise en place d'une culture de riz, irriguée par inondation

Exemples de personnes interviewées





2. Le développement des Hauts de La Réunion par l'élevage bovin laitier : un modèle à bout de souffle

Article rédigé par Marblé Yvane, Aubron Claire et Vigne Mathieu

Accepté par Géocarrefour

Cet article analyse le développement du territoire des Hauts de l'Île de La Réunion depuis les années 60 au travers du développement de l'élevage laitier, en sollicitant les concepts d'agriculture comparée et de système agraire. L'Etat a eu un rôle prépondérant dans la mise en place de la filière structurée autour d'une coopérative, la SICALAIT, ainsi que dans l'aménagement du territoire, historiquement dédié à la culture de géranium. Le développement de l'élevage laitier s'est rapidement orienté vers une intensification de la production avec un agrandissement des troupeaux, une gestion motomécanisée des prairies et un recours à une quantité importante d'aliments concentrés importés. Il ressort de cette étude que l'élevage laitier réunionnais, malgré ses spécificités, suit la même tendance que celle observée en métropole, posant la question de son développement futur, voire de son maintien dans le territoire du fait d'un nombre d'éleveurs laitiers de plus en plus restreint et d'une contribution à l'autosuffisance laitière locale limitée. Plusieurs pistes de développement sont proposées et mises en perspective.

Mots-clés : élevage laitier, Île de La Réunion, modèle de développement, aménagement du territoire, systèmes d'élevage

This paper analyses the development of Reunion Island's highlands since the 60s through the development of dairy farming through the application of comparative agriculture and agrarian system concepts. The State had a prominent role in the value chain implementation that is structured around a cooperative, SICALAIT, as well as in the land-use planning of a territory historically dedicated to geranium cultivation. The development of dairy farming has been rapidly oriented towards an intensification in production with an increase in herds size, a mechanised pastures management and the use of important quantities of imported concentrate

feed. It emerges from this study that dairy farming in Reunion Island, despite its specificities follows the same trend as in metropolitan France, raising questions on its future development or even continuation within the territory as the number of dairy farmers is more and more limited. Several development pathways are proposed and put into perspective.

Keywords: dairy farming, Reunion Island, development model, land-use planning, livestock production systems

2.1. Introduction

L'élevage bovin laitier français connaît une diminution du nombre de ses exploitations depuis déjà plusieurs décennies. Depuis l'instauration des quotas laitiers en 1984 jusqu'à 2015, le nombre d'exploitations laitières est passé d'environ 427000 (FranceAgriMer, 2016) à 64000 (donnée Agreste), soit une diminution de 85% en 30 ans. Les exploitations toujours en place ont quant à elles connu une dynamique d'agrandissement structurel, d'intensification fourragère et de concentration géographique (Depeyrot, 2017). Mais malgré une augmentation de la productivité des élevages, les revenus d'une part importante des exploitations laitières plafonnent (IDELE, 2017). Et l'abandon des quotas par l'Union Européenne en 2015, avec pour conséquence une forte instabilité sur le marché, a aggravé la situation économique des éleveurs, fragilisant fortement le tissu d'exploitations et générant une crise à caractère structurel pour le secteur (Trouvé et al., 2016). L'Île de La Réunion, territoire français d'outremer situé à environ 10000 km de la métropole, ne fait pas exception dans cette dynamique : le nombre d'éleveurs laitiers a diminué de près de 54% depuis 15 ans et la production régionale stagne. Le développement de son secteur laitier présente toutefois des spécificités importantes. Ce territoire a ainsi connu de profonds changements à partir des années 60 (Laudie-Lecomte, 2003) et l'élevage laitier a fait partie de politiques d'aménagement du territoire, présenté comme un outil de développement plus global et un moyen de lutte contre un exode rural alors important. Cochet (2011) définit le développement agricole comme le « processus général de transformations de l'agriculture, inscrit dans la durée, et dont les éléments, causes et mécanismes peuvent être à la fois d'origine endogène et le fruit de différents apports, enrichissements ou innovations exogènes ». En s'appuyant sur ce concept et sur l'approche

système agraire proposée par l'agriculture comparée, cet article propose d'explorer le développement de l'élevage dans le territoire des Hauts de La Réunion, situé à plus de 800 m d'altitude, depuis les années 1960 jusqu'à la crise laitière actuelle, qui est ainsi caractérisée. L'article s'interroge ensuite sur la spécificité de cette crise par rapport à la situation métropolitaine puis discute des voies de développement pour un élevage laitier contribuant au développement durable du territoire des Hauts de La Réunion.

2.2. *Matériel et méthode*

Notre étude s'appuie sur un travail de terrain effectué de février à août 2017 combinant observations et entretiens semi-directifs auprès des agriculteurs et autres acteurs du secteur agricole, retraités ou en activité (42 entretiens conduits au total), complété par un état de l'art bibliographique et la collecte de données statistiques. Que ce soit pour définir la gamme de surface et de taille du troupeau, la production laitière moyenne par vache ou encore le niveau d'équipement, la construction de chaque archétype s'appuie à minima sur les données collectées dans trois exploitations réelles.

L'Île de La Réunion est une île de 2520 km² située dans l'océan indien, en zone tropicale (Figure 11). D'origine volcanique, elle présente un paysage très découpé et est densément peuplée (843 habitants au km²) du fait d'un espace habité réduit à environ 1000 km², principalement localisé sur la côte. En effet, la présence de deux volcans (dont un culmine à 3000 m d'altitude), de cirques encaissés et de profondes ravines limite le développement urbain dans le centre de l'île.

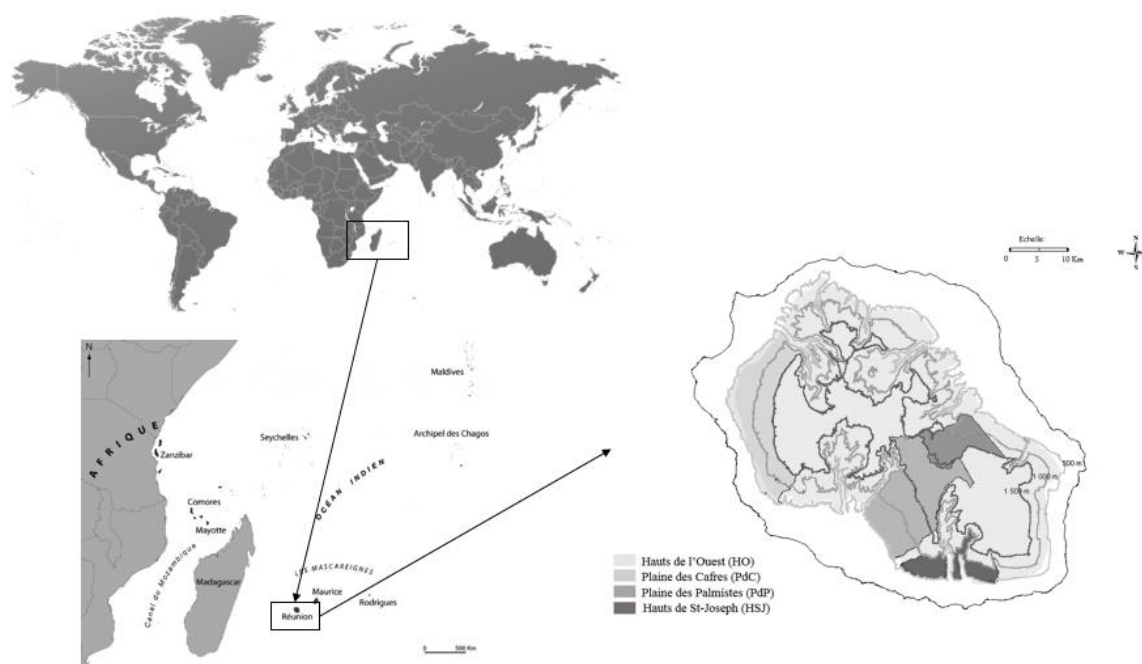


Figure 11. Localisation géographique de l'Île de La Réunion et définition des zones d'études dans les Hauts de l'île (carte monde : issue de <http://www.thinkstockphotos.fr/>, libre de droit ; carte du bas à gauche : issue de Jauze, 2009 ; carte Réunion élaborée par Jonathan Vayssières, droits partagés)

A côté de l'espace urbain, l'île compte 45000 ha de surface agricole utile dont plus de 55% sont occupés par la culture de canne à sucre (RA, 2010). Les systèmes de production agricole présents sur l'île sont répartis selon un gradient d'altitude : la canne à sucre est cultivée de 400 à 800 m d'altitude tandis que le maraîchage est localisé au-dessus de la canne jusque 1000 m d'altitude. A partir de 1000 m d'altitude, les terres agricoles sont quasi exclusivement couvertes de prairies pour l'élevage de bovins (sur une surface d'environ 12000 ha, représentant 27% de la SAU de l'île).

Le territoire d'étude correspond aux espaces agricoles de l'île d'altitude supérieure à 800 m, principalement des zones prairiales, où l'élevage bovin laitier s'est développé (voir Figure 11). Il comprend quatre zones : les Hauts de l'Ouest (HO), la Plaine des Palmistes (PdP), la Plaine des Cafres (PdC) et les Hauts de Saint-Joseph (HSJ). Bien qu'elles soient géographiquement séparées et avec des caractéristiques topoclimatiques différentes (Figure 12), l'élevage bovin s'y est développé de manière relativement similaire.

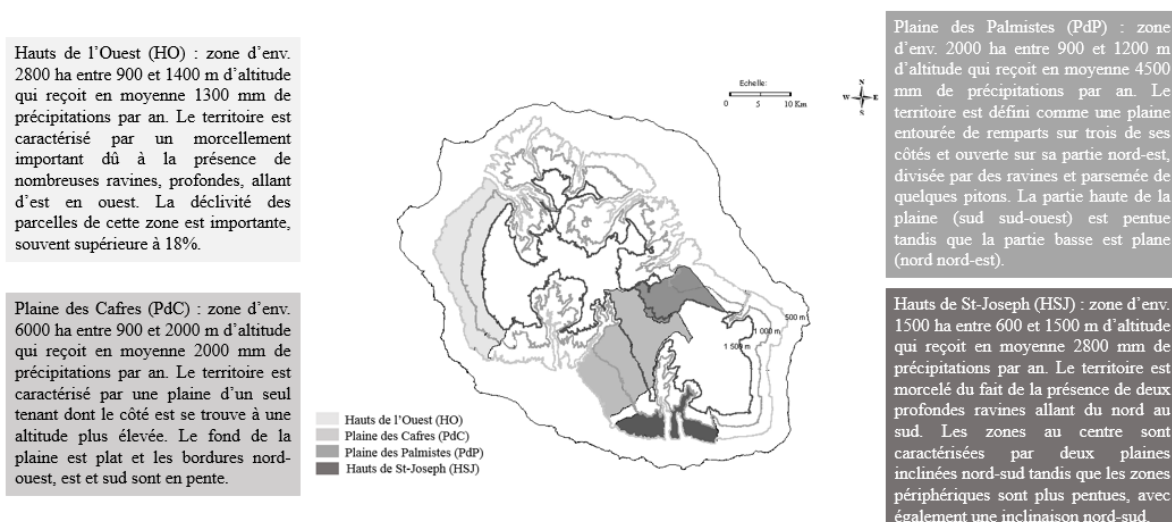


Figure 12. Caractéristiques climatiques et topographiques du territoire étudié et ses zones contrastées (carte de La Réunion élaborée par Jonathan Vayssières, droits partagés)²

2.3. *Modèle de développement et dynamiques agraires des Hauts de La Réunion*

2.3.1. **La colonisation des Hauts de La Réunion et les prémices de l'élevage**

Historiquement, les Hauts de l'île n'ont été colonisés et mis en culture que tardivement, à partir du milieu du 19^e siècle, alors que les premiers habitants de l'île étaient arrivés deux siècles auparavant. A partir de 1870, une crise dans la filière sucrière alors développée dans la partie basse de l'île et le développement de la culture de géranium amena de nombreux colons blancs sur ces terres d'altitude, pour produire de l'huile essentielle de géranium (Defos Du Rau, 1960). Jusqu'au début des années 1960, les Hauts cultivés de l'île au-dessus de 800 m d'altitude étaient recouverts de géranium. Les petits producteurs (les colons) louaient alors des parcelles de 1 à 2 ha à des propriétaires terriens qui possédaient plusieurs dizaines voire centaines d'hectares (généralement organisés « en lanière » depuis la côte jusqu'au sommet des montagnes et incluant donc des parties basses qui n'étaient pas cultivées en géranium). A côté de cette production de géranium, deux types d'élevage étaient alors pratiqués : (i) un petit élevage bovin au piquet produisant viande, lait et surtout fumier pour les cultures vivrières et maraîchères

² Les Hauts de Saint-Joseph n'ont pas été plus détaillés afin de ne pas trop complexifier le discours. Cependant, ce territoire est caractérisé par quatre zones distinctes : 1) Les Lianes et Bel Air ; 2) la Plaine des Grègues ; 3) Grand Coude et 4) La Crête. Les zones 1 et 4 correspondent aux terrains en pente tandis que les zones 2 et 3 sont caractérisées par des plaines inclinées.

prises en place par certains colons et par les propriétaires qui résidaient dans les Hauts ; (ii) un élevage ovin et bovin extensif (troupeaux de plusieurs dizaines de têtes), produisant essentiellement de la viande, développé par certains propriétaires fonciers de la PdC et des HO, sur des espaces de parcours alors gérés par l'Office National des Forêts. Avant les années 60, la production laitière occupait ainsi une place limitée dans l'agriculture des Hauts. Certains propriétaires de bovins pouvaient traire leur meilleure vache et récolter 1 à 2L de lait qu'ils autoconsommaient, voire vendaient dans le voisinage mais cela restait rare, le lait allant essentiellement au veau. Seuls des agri-éleveurs de la PdP avaient développé une production fromagère et ces « fromages des plaines » étaient vendus jusque sur la côte. Mais pour la grande majorité de la population réunionnaise, qui n'avait jusque-là accès qu'à peu de produits laitiers importés tels que du lait concentré sucré et du fromage étuvé, les produits laitiers ne faisaient pas partis de leur régime alimentaire.

2.3.2. L'élevage bovin laitier comme vecteur de développement (1960-1990)

Au début des années 60, l'Île de La Réunion, département français depuis 1946, connut d'importantes tensions sociales dans les Hauts du fait d'un effondrement des cours du géranium couplé à une destruction de la culture par un cyclone (Mayer Jouanjean, 2011). L'Etat français, centralisateur et omniprésent, décida alors de mettre en place un plan de développement endogène pour le territoire en créant la Société d'Aide Technique et de Coopération, la SATEC, avec pour objectif de trouver un revenu de substitution aux producteurs de géranium. Plusieurs SICA ou Sociétés d'Intérêt Collectif Agricoles, sociétés coopératives, furent alors mises en place pour créer ou structurer des débouchés et développer de nouvelles perspectives agricoles. La SICA Lait (ou SICALAIT) fut créée en 1962. Elle regroupait initialement moins de dix producteurs de lait à la PdC où une unité de fabrication de yaourts fut rapidement installée pour transformer le lait collecté. L'intérêt d'une production laitière réunionnaise émanait également des conclusions d'une étude qui recommandait la consommation de produits laitiers à une population locale carencée en protéines. Le premier marché de la SICALAIT fut les écoles primaires, qui mettaient en place la distribution d'un verre de lait par jour et d'un yaourt par semaine. Par ailleurs, une usine de transformation du lait en poudre importé fut mise en place,

la CILAM, opérationnelle dès 1966. Au début des années 70, la SICALAIT acquit des parts à la CILAM et y transféra son unité de transformation du lait frais collecté.

Plus globalement, la crise du géranium a accéléré une importante réforme foncière qui débuta dans les années 60 et s'étala jusque dans les années 80. La Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural ou SAFER, mise en place en 1965, récupéra des propriétés cédées par de grands propriétaires terriens dont les parcelles de géranium étaient alors délaissées, les remembra (passant de lots historiques de 1-2 ha auparavant loués aux colons à des propriétés de 5 à 15 ha) et les distribua à de nouveaux propriétaires, en priorité aux anciens colons, qui y accédèrent grâce à un prêt contracté avec le Crédit Agricole (Benoit, 2015). Suivant les zones et surfaces d'acquisition, deux activités d'élevage leur furent proposées : l'élevage laitier pour une surface entre 5 et 10 ha et l'élevage allaitant pour un foncier de 15 ha et plus. Ce foncier a alors été défriché et converti en pâturages. Ces aménagements fonciers furent généralisés avec la création d'Associations Foncières Pastorales (AFP) au milieu des années 70. Ces AFP, rapidement regroupées en Union des AFP ou UAFP ont encadré les travaux de défrichement réalisés par une entreprise publique et subventionnés à hauteur de 75%. En complément du kikuyu, graminée tropicale déjà présente, l'UAFP importa également des semences de graminées tempérées (comme le ray-grass et le dactyle) que les éleveurs établirent sur leurs parcelles aménagées, lorsque les conditions climatiques le permettaient (au-dessus de 1000 m d'altitude à la PdC et au-dessus de 1400 m dans la zone HO).

Par ailleurs, la génétique des troupeaux évolua. Alors que les bovins traditionnels, dits « péi », étaient issues de croisements entre des zébus et des races bovines à orientation lait (brune des Alpes, hollandaise) ou viande (limousine, charolaise) et avaient pour la plupart un rendement laitier faible, la SICALAIT importa par bateau 150 vaches de race hollandaise au début des années 70. Celles ayant survécu au transport furent distribuées aux éleveurs, à un prix subventionné et pouvant être financées par la contraction d'un prêt au Crédit Agricole. La diffusion de l'insémination artificielle participa également à cette évolution génétique.

Cependant, le remembrement des parcelles lié à la réforme foncière laissa de côté une partie des anciens colons. Le territoire des Hauts fut alors touché par un exode rural vers la côte,

accentué par le déséquilibre de développement entre les deux territoires. Une politique de grands travaux de développement (infrastructures, services publics) avait été mise en place dans les Bas de l'île depuis les années 60 alors que dans les Hauts ce développement était encore quasi-inexistant. En effet, il n'y avait alors que peu d'écoles et de routes et l'accès à l'électricité était loin d'être généralisé. Pour résorber ce déséquilibre, toujours sous l'égide de l'Etat, un Commissariat à l'Aménagement des Hauts fut créé et en 1978 un Plan d'Aménagement des Hauts fut développé, apportant des pistes de développement pour les Hauts et dans lequel tous les secteurs (éducation, formation et économie) furent abordés (Bridier, 1981). Pour le volet agricole, le plan préconisait d'augmenter la production agricole locale en se basant sur des exploitations familiales, l'objet étant l'emploi et l'agriculture l'outil. Dans le secteur laitier, les actions amorcées dans les années 60-70 furent renforcées et accélérées dès le début des années 80. De nouveaux éleveurs laitiers et allaitants s'installèrent sur tout le territoire étudié grâce à l'accès à du foncier, toujours issu de la réforme foncière et de la déprise due à l'arrêt du géranium.

En parallèle, les éleveurs étaient appuyés par les conseillers agricoles des coopératives, de la Chambre d'Agriculture, des UAFP ou encore de la SAFER dans le développement de leur élevage. Le message d'alors était l'intensification de la production laitière, notamment via l'augmentation du rendement laitier par vache. La SICALAIT avait comme objectif d'accroître chaque année sa collecte de lait, de manière à permettre à terme l'autosuffisance laitière de l'île. C'est dans cette optique qu'elle mit en place un atelier d'élevage de génisses en 1982, destiné à faciliter le développement des troupeaux laitiers existants et la création de nouveaux troupeaux. Cet atelier, géré et financé par la coopérative, permettait de soulager les éleveurs de l'élevage de leurs génisses. Il servit également de plateforme d'évolution génétique du cheptel réunionnais, les génisses étant majoritairement inséminées avec des semences en race pure Holstein. La création en 1984 de l'URCOOPA, coopérative d'approvisionnement en aliments concentrés importés pour le bétail, fut un tournant dans l'alimentation des vaches : les éleveurs adoptèrent rapidement l'apport systématique de concentrés dans les rations du fait de l'accès facilité à ces aliments et du gain de production obtenu par leur utilisation. La collecte du lait, jusqu'alors faite quotidiennement, évolua à deux collectes par semaine avec la mise en place

de tanks à lait soit individuels en exploitation soit communs, suivant l'accès à l'électricité. En parallèle de la filière laitière, la production bovine allaitante se développa également, l'aménagement des prairies bénéficiant aux deux productions. Les éleveurs allaitants se distinguent cependant des éleveurs laitiers par le foncier en prairies qu'ils disposent, souvent plus important, en cohérence avec des pratiques d'élevage plus extensives (moindre recours à la distribution d'aliments).

Ces évolutions techniques furent également rendues possibles via l'accès à différentes subventions. Dès 1982 la filière laitière fut réunie autour d'une interprofession (l'Association Réunionnaise Interprofessionnelle pour le Bétail et les Viandes ou ARIBEV) qui gérait les fonds d'intervention. Pour le secteur laitier il s'agissait du fonds de développement de l'élevage laitier, le FODELAIT, alimenté par les cotisations des importateurs, des transformateurs et des éleveurs ainsi que par des subventions publiques. Le rôle du FODELAIT visait, via un soutien du prix du lait payé aux éleveurs, à compenser les coûts de production et de collecte élevés à La Réunion. En parallèle, le FODELAIT gérait les plans de développement laitier mis en place dès 1984 avec le concours financier de la Région (Mandret et al., 2000), plans qui prenaient en charge entre 75 et 80% des montants totaux d'acquisition d'animaux et d'investissement dans des équipements. Guidée à l'époque par sa recherche d'autosuffisance laitière, La Réunion échappe au système des quotas mis en place en 1984 en Europe qui sera appliqué en métropole. A partir de l'intégration en 1992 de l'île de La Réunion dans les régions ultrapériphériques (RUP) européennes, le secteur agricole de l'île bénéficia d'aides de la politique agricole commune via le programme POSEIDOM (désormais POSEI, qui finance en partie le FODELAIT).

2.3.3. Trajectoires récentes (1990-2017) : un tissu d'exploitations fragile

A partir de la fin des années 80, la taille des troupeaux des exploitations laitières livrant leur lait à la SICALAIT tend à s'accroître. Pour traire ces troupeaux plus grands, les éleveurs – une fois raccordés à l'électricité – installèrent des salles de traite (la traite se faisait jusqu'alors manuellement puis au pot trayeur), avec stockage du lait dans des tanks réfrigérés individuels et collecte par des camions dans chaque exploitation.

Concernant les pratiques d'alimentation, la productivité (ou valorisation) des prairies fut augmentée (ou améliorée) avec le développement de la conservation du fourrage sous forme d'ensilage, initialement en vrac puis enrubanné. Cette technique permit le report de fourrage, ainsi disponible durant la saison hivernale au cours de laquelle la pousse de l'herbe est réduite. Son développement fut rendu possible par un nouveau travail d'aménagement foncier coordonné par l'UAFP (rasement de buttes, nivellement...) visant à transformer les terrains qui avaient été convertis en pâturages au cours de la période précédente en prairies de fauche motomécanisables. Les éleveurs se regroupèrent en CUMA et commencèrent à investir dans des équipements de récolte (tracteurs, faucheuse, enrubanneuse, etc.) alors subventionnés à 75% en achat collectif. L'accessibilité des prairies et une pente modérée dans la parcelle sont cependant nécessaires pour récolter le fourrage avec des équipements motomécanisés et les élevages au parcellaire découpé ou très pentu, concentrés dans la zone HO, continuent d'exploiter au pâturage la plupart de leurs prairies, toujours non mécanisables. Ces élevages laitiers se distinguent également des autres par la surface dont ils disposent : à taille de troupeau similaire les élevages laitiers de la zone HO possèdent en moyenne un parcellaire deux fois plus important que celui des élevages laitiers des autres zones, ce qui leur permet d'avoir un chargement animal plus faible et une gestion fourragère faisant plus de place au pâturage. A contrario, dans les autres élevages, la prairie de fauche est devenue dominante, voire unique pour les plus grands d'entre eux : certains distribuent aujourd'hui toute l'alimentation à l'auge et ont abandonné le pâturage, élevant ainsi presque trois fois plus de vaches laitières par hectare que les exploitations maintenant le pâturage (voir Table 5). L'autre facteur de différenciation est la capacité des exploitations à investir dans les équipements motomécanisés pour l'enrubannage d'herbe. Une partie des exploitations est parvenue à investir, parfois initialement à travers une CUMA, et dispose aujourd'hui d'une chaîne de récolte d'enrubannage complète – les plus grands élevages se distinguant par le nombre et la puissance des tracteurs (types d'élevage n° 1, 3 et 4, Table 5). Les petites exploitations n'ont pas été en mesure de réaliser l'ensemble de ces investissements et disposent uniquement d'une partie des équipements, qu'elles peinent à renouveler (type d'élevage n° 2, Table 5). Elles font alors appel pour l'enrubannage aux deux entrepreneurs agricoles intervenant sur le territoire des Hauts. Pour

compléter la ration de fourrages, les éleveurs achètent des résidus de canne à sucre et du foin de chloris (*Chloris gayana*) produits dans la région côtière. Déjà mobilisé au cours de la période précédente, l'autre ressort majeur de l'intensification des élevages laitiers est le recours aux achats d'aliments concentrés importés depuis l'Europe et l'Amérique du Sud et vendus uniquement par l'URCOOPA, qui représentent environ la moitié de la ration en poids de matière sèche quel que soit le type d'élevage laitier (Table 5). Ces achats, plus que les consommations de capital fixe en équipements et bâtiments, sont le principal facteur explicatif des résultats économiques obtenus en termes de valeur ajoutée nette : dans les conditions actuelles de prix du lait et des concentrés, celle-ci est en effet négative pour tous les types d'exploitations laitières considérés. Le corollaire est la dépendance extrêmement forte des éleveurs vis-à-vis des subventions. Ces dernières viennent d'abord compenser la valeur ajoutée nette négative avant de générer un revenu – revenu qui est d'ailleurs pour la plupart modeste, voire très faible pour les petites exploitations (inférieur à 20 000 € par an par actif familial, Table 5).

Table 5. Caractéristiques générales et résultats économiques des systèmes de production bovine actuels

	1. Elevages laitiers avec pâturage	2. Petits élevages laitiers	3. Elevages laitiers de taille moyenne	4. Grands élevages laitiers	5. Elevages allaitants naisseurs	6. Elevages allaitants naisseurs engraisseurs
Zones de présence	HO (PdC & HSJ)	PdP, PdC & HSJ	PdC & HSJ (PdP)	PdC	HO, PdC & HSJ	PdC
Actifs	2 actifs familiaux, aide familiale pour la traite	1.5 actifs familiaux	2 actifs familiaux + 0.5 actif familiale ou salarial	2 actifs familiaux + 1 actif familial ou salarial	1.5 actifs familiaux	2 actifs familiaux + 0.5 actif familial ou salarial
Foncier (ha prairie)	41 – 50	13 – 16	16 – 25	31 – 40	35 – 50	45 – 90
% prairie fauche	10%	95%	90%	100%	0%	20%
Taille troupeau (nb vaches)	45 – 55	24 – 45	45 – 70	90 – 115	39 - 55	45 - 90
Chargement (nb vaches / ha)	1.1	2.7	2.8	2.9	1.1	1
Niveau d'équipement	Aire alim. 55 pl. Traite 2x6 2 tracteurs (110 et 130 cv) Equip. ensilage compl.	Etable 50 pl. Traite 2x4 2 tracteurs (80 et 110 cv) Equip. ensilage partiel	Etable 50 pl. Traite 2x6 3 tracteurs (110 et 150 cv) Equip. ensilage compl.	Etable 110 pl. Traite 2x10 4 tracteurs (80, 130 et 150 cv) Equip. ensilage compl.	1 complexe contention 1 tracteur (130 cv)	4 complexes contention 2 tracteurs (110 et 130 cv) 1 bât. engrais. 42 pl.
Production moy. par vache (L lait / lactation)	6500	5500	7500	7000	-	-
Type de fourrage dominant	Pâturage	Ensilage d'herbe	Ensilage d'herbe	Ensilage d'herbe	Pâturage	Pâturage

Qté concentrés (kg MS / vache / j)	10	12	16	14	0	0						
% conc. dans ration (kg MS)	49	51	53	53	0	0						
Estimation du nb d'élevages	< 10	30	25	3	240	< 10						
Résultats économiques annuels (k€)	Surf min	Surf max	Surf min	Surf max	Surf min	Surf max	Surf min	Surf max	Surf min	Surf max	Surf min	Surf max
Valeur ajoutée nette¹ / actif	-33	-37	-32	-36	-19	-22	-27	-28	-27	-36	-17	-22
Revenu agricole / actif familial²	16	24	7	15	13	33	20	34	8	15	29	49
Dépendance aux subventions (% RA)	370	300	670	420	370	230	340	250	460	360	170	150

¹ La valeur ajoutée nette mesure la richesse créée par le système de production dans les conditions actuelles de prix. Elle est égale à la valeur totale de la production (produit brut) de laquelle sont déduits les intrants et services entièrement consommés dans l'année (consommations intermédiaires) et l'usure annuelle des équipements et bâtiments de durée pluriannuelle (amortissements économiques).

² Le revenu agricole ou RA correspond à la part de cette valeur ajoutée nette qui rémunère le travail des agriculteurs, une fois que les transferts aux différents agents ayant le cas échéant contribué à l'accès aux moyens de production ont été déduits (propriétaire de la terre, salariés, banque, Etat). Les subventions correspondent à un transfert de valeur ajoutée nette au profit des agriculteurs et sont donc ajoutées à la valeur ajoutée nette pour calculer le revenu.

Les élevages allaitants, bien que plus extensifs (surtout dans le cas des élevages allaitants naisseurs), obtiennent également des valeurs ajoutées nettes négatives car le produit qu'ils dégagent est bien plus faible que celui des éleveurs laitiers et ils sont ainsi tout aussi dépendants des subventions (Table 5). Quelques éleveurs laitiers se sont diversifiés avec un élevage hors-sol (porcin ou avicole, dans deux zones : PdP et HSJ). La mise en place d'un nouvel atelier d'élevage est le plus souvent fait pour installer leurs enfants sur l'exploitation, à défaut d'agrandir le cheptel laitier. Ces productions ne nécessitent que peu de foncier (env. 1 ha) et les éleveurs laitiers, avec leurs prairies, sont en mesure d'épandre les effluents produits. Toutefois, leur dépendance totale vis-à-vis des importations d'aliments constitue une source de fragilité. Par ailleurs, ces élevages sont plus enclins à faire l'objet de plaintes de la part des riverains pour nuisances olfactives.

L'évolution de l'alimentation combinée avec celle de la génétique a ainsi permis un accroissement progressif du rendement laitier par vache, qui dépasse maintenant les 7000 L par lactation dans les élevages de taille moyenne et grande distribuant 16 et 14 kg de concentrés par vache et par jour en moyenne (Table 5). Le nombre de vaches laitières sur l'île s'étant lui aussi accru entre 1980 et 2000 (Figure 13), cela s'est traduit jusqu'en 2006 par une croissance sans précédent de la production laitière collectée à La Réunion (Figure 14), qui a permis à l'île d'atteindre un degré d'autosuffisance en produits laitiers de l'ordre de 40% (Agreste, 2017).

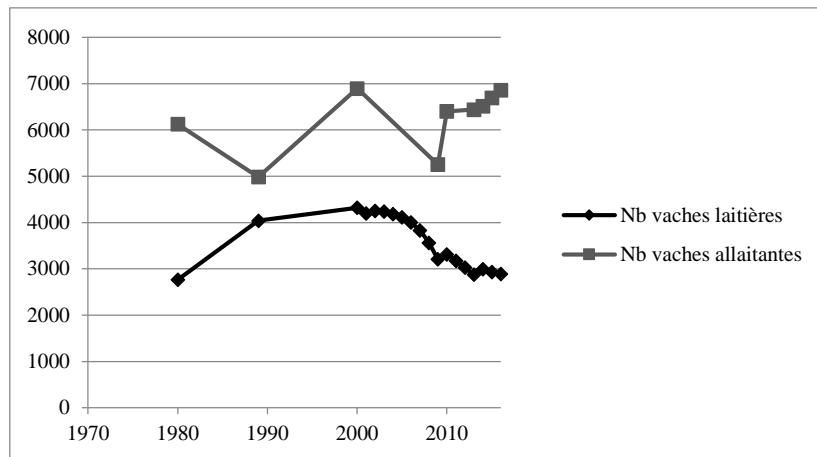


Figure 13. Evolution du nombre de vaches laitières et allaitantes sur l’île, de 1980 à 2016 (données RA, SICALAIT et Chambre d’Agriculture)

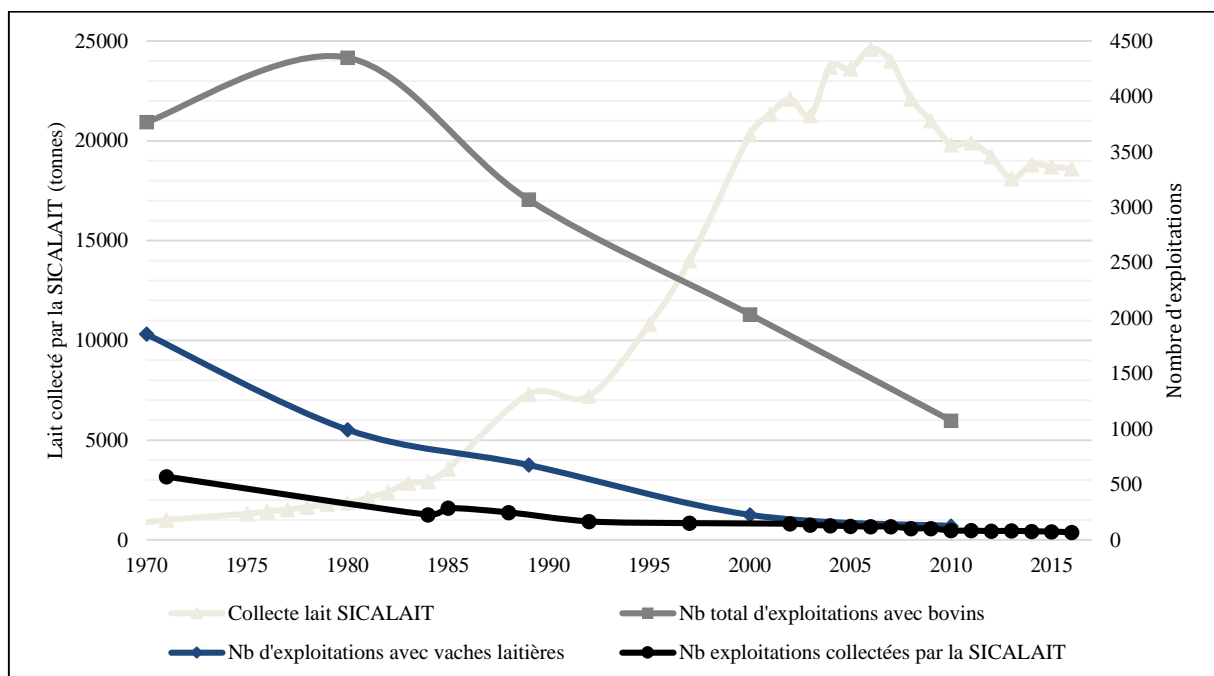


Figure 14. Evolution du nombre d'exploitations avec bovins, avec vaches laitières et celles collectées par la SICALAIT et évolution de la quantité de lait collectée par la SICALAIT, de 1970 à 2016 (données RA et SICALAIT)

La transformation de cette production locale est assurée à l’heure actuelle par deux opérateurs : la CILAM, filiale de la SICALAIT et de l’URCOOPA, et SORELAIT, transformateur privé installé à La Réunion depuis 1989. Les produits développés par ces deux transformateurs, à savoir du lait UHT, des fromages, glaces, ou encore yaourts sont ensuite vendus et distribués dans les supermarchés de l’île, sous des marques distinctes – les plus emblématiques étant Piton

des Neiges et Yoplait pour la CILAM et Danone pour SORELAIT. Environ 30% des besoins en lait de ces opérateurs sont couverts par le lait local tandis que les 70% restants le sont par de la poudre de lait importée.

L'autre élément structurant de la dynamique laitière réunionnaise est la diminution du nombre d'exploitations, et ainsi du nombre d'emplois directs, qui est tout aussi spectaculaire que la croissance de la production (Figure 14). Celle-ci n'est pas nouvelle : le nombre de producteurs laitiers est en diminution depuis les années 1960 du fait de l'arrêt progressif des petites exploitations historiques, que le PAH n'est pas parvenu à enrayer, les actifs étant partis dans les Bas, ou, à partir de 1989, étant devenus bénéficiaires du RMI. A partir des années 1990, la différence avec la période précédente est que cette absence de reprise concerne des exploitations jeunes qui sont issues des réformes foncières et du PAH. Plusieurs mécanismes, parfois combinés, sont à l'œuvre dans cette érosion : i) la non transmission des petites exploitations aux descendants : les revenus dégagés par ces éleveurs, inférieurs au SMIC et à peine supérieurs au RSA (Table 5), n'incitent pas à la reprise et sont insuffisants pour investir dans un agrandissement qui permettrait d'augmenter le revenu ; ii) les difficultés d'accès au foncier pour les moyennes exploitations : dans la logique productive actuelle, celles-ci ont besoin de s'agrandir pour se maintenir. Les capacités d'investissement plus importantes de ces exploitations par rapport aux précédentes (voir Table 5) se heurtent pour certaines aux faibles disponibilités en terres motomécanisables pour la production d'ensilage d'herbe et pour d'autres à la concurrence de l'urbanisation (PdP, Plaine des Grègues et certaines parties de la PdC) et iii) les faillites d'exploitations avant l'âge de la retraite des éleveurs : elles ont été fréquentes au cours des années 2000 et, en plus des revenus faibles, pourraient être pour certaines en lien avec des problèmes sanitaires faisant suite à l'importation de génisses laitières en 2003, qui a introduit une nouvelle maladie dans les élevages (Rhino-trachéite Infectieuse Bovine ou IBR).

En lien avec la disponibilité de foncier motomécanisable pour l'intensification des prairies, cette évolution de production se matérialise différemment dans les quatre zones de collecte laitières, avec une perte de vitesse pour certaines (PdP et HSJ) ou une stabilité (HO) voire un

essor (PdC) pour d'autres (Figure 15). La PdC, avec sa déclivité et son urbanisation limitées, s'impose ainsi comme le « bassin laitier » de l'île, produisant ainsi 72% du lait collecté par la SICALAIT en 2016.

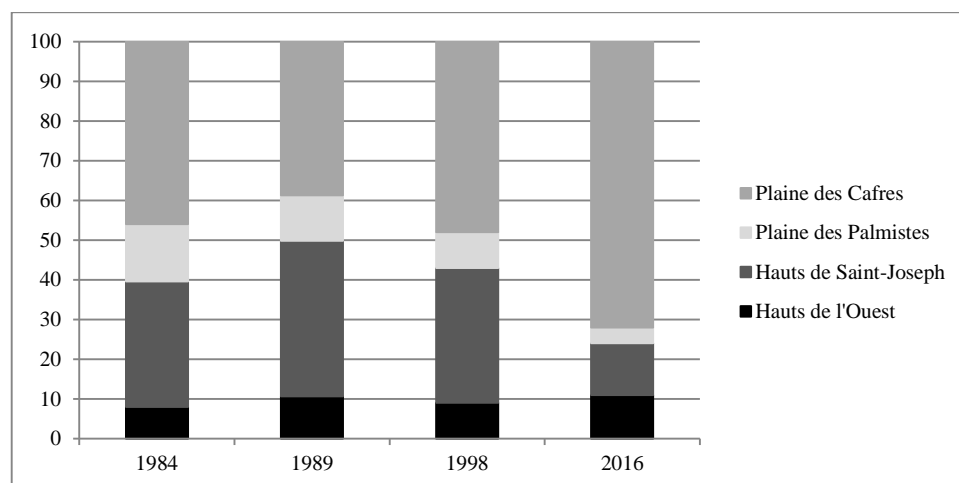


Figure 15. Evolution de l'importance de chaque zone de collecte, de 1984 à 2016 (en % ; données ARIBEV)

A l'échelle de l'île, si l'agrandissement et l'intensification des exploitations laitières qui parviennent à poursuivre leur activité a permis de maintenir la production laitière jusqu'en 2006, ce n'est plus le cas à partir de cette date : la collecte de lait a chuté de 26% entre 2006 et 2013 et stagné les trois années suivantes (Figure 14). Avec 67 exploitations livrant du lait, en difficultés économiques pour une partie d'entre elles en lien avec leur petite taille, le modèle de développement des Hauts de La Réunion par l'élevage laitier apparaît aujourd'hui à bout de souffle, tant dans sa capacité à créer de l'emploi qu'à maintenir la production laitière de l'île à moyen terme.

2.4. Discussion – une crise spécifique ?

La filière laitière réunionnaise présente la particularité d'avoir été mise en place très récemment, à partir d'une production laitière marginale. L'élevage laitier à l'île de La Réunion, à l'exception de la PdP avec sa tradition fromagère, n'a ainsi émergé que depuis 50 ans à peine, alors que dans d'autres régions de la métropole comme le Jura, les premiers lieux de transformation fromagère datent du 13^e siècle. Globalement, c'est à la fin de la Seconde Guerre

Mondiale que la collecte de lait se développe dans toutes les campagnes françaises (Ricard, 2015). En outre, les coopératives laitières métropolitaines ont été mises en place dans des bassins laitiers historiques (Ricard, 2014), alors que celle de La Réunion a été installée dans un contexte initial de très faible production. Les produits laitiers ne faisant par ailleurs pas partie des habitudes alimentaires des réunionnais, le marché des produits laitiers (lait en brique, yaourts et fromages) de l'île a été développé sur la base d'une consommation préalable quasi nulle.

En lien peut-être avec ce développement agricole relativement récent, les Hauts de La Réunion n'ont pas connu, à la différence d'autres régions françaises, de mouvement de revendications venant de la base rurale pour faire évoluer la situation agricole du territoire (Baré, 2000). Les grandes évolutions agricoles des Hauts de La Réunion, et tout particulièrement le développement de l'élevage laitier, apparaissent ainsi avoir été structurées essentiellement par les politiques mises en place par l'Etat français (et l'Europe à partir des années 90) et par l'appui technique de la filière d'élevage orienté vers l'augmentation de la production laitière de l'île via l'intensification. Parmi toutes les actions qui ont été mises en œuvre, la plus originale est probablement le Plan d'Aménagement des Hauts des années 1980. Il s'agit à la fois d'une vaste réforme foncière et d'une politique d'aménagement de l'espace par l'implantation de prairies sur 10000 hectares. Le paysage de prairies de montagne tropicale qui en résulte, pourtant très caractéristique et produit peut-être le plus évident du modèle de développement de l'élevage réunionnais, n'est que très peu investi par les différents acteurs locaux (éleveurs, collectivités, coopérative, tourisme, parc national, etc.). Cela constitue une différence avec les régions d'élevage de montagne de la métropole, qui mettent fréquemment en avant le rôle de l'élevage dans l'entretien des paysages (Alavoine-Mornas et Madelrieux, 2015).

La structuration de la filière laitière réunionnaise fait apparaître le rôle prépondérant d'un acteur, la SICALAIT. En effet, celle-ci est largement impliquée dans l'amont, la collecte et l'aval des élevages. Au niveau de l'amont, elle possède des magasins d'approvisionnement en agrofournitures et elle partage avec d'autres coopératives agricoles de l'île la présidence de l'URCOOPA, le fournisseur d'aliments. De plus, elle a le monopole de la collecte de lait et les

éleveurs sont normalement tenus par contrat de lui livrer la totalité de leur production. Pour ce qui est de l'aval, elle possède des parts à la CILAM qui transforme la majorité du lait frais local. Enfin, sa participation à l'interprofession ARIBEV lui permet de peser sur la gouvernance de la filière. Cette structuration a permis à la SICALAIT de jouer un rôle clé dans le développement laitier et l'évolution des pratiques d'élevage à La Réunion. Le fait qu'il n'y ait pas eu de mise en place de quotas de production a été par exemple un signal lancé aux éleveurs pour s'agrandir et intensifier leur production.

Bien que l'élevage laitier réunionnais présente des similitudes avec le modèle de production « breton », orienté vers l'intensification de la production et son intégration en filières (Gambino, 2014), il est cependant caractérisé par une intensification qui est encore plus poussée qu'en Bretagne. Ceci s'explique du fait d'un recours accru aux concentrés achetés (600g/L de lait contre 128 à 166 g/L en Bretagne d'après IDELE 2015) qui à La Réunion se substituent en partie à l'herbe et au maïs ensilage utilisés en Bretagne. Si d'après cette étude, les évolutions de l'élevage n'altèrent pas les capacités productives de l'environnement des Hauts pour les activités d'élevage – suggérant par là qu'il n'y a pas de composante environnementale à la crise laitière – d'autres travaux soulignent les impacts potentiels négatifs de l'intensification de l'élevage à La Réunion pour l'environnement global comme les consommations d'énergie fossile ou local via les excédents azotés très importants (Vayssières et al., 2009 ; Nidumolu et al, 2011 ; Vigne et al., 2013).

La diminution du nombre d'exploitations laitières n'a rien de spécifique à La Réunion, même si elle apparaît très préoccupante du fait du faible effectif de départ (Figure 14). Ce processus de « développement inégal » (Mazoyer, 1982) est à l'œuvre depuis les années 1960 en France et plus largement en Europe. Il s'explique par la diminution des prix aux producteurs en termes réels, elle-même générée par l'accroissement de la productivité du travail en agriculture permise par la motomécanisation (Charroin et al., 2012) : à chaque étape de ce processus, seule une partie des exploitations disposent de moyens suffisants pour investir dans des équipements, s'agrandir et ainsi faire face à la baisse des prix, les autres exploitations, plus petites et insuffisamment soutenues par les subventions, étant éliminées (Mazoyer, 1982 ; Garambois,

2011). La reconstitution de l'évolution des prix réels reportée dans la Figure 16 permet de préciser ces mécanismes à l'échelle de La Réunion et d'aller plus loin dans la comparaison des conditions de prix avec la métropole.

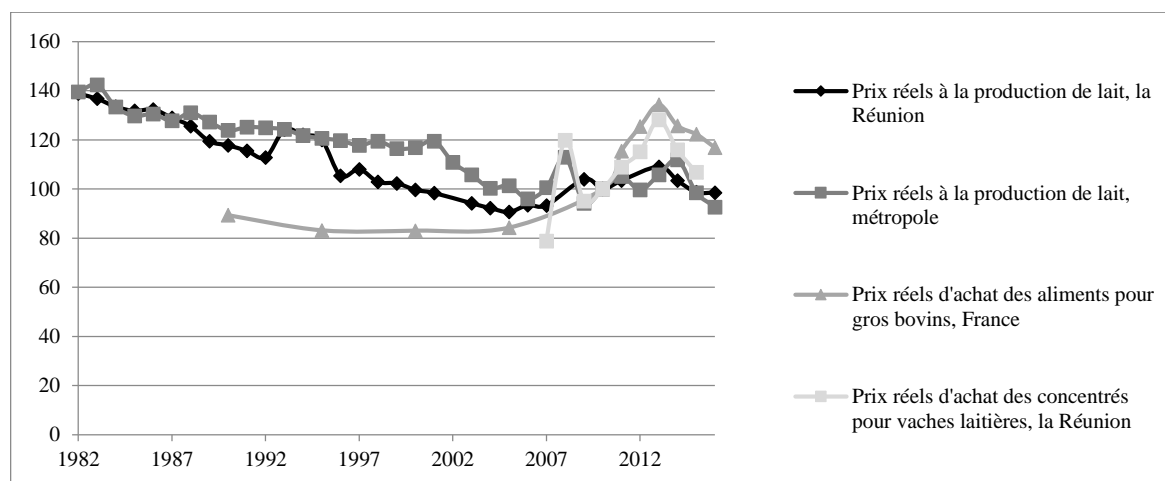


Figure 16. Evolution des indices de prix du lait payé aux éleveurs et des concentrés achetés depuis 1982, en métropole et à La Réunion (base 100 en 2010 ; données ARIBEV et URCOOPA pour les prix à La Réunion, FAOSTAT pour les prix du lait en métropole, Agreste pour les prix d'achat des concentrés en métropole, INSEE et Banque mondiale pour l'inflation)

Deux phases peuvent être distinguées : de 1982 à 2001 et depuis 2002. En 1984, les quotas laitiers sont instaurés en Europe et, jusqu'en 2001, ils permettent un maintien relatif des prix du lait (l'indice passe « seulement » de 140 à 120). La Réunion, qui est à l'époque guidée par sa recherche d'autosuffisance laitière, échappe au système des quotas et on assiste à une dégradation plus forte du prix réel du lait par rapport à la métropole (l'indice diminue de 140 à 100 sur la même période). Les élevages laitiers réunionnais sont ainsi contraints de s'agrandir pour maintenir leur niveau de revenu. Le sursaut de l'indice du prix du lait à La Réunion de 1993 à 1995 correspond à la mise en place d'un plan de reprise de l'élevage laitier avec, entre autres, un soutien ponctuel des prix. Le secteur était alors en crise du fait de l'arrêt de nombreux producteurs laitiers et d'une diminution du lait collecté. Depuis 2002, le prix du lait en métropole se dégrade plus sur le long terme qu'au cours de la période précédente, et devient très variable. Cela s'explique par la situation du secteur laitier européen, qui connaît un accroissement des volumes de lait produits en prévision de la sortie des quotas, supprimés en 2015, soumettant dès lors le secteur laitier européen aux variations des cours mondiaux. La

situation réunionnaise est quelque peu différente sur cette deuxième période et globalement moins défavorable pour les producteurs qu'en métropole. Bien que les variations du prix du lait suivent l'allure de celles de la métropole, elles sont en effet atténuées par les différents mécanismes de paiement du lait et de subventions propres à la filière laitière réunionnaise. L'autre caractéristique de cette deuxième période est l'évolution des prix d'achat des concentrés, qui deviennent variables et connaissent une tendance haussière sur le moyen terme. Là-aussi, des subventions spécifiques à La Réunion et gérées par l'interprofession permettent semble-t-il d'atténuer les variations de prix à la hausse pour les éleveurs réunionnais, mais comme ceux-ci sont plus dépendants de ces achats, ils sont fortement fragilisés.

2.5. *Conclusion*

Le développement laitier de La Réunion est récent. Il a été mis en place en remplacement de la culture du géranium via une intensification de la conduite de prairies tropicales d'altitude et un recours croissant à des concentrés importés, principalement dans le cadre d'un vaste plan d'aménagement et en bénéficiant de subventions importantes. Le secteur est organisé autour d'un opérateur de collecte unique qui structure l'ensemble de la filière et il apparaît pour toutes ces raisons comme original à bien des égards. La crise que connaît actuellement le secteur laitier réunionnais, visible notamment à travers la diminution du nombre de fermes, présente des similitudes avec celle de la métropole. Elle trouve ses origines dans la dégradation des prix réels du lait et le processus continu qui lui est associé de sélection des exploitations – plus grandes et plus équipées – qui parviennent à se maintenir. Plusieurs facteurs en jeu à La Réunion semblent toutefois renforcer cette crise : le faible effectif de fermes, leur dépendance vis-à-vis des achats de concentrés qui les rend très sensibles aux variations de prix et pose des problèmes environnementaux et l'absence de création de richesse dans les conditions actuelles de prix qui rend impératif le versement de subventions. Le développement voire le maintien de l'élevage laitier à La Réunion semble donc de plus en plus compromis si l'orientation du secteur n'est pas rediscutée. Sa logique de substitution d'une production locale aux importations (Bonnal et

al., 2003) est contestable du fait d'une importation massive de concentrés et d'une couverture des besoins en produits laitiers par la production locale limitée (Agreste, 2017).

Face à cette situation, l'absence d'émergence d'alternatives sur le territoire réunionnais interroge et gagnerait à être étudiée par d'autres travaux. La structuration de la filière laitière réunionnaise l'explique peut-être en partie. Depuis la mise en place de la SICALAIT, il semblerait que l'accroissement de la production laitière non limitée par un quota ait été privilégié, relayant souvent au second plan la recherche de l'augmentation de la valeur ajoutée dans les élevages. Pourtant la réduction des consommations d'intrants ou de capital fixe sont des solutions pertinentes pour y parvenir. L'augmentation du prix du litre de lait permise, par exemple, par la vente directe, la transformation ou la mise en avant de la qualité des produits type « à la ferme » sont également des solutions envisageables, à condition que ces produits de niche intéressent suffisamment de consommateurs pour que la production puisse être pleinement valorisée. Au fil du temps, seules quelques exploitations ont développé des ateliers de transformation fromagère et elles n'ont pas créé d'émulation auprès des autres éleveurs car le rapport entre le travail investi et le revenu dégagé était peu intéressant. En outre, le fait que les éleveurs adhérents de la SICALAIT ont pour obligation contractuelle de livrer la totalité du lait produit à la coopérative limite les tentatives individuelles de valorisations alternatives. La conversion en agriculture biologique est quant à elle freinée par le coût beaucoup plus élevé des aliments issus de l'agriculture biologique, une chaîne de transformation jusqu'à présent inexistante, mais également des débouchés incertains.

L'émergence de systèmes d'élevage laitiers herbagés basés sur une gestion fine de prairies d'association graminées-légumineuses et de plus petits troupeaux pourrait diminuer les besoins en concentrés mais également replacer l'animal laitier sur le territoire à l'instar du travail réalisé par certains réseaux dans l'Ouest de la métropole (Garambois et Devienne, 2012), l'élevage laitier réunionnais étant désormais majoritairement cantonné aux abords des étables. Ce type d'élevage renouerait avec la politique initiale du Plan d'Aménagement des Hauts, à savoir la création d'emplois et la valorisation du territoire des Hauts par les prairies. L'accès au foncier pourrait cependant être un facteur limitant, dans un territoire où les terres agricoles sont de plus

en plus limitées du fait d'une urbanisation croissante dans certaines zones et qui se traduit par un prix élevé à l'hectare (plus de 10000 €). Le foncier devrait ainsi être un des points centraux d'un nouveau plan de développement des Hauts et les nouvelles pratiques d'élevage devraient être accompagnées soit d'aides dédiées à l'entretien du paysage ou à l'environnement, soit de l'élaboration par les transformateurs de produits laitiers de plus haute qualité, soit du développement de la vente directe. Cette dernière voie de commercialisation pourrait être appuyée par les communes où l'élevage laitier est présent, qui la mettraient en avant dans leur plan touristique et replaceraient ainsi l'élevage laitier dans le développement global de leur territoire. Cependant, au vu de la structuration actuelle de la filière, l'émergence de ces initiatives ne pourra se faire que si elles sont encouragées par la SICALAIT. Les expériences conduites en métropole par les réseaux d'éleveurs travaillant sur le pâturage ou au sein de certaines démarches qualité portant sur des produits laitiers gagneraient à être mobilisées pour aborder cette transition.

Photos du système agraire actuel des Hauts de La Réunion





Travaux d'ensilage dans une zone plate de la Plaine des Cafres



Stock de balles d'ensilage, Plaine des Cafres



1. Fauche



2. Fanage



3. Andainage



4. Presse



5. Enrubannage



Balle d'ensilage



Urbanisation croissante, Plaine des Palmistes



Exemple de tracteur possédé par les éleveurs laitiers



Salle de traite



Camion de collecte de lait de la coopérative chez un éleveur



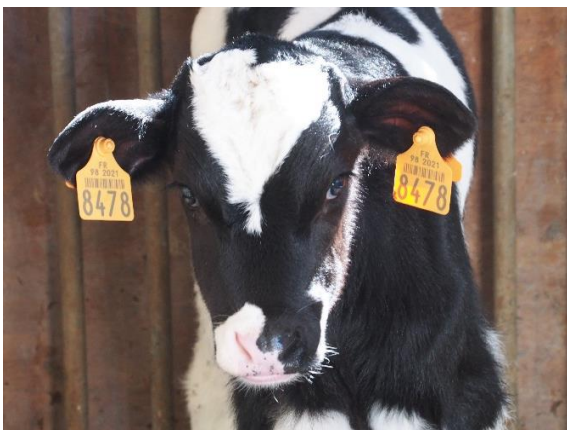
Camion de l'URCOOPA qui amène les aliments concentrés dans les élevages



Exemple de zone de sortie proche de l'étable



Exemple de système d'alimentation au cornadis



Paille de canne distribuée à l'auge

Exemples de personnes interviewées



3. Modèles de développement et caractéristiques de l'élevage laitier – première analyse comparative

Les deux parties précédentes de ce chapitre ont ainsi montré les transformations agraires qui ont survécu, ces dernières décennies, dans deux territoires très contrastés. Bien que les contextes de ces deux territoires semblent opposés, les objets d'étude – l'élevage laitier et plus globalement l'agriculture – sont les mêmes. Il est alors possible de s'en servir comme une base de comparaison.

3.1. *Structure sociale & accès au foncier*

En Inde comme à La Réunion, la société se composait historiquement de strates sociales imperméables, résultantes de la culture hindoue pour l'une et d'un régime de plantation pour l'autre. Les deux territoires avaient alors des structures sociales proches : de grands propriétaires fonciers d'un côté, une main d'œuvre servile sans terres de l'autre, et entre ces deux catégories de petits locataires (colons réunionnais et métayers indiens) ou propriétaires. A La Réunion, ces strates sont progressivement devenues poreuses grâce notamment aux réformes foncières initiées dès le début des années 60, avec la possibilité pour des anciens colons de devenir propriétaires. Cependant, tous ces colons n'ont pas pu bénéficier de ces réformes du fait d'un remembrement parcellaire et une partie des familles a dû quitter le territoire des Hauts. Le système de colonat a désormais disparu et les éleveurs laitiers sont tous propriétaires d'une partie de leurs terres ; certains en louent et cette location est soumise à la réglementation française. Contrairement à La Réunion, les réformes foncières de Vinukonda ont profité aux catégories sociales traditionnellement élevées et ont été inachevées : beaucoup de ménages sont toujours sans terre. De plus, bien que le système de travail en servitude (*bounded labour*) ait été aboli au profit d'un travail agricole journalier, les strates sociales sont toujours prégnantes avec le système de castes, qui lui demeure inflexible (*si tu nais Dalit, tu mourras Dalit*). Cependant, les attributs de chaque caste ont évolué dans le temps, et ces évolutions ont eu tendance à s'accélérer cette dernière décennie. En effet, l'accès à la terre via la location pour les ménages historiquement sans terre (les Dalits) devient progressivement acceptable pour les

familles propriétaires qui ont tendance à se diversifier dans d'autres secteurs. Cependant, la barrière du loyer reste encore financièrement infranchissable pour beaucoup de ménages sans terre. En outre, ces locations, faites sans aucun contrat écrit, ne leur apportent aucune sécurité foncière.

En parallèle, les producteurs laitiers indiens, que ce soit par le pâturage ou la collecte de fourrages, dépendent encore beaucoup d'un accès à des Communs tandis qu'à La Réunion seule la propriété – et location – individuelles font loi.

Une autre caractéristique commune aux deux territoires est la situation du marché foncier, de plus en plus tendue. A Vinukonda, le potentiel agricole du territoire a longtemps été perçu comme limité et beaucoup de terres étaient alors laissées en jachère. L'accès à l'irrigation modifia complètement le paysage et les terres devinrent intéressantes d'un point de vue productif, faisant venir des investisseurs extérieurs. Désormais, les prix des parcelles sont devenus trop élevés pour que des ménages sans terres mais également des petits propriétaires puissent acquérir des terres. A La Réunion, le territoire des Hauts avait été délaissé après la crise du géranium, son potentiel agricole étant alors également vu comme trop faible. Avec la mise en place des prairies, l'agrandissement des exploitations d'élevage, mais également l'urbanisation croissante dans certaines zones, ces terres sont désormais convoitées et leurs prix ont aussi connu une hausse importante.

3.2. Modèles de développement : même finalité mais modes d'application contrastés

Dans les deux territoires l'élevage laitier était traditionnellement multifonctionnel, intégré dans des systèmes de polyculture-élevage et le recours à des intrants était limité, si ce n'est sous la forme de fourrages pâturés ou collectés sur des Communs. Sur quasiment toutes les surfaces agricoles des deux territoires l'agriculture était pluviale, seules de petites parcelles dans le territoire de Vinukonda étaient irriguées. Le développement agricole des deux territoires s'est alors orienté vers une intensification de la production avec l'objectif de produire plus. Plus de riz, coton, piment, tabac et lait à Vinukonda et plus d'herbe, lait et viande à La Réunion. Pour augmenter la production de lait, chaque territoire a appliqué le modèle « améliorations

génétique et alimentaire » pour accroître la productivité par animal ; son mode d'application et le type de producteurs laitiers qui en résultent sont cependant contrastés.

A La Réunion, en contraste avec l'Inde où l'élevage et la consommation de produits d'animaux laitiers font partie de la culture hindoue, l'élevage laitier s'est développé sur une base quasi-inexistante. Le plan de développement a vite été orienté vers une spécialisation des productions en allouant une surface à un type d'élevage : des lots de 5-10 ha pour l'élevage laitier et au-delà de 15 ha pour l'élevage allaitant. En parallèle, le territoire sélectionné pour développer l'élevage était adapté à la production d'herbe sans recourir à l'irrigation. Plus globalement, c'est le modèle laitier intensif mis en avant à l'époque dans les pays développés qui a été appliqué : vaches de race Holstein, agrandissement des troupeaux, mise en place de bâtiment avec machine de traite, intensification fourragère permise par de lourds investissements en équipements et distribution d'aliments concentrés en compléments.

En Inde, ce double processus d'intensification & de spécialisation n'a pas encore complètement abouti, et ce du fait de plusieurs facteurs. Contrairement aux Hauts de La Réunion où la plupart des terres arables ont été converties en prairies, le territoire étudié n'a pas été dédié à l'élevage. La culture de fourrages en vert est d'ailleurs limitée car elle nécessite un accès à l'irrigation et, de plus, se fait sur de petites parcelles car cette production est économiquement moins intéressante que les autres productions irriguées. En outre, ces parcelles ne sont pas destinées au pâturage : l'herbe est récoltée et distribuée aux animaux. La taille des parcelles influe également sur le choix des variétés fourragères cultivées. L'herbe à éléphant, de par son importante production de biomasse annuelle – la plante à une croissance rapide et peut atteindre plusieurs mètres de hauteur – semble ainsi répondre aux exigences du contexte local. L'alimentation des animaux laitiers est ici principalement permise par le pâturage ou la collecte de fourrages spontanés sur des terres communales, par la distribution de paille de riz, sous-produit des cultures rizicoles, et désormais d'aliments concentrés. C'est ce dernier élément, couplé au croisement des bufflesses locales avec la race Murrah qui a permis une augmentation de la productivité par animal. Mais cette productivité reste faible et au vu des contraintes

exposées ci-dessus et dans l'Article 1 de ce chapitre, la diversification de la production agricole ou de l'emploi permet aux ménages d'améliorer leur résilience.

Une autre caractéristique commune est l'accès facilité au marché pour la vente de lait mais également de viande. Pour les deux territoires, cet accès au marché est un important levier du développement laitier. A Vinukonda, il y a des centres de collecte de lait gérés par la coopérative ou par un acteur privé dans tous les villages ; ces compagnies laitières sont d'ailleurs dans une logique de concurrence qui bénéficient aux producteurs de lait par le maintien du prix du lait. Par contraste, à La Réunion il n'y a qu'un acteur de collecte du lait, la coopérative, qui ensuite revend le lait aux deux transformateurs présents sur l'île. Tous les producteurs adhèrent à cette coopérative et sont assurés d'être collectés. De plus, des accords interprofessionnels entre la coopérative, les transformateurs et les importateurs assurent une totale prise en charge par les transformateurs du lait produit localement.

Cependant, l'accès au marché ne suffit pas pour assurer un revenu aux producteurs. En effet, les prix du lait actuels soit i) ne couvrent pas les coûts de production induits par les caractéristiques des systèmes d'élevage (La Réunion) ou ii) ne permettent pas de dégager suffisamment de revenus pour subvenir aux besoins des ménages ou pour investir dans du capital productif (Vinukonda). A La Réunion, cela se traduit par une dépendance forte des producteurs laitiers aux subventions.

3.3. Les gouvernements, pivots du développement agricole

Dans les deux territoires, le développement laitier et plus largement agricole résulte de l'intervention de l'Etat. Ce sont des programmes gouvernementaux qui ont déclenché les « révolutions », vertes et blanches en Inde et de l'élevage à La Réunion. En Inde, jusqu'au début des années 90, le secteur agricole – parmi d'autres secteurs de l'économie indienne – était majoritairement nationalisé, caractérisé par des politiques économiques très restrictives qui excluaient les entreprises privées. Le déclencheur de la révolution verte à Vinukonda fut l'important projet gouvernemental de barrage en amont avec la construction d'un important réseau de canaux. Le package « révolution verte », à savoir des variétés culturales à haut

rendement, fertilisants chimiques et pesticides, fut également subventionné et diffusé par le gouvernement, qui développa en parallèle les débouchés pour les produits agricoles. En complément, c'est le *National Dairy Development Board*, supporté par le gouvernement, qui appuya le développement de la coopérative laitière et l'implantation des premiers centres de collecte villageois. A La Réunion, on observe également cette intervention majeure des institutions gouvernementales. Le déclencheur du plan de développement laitier fut ici la crise économique de la filière géranium. C'est alors que le gouvernement initia les grandes réformes foncières via la SAFER et que l'élevage laitier, avec d'autres secteurs agricoles, fut sélectionné pour devenir un outil de développement et de maintien d'une population dans les Hauts de l'île. La coopérative laitière SICALAIT, bien qu'elle ait eu dès le début des éleveurs dans son conseil d'administration, fut initiée par la SATEC, institution créée par l'Etat français. Par la suite, c'est encore le gouvernement qui, avec la mise en place de subventions, de dispositions facilitant l'accès au crédit et d'appui technique, mit en avant le modèle d'intensification laitière métropolitain. Nous avons pu observer ses limites ; le rôle de l'Etat français, encore prépondérant, n'est d'ailleurs plus dans l'appui au développement mais désormais dans le maintien de l'activité laitière au travers des subventions distribuées.

3.4. *Quels enjeux pour le développement durable des territoires ?*

Cette analyse a fait ressortir les limites des modèles de développement mis en place dans les deux territoires et de ces limites nous pouvons ainsi dresser une liste des enjeux de développement durable pour l'élevage laitier de chaque territoire.

Dans les deux territoires, les enjeux « création de richesse » et « revenu des ménages » ressortent comme faisant partie des limites principales actuelles. En lien avec ces objectifs est l'emploi, en fort déclin à La Réunion et avec un accès limité pour les ménages sans terre en Inde. Egalement, l'accès au foncier est une composante essentielle pour devenir éleveur laitier à La Réunion et il permet à un éleveur laitier indien d'améliorer sa résilience et de dégager de meilleures performances économiques. De plus, cela peut permettre aux producteurs laitiers de Vinukonda d'augmenter l'autosuffisance alimentaire de leur troupeau et ainsi d'être moins

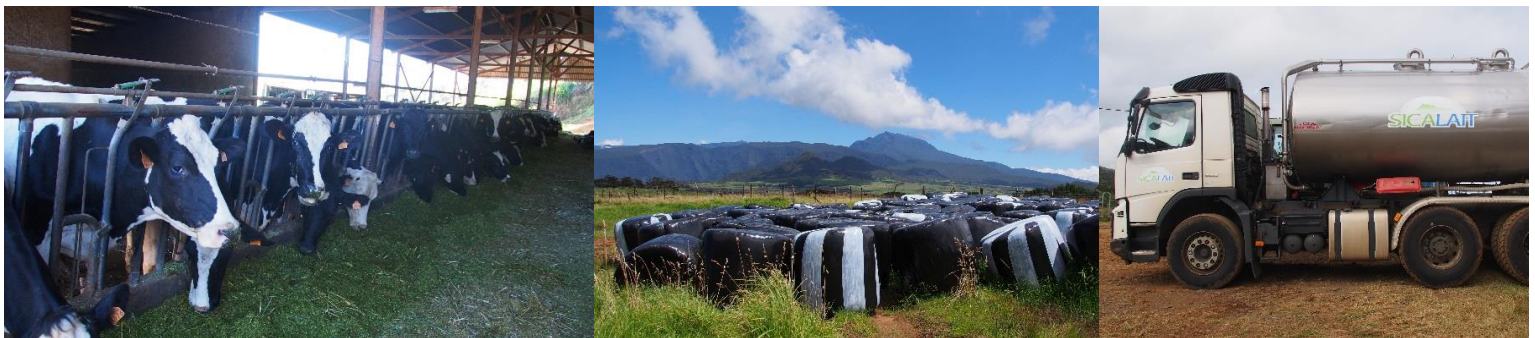
impactés par la hausse des prix des aliments. A La Réunion, cette notion d'autosuffisance alimentaire paraît être également un des leviers pour améliorer les performances économiques des élevages. En parallèle, les deux territoires, comme tout système agricole, sont tributaires de l'accès à l'eau pluviale ou d'irrigation pour disposer de ressources fourragères mais également pour répondre aux besoins en eau de leurs animaux. Cet enjeu ressort fortement pour le territoire indien mais il est également présent à La Réunion.

Enfin, bien que peu développés jusqu'ici, d'autres enjeux semblent pourtant également émergés.

Sur le territoire indien, en plus d'une inégalité de redistribution de la richesse créée, il existe historiquement une inégalité des sexes dans le travail et la gestion financière du ménage. Durgaprasad (1986) avait identifié cet enjeu chez les producteurs laitiers en Andhra Pradesh dans les années 80, avec le travail d'enfants. Qu'en est-il dans l'Andhra Pradesh des années 2010 ? A La Réunion, l'arrêt des éleveurs laitiers peut s'expliquer par des raisons technico-économiques mais apporter une analyse plus aboutie, englobant des questions de conditions de travail, de vie ou encore d'acceptation sociale de l'activité, permettrait de compléter la compréhension des dynamiques analysées dans ce chapitre.



Chapitre 3



Chapitre 3.

Evaluation multicritère de la durabilité : application sur les deux territoires d'étude

Le chapitre précédent a présenté les dynamiques et la place de l'élevage laitier dans les territoires d'étude. Les systèmes laitiers en place ont été caractérisés et une première analyse technico-économique a été faite, mettant déjà en évidence plusieurs caractéristiques fortes. Mais comment traduire ces caractéristiques en enjeux de développement durable pour le territoire ? Également, comment construire une vision exhaustive des liens entre élevage laitier et développement de leur territoire ?

Ce chapitre propose ainsi de poursuivre la réflexion par la caractérisation des enjeux de développement durable dans chaque territoire d'étude et de les traduire en indicateurs de durabilité. Cette sélection d'indicateurs servira de base pour développer une analyse multicritère de la durabilité. Enfin, il sera alors possible, à partir des résultats obtenus, d'évaluer la contribution des systèmes laitiers identifiés au développement durable des territoires dans lesquels ils s'inscrivent.

Ce chapitre sollicite le concept d'évaluation multicritère de durabilité et a été rédigé à partir de : Marblé Y., Vigne, M., & Aubron, C. (2019). Assessment of dairy farming contribution to sustainable development of territories: Case of two contrasted territories from India and Reunion Island.

Cette partie correspond aux étapes 3, 4 & 5 du cadre général d'analyse (Figure 3).

Note : comme dans le chapitre précédent, dans un souci de fluidité de lecture et afin d'éviter les redondances, les parties présentant le cadre d'analyse (Chapitre 1.) ainsi que les territoires d'étude (Chapitre 2) n'ont pas été incluses dans ce chapitre.

1. Introduction

As we have seen in the previous chapter, dairy farming generates multiple outputs. It produces food, shapes landscape and affects ecosystems and biodiversity (OECD 2001). Indeed, it provides employment and incomes to households living in rural areas and literature studies also showed that dairy production systems participate in climate change, water pollution and competition over natural resources (Steinfeld et al. 2006). Considering such externalities, livestock farming systems and then dairy production systems can contribute to the sustainable development of territories through a sustainable agricultural development.

Sustainable agricultural development has been defined by HPLE (2016) as an “*agricultural development that contributes to improving resource efficiency, strengthening resilience and securing social equity/responsibility of agriculture and food systems in order to ensure food security and nutrition for all, now and in the future*”. It is therefore composed of three dimensions: *economic, environmental and social*”.

Several sustainability assessment methods including the three sustainability dimensions have been developed the last decades (De Olde et al. 2016), either for smallholders (MESMIS, López-Ridaura 2002), for any agricultural systems (SAFE, Van Cauwenbergh et al. 2007; SAFA, FAO 2014) or specifically for dairy farming such as MOTIFS (Meul et al. 2008) and DSI (Elsaesser et al. 2015). These methods evaluate the sustainability at farm level but most of them fail to take into account the territory in which the agricultural systems are embedded. In order to take this territorial feature into account, Terrier et al. (2013) developed the concepts of Farm-focused and Extended local and global sustainability based on the work of Godard and Hubert (2002). A Farm-focused sustainability can be defined as the capacity of the production system to maintain itself thanks to viable economics, limited environmental impacts and sound social characteristics. In contrast, Extended sustainability can be defined as “*the farm contribution to the sustainable development at a regional scale which implies [...] at least territorially identified stakes*”. It therefore implies that the sustainability evaluation framework should be contextualised and calibrated in relation to territorial stakes and specificities (Terrier et al. 2013).

This chapter proposes to i) an analytical framework for sustainability assessment of dairy farming and ii) to apply it on two very contrasted micro-regions: Vinukonda Mandal (VM) in India and Reunion Island highlands (RI), a French overseas territory. Finally, the ability of this framework to be used as a knowledge base to include dairy farming into sustainable development steering of territories is discussed.

2. Assessment objectives and definition of system boundaries

2.1. Identification of case study-specific sustainable development stakes

The agrarian systems dynamics presented in Chapitre 2 allowed us to define the main sustainable development objectives of both study territories. These objectives can be distributed through the main sustainability themes identified in Chapitre 1, Table 1.

In RI as in VM, we have seen that wealth generation as well as level of income are important criteria for dairy producers to subsist and consequently for dairy farming to be sustainable. Wealth generation refers to “Economic performances”, either at farm or at local territory level. In contrast, as presented by Cochet (2015), production systems incomes – and potential subsidies – are related to “Employment”. Indeed, this indicator defines best the part of created wealth – potentially increased by subsidies – that is received by dairy producers and covers the household living expenses and – if possible – allows investment to increase the dairy activity capital. It is therefore this criterion that informs best on dairy production system future and its capacity to develop.

Maintaining jobs through dairy farming is therefore also an important objective in these two rural areas in which job alternatives are few. This objective can be evaluated by i) direct employment (number of people involved in dairy farming) that naturally falls under the “Employment” theme; ii) working conditions; and iii) living conditions. The last two are included in “Farm-focused social sustainability”. Work overload, health problems linked to arduous job as well as isolation or distance from public services and other facilities can hamper

the farming household lives and therefore put into question their will to continue and pass on to the next generation.

In VM, added to these objectives is enhanced gender equity, as mentioned in Chapitre 2. Besides, as already analysed access to resources related to agricultural production differs between better-off and underprivileged households. In VM, is this also occurring for household-related resources and facilities i.e. electricity, proper housing, health facilities or school – aspects that would impact their living conditions? But living conditions cannot be summarised to only that. It is important to also highlight the dairy producers' personal fulfilment e.g. is dairy farming an obligation for survival or a chosen enjoyable activity? Besides, in both territories dairy farming is often a family activity so it seems interesting to see whether or not this facilitate the working conditions.

Besides, in both studied territories we assume that the embedding of dairy farming within local rural development politics would contribute to its sustainability. In RI this would be achieved through the recognition of dairy farming by public authorities as an asset for tourism and land management. We assume that it would support the development of alternative production systems oriented towards production of high added value products instead of only production of milk. In India, it would be by facilitating the development of dairy farming for underprivileged social categories in securing their access to animals, land or feed resources. These distinct objectives can all be grouped into the “Extended local social sustainability” theme.

Concerning the environmental issues, they can be distributed into the two environmental themes: i) Local environmental impacts and ii) Global environmental impacts, depending on their impact scale. Water resource is an essential element in VM and the recent availability evolutions of water coming from the upstream dam have had important consequences on local farming and then fodder production for livestock. In RI, the pastures are rainfed, which has for consequence a high sensitivity in case of lack of rainfall. Furthermore, some dairy farms have no access to network water and therefore solely rely on individual reservoirs to supply their herds. Besides, even if it does not explicitly appear within the territories sustainability

objectives, in both territories there are issues around nutrients utilisation. In both territories imported chemical fertilisers and feeds are applied and distributed by dairy producers – at a high level in RI and to a lesser extent in India, having for potential consequence farms nutrients overloads. Water and nutrient utilisations impact both the local environment so they are included into the “Local environmental impacts” theme. Finally, it has been internationally admitted that livestock production – and then dairy farming – has an important environmental impact at a global scale, contributing to climate change with greenhouse gas emissions but also with fossil energy consumption (Steinfeld et al. 2006; Vigne et al. 2013b) so it seems relevant to also add these evaluations in the “Global environmental impacts” theme.

These sustainable development objectives can be summarised and represented within the sustainability themes and scales (Chapitre 1).

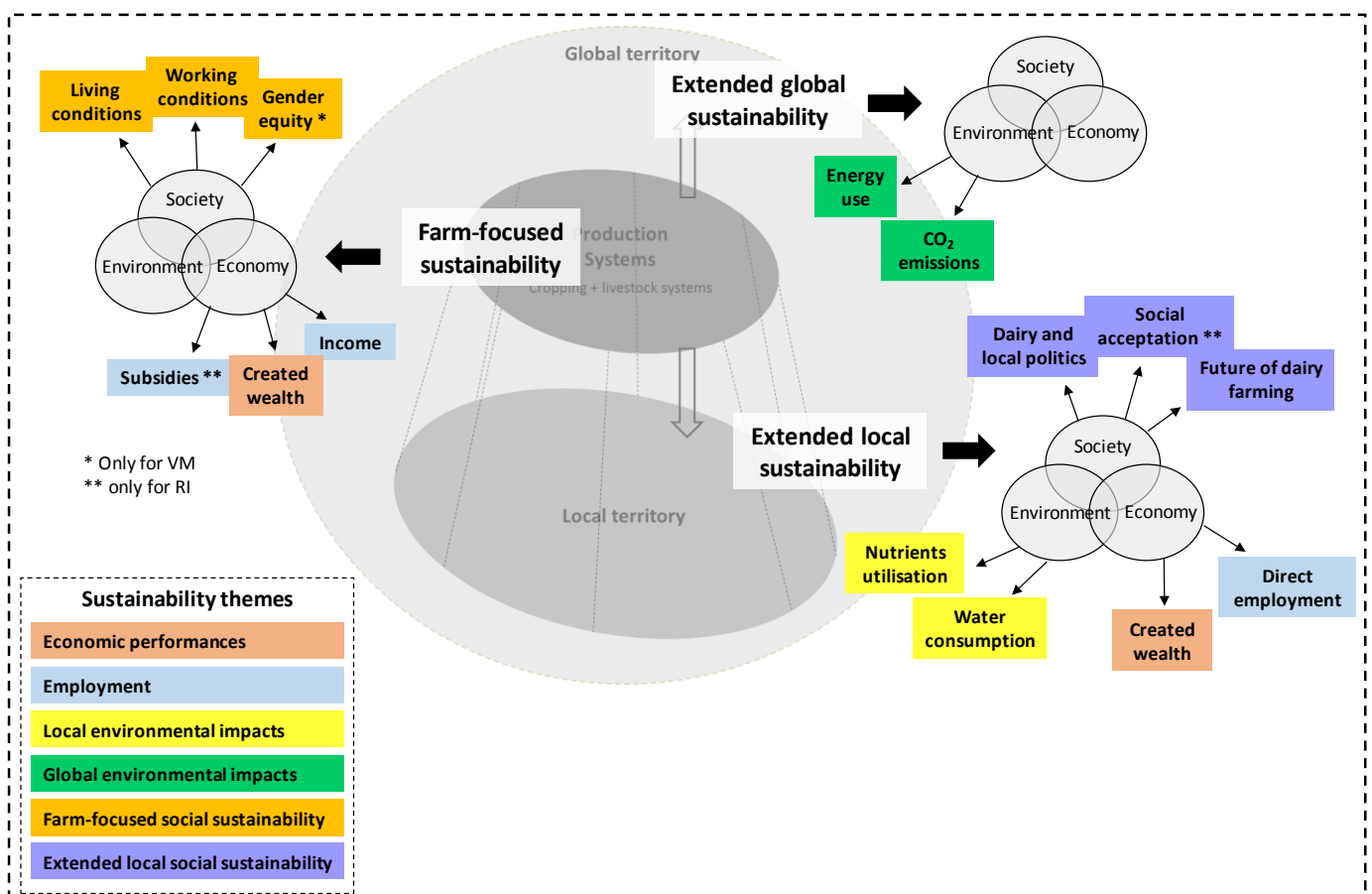


Figure 1. Sustainable development objectives and related themes & scales for both study territories (adapted from **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

2.2. *Dairy production systems characterisation*

The dairy production systems present in both studied territories have been characterised by the agrarian diagnosis approach (see Chapitre 2, Table 3, Table 4 and Table 5).

3. Construction and application of the assessment indicators

This construction and application of assessment indicators has been developed in three phases: i) selection of relevant indicators and linked assessment approaches; ii) application/evaluation of selected indicators; and iii) indicators scoring.

3.1. *Phase 1: selection of relevant indicators and linked assessment approaches*

Relevant indicators have all been selected from existing literature studies. Among methods previously cited in Introduction (see Figure 2), DSI or Dairyman Sustainability Index, specifically designed for dairy farms in a western European context presented relevant indicators in economic (e.g. total farm income, dependency on subsidies) and environmental (e.g. N balance, GHG emissions) dimensions (Elsaesser et al. 2015) but the social indicators were found too restricted. Methods like MOTIFS and SAFE were globally discarded due to too numerous indicators that were often too generic or not relevant for our studied territories. However, some of their sustainability themes and indicators within the social dimension were adapted, such as Quality of life and Social acceptability themes in SAFE (Van Cauwenbergh et al. 2007) and Farm-focused social sustainability theme in MOTIFS (Meul et al. 2008). Furthermore, the social indicators were specifically selected to fit the studied contexts. An indicator was finally selected – except for the social sustainability ones – if it could be compared with studies that have been carried out in territories comparable to the studied ones. These selected indicators were then distributed under the sustainability themes and dimensions (Table 6).

3.2. *Phase 2: application/evaluation of selected indicators*

Once the indicators have been selected, we looked for their evaluation methods. There were often several evaluation approaches (i.e. GHG emissions can be calculated only on CO₂ or also on CH₄ and N₂O gases emissions, at farm or value chain levels) available per indicator so we had to choose among them. The methods were selected from i) their relevance in regards to the study objectives; ii) the ones that were applied on similar territories or even on the studied territory (i.e. in case of RI) so to make the scoring and comparisons relevant.

The evaluation methods and associated calculations are detailed in Annexe 2.

As it will be presented in the next section, the indicators are scored at two levels. The first scoring level is a comparison between the identified dairy systems within each study territory. The second scoring level is a comparison of the study territories results with the ones coming from comparable zones. Each studied territory has therefore distinct comparable territories and then literature studies so the selected final indicators differ between territories.

Table 6. Selected indicators & evaluation methods within the sustainability dimensions and themes

SUSTAINABILITY DIMENSIONS	THEMES	INDICATORS	CHOSEN METHODS
ECONOMY	Economic performances	Created wealth (GVA/animal; Rs.)	Indicators coming or derived from the Agrarian system approach (Cochet, 2011; 2015)
		Created wealth (GVA/WD; Rs.)	
		% of total Vinukonda Agricultural GAV from livestock farming	
		Created wealth (NVA; €)	
	Employment	Income from dairy farming (Rs.; €)	
		Total income related to agriculture (Rs.)	
		Income from dairy farming in case of feeds price hikes +100% (Rs.)	
		Contribution to direct employment (% of working population involved in livestock farming)	
		Subsidies (€)	
		Subsidies dependency (% of income)	
ENVIRONMENT	Local environmental impacts	Nitrogen Use Efficiency - milk (NUE-milk, %)	Powell et al. (2013)
		N balance (kg N/ha)	Simon et al. (2000), Peyraud et al. (2012)
		Water consumption for producing 1L of FPCM (m ³)	FAO (1998), Chatzimpiros (2011)
	Global environmental impacts	Energy quantity for producing 1L of FPCM (MJ)	Vigne et al. (2012), conversion factors obtained from SELMET research unit previous studies (e.g. PLANETE factors adapted for RI)
		CO ₂ emissions for producing 1L of FPCM (kg eq. CO ₂)	LCA (IPCC 2006)
SOCIAL	Farm-focused social sustainability	Living conditions - access to resources & facilities	Own evaluation grid, see annexe
		Living conditions - personal fulfilment	
		Living conditions - quality of life	
		Working conditions - labour intensity	
		Working conditions - painfulness of work	
		Working conditions - family work	
		Gender equity - division of labour	
	Extended local social sustainability	Gender equity - power relationship	
		Place of dairy farming in local development politics	
		Future of dairy farming (dairy producers point of view)	
		Social acceptance of dairy farming within the territory (by the consumers, dairy producers point of view)	
		Social acceptance of dairy farming within the territory (by the medias, dairy producers point of view)	
Indicators selected for both study sites			
Indicators specific to Indian study site			
Indicators specific to RI study site			

3.3. Step3: Results interpretation and representation

In order to get a comparative reading of the different indicators and themes and then understand how each dairy production system contributes to specific sustainability dimensions and scales, we applied a scoring or ranking system. We chose a 0-4 scale where: i) 0 = no sustainable; ii) 1 = poorly sustainable; iii) 2 = moderately sustainable; iv) 3 = quite sustainable and v) 4 = sustainable. Concerning the weight allocation, we decided to weight neither the sustainability indicators nor the themes and dimensions so they are considered as equal importance. Besides, as compensation method we opted for averaging the scores of all indicators within a theme so to determine the global score of each theme.

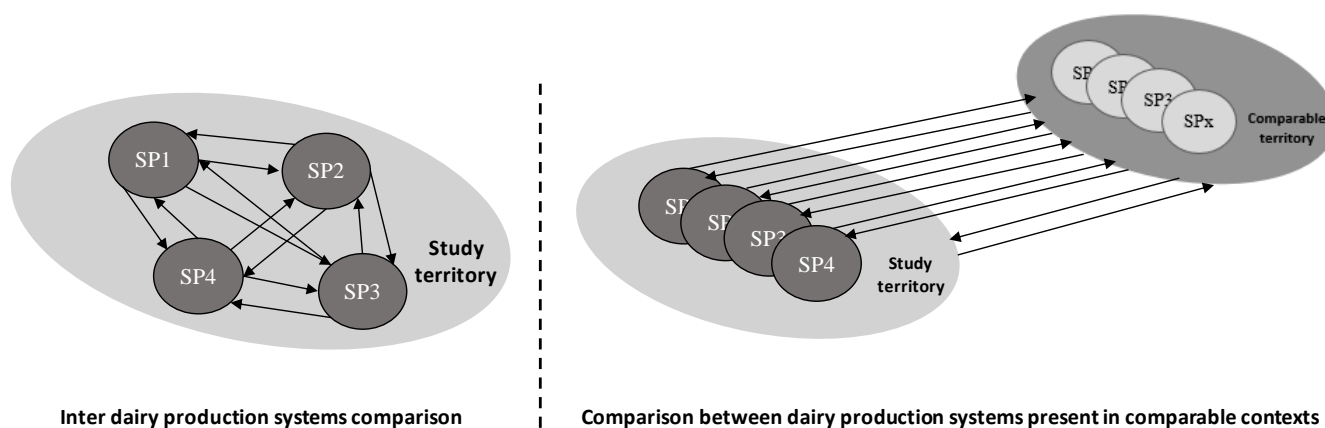


Figure 2. Multicriteria sustainability assessment – types of scoring

Two scoring systems were developed (Figure 18): i) a scoring system comparing the dairy production systems sustainability scores among themselves; and ii) a scoring system comparing the studied dairy production systems with comparable-context literature studies.

The first scoring system allows to compare the dairy production systems performances into to the studied territories. It also enables the dairy production systems individual sustainability estimation. For each indicator, the worst value obtained within the dairy production systems is considered to be a “0” score while the best one is considered to be a “4” score. From these minimum and maximum values, we could modulate the other dairy production systems scores.

In contrast, the second scoring system shed a new light on the results with a comparison between dairy production systems present in comparable contexts. For VM, the indicators – and linked

results – have been compared with results from studies carried out either within Andhra Pradesh, the region where lies VM or within India. The studies selected to compare the RI results have been carried out in other French regions as, despite they are not located in tropical setting they present similar dairy production systems. For comparison, we defined scores thresholds from these literature studies results. From these thresholds we could then allocate scores to our identified dairy production systems. To be noted, the scores thresholds of global environmental impacts indicators derived from results of studies carried out worldwide and were applied to both territories.

For both territories, in order to address the global sustainability of the dairy production sector, a weighted-average dairy production system, based on the proportion of each PS in the territory, was defined, representing the territory’s global dairy farming. Only the second scoring system was applied to it.

The dairy production systems sustainability assessment results were then represented under radar charts for each studied territory, as in SAFE (Sauvenier et al., 2006) or Sembada et al., (2017).

4. Results: Sustainability assessment of the dairy production systems in two contrasting territories

4.1. Vinukonda Mandal results

Table 7. Primary results of VM dairy farming sustainability assessment

	1. Medium & small paddy-dairy producers	2. Medium cash crop-dairy producers	3. Small cash crop-dairy producers	4. Labourers-dairy producers	Global
Created wealth (GVA/animal; Rs.)	25,100	26,350	6,100	8,550	13,100
Created wealth (GVA/WD; Rs.)	310	685	34	48	144
% of total VM agricultural NVA from dairy farming	10%	0,5%	1,5%	1%	13%
Income from dairy farming (Rs.)	90,100	79,000	12,200	12,300	37,600

Total income related to agriculture (Rs.)	189,900	286,050	151,950	33,900	135,750
Income from dairy farming in case of feeds price hikes +100% (Rs.)	77,650	23,400	-13,850	-13,750	14,450
Contribution to direct employment (% of working population)	25%	1,5%	30%	6%	62%
Nitrogen Use Efficiency - milk (NUE-milk, %)	10%	20%	9.5%	9.5%	10%
Water consumption for producing 1L of FPCM (m3)	1.7	0.9	2.7	2.7	2.4
Energy quantity for producing 1L of FPCM (MJ)	3.8	2.3	5.4	5.4	4.8
CO₂ emissions for producing 1L of FPCM (kg eq. CO₂)	3.4	2.3	4.4	4.4	4.0
Living conditions	3	2	2	2	2
Working conditions	3	3	2	2	2
Gender equity	1	1	1	1	1
Dairy farming in local territorial development politics	1.6	2	0.4	1.5	1.1
Future of dairy farming (dairy producers point of view)	1.8	1	1	1	1.2

Table 8. VM dairy production systems sustainability assessment – scoring

		1. Medium & small paddy-dairy producers		2. Medium cash crop-dairy producers		3. Small cash crop-dairy producers		4. Labourer-dairy producers		Global
		Score 1	Score 2	Score 1	Score 2	Score 1	Score 2	Score 1	Score 2	Score 2
ECONOMIC SUSTAINABILITY										
<i>ECONOMIC PERFORMANCES</i>										
HH level	Created wealth (GAV/animal; Rs.)	3,8	4	4	4	0	1	0,5	1,5	2
	Created wealth (GAV/WD; Rs.)	1,7	3	4	4	0	0,5	0,1	0,5	1,5
Local territory level	Total GAV from dairy farming (Rs.)	4	-	0	-	0	-	0,1	-	-
	% of total Vinukonda Agricultural NAV from dairy farming	4	1	0	0	0,4	0	0,1	0	1
<i>ECONOMIC PERFORMANCES SCORE</i>		3,4	2,7	2,0	2,7	0,2	0,5	0,2	0,7	1,5
<i>EMPLOYMENT</i>										
HH level	Income from dairy farming (Rs.)	4	2	3,4	1	0	0	0	0	0
	Total income related to agriculture (Rs.)	2,5	3	4	4	1,9	2	0	0	3
	Income from dairy farming in case of feeds price hikes +100% (Rs.)	4	1	1,6	0	0	0	0	0	0
Local territory level	Contribution to direct employment 1 (no of people involved in dairy farming)	3,3	-	0	-	4	-	0,6	-	-
	Contribution to direct employment 2 (% of working population)	3,3	3	0	0	4	3	0,6	1	4
<i>EMPLOYMENT SCORE</i>		3,4	2,3	1,8	1,3	2	1	0,2	0	1,75
ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY										
<i>LOCAL ENVIRONMENTAL IMPACTS</i>										
HH level	Nitrogen Use Efficiency - milk (NUE-milk, %)	0,2	1	4	3	0	0	0	0	1
	Nitrogen Use Efficiency - total (NUE-total, %)	0,1	-	0,7	-	0	-	4	-	-
	Water consumption for producing 1L of FPCM (m3)	2,1	3	4,0	4	0	2,5	0	2,5	2,75
<i>LOCAL ENV. IMPACTS SCORE</i>		0,8	2	2,9	3,5	0	1,3	1,3	1,3	1,9
<i>GLOBAL ENVIRONMENTAL IMPACTS</i>										
	Energy balance (MJ)	0	-	4	-	0	-	0,4	-	-
	Energy efficiency	2	-	4	-	0	-	0,2	-	-

Global territory level	Energy quantity for producing 1L of FPCM (MJ)	2,1	0	4	0	0	0	0	0	0
	CO₂ emissions (kg eq. CO₂)	0	-	2,5	-	4	-	4	-	-
	CO₂ emissions for producing 1L of FPCM (kg eq. CO₂)	1,9	2	4	2,5	0	1,5	0	1,5	2
GLOBAL ENV. IMPACTS SCORE		1,2	1	3,7	1,3	0,8	0,8	0,9	0,8	1
SOCIAL SUSTAINABILITY										
FARM-FOCUSED SOCIAL SUSTAINABILITY										
HH level	Living conditions	3		2		2		2		2
	Working conditions	3		3		2		2		2
	Gender equity	1		1		1		1		1
FARM-FOCUSED SOCIAL SUST. SCORE		2,1		2,2		1,7		1,7		1,8
EXTENDED LOCAL SOCIAL SUSTAINABILITY										
Local territory level	Dairy farming in local territorial development politics	1,6		2		0,4		1,5		1,1
	Future of dairy farming (dairy producers point of view)	1,8		1		1		1		1,2
EXTENDED LOCAL SOCIAL SUST. SCORE		1,7		1,5		0,7		1,3		1,2

Score 1 = Comparison between dairy systems within the studied territory

Score 2 = Comparison with thresholds defined from literature studies

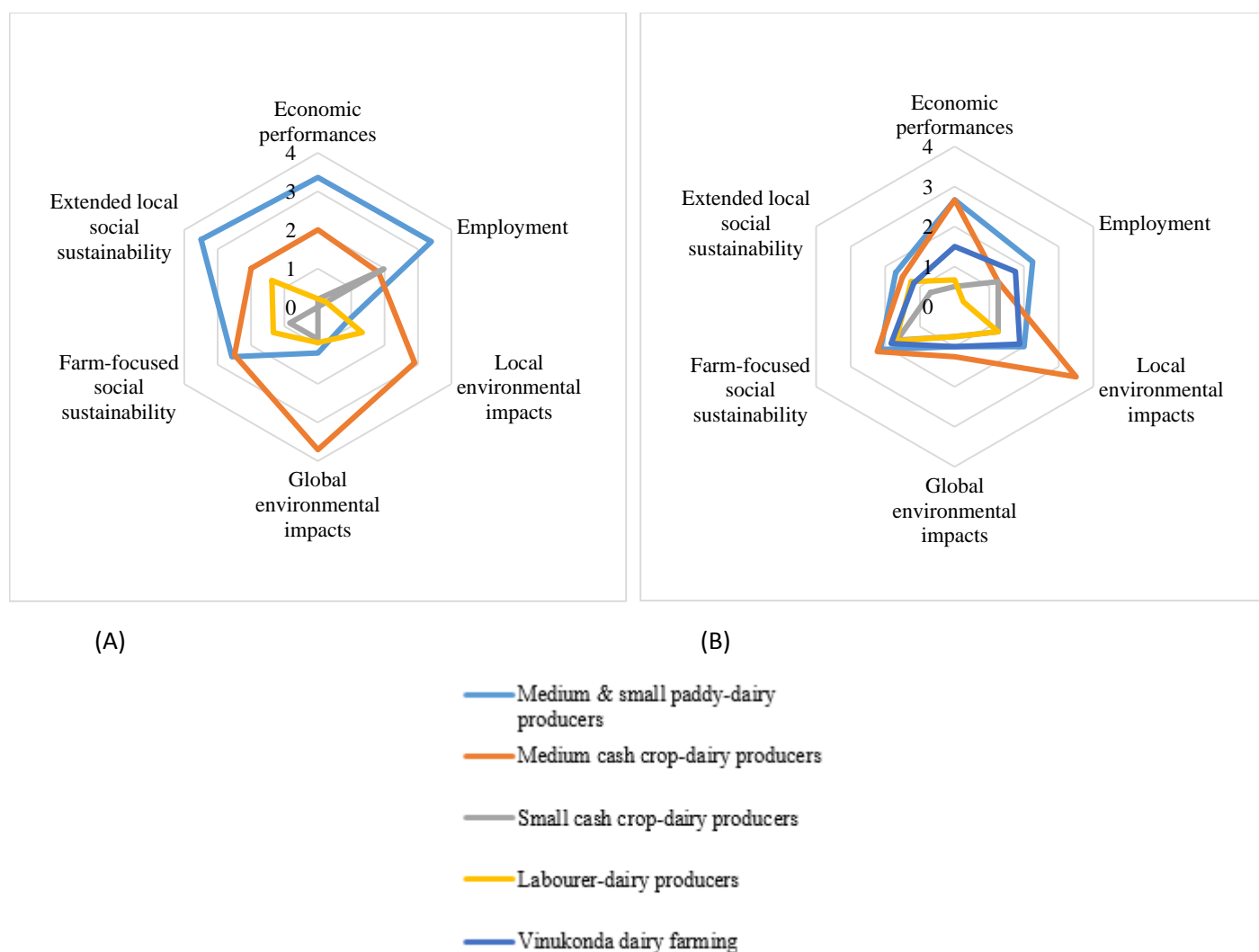


Figure 3. Sustainability scores of VM dairy farming for (A) inter-dairy production systems comparison and (B) comparison with literature studies

When comparing the dairy production systems with each other (Table 7 and Figure 19), the Medium and small paddy-dairy producers show the highest economic and social sustainability, with respectively 3.4 for Economic performances, 3.4 for Employment, 2.6 for Farm-focused social sustainability and 3.05 for Extended local social sustainability. In contrast, Medium cash crop-dairy producers are the ones with the highest scores for Environmental sustainability: 2.9 for Local environmental impacts and 3.7 for Global environmental impacts. In contrast. Small cash crop dairy producers have the lowest environmental and social sustainability.

In comparison, when setting the sustainability scores from reference thresholds (see Annexe), all the VM dairy production systems appears poorly sustainable with values just above or lower than 2, with the exception of Local environmental impacts for Medium cash crop-dairy

producers. As a consequence, VM dairy farming – as a whole – is poorly sustainable for all sustainability themes: they average 1.9 for Local environmental impacts; 1.8 for Employment; 1.8 for Farm-focused social sustainability; 1.5 for Economic performances; 1.2 for Extended local social sustainability; and 1.0 for Global environmental impacts (Table 8 and Figure 19).

4.2. Reunion Island highlands results

Table 9. Primary results of RI dairy farming sustainability assessment

	1. Dairy farms with grazing	2. Small dairy farms	3. Medium dairy farms	4. Large dairy farms	Global
Created wealth (NVA, €)	-79,700	-51,150	-49,700	-83,550	-56,250
Subsidies (€)	152,100	82,500	134,700	238,200	118,800
Subsidies dependency (% of income)	330%	504%	313%	278%	398%
Income from dairy farming (Ai; €)	46,100	16,350	43,000	85,700	33,590
Contribution to direct employment (% of working population)	0.01%	0.01%	0.01%	0.002%	0.03%
N balance (kg N / ha)	175	353	350	379	327
Water consumption for producing 1L of FPCM (m3)	1.0	1.2	0.8	0.9	1.0
CO₂ emissions (kg eq CO₂ / L FPCM)	2.0	2.5	1.7	2.1	2.1
Energy intensity (MJ / l FPCM)	7.6	7.6	6.3	6.3	7.1
Quality of life	2	2	3	2	2.4
Personal fulfilment	4	2	3	2	2.7
Labour intensity	0	0	2	2	0.8
Painfulness of work	2	2	1	2	1.6
Family work	4	4	4	4	4
Social territorial acceptance of dairy farming - by consumers (dairy producers' point of view)	2	1	2	2	1.6
Social territorial acceptance of dairy farming - by local medias (dairy producers' point of view)	2	2	2	1	2
Future of local dairy sector (dairy producers' points of view)	2	1	4	0	2

Table 10. RI dairy production systems sustainability assessment – scoring

		1. Dairy farms with grazing		2. Small dairy farms		3. Medium dairy farms		4. Large dairy farms		Global
		Score 1	Score 2	Score 1	Score 2	Score 1	Score 2	Score 1	Score 2	Score 2
ECONOMIC SUSTAINABILITY										
<i>ECONOMIC PERFORMANCES</i>										
HH level	Created wealth 1 (NAV, €)	0,5	0	4	0	4	0	0	0	0
<i>ECONOMIC PERFORMANCES SCORE</i>		0,5	0	3,8	0	4	0	0	0	0
<i>EMPLOYMENT</i>										
HH level	Subsidies (€)	2,2	2	4	2	2,7	0	0	0	0
	Subsidies dependency (% of income)	3,1	0	0	0	3,4	2	4	3	2
	Income from dairy farming (Ai; €)	1,7	4	0	0	1,5	4	4	4	3
Local territory level	Contribution to direct employment 1 (No of people involved in dairy farming - on the farm)	1,3	-	3,1	-	4	-	0	-	-
	Contribution to direct employment 2 (No of L of milk produced per direct job)	0	-	0	-	0,9	-	4	-	-
	Contribution to direct employment 3 (No of allocated ha per direct job)	0	-	3,4	-	4	-	1,3	-	-
	Contribution to direct employment (% of working population)	-	0	-	0	-	0	-	0	0
	<i>EMPLOYMENT SCORE</i>		1,4	1,5	1,75	0,5	2,7	1,5	2,7	1,8
ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY										
<i>LOCAL ENVIRONMENTAL IMPACTS</i>										
Local territory level	Nitrogen balance a (T)	2,7	-	4	-	3,5	-	0	-	-
	N efficiency (%)	0	-	0,3	-	4	-	2,2	-	-
	N balance b (kg N / L of milk produced)	0	-	0,3	-	4	-	2,5	-	-
	N balance c (kg N / ha)	4	1	0,5	0	0,6	0	0	0	0
	Water consumption for producing 1L of FPCM (m3)	1,2	2,5	0	2	4	4	2,8	3	2,5

LOCAL ENV. IMPACTS SCORE		1,6	1,8	1	1	3,2	1,9	1,5	1,9	1,3
GLOBAL ENVIRONMENTAL IMPACTS										
Global territory level	CO ₂ emissions (t eq. CO ₂)	4	-	4	-	3,4	-	0	-	-
	CO ₂ emissions (kg eq. CO ₂ / L milk)	2,4	3	0	2	4	4	2,1	3	3
	CO ₂ emissions (teqCO ₂ / ha)	4	-	0,7	-	0,4	-	0	-	-
	Energy balance (MJ)	2,6	-	4	-	3,1	-	0	-	-
	Energy efficiency (%)	0,04	-	0	-	4	-	4	-	-
	Energy intensity a (MJ / L of milk)	3,8	0	4	0	0	1	0,1	1	0
	Energy intensity b (MJ / ha)	4	-	1,4	-	0	-	0,7	-	-
GLOBAL ENV. IMPACTS		3	1,5	2	1	2,1	2,5	1	2	1,5
SOCIAL SUSTAINABILITY										
FARM-FOCUSED SOCIAL SUSTAINABILITY										
HH level	Quality of life	2		2		3		2		2,4
	Personal fulfilment	4		2		3		2		2,7
	Labour intensity (h/d)	0		0		2		2		0,8
	Painfulness of work	2		2		1		2		1,6
	Family work	4		4		4		4		4
FARM-FOCUSED SOCIAL SUST. SCORE		2,4		2		2,6		2,4		2,3
EXTENDED LOCAL SOCIAL SUSTAINABILITY										
Local territory level	Social territorial acceptance of dairy farming - by consumers (dairy producers' point of view)	2		1		2		2		1,6
	Social territorial acceptance of dairy farming - by local medias (dairy producers' point of view)	2		2		2		1		2
	Future of local dairy sector (dairy producers' points of view)	2		1		4		0		2,2
EXTENDED LOCAL SOCIAL SUST. SCORE		2		1,3		2,7		1		1,9

Score 1 = Comparison between dairy systems within the studied territory

Score 2 = Comparison with thresholds defined from literature studies

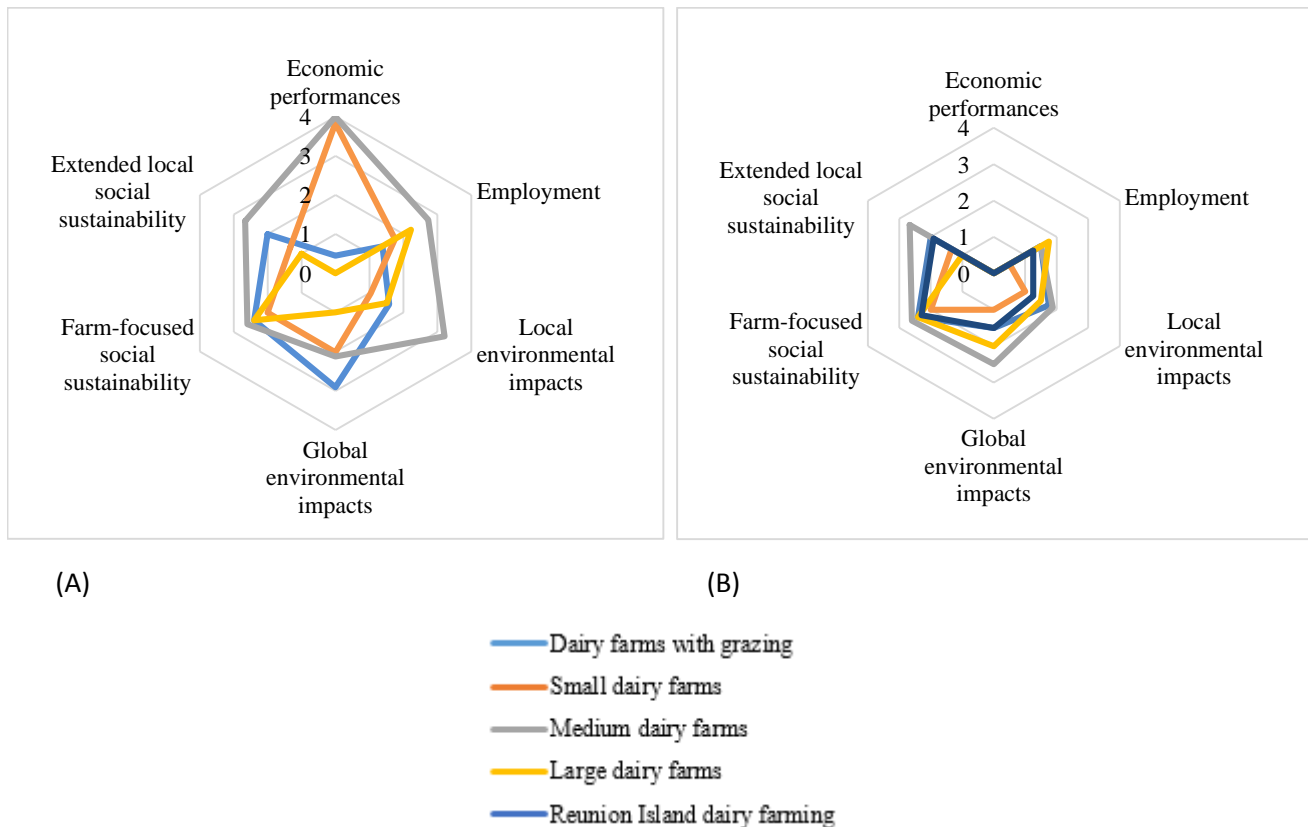


Figure 4. Sustainability scores of RI dairy farming for (a) inter-dairy production systems comparison and (b) comparison with literature studies

The inter-dairy production systems sustainability radar chart (Figure 20) shows that Medium dairy farms, when compared with the other RI dairy production systems are the most sustainable. They score the highest in five themes i.e. Farm focused social sustainability, Extended local social sustainability, Economic performances, Employment and Local environmental impacts. In contrast, Dairy farms with grazing obtained the highest score in Global environmental impacts. All dairy production systems perform well in terms of Farm-focused social sustainability, even the Large dairy farms that otherwise obtained the lowest scores in Economic performances, Extended local social sustainability and Global environmental impacts themes.

When setting sustainability scores from reference thresholds, no dairy farming system presents scores higher than 2.5. Furthermore, a large part of scores obtained are even lower than 2; all dairy production systems obtain a “0” score for Economic performances. As a consequence, RI dairy farming obtained as a whole scores lower than “2” or “poorly sustainable” for five out

of the six sustainability themes. It only scored higher than “2” – 2.3 – for Farm-focused social sustainability.

5. Discussion

5.1. *A contrasted contribution from a territory to another*

The research framework application on two diverse territories shows that the dairy production systems contribution to the territory development is quite different.

In India, there is an effective contribution to employment while in Reunion Island dairy farming seems to be a vector of Farm-focused social sustainability. Here are discussed the results by sustainability pillar.

5.1.1. Economic sustainability

In VM, important created wealth and income gaps exist between landless or tenant dairy producers and landholder dairy producers (Table 7). Landholders dairy producers tend to rear more animals, with higher milk potential through crossbreeding. These animals are kept tethered within the household backyard and the dairy producers produce a part of their herd feeds i.e. paddy straw or cultivated green forage. In comparison, tenants & landless dairy producers rear mainly two local buffaloes that rely on Commons grazing for green fodder and on purchased paddy straw. Feeding management through grazing leads to very low labour productivity as it is more labour intensive than the cut-and-carry system from fodder crop plots. Chand et al. (2015) found that the economic sustainability of dairy smallholders in Rajasthan (with dairy buffaloes producing in average 4-5L of milk per day and eating about 10kg DM of forage, characteristics closed to our PS 3 & 4) – measured via the “production costs”, “input productivity” and “family labour income” attributes – improved with the herd size.

In RI, despite their much larger herds, dairy farmers generate a negative wealth creation and corollary high dairy farmers’ dependence on subsidies to get an income (Table 9). It is more extreme compared to the other French regions (RICA 2016 statistical data). This can be explained by the farming type that has been promoted the last decades. As presented in Chapitre 2, RI dairy farming followed the Western European intensive development path i.e. grasslands

intensification through mechanisation, use of chemical fertilisation and forage conservation through silage; high-yielding animals; herd size increase. With the territory specific constraints - e.g. small landholdings for the majority of dairy farms (Table 5) -, they intensified even more their feeding systems with the distribution of important quantities of imported concentrate feeds in the ration (Chapitre 2) to reach Western production levels (Table 5).

In both study territories, dairy producers benefit from a fairly easy and secure access to market with an average milk price of Rs. 32 per litre of 8% fat milk or € 0.4 in VM and € 0.38 per litre (without the complementary subsidies) in RI. Despite these, in RI the management practices lead to high feeding costs and combined with the equipment, building & other costs related to intensive dairy farming (Table 5 and Table 9), the current milk price does not allow wealth generation from dairy farmers towards the territory. In VM, while dairy producers have very limited or non-existing mechanisation and building costs, the small herd sizes and restricted access to feed resources hinder the dairy producers' wealth creation and resulting income.

Concerning the employment through dairy farming, the results widely differ from one territory to another. In RI, at the island scale direct employment through dairy farming is very minimal or anecdotal while in VM dairy farming engages an estimate of 62.2% of the working population living in villages. In VM, dairy farming therefore represents an important employment and income generation resource for the territory.

5.1.2. Environmental sustainability

Environmental sustainability – either local or global – is low for both territories. In VM, dairy production systems have low nitrogen use efficiency as their dairy animals have low milk production levels. In complement, the dairy producers who hold lands apply important quantities of chemical fertilisers – added to animal manure – on crops directed to animal feeding. Chemical fertilisers compounds are known to leach into the soil and stream to the groundwater, causing pollution. For other dairy producers, these fertilisers inputs or outputs exist but they are not accounted for. Indeed, imported feeds have likely received fertilisation during their production process. Furthermore, some dairy smallholders produce crops other than for forage and the animal manure they apply on is not accounted for their dairy system. Besides, landless dairy producers sell their manure.

Consumptive water use for producing 1L of FPCM greatly varies between the different VM dairy production systems but they have in average a higher water consumption compared to the ones in RI. Sultana et al. (2015) analysed 18 typical dairy farms in 15 European countries and they found that consumptive water use from 0.75 m³ water /kg FPCM in Denmark to 1.5 m³ water/kg FPCM in Switzerland. The RI dairy production systems results are within this range (Table 9). In comparison, they found that a typical two-animal dairy production system in India consumes about 3.2 m³ water/kg FPCM. Our results are lower (Table 7) and match the contrasted results obtained by Harika et al. (2015): they found that the water use for milk production from buffaloes in Andhra Pradesh averaged 1.99 m³/kg of milk and within it, in Guntur district it averaged 1.72 m³/kg of milk but there is a wide variation in global results: from 0.96 to 5.27 m³/kg of milk.

Table 11. Types and sources of water used by the different dairy production systems in both studied territories

	Water use at production system level		Water sources		
	Natural water	Engineered water	Endogenous (production system)	Extended endogenous (territory)	Exogenous water
<i>Vinukonda Mandal</i>					
Medium & small paddy-dairy producers	81%	19%	14%	70%	30%
Medium cash crop-dairy producers	70%	30%	0%	53%	47%
Small cash crop-dairy producers	88%	12%	0%	85%	15%
Labourers-dairy producers	88%	12%	0%	85%	15%
<i>Reunion Island's highlands</i>					
Dairy farms with grazing	91%	9%	57%	60%	40%
Small dairy farms	89%	11%	51%	54%	46%
Medium dairy farms	88%	12%	48%	52%	48%
Large dairy farms	88%	12%	45%	49%	51%

Our evaluation (for details in calculations see Annexe) allowed us to define the quantities of water used from natural water or rainfall and from engineered water or water coming from groundwater or an irrigation system. We can see that most of the dairy production systems rely on natural water; only the Medium cash crop-dairy producers in VM have recourse to an important amount of water from an irrigation system – for the production of cultivated green forage. Exogenous water comes from imported feeds. The results are consistent with the production systems characteristics: RI dairy production systems rely on an important amount

of imported concentrate feeds – about half of the ration, which explains the high percentage of exogenous water (Table 11).

Concerning the energy consumption, it is seen as unsustainable for all dairy systems in both territories (Table 7 and Table 9). While the dairy production systems differ from one territory to another they can all be seen as high energy users. When compared to the results presented in Vigne et al. (2013a) energy consumption values of VM dairy systems are comparable with a French dairy farming type and the RI dairy systems have even higher rates. In VM, it results from the combination of feeds – produced or imported – that receive important quantities of chemical fertilisers and of low animal productivity while in RI it comes from the management practices described in the previous section. Fossil energy use is here the consequence of concentrate feeds distributed in high quantities in cow rations – through indirect fossil energy costs for production and import – and of intensive exploitation of grasslands i.e. several cuttings per year for silage making leads to high mechanization costs (Annexe). The results obtained are then consistent with ones found by Vigne et al. (2013a).

In comparison, the results obtained for the GHG emissions of RI dairy systems are somewhat higher than in the literature. In this study, the results vary from 1.7 to 2.5 kg CO₂ eq./L of FPCM for 7,500L-cow and 5,500L-cow, respectively while Gerber et al. (2011) found that from 4,000L-cow the GHG emissions are lower than 2 kg CO₂ eq./L FPCM. In VM, as for energy use the low animal productivity also explains the higher CO₂-equivalent emissions compared to RI: better is the animal productivity lower are the GHG emissions per litre of FPCM milk. Gerber et al. (2011) showed that indeed GHG emissions intensity grows linearly with yields as the production systems increasingly depend on external inputs and fossil energy. However, when the emissions are set against the quantity of milk produced per animal they steeply decrease as productivity increases, especially till 2000 kg FPCM. This decrease stabilises at about 6000 kg FPCM per cow per year.

5.1.3. Social sustainability

The definition of social sustainability, compared to the economic & environmental sustainability has been more territory-specific, with the development of custom-made indicators taking into account each territory socio-economic contexts and dairy farming types and stakes.

In VM, overall low Farm-focused social sustainability can be partly explained by the country's cultural gender inequity, which also occurs in dairy farming. Dairy farming activities i.e. milking, bringing the milk to collection centre, forage fetching and distribution and grazing surveillance are mainly carried out by women and beside these they also perform the household chores i.e. cooking, cleaning, clothes handwashing, taking care of children, etc. In comparison, men are either managing the crops if they own land or in landless households they are working outside i.e. as day labourers. When related to dairy farming, women have therefore a heavier labour burden than the men. Furthermore, while the women are the ones performing most of the dairy job it is the men who manage the family's finances – and then the income coming from milk sales. These observations are consistent with the other few Indian studies analysing dairy farming in terms of gender relations: important women participation in dairying (Nazir et al. 2017) and moderate women empowerment (Sharma et Vanjani, 1989; Chand et al. 2015).

On the question concerning their personal fulfilment, respondents from VM – in all dairy systems – mainly presented their dairy activity as a default activity, as they did not see another alternative. On the contrary, in RI, all dairy producers defined their activity as a passion, which seemed necessary for continuing it. Beyond techno-economic dimensions, Fiorelli et al. (2007) showed that – when chosen – labour related to livestock production holds other aspects such as i) quality relations with animals and people; ii) identity enrichment; and iii) full development of body and mind. All respondents from both territories agreed on the pivotal role of family – husband, wife but also youngsters – in the activity as working with family was seen as an advantage for most of respondents. As Sidot et al. (2005) stated on French livestock producers: *“it seems important [for livestock producers] to share a family common project in periods where there could have an important rupture between families and farms, in particular when numerous spouses work outside the agricultural sector”*.

Concerning the Extended local social sustainability, unlike in RI VM dairy producers have few access to advisory services. In RI, with the European context of increasing criticism towards livestock production and with a long-lasting local polemic on the health status of RI dairy and beef herds, it was the social acceptance of dairy farming – from the dairy producers' point of view – that was selected. All RI dairy farmers agreed upon that they suffer from a bad image

they think often unjustified. Furthermore, while they understand that it has an impact on the consumers' confidence on their products they think that the consumers do not really know what dairy farming is.

The responses on dairy producers' point of view about dairy farming future were contrasted. In RI, Small dairy farmers were the least optimistic. They did not see any future for their activity and for the ones close to retirement age, their children were either not taking over or were planning to convert the dairy unit into another livestock production when possible e.g. beef or pig production. Others were in contrary hopeful for the future, as the island would always be in needs for dairy products and as their market access through their cooperative would remain facilitated. Some of the dairy producers were also working with at least one of their children so these latter could take it over once they would retire. In VM, dairy producers gave all similar answers: the next generation would go away from agriculture – and dairy farming – if they had the opportunity and capacity to get higher education. In the line of “default activity”, dairy farming was not seen as a valuable job for the next generation. Only landless dairy producers, with very few resources, could see dairy farming as an opportunity for their children as they thought being not able to provide them higher education.

Table 12. Animal feeding importance on dairy systems sustainability (%)

	VM				RI			
	PS 1	PS 2	PS 3	PS 4	PS 1	PS 2	PS 3	PS 4
Production costs	92	95	95	95	67	76	69	73
Nitrogen inputs	100	100	100	100	100	100	100	100
Energy consumption	96	95	98	98	62	71	62	72
GHG emissions	79	79	19	28	55	29	26	25

In both study sites, when presenting the results by dairy production systems items, it shows that “Animal feeding” – either from the forage crop cultivation, feeds purchase or fodder cutting – has the main impact on the dairy production systems production costs, energy consumption and nitrogen inputs (Annexe). Furthermore, for dairy production systems which do not produce any forage and therefore rely more on feeds purchase, “Animal feeding” represents an important item within the GHG emissions (Annexe). GHG emissions are however mainly coming from the manure storage in RI and the manure application on crops in India – via N₂O production,

as well as from the animals and their manure production – via CH₄ production. For the Indian dairy production systems which do not hold land, the manure application emissions are externalised as the manure is sold (Annexe).

5.2. *Is dairy production systems heterogeneity a good way to reach sustainable territories?*

Diversity of production systems within a territory is often highlighted, with the hypothesis that distinct interventions are needed to improve their productivities or resilience (Valbuena et al., 2015; Berre et al., 2016; Alvarez et al., 2018). On another side, livestock farming systems are presented as “multifunctional”, highlighting a set of functions livestock production play on their territory and its population (Alary et al., 2011; Huang et al., 2015). However, there are few studies (Ryschawy, 2013) that are able to present this multifunctionality in regards to the production systems diversity which composes a territory in order to i) highlight the individual contributions of each production system type, and ii) to propose specific improvement paths for these systems.

From these improvement paths the production systems do not have to embrace all sustainability pillars; they are proposed towards individual contribution that enhances the global sector contribution to territory sustainability

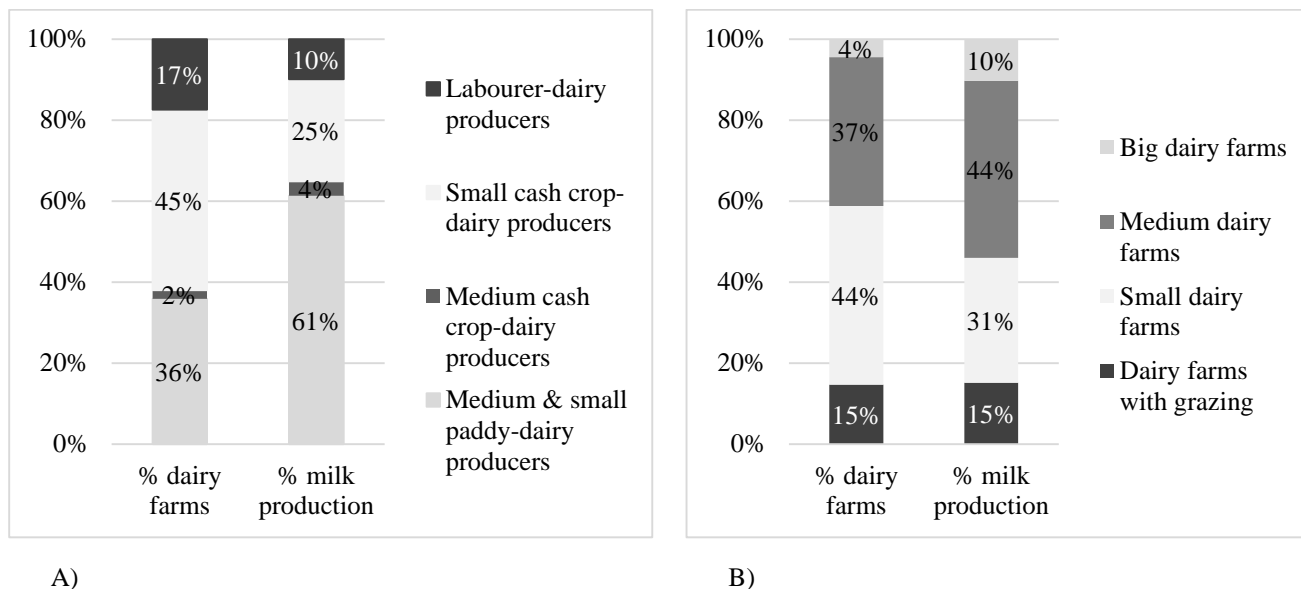


Figure 21. Dairy production systems contribution to the territories' farms number and milk production, in VM (A) and RI (B)

In our two study territories, the contribution of dairy farming to the territory in which it is embedded does not only rely on a diversity of production systems that play different roles but also on their proportion in the whole production systems. Indeed, as shown on Figure 21, some dairy production systems contribute more than others on the territory's dairy farming presence and on milk production.

In VM (Figure 21), Medium and small paddy-dairy producers produce more than half of territory's milk (61%) while they represent only 36% of the dairy producers. In contrast, Small cash crop-dairy producers are the most numerous – they represent 45% of the territory's dairy producers – but they produce only 25% of the total territory's milk. This is explained by the number of dairy buffaloes hold per household, as well as the animals' productivity. In this sense, while Medium cash-crop dairy producer is the dairy production system with the highest sustainability its overall contribution remains low due to its low numbers and consequently its low contribution to territory's milk production.

In RI (Figure 21), as for VM, two dairy production systems stand out: Small and Medium dairy farms. Similarly, Small dairy farms, which represents the largest number of farms produce less milk than Medium dairy farms. But as a whole, these two dairy production systems represent

more than 80% of the territory's dairy farmers and 75% of the territory's milk production. Large dairy farms, which are represented by only three farms – or 4% of RI dairy farms – produce still 10% of RI milk.

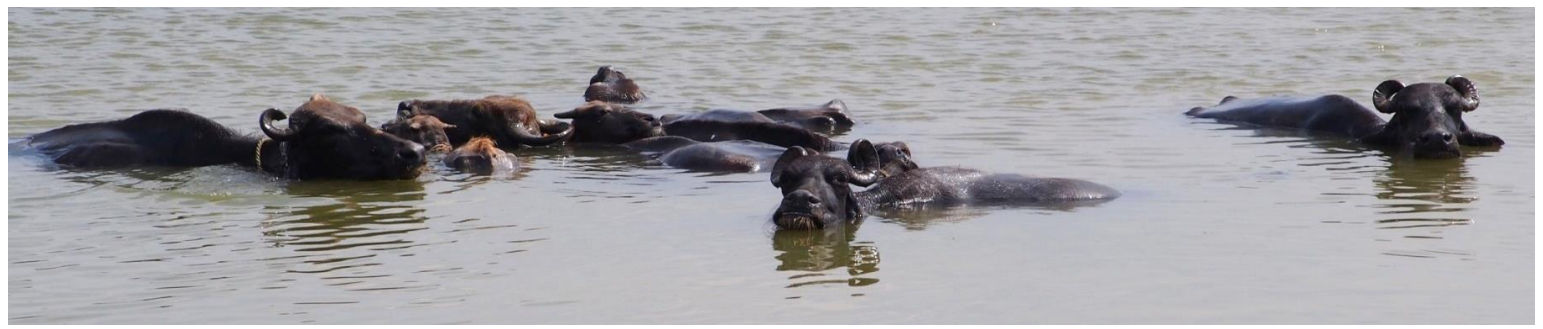
For both territories, the sustainability of overall dairy farming is rather low. Although in each territory one production system seems to be more sustainable than others (Medium & small paddy- dairy producers in VM and Medium dairy farms in RI), it does not seem relevant to drive all the production systems towards it. For instance, in RI Medium dairy farms model can be applied to dairy farms with grazing as they are adapted to local specific agro-climatic conditions of West Highland areas of RI. However, a more precise analysis of our results enable to highlight some ways.

The increase of forage production by livestock producers is very important to increase their self-sufficiency and their resilience in case of price hikes as well as limiting the recourse to imports. However, in VM the increased lack of irrigation water will further hamper the production of paddy, while paddy straw is an important – if not the main – fodder source. The current other cash crops i.e. tobacco, chilli, cotton or castor-oil plants do not produce by-products edible for livestock. Small cash crop-dairy producers produce gram and gram straw has been used in other areas as fodder for livestock (Nagpal et al., 2005; Upreti et al., 2007), but its lower yields (about 3T/ha for gram straw and 13T/ha for rice straw) would limit the forage needs coverage, especially for households with small land surfaces.

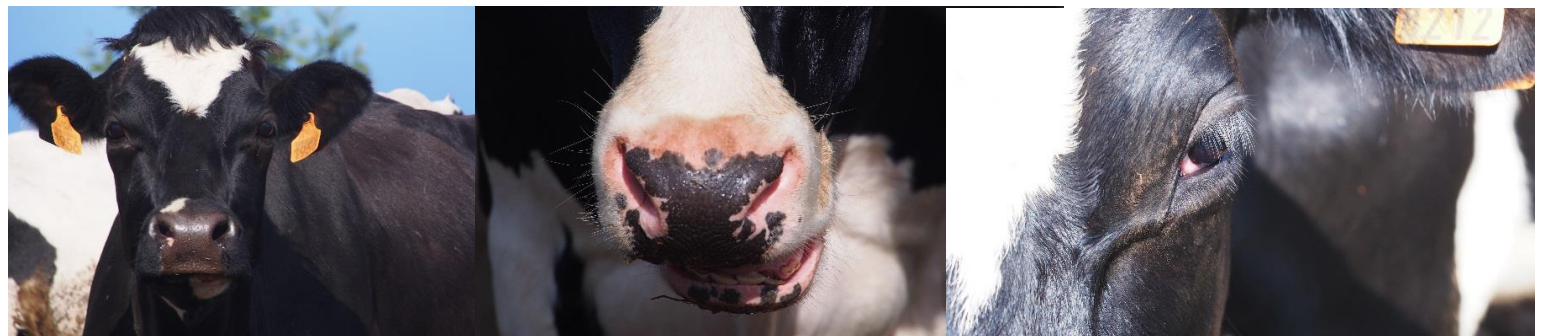
Besides, decreasing production costs for all the systems could enable increased economic performances and decreased local and global environmental impacts. In this sense, local technical support in RI already promotes a better utilisation of pasture, especially through direct grazing of multispecies pasture lands. Besides, a cost analysis of the main forage production and conservation types has been performed (Fages, 2017) and the shared results can help RI dairy producers to rethink their forage production management – and even their herd feeding management.

6. Conclusion

An innovative sustainability assessment framework – proposing the combination of the agrarian system approach and a multicriteria sustainability assessment – was developed and applied on two very contrasted study territories. The agrarian system approach allowed us to understand and characterise the dairy production systems diversity within a territory. The dairy production systems – which represent a set of similar dairy farms – seem to be the most relevant analysis unit in case of territorial study. Indeed, characterising individual dairy farms in a study at territory scale would not lead to a fair dairy farming diversity representativeness. Besides, the evaluation of a set of indicators selected from contextualised sustainability stakes allowed us to explicitly define the identified dairy production systems sustainability and their contribution to the sustainability of territories in which they are embedded. Hence, dairy farming can be seen as medium for sustainable territory development only if it represents a non-negligible part of the territory activities. In VM, dairy farming is performed by an important part of the households while in RI they are very few. The developed research framework seems relevant to accompany territory development, even more for proposing an inclusive sustainable development of dairy farming – with dairy farming taking part of the territory economic development (even if it represents a small part) without affecting the ecosystems and while being socially acceptable. As research perspectives, it would be valuable to develop and test scenarios deriving from these propositions so to validate them and therefore reinforce our contribution to the sustainable development steering of the studied territories.



Discussion Générale



Discussion Générale

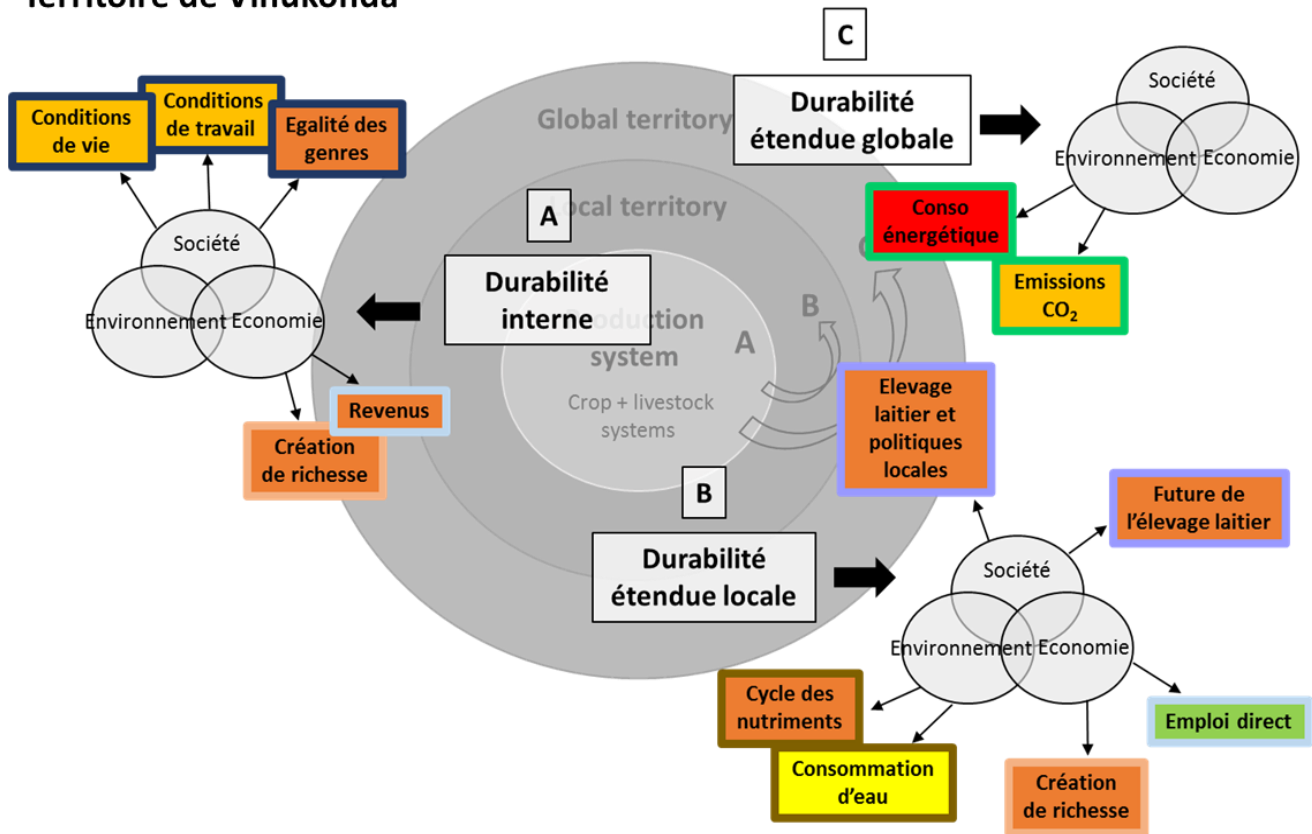
Pour rappel, ce travail de thèse s'articulait autour d'une question principale : « L'élevage laitier peut-il être un vecteur de développement durable des territoires ? » et de trois questions spécifiques : « Comment l'analyser ? », « Cette contribution est-elle différenciée selon les territoires ? » et « Quelles sont les conditions qui favoriseraient cette contribution ? »).

Dans cette discussion générale, il s'agit de discuter les résultats qui ont émergé de ce travail au regard de ces quatre questions. En partie 1, il s'agira donc de discuter du rôle de l'élevage laitier comme vecteur de développement durable des territoires dans lesquels il s'inscrit, notamment en produisant une analyse comparative des deux territoires afin de mieux illustrer la contribution potentiellement différenciée d'un territoire à un autre. Dans la partie 2, en s'appuyant sur les enjeux et évolutions des territoires mis en lumière tout au long du processus d'analyse, il s'agit de montrer quelles seraient les conditions favorables à une inclusion plus importante du secteur laitier, dans chaque territoire, pour répondre aux dimensions multiples du développement durable. Enfin dans la dernière partie, il s'agit de fournir une vision critique du cadre d'analyse mobilisé pour cette étude et d'en montrer les avancées conceptuelles et méthodologiques réalisées ainsi que de proposer des pistes d'amélioration pour en faire un outil d'accompagnement des politiques de développement territorial.

1. L'élevage laitier vecteur de développement durable des territoires ?

Que ce soit dans les Hauts de La Réunion ou à Vinukonda, l'élevage laitier a servi de vecteur de développement. Le Chapitre 3 nous a permis d'évaluer si les systèmes de production laitiers actuellement présents – qui découlaient des évolutions agraires spécifiques aux territoires – étaient durables. En mettant ces résultats en regard des enjeux de développement durable identifiés pour chaque territoire d'étude, nous pouvons conclure que cette contribution est contrastée, incomplète et différenciée selon les territoires (Figure 22).

Territoire de Vinukonda



Territoire de La Réunion

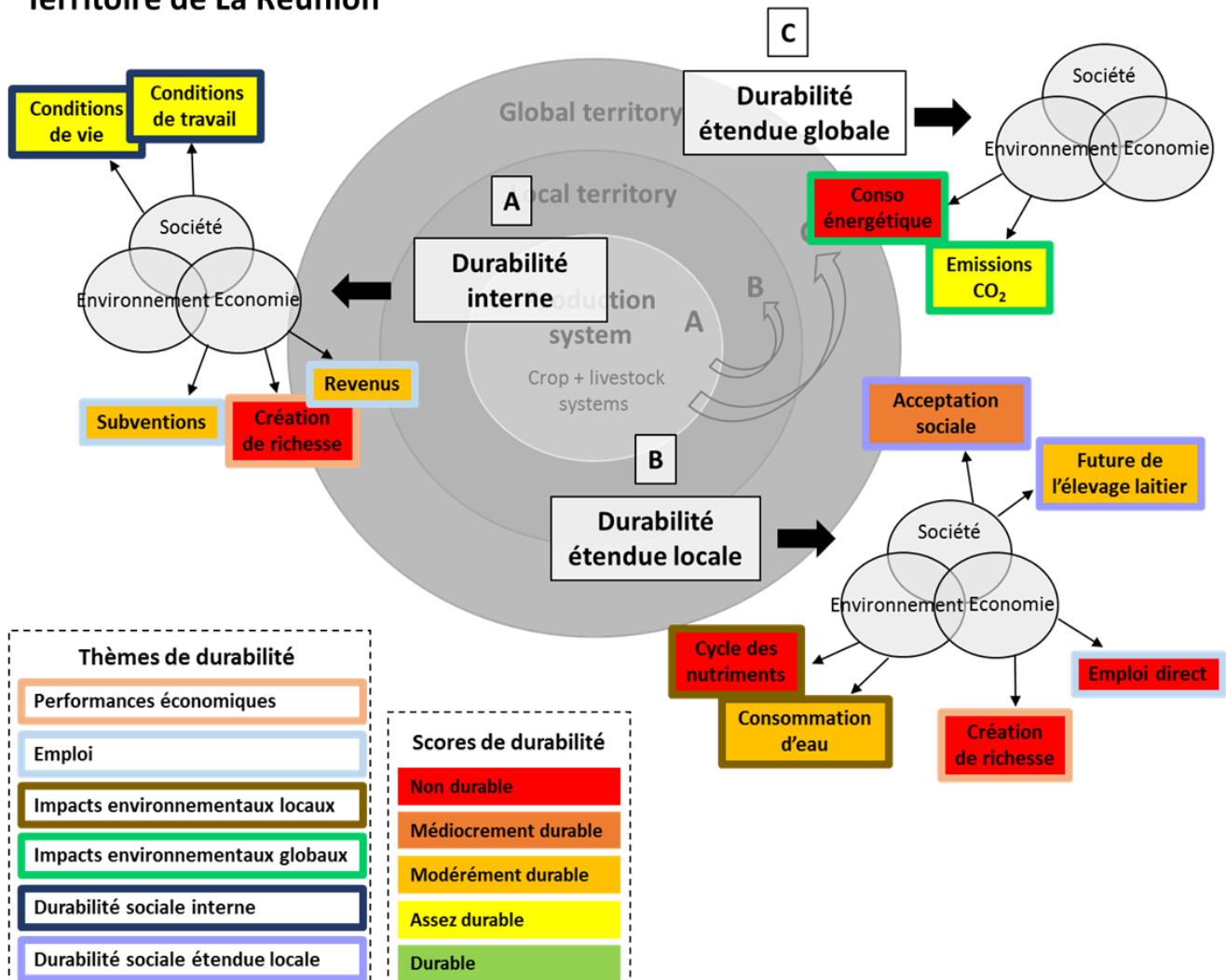


Figure 22. Mise en regard des ODD des territoires d'étude aux scores des évaluations de la durabilité

Concernant la durabilité interne des systèmes de production laitiers, ou leur capacité à se maintenir eux-mêmes, à Vinukonda aucun des indicateurs n'affiche une durabilité complète : la « création de richesse », les « revenus » et « l'égalité des genres » sont « médiocrement durables » tandis que les « conditions de vie » et les « conditions de travail » ne sont que « modérément durables ». En effet, l'élevage seul de deux buffles de race locale à Vinukonda ne permet de dégager qu'un revenu inférieur au seuil de pauvreté ; pour dépasser ce seuil, au vu du prix du lait moyen actuel, il faudrait augmenter le troupeau et faire évoluer la génétique vers des races à plus fort potentiel productif. Cependant, il a bien été démontré que, pour y parvenir, il faut pouvoir accéder à des ressources et à des moyens de production spécifiques tels que des ressources fourragères, du foncier et de l'irrigation. Or, ceux-ci sont de plus en plus difficiles d'accès ou représentent un investissement initial bien trop élevé pour les producteurs laitiers pauvres. Bien que l'état social lié aux castes se desserre et que les propriétaires fonciers historiques acceptent de plus en plus de louer leurs terres à des ménages historiquement relégués au rang de main-d'œuvre servile, des barrières restent cependant infranchissables pour la plupart de ces ménages. Comme il a été analysé dans le Chapitre 2, il persiste une inégalité de répartition de la richesse créée en agriculture et elle contribue à maintenir les ménages défavorisés pauvres. De même, la faible productivité du travail en élevage, qui s'explique par un accès limité aux ressources alimentaires, ne permet pas à ces ménages d'investir dans du capital – foncier ou animal – et ainsi d'améliorer leur niveau de vie. De plus, la diminution des surfaces cultivées en riz sur le territoire oblige de plus en plus les producteurs à avoir recours à l'importation de paille de riz venant des territoires voisins. En cas de forte demande, les prix peuvent s'envoler, aggravant davantage les situations économiques des producteurs les plus fragiles. Concernant les conditions de travail des producteurs laitiers et l'égalité des genres, il s'agit en fait plus de productrices laitières que de producteurs. Comme il a été présenté dans le Chapitre 3, les activités en lien avec l'élevage laitier – traite, collecte de fourrages ou surveillance au pâturage, nettoyage – incombent majoritairement aux femmes et elles s'ajoutent aux tâches ménagères qu'elles doivent également réaliser. Cependant, les fruits de leur travail – le paiement du lait – sont gérés au sein du ménage non pas par les femmes mais par les hommes, et ce pour tous les types de systèmes de production.

A La Réunion ce sont les conditions de vie et de travail qui apparaissent les plus durables ; aucune richesse n'est créée et les niveaux de revenus obtenus le sont grâce aux subventions perçues. Comme il a été montré dans les Chapitres 2 et 3, tous les élevages laitiers réunionnais ne dégageraient aucun revenu s'ils ne percevaient pas de subventions gouvernementales au travers d'un appui au prix du lait et des subventions PAC. En outre, les éleveurs laitiers disposant de peu de foncier dégagent, malgré ces subventions, un revenu bien plus faible que les autres types d'élevage, au-dessous du seuil de pauvreté réunionnais pour un ménage composé de trois adultes et juste au-dessus pour un ménage composé de deux adultes (Chapitre 3).

Au niveau des conditions de travail, que ce soit le fait de devoir aller récolter du fourrage ou d'emmener paître leurs animaux malgré les conditions climatiques difficiles pour Vinukonda, ou les contraintes liées à la traite à La Réunion, tous les types de producteurs laitiers reconnaissent les conditions parfois pénibles de leur activité. La plupart sont cependant attachés à leurs animaux et à La Réunion beaucoup apprécient leur qualité de vie, le sentiment d'indépendance et l'environnement dans lequel ils évoluent étant d'importants critères. Ces questions ont cependant souvent dérouté les personnes interrogées à Vinukonda, leur bien-être personnel étant souvent mis de côté au profit des efforts concédés pour subvenir aux besoins élémentaires de la famille.

Concernant la durabilité étendue locale, ou la contribution des systèmes de production laitiers à la durabilité du territoire local dans lequel ils s'inscrivent, les résultats obtenus sont contrastés selon les territoires. A Vinukonda, l'élevage laitier apporte clairement de l'emploi au territoire. Cependant, il s'agit d'une activité peu créatrice de richesse, non intégrée à des politiques de développement local et dont les futures générations souhaiteraient s'écarter si elles en avaient l'opportunité. En parallèle, le cycle de l'azote n'est que médiocrement durable alors que la consommation en eau de l'élevage laitier est évaluée comme assez durable.

A La Réunion, les indicateurs évalués vont de « non durable » à « modérément durable ». Les indicateurs évalués comme « non durables » sont le « cycle de l'azote », « la création de richesse » et « l'emploi direct ». « L'acceptation sociale » est quant à elle « médiocrement

durable ». En contraste, la « consommation en eau » est « modérément durable », tout comme le « futur de l'élevage laitier ». L'emploi, qui avait initialement servi de moteur au développement de l'élevage laitier, a subi une forte baisse : des arrêts d'activité et presque plus aucune installation. L'accès au foncier, les niveaux d'investissement de départ nécessaires mais également le manque d'attractivité chez les jeunes font partie des principaux freins à l'arrivée de nouveaux producteurs laitiers réunionnais. La valorisation des paysages prairiaux, non traitée dans l'évaluation de la durabilité, n'est actuellement pas du tout incluse dans les plans de développement touristique des communes concernées, qui misent plus sur les écosystèmes naturels que cultivés pour développer leur attractivité touristique. L'intégration de l'élevage en général et donc de l'élevage laitier dans ces programmes de développement touristique pourrait d'ailleurs permettre une meilleure acceptation sociale de l'activité. Actuellement, cette acceptation sociale est en effet limitée. La presse locale publie régulièrement sur les dysfonctionnements d'organisation de la coopérative, alimentés par le ressentiment d'éleveurs ayant fait faillite et d'éleveurs mécontents du système actuel. A cela se mélangent les doutes persistants sur les conditions sanitaires des bovins de l'île depuis l'importation de génisses malades en 2003.

Au niveau de la consommation en eau, il a été montré que les systèmes laitiers identifiés étaient consommateurs en eau et que cette eau provenait de différentes sources : précipitations ou eau apportée par un système d'irrigation. La grande majorité de l'eau consommée provient des fourrages et aliments concentrés qui entrent dans l'alimentation des troupeaux laitiers (Annexe 2). A La Réunion comme en Inde, une partie du fourrage distribué est irrigué (paille de canne et foin de Chloris à La Réunion, paille de riz et herbe à éléphant à Vinukonda), soit par puisement dans les nappes phréatiques ou par détournement d'eau superficielle. A Vinukonda l'eau provenant des canaux, de moins en moins accessible pour certains villages, est source de conflits d'utilisation. En parallèle de cette eau consommée sur le territoire, on retrouve également toute l'eau qui a été nécessaire à la production des aliments importés. Toutefois, bien que certaines de ces matières premières ont été produites avec un recours à l'irrigation (pour le détail, Annexe 2), les systèmes de production étudiés n'ont aucun levier sur la gestion de cette eau.

Concernant la durabilité étendue globale, ou la contribution des systèmes de production laitiers à la durabilité à l'échelle globale, on retrouve dans les deux territoires un élevage laitier avec une « consommation énergétique » évaluée comme « non durable ». Au niveau des émissions de gaz à effet de serre (GES), l'élevage laitier à Vinukonda a été défini comme « modérément durable » tandis qu'à La Réunion il a été évalué comme « assez durable ». Tous les systèmes laitiers sont donc émetteurs de GES et consommateurs d'énergie fossile, participant ainsi tous au changement climatique et à la déplétion des ressources fossiles. Rapporté au litre de lait produit, les systèmes les plus extensifs sont les systèmes qui contribuent le plus aux émissions de gaz à effet de serre par rapport aux systèmes plus intensifs, en accord avec les études précédentes (Steinfeld et al., 2006 ; Gerber et al., 2013). Cependant les systèmes les plus intensifs et fortement consommateurs en intrants – qui plus est importés – ont une consommation en énergie fossile plus élevée que les systèmes extensifs avec peu d'intrants comme démontré par Vigne (2012).

2. Conditions pour que l'élevage laitier contribue au développement durable des territoires

Le Chapitre 2 a mis en lumière les politiques de développement spécifiques aux deux territoires d'étude et les conséquences qu'elles ont pu avoir sur les itinéraires techniques des exploitations laitières.

Dans les Hauts de La Réunion, l'activité laitière, historiquement quasiment inexistante, a fait partie d'un vaste programme public visant à proposer des activités rémunératrices dans un territoire où l'exode rural était alors important. Devenir éleveur laitier signifiait alors accéder à de la terre en propriété via l'accès à des prêts, sécurisant ainsi l'accès au foncier à des familles jusque-là soumises à un système de location auprès de grands propriétaires. L'installation de ces petites structures laitières familiales reliées à une structure coopérative de collecte avait ainsi initialement pour maître-mots « emploi » et « revenu », avant que cela ne devienne « production ».

Je n'ai pas recensé d'autres endroits où l'élevage laitier s'est développé il y a seulement une cinquantaine d'années à partir d'une base historique quasi vierge. Dans d'autres territoires insulaires comme la Nouvelle-Zélande, le développement laitier, facilité par de vastes territoires de plaine, s'est fait peu de temps après l'arrivée des colons qui avaient amené avec eux leurs coutumes alimentaires (Stringleman et Scrimgeour, 2008). La situation est similaire à Hawaï où la première ferme laitière commerciale fût enregistrée en 1869, soit environ 70 ans après l'introduction des premiers bovins sur l'archipel (Hugh et al., 1986). Par contre, l'élevage laitier est, dans beaucoup de régions, mis en avant comme étant un vecteur d'emploi, contribuant à lutter contre un exode rural (Alavoine-Mornas et Madelrieux, 2015 ; Corraera et al., 2015). Cependant, comme il a été détaillé précédemment, l'élevage laitier réunionnais ne remplit plus les fonctions de pourvoyeur d'emploi, ni de source de revenus adéquat à tous. Et l'objectif d'atteindre l'autosuffisance laitière sur l'île ne semble plus atteignable compte-tenu de l'évolution rapide de la population conjointe à la stagnation des niveaux de production.

En contraste, à Vinukonda où l'élevage laitier faisait partie intégrante du monde rural indien, le développement laitier a initialement pris la forme d'un programme de collecte qui s'appuyait sur les structures laitières déjà existantes. Le point de départ du développement a donc été ici l'opportunité pour les producteurs laitiers d'avoir un débouché facilité – ils pouvaient ainsi vendre leur lait frais sans transformation préalable - et sécurisé car les prix, fixés par la coopérative, étaient relativement stables. Contrairement à La Réunion où le développement laitier se faisait en parallèle d'une évolution sociale liée en partie au foncier, le développement laitier indien s'est initialement appuyé sur la structure sociale en place. Bien que ces points de collecte étaient théoriquement accessibles à tous, dans les faits la majorité des détenteurs d'animaux laitiers étaient également ceux qui possédaient des terres. Une partie de la population vivant dans les villages de collecte ont ainsi été laissés de côté car ils n'avaient pas les moyens d'acquérir une bufflesse. C'est encore le cas actuellement, bien que des programmes de micro financements aient été mis en place – le coût d'investissement initial pour l'achat demeure trop élevé.

Toutefois, des leviers apparaissent pour que l'élevage laitier soit réellement un vecteur de développement durable dans les deux territoires étudiés. Selon les analyses présentées dans les Chapitres 2 et 3, ceux-ci concernent principalement l'accès aux ressources et peuvent être décliné en quatre sous-thèmes : i) le foncier ; ii) l'alimentation animale ; iii) le modèle de production et iv) la productivité animale.

L'accès à de la terre et aux ressources alimentaires locales semblent être cruciaux pour les deux territoires étudiés en terme de contribution à leurs ODD spécifiques. En Inde, il semble clair que la possession de terres est un levier essentiel pour améliorer la durabilité des systèmes laitiers. Nazir et al. (2017) et Ali (2007) ont également souligné l'importance du foncier dans la durabilité des systèmes laitiers indiens. Pour Nazir et al (2017), *"la possession foncière est le facteur qui a l'impact le plus important sur la durabilité des ménages [...] Le producteur qui possède un plus grand foncier a un score de durabilité élevé [...] en cultivant des cultures fourragères sur ses propres terres et en utilisant les sous-produits d'autres cultures pour nourrir les animaux, ce qui est d'autant plus important que les coûts des aliments et du fourrage représentent la proportion la plus élevée du coût total dans la production de lait"*.

L'accès aux ressources est également lié au modèle de production laitière que les territoires favorisent. Dans les deux territoires, la production intensive en intrants – pour les productions végétales à Vinukonda et productions végétales et animales à La Réunion – s'est développée et elle montre désormais ses limites. La forte fertilisation chimique des rizières et des cultures fourragères à Vinukonda et dans les zones avoisinantes a un impact sur la durabilité environnementale du fourrage et donc de l'élevage laitier. Dans les Hauts de La Réunion, à la fertilisation chimique s'ajoutent la mécanisation lourde de la production fourragère et l'importation d'aliments concentrés en grandes quantités, impactant la durabilité économique mais également environnementale de l'élevage laitier.

La recherche et la mise en œuvre d'alternatives sur-mesure relevant de l'agroécologie, telles que : i) la production locale d'aliments concentrés, ii) l'élevage laitier en 100% pâturage, ainsi que iii) les échanges entre producteurs laitiers et producteurs de cultures (ex. sous-produits de

cultures en échange de fumier) pourraient améliorer la contribution de la production laitière à la durabilité économique, environnementale et sociale du territoire où elle est installée.

La faible productivité animale des systèmes laitiers de Vinukonda, comme l'affirment Gerber et al. (2011), est la conséquence de l'offre et de la qualité des aliments, de la génétique animale et des pratiques de gestion. Toutefois, les mesures mises en avant pour y remédier posent un certain nombre de questions quant à leur mise en place. Par exemple, l'amélioration des caractéristiques des aliments - teneur en nutriments et digestibilité - ainsi que la fourniture d'eau potable en quantité suffisante, sont-elles applicables par tous les producteurs ? Ou encore comment un producteur laitier sans terres pourrait-il améliorer les ressources fourragères auxquelles il a accès, à savoir des Communs ou encore des bords de route ?

Concernant la durabilité sociale, le lien entre les éleveurs et les instituts techniques et gouvernementaux à La Réunion devrait se recréer pour qu'une vision commune et un plan d'action cohérent soient développés. Les groupes d'échanges entre éleveurs, nombreux en métropole pourraient également permettre à La Réunion de recréer une dynamique. L'élevage laitier réunionnais, représenté par sa coopérative et l'organisation interprofessionnelle, devrait également améliorer sa communication à destination des consommateurs. Bien que quelques événements agricoles sont organisés sur l'île chaque année, des journées portes ouvertes sur des exploitations laitières pourraient aider le secteur à assurer la transparence de la production locale et ainsi gagner la confiance des consommateurs. En complément, les petites exploitations laitières, actuellement les plus vulnérables, pourraient se voir proposer un plan de soutien individualisé - le petit nombre de producteurs laitiers réunionnais et le nombre important de techniciens issus de différents organismes d'appui rendant cela possible.

Comme l'a mentionné Garambois (2011, d'après Dufumier, 1996), dans ces deux territoires comme ailleurs, il faut donc « *concevoir les nouvelles conditions agroécologiques et socio-économiques à créer pour que les différents types d'exploitants aient les moyens de mettre en œuvre les systèmes de production les plus conformes à l'intérêt général et qu'ils en aient eux-mêmes intérêt* ».

3. Analyse de la contribution des systèmes de production laitiers au développement durable des territoires : les concepts sollicités et leur imbrication - équation parfaite ?

Le cadre de recherche développé, qui combine l'approche du système agricole et une évaluation multicritère de la durabilité, présente plusieurs forces. Le diagnostic agricole réalisé en amont a permis d'acquérir une connaissance approfondie des dynamiques agricoles des territoires d'étude et des systèmes de production laitiers actuels. Ces informations ont servi comme base pour l'évaluation de la durabilité et ont donc permis de sélectionner et de calculer des indicateurs pertinents. En effet, en particulier pour l'évaluation de la durabilité sociale, cette approche a permis une évaluation de la durabilité sur-mesure, prenant en compte les contextes socioéconomiques et culturels des territoires. En outre, l'évaluation de la durabilité a soulevé des questions que les diagnostics agricoles n'avaient pas mises en lumière, comme la consommation d'énergie fossile ou les émissions de GES. L'évaluation de la durabilité a également permis de représenter les résultats obtenus via les diagnostics agricoles et d'approfondir l'analyse des thèmes sur chaque pilier de la durabilité. Enfin, avec l'évaluation de la durabilité, le concept de " durabilité " a été explicitement abordé alors qu'il était souligné mais non mentionné dans l'approche système agricole.

L'évaluation multicritère comporte cependant des contraintes méthodologiques. Il a fallu faire plusieurs choix (Lairez et al., 2015) durant le processus de développement du cadre d'analyse, à savoir plus particulièrement i) le type de notation et ii) la non-allocation de poids aux indicateurs (autrement dit l'absence de pondération entre indicateurs selon leur contribution relative au développement durable). Ces choix ont donc impacté les résultats de l'évaluation et l'argumentation qui s'y attache peut être portée à critiques.

En parallèle, le choix des limites de l'évaluation pourrait également être remis en cause. Je me suis centrée sur les exploitations laitières, prenant le système de production comme unité d'évaluation. Cependant, pour une évaluation exhaustive de la contribution du secteur laitier à l'échelle territoriale, il aurait pu être tout aussi intéressant d'élargir notre étude à l'ensemble de la filière comprenant l'amont (ex. coopérative aliments) et l'aval (ex. consommateurs) de

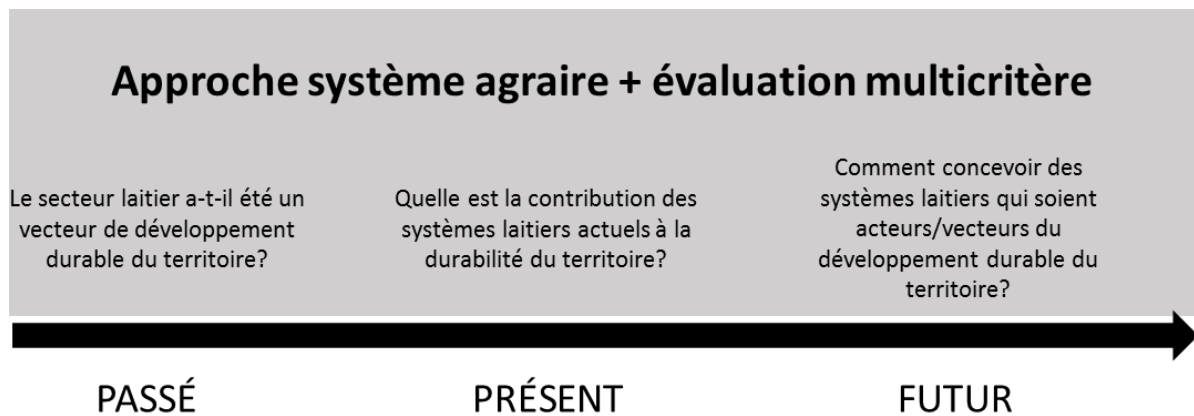
l'étape de production. Ceci pourrait s'inscrire dans une démarche globale d'évaluation par ACV telle que menée par Thèvenot (2014) par exemple dans une étude de l'impact socio-économique de la filière volaille réunionnaise. Ce dernier a ainsi démontré que près de 55% des emplois directs créés par la filière l'étaient en dehors des exploitations agricoles, principalement en aval du processus de production agricole.

Le choix des indicateurs d'évaluation de la durabilité environnementale, qui sont seulement globaux et non spécifiques à un territoire, pourrait également constituer l'une des limites de ce travail. En effet, contrairement aux facteurs économiques et sociaux, le diagnostic mené en première phase de thèse avec l'approche système agraire n'a pas permis de mettre en évidence d'enjeux environnementaux spécifiques pour les territoires étudiés, en dehors de la baisse de disponibilité en eau pour certaines zones du territoire de Vinukonda. Ceci s'explique en partie par la difficulté qu'ont les acteurs locaux, et en particulier les agriculteurs, à percevoir les problèmes environnementaux, dont ils sont en partie responsables, tant que ceux-ci ne sont pas apparus (Papy, 1991). De plus, le calendrier de thèse, la main-d'œuvre et le budget alloué n'ont pas permis d'effectuer des analyses qui auraient pu mettre en évidence de nouveaux problèmes tels que la fertilité des sols ou leur pollution.

Enfin, il est à noter que le travail de thèse a permis d'analyser les dynamiques autour du lait dans deux territoires où l'élevage laitier a été un vecteur de développement. Ces dynamiques ont été complétées par une évaluation multicritère qui amène une analyse « T0 » de la contribution de l'élevage laitier à la durabilité territoriale. A partir de ces résultats il serait ainsi

Concernant le passé, les systèmes laitiers historiques des deux territoires d'étude ont déjà été identifiés par les diagnostics agraires. Leur caractérisation permettrait une analyse diachronique de l'évolution de leur contribution à la durabilité des territoires. Toutefois, la caractérisation du fonctionnement de ces systèmes anciens n'est pas aussi fine que celle des systèmes actuels. En l'absence de bases de données statistiques ou de littérature décrivant ces systèmes, une telle évaluation interroge la méthodologie à adopter pour reconstituer ce fonctionnement.

A l'opposé, la conception de scénarios amènerait à réfléchir l'élevage laitier comme vecteur de développement durable pour le futur. Une telle initiative pourrait s'appuyer sur les nombreuses approches développées pour co-concevoir des systèmes de production durables (Meynard et al., 2012 ; Duru et al., 2014).





Conclusion et perspectives



Conclusion et perspectives

L'objectif de ce travail de thèse était d'analyser la contribution de systèmes de production laitiers au développement durable du territoire dans lequel ils s'inscrivaient. Dans ce but un cadre d'analyse combinant l'approche système agricole et l'évaluation multicritère de la durabilité a été appliqué à deux micro-territoires très contrastés. Cette approche s'est révélée pertinente pour traiter le développement durable à une échelle territoriale.

En effet, l'approche système agricole a mis en lumière les dynamiques agricoles – et plus particulièrement les dynamiques laitières – qui ont amené aux systèmes de production et enjeux actuels des deux territoires d'étude. Cette approche a également permis une caractérisation fine des systèmes de production laitiers identifiés. Ces systèmes de production, qui représentent un ensemble homogène d'exploitations, ont apporté une représentativité de l'élevage laitier à l'échelle territoriale, notre niveau d'étude. De plus, leur caractérisation a servi de base pour l'évaluation multicritère. L'évaluation multicritère de la durabilité a donc été nourrie de l'approche système agricole pour la sélection d'indicateurs d'évaluation pertinents et pour l'unité d'évaluation primaire : le système de production. Cette évaluation a finalement traduit les enjeux de durabilité préalablement identifiés en scores explicites et comparables entre eux.

Trois niveaux d'analyse ont été appliqués : i) durabilité interne, ou capacité des systèmes laitiers à se maintenir eux-mêmes ; ii) durabilité étendue locale, ou la contribution des systèmes de production laitiers à la durabilité du territoire local dans lequel ils s'inscrivent ; et iii) durabilité étendue globale, ou la contribution des systèmes de production laitiers à la durabilité à l'échelle globale. Globalement, l'élevage laitier réunionnais n'atteint la durabilité pour aucun des indicateurs évalués. Les indicateurs qui obtiennent les meilleurs scores se rapportent à la durabilité interne (« conditions de vie » et « conditions de travail ») et à la durabilité étendue globale (« émissions CO₂ »). En contraste, l'élevage laitier du territoire indien contribue clairement à « l'emploi direct » du territoire. Cependant, les autres indicateurs, à l'exception de

la « consommation en eau », et ce aux trois niveaux d'analyse, obtiennent des scores plus faibles, allant de « non durable » à « modérément durable ».

Cette évaluation multicritère a donc permis d'aborder clairement la question de développement durable à l'échelle territoriale et de proposer des leviers pour améliorer la contribution des systèmes de production laitiers analysés à ce développement.

Ainsi, l'élevage laitier contribuera plus au développement durable des territoires quand :

- Les conditions de production telles que l'accès aux ressources fourragères seront sécurisées pour tous les producteurs, en particulier les plus démunis (Vinukonda).
- Les niveaux de prix du lait permettront une rémunération du travail suffisante pour couvrir les besoins des ménages et pour investir dans du capital qui, en retour, permettra d'améliorer les conditions de production (Vinukonda, Hauts de l'Île de La Réunion).
- Les niveaux de prix du lait couplés à des politiques de développement territorial permettront aux producteurs laitiers de s'orienter vers des systèmes de production alternatifs, moins consommateurs d'intrants, créateurs de produits à haute valeur ajoutée et donc de richesse, en lien direct avec les consommateurs (Hauts de l'Île de La Réunion).
- Les femmes, pourvoyeuses majoritaires de main d'œuvre dans l'élevage laitier, pourront gérer, à l'égal des hommes, les revenus tirés de cette production laitière (Vinukonda).

Ce travail de thèse a donc permis de répondre aux questions de recherche. Pour certaines la réponse fournie est cependant partielle, principalement du fait des délais auxquels un travail de thèse est soumis ; un certain nombre de travaux pourraient ainsi être encore menés. Une évaluation multicritère de la contribution des systèmes de production laitiers passés, déjà identifiés lors des diagnostics agraires, permettrait d'analyser l'évolution des contributions des différents systèmes de production sur les trois piliers de la durabilité. Également, des scénarios prospectifs pourraient être conçus pour chaque territoire d'étude et évalués au regard du développement durable du territoire, afin d'accompagner la mise en place de politiques territoriales contributrices de développement durable.

Références

Agreste, 2017. *2007 – 2016 : la part de la production agricole locale se maintient sur le marché du frais, mais les importations continuent leur progression*. Agreste La Réunion n°104, 4 p.

Alary, V., & Dutilly-Diane, C. (2009). The Livestock Sector Investment and Policy Toolkit (LISP). A Collaborative project between FAO, WB and CIRAD. In : *TCI Investment days on "Promoting Livestock Investment for Poverty Reduction and Economic Growth"*, 14-15 december 2009, Rome, Italy. Accessible via : http://agritrop.cirad.fr/569877/1/document_569877.pdf

Alary, V., Duteurtre, G., & Faye, B. (2011). Elevages et sociétés : les rôles multiples de l'élevage dans les pays tropicaux. *INRA Productions Animales*, 24, 1, 145–156

Alavoine-Mornas, F., & Madelrieux S. (2015). Coopératives laitières : facteurs de maintien de l'élevage laitier en montagne ? *Revue de Géographie Alpine*, 103 (1), 15 p.

Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050. *ESA Working Paper no 12-03*. FAO, 154 p.

Ali, J. (2007). Livestock sector development and implications for rural poverty alleviation in India. *Livestock Research for Rural Development*, 19, 2

Alvarez, S., Timler, C., Michalscheck, M., Paas, W., Descheemaeker, K., Tiftonell, P., Andersson, J. A., & Groot, J. C. J. (2018). Capturing farm diversity with hypothesis-based typologies: An innovative methodological framework for farming system typology development. *PLOS ONE*, 13, 5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194757>

Aubron, C., Lehoux, H., & Lucas, C. (2015). Poverty and inequality in rural India. Reflections based on two agrarian system analyses in the state of Gujarat. *EchoGéo*, 32

Aubron, C., Noël, C., & Lasseur, J. (2016). Labor as a Driver of Changes in Herd Feeding Patterns: Evidence from a Diachronic Approach in Mediterranean France and Lessons for Agroecology. *Ecological Economics*, 127, 68–79. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.02.013>

- Aubron C., & Dorin, B. 2016. Croissance et revenu du travail agricole en Inde. Une économie politique de la divergence (1950-2014). *Economie Rurale*, 352, 41–65
- Baden-Powell, B. H. (1892). *The land systems of British India. A manual of the land-tenures and of the systems of land-revenue administration prevalent in the several provinces*. Clarendon Press, Vol. 1. Oxford.
- Bainville, S. (2016). Land rights issues in Africa: the contribution of agrarian systems research in Burkina Faso. *The Journal of Peasant Studies*, 44 (1), 261–285. <https://doi.org/10.1080/03066150.2016.1170010>
- Bandyopadhyay, D. (2008). Does land still matter? *Economic and Political Weekly*, 37–42.
- Bansil, P.C. (2004). Agricultural subsidies in India: a global view. In: *Agricultural incentives in India: past trends and prospective paths towards sustainable development*. Manohar Publishers. Delhi, India.
- Baré, J.-F. (2000). Comment parler de la réforme foncière à la Réunion ? Quelques points d'une étude en cours. In *Le monde rural à la Réunion : mutations foncières, mutations paysagères.*, p. 300.
- Benbabaali, D. (2013). *Caste dominante et territoire en Inde du Sud : Migration et ascension sociale des Kamma d'Andhra côtier*. Thèse de doctorat. Paris 10.
- Berre, D., Baudron, F., Kassie, M., Craufurd, P., & Lopez-Ridaura, S. (2016). Different ways to cut a cake: comparing expert-based and statistical typologies to target sustainable intensification technologies, a case-study in Southern Ethiopia. *Experimental Agriculture*, 55, S1, 191–207
- Benoit, G. (2015). Cinquante années de politique agraire et d'aménagement du territoire dans l'île de La Réunion, *Annales des Mines-Responsabilité et environnement*, FFE, 51–55. http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=RE1_079_0051
- Bhaduri, A. (1973). A Study in Agricultural Backwardness Under Semi-Feudalism. *The Economic Journal*, 83 (329), 120. <https://doi.org/10.2307/2231104>

Bonnal, P., Piraux, M., Fusillier, J.-L., & Guilluy, D. (2003). *Approche de la multifonctionnalité de l'agriculture à la Réunion*. Rapport CIRAD, 89 p.

Breman, J. (1985). Between accumulation and immiseration: The partiality of fieldwork in rural India. *The Journal of Peasant Studies*, 13(1), 5–36.
<https://doi.org/10.1080/03066158508438281>

Breman, J. (2007). *Labour bondage in West India from past to present*. Oxford University Press. New Delhi, India.

Breman, J., Guérin I., & Prakash A. (2009). *India's unfree workforce: of bondage old and new*. Oxford University Press. New Delhi, India.

Bridier, B. (1981). *L'élevage bovin réunionnais : des systèmes de production à dominante élevage bovin dans les Hauts de l'île*. Diagnostic. Chambre Départementale d'Agriculture de la Réunion, 89 p.

Briquel, V., Vilain, L., Bourdais, J. L., Girardin, P., Mouchet, C., & Viaux, P. (2001). La méthode IDEA (indicateurs de durabilité des exploitations agricoles) : une démarche pédagogique. *Ingénieries*, 25, 29–39

Candler, W., & Kumar, N. (1998). *India: the dairy revolution: the impact of dairy development in India and the World Bank's contribution*. Washington, D.C: World Bank.

Caron, P. (2015). Territory: with government and market, a major institutional component to achieve resilience. *Natures Sciences Sociétés*, 23, 2, 175–182
<https://doi.org/10.1051/nss/2015038>

Caron, P., Valette, E., Wassenaar, T., Coppens d'Eeckenrugge, & Papazian, V., coords, 2017. *Living territories to transform the world*. Editions Quae, 277 p.

Cefai, D. (2010). *L'engagement ethnographique*. Éditions de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales.

- Chand, P., Sirohi, S., & Sirohi, S.K. (2015). Development and application of an integrated sustainability index for small-holder dairy farms in Rajasthan, India. *Ecological Indicators*, 56, 23–30.
- Charroin, T., Veysset, P., Devienne, S., Fromont, J.-L., Palazon, R., & Ferrand, M. (2012). Productivité du travail et économie en élevages d’herbivores : définition des concepts, analyse et enjeux. *INRA Productions Animales*, 25 (2), 193–210.
- CMED, 1987.
- CNIEL, 2017. *L’économie laitière en chiffres*, 196 p.
- Cochet, H., Devienne, S., & Dufumier, M. (2007). L’agriculture comparée, une discipline de synthèse ? *Economie Rurale*, 297-298, 99–112
- Cochet, H. (2011). *L’agriculture Comparée*. Quae. Indisciplines. 159 p.
- Cochet, H. (2012). The ‘systeme agraire’ concept in francophone peasant studies. *Geoforum*, 43, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2011.04.002>
- Cochet, H. (2015). *Comparative Agriculture*. Springer. Dordrecht, Netherlands. 54 p.
- Coppes, P. P., Van Battum, S., & Ledman, M. (2018). *Global dairy top 20: a shuffling of the deck chairs*. RaboResearch, 4 p.
- Coquil, X., Fiorelli, J. L., Mignolet, C., Blouet, A., Foissy, D., Trommenschlager, J. M., Bazard, C., Gaujour, E., Gouttenoire, L., & Schrack, D. (2008). *Evaluation multicritère de la durabilité agro-environnementale de systèmes de polyculture élevage laitiers biologiques*. Journées SAD ASTER, 19-20 mai 2008, Mirecourt. 15 p.
- Correra, P., Arbeletche, P., Piedrabuena, L., Bartaburu, D., Tourrand, J.F., & Morales Grosskopf, H. (2015). Bassin laitier de Salto (Uruguay). L’expansion d’un bassin basé sur le développement de l’agro-industrie et de l’exportation ». Dans Napoléone, M., Corniaux, C., & Leclerc, B. (coords). *Voies lactées. Dynamique des bassins laitiers entre globalisation et territorialisation*. Inra-sad – Cardère, 39–65. DOI : 10.15454/1.447773668766975E12

- Das, R. J. (2007). Looking, but not seeing: The State and/as class in rural India. *The Journal of Peasant Studies*, 34 (3–4), 408–440.
- De Cambiaire, J. (1983). *La certitude du développement : une référence mutualiste à la Réunion*. Atya Edition, Paris, 286 p.
- De Olde, E. M., Oudshoorn, F. W., Sørensen, C. A. G., Bokkers, E. A. M., & de Boer, I. J. M. (2016). Assessing sustainability at farm-level: Lessons learned from a comparison of tools in practice. *Ecological Indicators*, 66, 391–404. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.01.047>
- Deffontaines, J. P. (1997). Du paysage comme moyen de connaissance de l'activité agricole à l'activité agricole comme moyen de production du paysage. In : Blanc-Pamard, C., & Boutrais, J. (coord.). *Thème et variations : nouvelles recherches rurales au sud*. Paris : ORSTOM, 305-322. (Colloques et Séminaires). Dynamique des Systèmes Agraires : Séminaire, Paris (FRA), 1995. ISBN 2-7099-1375-5
- Defos Du Rau, J. (1960). *L'île de la Réunion : étude de géographie humaine*. Institut de géographie, Faculté des lettres, 756 p.
- Depeyrot, J.-N. (2017). *Base de données ADEL et changements des exploitations laitières françaises*. Centre d'Etudes et de Prospective, Paris, France.
- Dorin, B., & Landy, F. (2009). *Agriculture and Food in India: A half-century review, from independence to globalization*. Quae. Delhi, India: Manohar Publishers.
- Dorin, B., & Aubron, C. (2016). Croissance et revenu du travail agricole en Inde. Une économie politique de la divergence (1950-2014). *Economie Rurale*, 352, 41–65.
- Dubs, F., Boulanger, G., Auda, Y., Fedoroff, E., Pongé, J. F., & Lavelle, P. (2003). Impact du changement de l'utilisation des terres sur la biodiversité de la faune du sol : le cas du Morvan. In : Vanpeene-Bruhier, S. eds. *Évaluation des risques environnementaux pour une gestion durable des espaces*. CEMAGREF, Antony, France, 83–89
- Dufumier, M. (1996). *Les projets de développement agricole*. CTA-Karthala, Paris. 354 p.

Dufumier, M. (2006). Diversité des exploitations agricoles et pluriactivité des agriculteurs dans le Tiers Monde. *Cahiers Agricultures*, 15, 6, 584–588

Dumont, R. (1952). *Agriculture comparée*. Larousse Agricole, 903–938

Durgaprasad, P. (1986). *Cooperative dairying and rural development A case study of a village in Guntur district Andhra Pradesh*. Sardar Patel University, 280 p. Accessible via : <https://shodhganga.inflibnet.ac.in/handle/10603/75297>

Duru, M., Fares, M., & Therond, O. (2014). Un cadre conceptuel pour penser maintenant (et organiser demain) la transition agroécologique de l'agriculture dans les territoires. *Cahier Agricultures*, 23, 84–95. doi : 10.1684/agr.2014.0691

Elsaesser, M., Jilg, T., Herrmann, K., Boonen, J., Debruyne, L., Laidlaw, A.S., & Aarts, F. (2015). Quantifying sustainability of dairy farms with the DAIRYMAN-sustainability-index. *Grassland Science in Europe*, 20, 367–376

FAO. The global dairy sectors: facts. FAO note available at: <http://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/2016/12/FAO-Global-Facts-1.pdf>

FAO, 1998. *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and drainage paper 56. ISBN 92-5-104219-5.

FAO, 2010. *Status and prospects for smallholder milk production – A global perspective*. T. Hemme et J. Otte, Rome. 186 p.

FAO, 2014. *SAFA: sustainability assessment of food and agriculture systems. Guidelines, version 3.0*. Food and Agricultural Organization of the United Nations. p. 253

FAO. 2018. *Transforming Food and Agriculture to Achieve the SDGs: 20 interconnected actions to guide decision-makers*. Technical Reference Document. Rome. 132 p.

FAO, GDP, et IFCN, 2018. *Dairy Development's Impact on Poverty Reduction*. Chicago, Illinois, USA. 56 p.

Farvar, M. T., et Milton, J. P. eds (1972). *The careless technology. Ecology and international development*. The Natural History Press, New York. 1030 p.

- Ferraton, N., & Touzard, I. (2009). *Comprendre l'agriculture familiale. Diagnostic des systèmes de production*. Editions Quae et CTA, 135 p.
- Fiorelli, C., Porcher, J., & Dedieu, B. (2007). *Pourquoi faire de l'élevage quand on a un autre travail ?* Rencontres Recherche Ruminants, 14, 389–392
- Flipo, F. (2014). Les trois conceptions du développement durable. *Développement durable et territoires*, 5, 3, 15 p.
- FranceAgriMer, 2016. *Évolution des structures de production laitière en France. Dernière image sous le régime des quotas laitiers*. Les études de FranceAgriMer.
- Frayssignes, J. (2001). L'ancrage territorial d'une filière fromagère d'AOC. L'exemple du système Roquefort. *Economie Rurale*, 264, 89–103.
- Gambino, M. (2014). Les mutations des systèmes productifs français : le modèle breton, à revisiter, *France : les mutations des systèmes productifs*, pp. 371-382
- Gambino, M., Laisney, C., et Vert, J. coord (2012). *Le monde agricole en tendances. Un portrait social prospectif des agriculteurs*. Centre d'études et de prospectives, SSP, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire. 124 p.
- Garambois, N. (2011). *Des prairies et des hommes. Les systèmes herbagers économes du bocage poitevin : agro-écologie, création de richesse et emploi en élevage bovin*. Thèse de doctorat, AgroParisTech. 595 p.
- Garambois, N., & Devienne, S. (2012). Les systèmes herbagers économes. Une alternative de développement agricole pour l'élevage bovin laitier dans le Bocage vendéen ? *Economie Rurale*, 330-331, 56–72
- Garg, M.R., Phondba, B.T., Sherasia, P.L., & Makkar H.P.S. (2016). Carbon footprint of milk production under smallholder dairying in Anand district of Western India: a cradle-to-farm gate life cycle assessment. *Animal Production Science*, 56, 423–436.
<http://dx.doi.org/10.1071/AN15464>

- Garikipati, S. (2008). Agricultural wage work, seasonal migration and the widening gender gap: evidence from a semi-arid region of Andhra Pradesh. *European Journal of Development Research*, 20 (4), 629–48
- Gerber, P., Vellinga, T., Opio, C., & Steinfeld, H. (2011). Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems. *Livestock Science*, 139, 100–108
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*. FAO, 139 p.
- Godard, O., et Hubert, B. (2002). *Le développement durable et la recherche scientifique à l'INRA*. Rapport intermédiaire de mission à la directrice générale de l'INRA. 45 p.
- Guérin, I., Roesch, M., & Venkatasubramanian, G. (2007). «Ne nous libérez pas!» : L'ambiguïté du principe de l'avance sur salaire à partir de l'exemple des briqueteries en Inde du Sud. *Autrepart*, 43 (3), 121. <https://doi.org/10.3917/autr.043.0121>
- Guérin, I., Michiels, S., Ponnarasu, S., & Venkatasubramanian, G. (2012). Ambiguities and paradoxes of the decent work deficit: Bonded migrants in Tamil Nadu. *Global Labour Journal*, 3 (1).
- Guérin, I. (2013). Bonded labour, agrarian changes and capitalism: emerging patterns in South India. *Journal of Agrarian Change*, 13 (3), 405–423.
- Grieu, E. (1984). *Sangam Dairy : une coopérative laitière en Inde centrale (Andhra Pradesh)*. Mémoire de maîtrise en Géographie, Université de Paris I, 216 p.
- Gupta, D. (2000). *Interrogating caste: understanding hierarchy and difference in Indian society*. New Delhi: Penguin Books India.
- Harika, R., Pandey, D., Sharma, A., & Sirohi, S. (2015). Water Footprint of milk production in Andhra Pradesh. *Indian Journal of Dairy Science*, 68, 4, 384–389
- Harriss, J. (2013). Does 'Landlordism' still matter? Reflections on agrarian change in India. *Journal of Agrarian Change*, 13 (3), 351–364.

- Harriss-White, B., & Janakarajan S. (2002). *Rural India facing the 21st Century: essays on long term village change and recent development policy*. Anthem Press.
- Harwood, R. R. (1990). *A History of Sustainable Agriculture*. Soil and Water Conservation Society. 712 p.
- Hervieu, B., & Purseigle, F. (2013). *Sociologie des mondes agricoles*. Armand Colin, 316 p.
- Himanshu, Lanjouw, P., Murgai, R., & Stern, N. (2013). Nonfarm diversification, poverty, economic mobility, and income inequality: a case study in village India. *Agricultural Economics*, 44 (4–5), 461–473. <https://doi.org/10.1111/agec.12029>
- Himanshu, Joshi, B., & Lanjouw, P. (2016). Non-farm diversification, inequality and mobility in Palanpur. *Economic and Political Weekly - Review of Rural Affairs*, LI (26/27), 43–51.
- HLPE, 2016. *Sustainable agricultural development for food security and nutrition: what roles for livestock?* A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome. 140 p.
- Huang, J., Tichit, M., Poulot, M., Darly, S., Li, S., Petit, C., & Aubry, C. (2015). Comparative review of multifunctionality and ecosystem services in sustainable agriculture. *Journal of Environmental Management*, 149, 138–147
- Hugh, W.I., Tanaka, T., Nolan, J.C., & Fox, L.K. (1986). *The Livestock Industry in Hawaii*. HITAHR Information Text Series 025. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii.
- IDELE, 2017. *Des systèmes d'avenir pour le lait de vache français*. IDELE, CNE, FranceAgriMer,
- IDELE, 2015. *Systèmes bovins lait – cas concret 2014 en Bretagne*. Institut de l'Élevage, 50 p.
- IDF, 2018. *The world dairy situation 2018*. Bulletin of the International Dairy Federation, 494.
- Ilaiah, K. (2004). Caste or class or caste-class: a study in Dalit-Bahujan consciousness and struggles in Andhra Pradesh in 1980s. In: Mohanty, M. *Class, caste, gender. Readings in Indian government and politics*. SAGE Publications Inc. Thousand Oaks, United States.

ILRI, 2008. *ILRI Annual Report 2007: Markets That Work: Making a Living from Livestock*. ILRI, Nairobi, Kenya.

IPCC, 2006. *Guidelines for national greenhouse gas inventories. Volume 4: agriculture, forestry and other land use*. Available at: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

Jauze, J.M. (2009). Avant-propos. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 245, 1-4.

Jha, P. (2006). Some aspects of the well-being of india's agricultural labour in the context of contemporary agrarian crisis. *The Indian Journal of Labour Economics*, 49 (4), 24.

Jodhka, S. S. (2006). Beyond 'Crises': Rethinking Contemporary Punjab Agriculture. *Economic and Political Weekly*, 1530–1537.

Jodhka, S. S. (2014). Emergent ruralities: revisiting village life and agrarian change in Haryana. *Economic and Political Weekly - Review of Rural Affairs*, XLIX (26/27), 5–17.

Joshi, P. C. (1970). Land reform in India and Pakistan. *Economic and Political Weekly*, 5 (52), 145–152.

Joshi, P. C. (1974). Land reform and Agrarian change in India and Pakistan since 1947: I. *The Journal of Peasant Studies*, 1 (2), 164–185.

Lacoste, M., Lawes, R., Ducourtieux, O., & Flower, K. (2016). Comparative agriculture methods capture distinct production practices across a broadacre Australian landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 233, 381–395. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.09.020>

Lacoste, M., Lawes, R., Ducourtieux, O., & Flower, K. (2018). Assessing regional farming system diversity using a mixed methods typology: the value of comparative agriculture tested in broadacre Australia. *Geoforum*, 90, 183–205. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.01.017>

Laganier R., Villalba B., et Zuindeau, B. (2002). Le développement durable face au territoire : éléments pour une recherche pluridisciplinaire. *Développement Durable et Territoires*, 1, 1–19

- Lairez, J., Feschet, P., Aubin, J., Bockstaller, C., & Bouvarel, I. (2015). *Agriculture et développement durable - guide pour l'évaluation multicritère*. Educagri & Quae éditions. 226 p.
- Lairez, J., Feschet, P., Botreau, R., Bockstaller, C., Fortun-Lamothe, L., Bouvarel, I., & Aubin, J. (2017). L'évaluation multicritère des systèmes d'élevage pour accompagner leurs évolutions : démarches, enjeux et questions soulevées. *INRA Productions Animales*, 30, 3, 255–268
- Laudie-Lecomte, N. (2003). *Le compromis agricole réunionnais : mutation sectorielle et construction territoriale à l'Île de la Réunion*, Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier, 1037 p.
- Laurent, C., Hulin, S., Agabriel, C., Chassaing, C., Botreau, R., & Monteils, V. (2017). Co-construction of an assessment method of the environmental sustainability for cattle farms involved in a Protected Designation of Origin (PDO) cheese value chain, Cantal PDO. *Ecology Indicators*, 76, 357–365.
- Le Mons Walker, K. (2008). Neoliberalism on the ground in rural India: predatory growth, agrarian crisis, internal colonization, and the intensification of class struggle. *The Journal of Peasant Studies*, 35 (4), 557–620.
- Leach, K., Gerrard, C., Braad Kudahl, A., Nykänen, A., Vaarst, M., Weissensteiner, R., & Padel, S. (2012). Assessing the sustainability of EU dairy farms with different management systems and husbandry practices. *2nd IFOAM / ISOFAR International Conference on Organic Animal Husbandry*, Hamburg, Germany, September 12-14, 2012. 4 p.
- Lerche, J. (2011). Agrarian crisis and agrarian questions in India. *Journal of Agrarian Change*, 11 (1), 104–118. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0366.2010.00295.x>
- López-Ridaura, S. (2002). Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. *Ecological Indicators*, 2, 1–2, 135–148. [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00043-2)
- Mahendrakumar, M. S. (2006). Yadava - a pastoral caste of Kerala. *The Anthropologist*, 8(2), 83–87.

- Mandret, G., Hassoun, P., Paillat, J.-M., Tillard, E., Blanfort, V.** (2000). *L'élevage bovin à la Réunion : synthèse de quinze ans de recherche*. Edition CIRAD, 350 p.
- Marblé Y., Aubron, C., & Vigne, M. (2018). Le développement des Hauts de la Réunion par l'élevage bovin laitier : un modèle à bout de souffle. *Géocarrefour*, 92 (3), 1–20
- Marblé, Y., & Aubron, C. Reshuffling the cards of social dynamics in rural India through land rental and dairy farming? Case study of a micro-region in Andhra Pradesh. *Journal of Agrarian Change*, submitted
- Marraccini, E., Lardon, S., Loudiyi, S., Giacché, G., & Bonari, E. (2013). Durabilité de l'agriculture dans les territoires périurbains méditerranéens : enjeux et projets agriurbains dans la région de Pise (Toscane, Italie). *Cahiers Agriculture*, 22, 6, 517–525
- Mayer Jouanjean, I. (2011). *L'île de La Réunion sous l'œil du cyclone au XXème siècle. Histoire, Société, et catastrophe Naturelle*. Thèse de doctorat, Université de la Réunion, 473 p.
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00780487/document>
- Mazoyer, M. (1982). Origines et mécanismes de reproduction des inégalités régionales de développement agricole en Europe, *Économie rurale*, 150-151, 25-33.
<http://dx.doi.org/10.3406/ecoru.1982.2879>
- Mazoyer, M., & Roudart L. (1997). *Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine*. Editions du Seuil, 534 p.
- Mazoyer, M., et Roudart, L. (2006). *A history of world agriculture: from the Neolithic age to the current crisis*. Earthscan. 525 p.
- Mebratu, D. (1998). Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. *Environmental Impact Assessment Review*, 18, 493–520
- Meul, M., Passel, S., Nevens, F., Dessein, J., Rogge, E., Mulier, A., & Hauwermeiren, A. (2008). MOTIFS: a monitoring tool for integrated farm sustainability. *Agronomy for Sustainable Development*, 28, 2, 321–332. <https://doi.org/10.1051/agro:2008001>

- Meynard, J.M., Dedieu, B., & Bos, B. (2012). Re-design and co-design of farming systems: An overview of methods and practices. In: Darnhofer, I., Gibbon, D., & Dedieu, B., édés. *Farming Systems Research into the 21st century: The new dynamic*. Dordrecht : Springer. 405–429
- Mottet, A. (2005). *Transformations des systèmes d'élevage depuis 1950 et conséquences pour la dynamique des paysages dans les Pyrénées. Contribution à l'étude du phénomène d'abandon de terres agricoles en montagne à partir de l'exemple de quatre communes des Hautes-Pyrénées*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, 327 p.
- Moity Maïzi, P., & Bouche, R. (2011). Ancrage territorial et hybridation des savoir-faire au sein d'un système agroalimentaire localisé. Le cas des fromages corses. *Economie Rurale*, 322, 24–38
- Nagpal, A. K., Arora, M., & Singh, G. P. (2005). Nutrient utilization of gram straw (*Cicer arictinum*) based complete feed blocks in camel calves. *Indian Journal of Animal Sciences*, 75, 1, 64–68
- Napoléone, M., & Corniaux, C. (2015). « Introduction », In Napoléone M., Corniaux C., Leclerc B. (coords), *Voies lactées. Dynamique des bassins laitiers entre globalisation et territorialisation*. Inra-Sad – Cardère éditeur, 13–18
- Napoléone, M., Corniaux, C., & Leclerc, B. coords (2015). *Voies lactées : dynamique des bassins laitiers, entre globalisation et territorialisation*. Inra-Sad et Cardère éditeur, 331 p.
- Narasimha Rao, P., & Suri, K. C. (2006). Dimensions of agrarian distress in Andhra Pradesh. *Economic and Political Weekly*, 1546–1552.
- Narasimha Reddy, D., & Mishra S. (2009). *Agrarian crisis in India*. New Delhi : Oxford University Press.
- Nazir, H., Kharkwal, S., Bardhan, D., Tripathi, S. C., & Kumar, A. (2017). Sustainability assessment of dairy production systems in Uttarakhand hills of India. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 5, 2, 215–229

Nidumolu, U.B., Lubbers, M., Alary, V., Lecomte, P., & Van Keulen, H. (2011). A discussion support model for a regional dairy–pasture system with an example from Reunion Island. *Journal of Agricultural Science*, 149, 663-674.

OECD, 2001. *Multifunctionality. Towards an analytical framework*. OECD publications, Paris. p. 157

OECD-FAO, 2016. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025*. OECD Paris & FAO Rome.

Base de données disponible sur :
https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2016

Olivier de Sardan, J.-P. (1995). La politique du terrain : sur la production des données en anthropologie. *Enquête*, 1, 71–109. <https://doi.org/DOI : 10.4000/enquete.263>

ONU, 2015. *Transformer notre monde : le programme de développement durable à l'horizon 2030*. Résolution de l'assemblée générale du 21 octobre 2015. 38 p.

Papy, F., 1992. Agriculture et environnement : des éléments de réflexion. *BTI*, 8, 2-11.

Pereira, P.C. (2014). Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*, 30, 619-627

Perrot, C., Caillaud, D., Chatellier, V., Ennifar, M., & You, G. (2015). La diversité des exploitations et des territoires laitiers français face à la fin des quotas. *Fourrages*, 221, 57–68

Peyraud, J-L., Cellier, P., Donnars, C., Aarts, F., Beline, F., ... & Veysset, P. (2012). Les flux d'azote en élevage de ruminants. *Rencontres Recherches Ruminants*, 19. Paris, France. Institut de l'Elevage - INRA, pp.41–48.

Picherit, D. (2009). Workers, trust us!': labour middlemen and the rise of the lower castes in Andhra Pradesh. In Breman et al. *India's unfree workforce. Old and new practices of labour bondage*. New Delhi: Oxford University Press. pp. 259–283

Planning Commission, Government of India. 2013 (1). *Twelfth five-year plan (2012–2017): faster, more inclusive and sustainable growth. Vol. I*. New Delhi: SAGE Publications India.

Planning Commission, Government of India. 2013 (2). *Twelfth five-year plan (2012–2017): economic sectors. Vol. 2.* New Delhi: SAGE Publications India.

Planning Commission, Government of India. 2013 (3). *Twelfth five-year plan (2012–2017): social sectors. Vol. 3.* New Delhi: SAGE Publications India.

RA, 2010, *Recensement Général Agricole, département La Réunion.*
<http://daaf.reunion.agriculture.gouv.fr/Les-chiffres-par-commune>

Ramachandran, V. K., Rawal, V., & Swaminathan, M. (2010). Land, assets, incomes and employment in three villages in Andhra Pradesh. *The Marxist*, 26 (2), 51–76.

Rawal, V. (2006). The labour process in rural Haryana (India): a field-report from two villages. *Journal of Agrarian Change*, 6 (4), 538–583.

Rawal, V. (2008). Ownership holdings of land in rural India: Putting the record straight. *Economic and Political Weekly*, 43–47.

Rawal, V., & Swaminathan, M. (2011). Income inequality and caste in village India. *Review of Agrarian Studies*, 1 (2), 108–33.

Reboul, C. (1976). Mode de production et systèmes de culture et d'élevage. *Économie rurale*, 112 (1), 55–65. <https://doi.org/10.3406/ecoru.1976.2413>

Ricard, D. (2014). Les mutations des systèmes productifs en France : le cas des filières laitières bovines. *Revue Géographique de l'Est*, 54 (1-2), 26 p.

Ricard, D. (2015). La coopération laitière dans la montagne française : Héritages, diversité des structures, dynamique du mouvement, *Revue de géographie alpine*, 103 (1), 13 p.
<http://dx.doi.org/10.4000/rga.2739>

Ryschawy, J., Disenhaus, C., Bertrand, S., Allaire, G., Aubert, C., Aznar, O., Guinot, C., Josien, E., Lasseur, J., Perrot, C., Plantureux, S., Tchakerian, E., & Tichit, M. (2013). Evaluer les services rendus par l'élevage dans les territoires : une première quantification sur le cas français. *Rencontres Recherches Ruminants*. 4 p.

Richefort, L. (2008). La diffusion de technologies d'irrigation économes en eau à l'Île de la Réunion. *Revue d'Economie Régionale & Urbaine*, 1, 109-130

Sauvenier, X., Valckx, J., Van Cauwenbergh, N., Wauters, E., Bachev, H., Biala, K., Biolders, C., Brouckaert, V., Garcia-Cidad, V., Goyens, S., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Vanclooster, M., & Peeters, A. (2006). Framework for assessing sustainability levels in Belgian agricultural systems – SAFE. SPSD II, 126 p.

Sébillotte, M. (1976). *Jachère, système de culture, système de production*. INA-PG.

Sébillotte, M. (1977). Jachère, système de culture, système de production, méthodologie d'étude. *Journal d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée*, 24, 2–3, 241–264

Sembada, P., Moulin, C. H., & Duteurtre, G. (2017). The importance of working capital in the sustainability of smallholder farms in West Java (Indonesia). Colloque SFER 14-15 décembre, Lyon. 23 p.

Shah, T., Giordano, M., & Mukherji, A. (2012). Political economy of the energy-groundwater nexus in India: exploring issues and assessing policy options. *Hydrogeology Journal*, 20 (5), 995–1006. <https://doi.org/10.1007/s10040-011-0816-0>

Sharma, M., & Vanjani, U. (1989). Women's work is never done: dairy 'development' and health in the lives of rural women in Rajasthan. *Economic and Political Weekly*, 24, 17, 38–44

Sharma, V. P. (2007). India's agrarian crisis and smallholder producers' participation in new farm supply chain initiatives: a case study of contract farming. *IIMA working paper no 2007-08-01*.

Shylendra, H. S. (2013). Dairying as an instrument of inclusive rural development. *Indian Dairyman*, 14–16, 113–115.

Siddiqui, K. (2015). Agrarian crisis and transformation in India. *Journal of Economics and Political Economy*, 2 (1), 20.

Sidot, G., Moreau, J. C., & Guillaumin, A. (2005). L'attente des éleveurs par rapport à l'évolution de leur métier et des conditions de travail. *Fourrages*, 181, 95-103

- Simon, J-C., Grignani, C., Jacquet, A., Le Corre, L., & Pagès, J. (2000). Typologie des bilans d'azote de divers types d'exploitation agricole : recherche d'indicateurs de fonctionnement. *Agronomie*, 20, 175–195
- Singh, H. (2008). The real world of caste in India. *The Journal of Peasant Studies*, 35 (1), 119–132. <https://doi.org/10.1080/03066150801983352>
- Srinivasulu, K. (2002). *Caste, class and social articulation in Andhra Pradesh, India: mapping differential regional trajectories*. London: Overseas Development Institute.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & Haan, C.d. (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization (FAO). 416 p.
- Stringleman, H., Scrimgeour, F. (2008). *Dairying and dairy products - Beginnings of New Zealand's dairy industry*. Te Ara - the Encyclopedia of New Zealand. Disponible sur : <http://www.TeAra.govt.nz/en/dairying-and-dairy-products/page-1>
- Sultana, Mst. N., Mohi Uddin, M., Ridoutt, B., Hemme, T., & Peters, K. (2015). Benchmarking consumptive water use of bovine milk production systems for 60 geographical regions: An implication for global food security. *Global Food Security*, 4, 56–68
- Taher Srain, M., Ben Salem, M., Bourbouze, A., Elloumi, M., Faye, B., Madani, T., & Yakhlef, H. (2007). Analyse comparée de la dynamique de la production laitière dans les pays du Maghreb. *Cahiers Agricultures*, 16, 4, 251–257
- Terrier, M., Gasselin, P., & Le Blanc, J. (2013). Assessing the Sustainability of Activity Systems to Support Households' Farming Projects. In A. A. Marta-Costa & E. L. D. G. Soares da Silva (Eds.), *Methods and Procedures for Building Sustainable Farming Systems* (pp. 47–61). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5003-6_5
- Thévenot, A. (2014). *Un nouveau cadre conceptuel pour évaluer la contribution des filières agricoles au développement durable des territoires – application à la filière avicole réunionnaise*. Thèse de doctorat, Université de la Réunion. 212 p.

- Thompson, P. (1997). Markets, moral economy and the ethics of sustainable agriculture. In Heijman, W., Hetsen, H., & Frouws. *Rural reconstruction in a market economy*. Mansholt Studies, 39–54
- Trouvé, A., Dervillé, M., Gouin, D.-M., Pouch, T., Briot, X., Fink-Kessler, A., Kroll, J.-C., Lambare, P., & Rat-Apsert, O. (2016). *Étude sur les mesures contre les déséquilibres de marché : Quelles perspectives pour l'après quotas dans le secteur laitier européen ?* Rapport d'étude pour le MAAF et FranceAgriMer, 283 p.
- Upreti, C. R., Kuwar, B. S., & Panday, S. B. (2007). Use of rice straw and black gram straw in fodder based goat's diets in the hills of Nepal. *Nepal Agricultural Resources Journal*, 8, 82-87
- Valbuena, D., Groot, J. C. J., Mukalama, J., Gérard, B., & Tiftonell, P. (2015). Improving rural livelihoods as a “moving target”: trajectories of change in smallholder farming systems of Western Kenya. *Regional Environmental Change*, 15, 7, 1395–1407
- Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Biolders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., ... & Peeters, A. (2007). SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 120, 2–4, 229–242. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.09.006>
- Vanier, M. (2010). *Le pouvoir des territoires. Essai sur l'interterritorialité*. Paris, Economica-Anthropos. p. 159
- Vayssières, J., Guerrin, F., Paillat, J.M., & Lecomte, P. (2009). GAMEDE: A global activity model for evaluating the sustainability of dairy enterprises. Part I. Whole-farm dynamic model. *Agricultural Systems*, 101-3, 128-138.
- Vigne M. (2012). *Flux d'énergie dans des systèmes d'élevage laitier contrastés. Elaboration d'indicateurs et analyse de la diversité inter et intra-territoire*. Thèse de doctorat, AgroCampus Ouest. 283 p.
- Vigne, M., Vayssières, J., Lecomte, P., & Peyraud, J.-L. (2013a). Pluri-energy analysis of livestock systems – A comparison of dairy systems in different territories. *Journal of Environmental Management*, 126, 44–54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.04.003>

Vigne, M., Peyraud, J-L., Lecomte, P., Corson, M.S., & Wilfart, A. (2013b). Emergy evaluation of contrasting dairy systems at multiple levels. *Journal of Environmental Management*, 129, 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.05.015>

Vijay, R. (2012). Structural retrogression and rise of ‘new landlords’ in Indian agriculture: an empirical exercise. *Economic & Political Weekly*, XLVII (5), 37–45.

Wolf, M. A., Pant, R., Chomkhamisri, K., Sala, S., & Pennington, D. (2012). *The international reference life cycle data system (ILCD) handbook. Towards more sustainable production and consumption for a resource-efficient Europe*. European Commission JRC Reference Reports, 72 p.

World Bank, 2018. Employment in agriculture (% of total employment, modeled ILO estimate). ILOSTAT database. Consultable sur : <https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS>

Annexe 1 : Protocoles des diagnostics agraires et des entretiens pour l'évaluation multicritère de la durabilité

1. Diagnostics agraires

Dans le cadre de ma thèse, deux diagnostics agraires ont été effectués, un pour chaque territoire d'étude. Ces diagnostics agraires ont suivi la méthodologie présentée par Cochet (2011) et Ferraton et Touzard (2009), suivant ces trois principales étapes :

- Observation du paysage
- Dynamiques agraires
- Caractérisation des systèmes de production

1.1. Observation du paysage

Il est important de commencer par l'étude du paysage afin d'obtenir des bases sur la zone d'étude, les élevages s'ancrant dans un milieu biophysique et climatique donné. Les observations faites peuvent ainsi constituer la base d'entretiens avec les éleveurs (Ferraton et Touzard, 2009).

Cette étape s'est faite, sur chaque terrain, en visitant tout le territoire via des moyens motorisés (voiture, moto) et à pied. Les observations se sont portées sur : l'identification et description des grands ensembles topographiques (vallées, plateaux, plaines, chaîne de collines/montagnes) ; la description des ressources en eau : cours d'eau permanents/saisonniers, sens des écoulements, sources, ravines, etc. ; la description des sols ; la végétation (espaces arborés & herbacés) ; l'aménagement des parcelles (taille, forme, proportion les unes par rapport aux autres, espèces végétales présentes, talus, fossés, rigoles, pratiques d'irrigation, haies, clôtures, etc.) ; l'implantation des villages ; l'agencement et style des habitations ; les équipements agricoles ; les animaux sauvages éventuels ; les animaux d'élevage ; et la présence d'animaux de traits.

La saison à laquelle cette étape est réalisée a une grande influence sur les observations faites. En effet, en saison sèche, beaucoup moins d'infos sont recueillies sur les cultures par rapport à la saison humide – plus particulièrement pour le territoire de Vinukonda. Les entretiens avec les agriculteurs/éleveurs ont permis de résoudre en partie ce problème et une seconde période de terrain, en fin de saison des pluies pour Vinukonda, a également permis de faire de nouvelles observations.

Le résultat attendu de cette première étape est un zonage agro-écologique de la région étudiée. Un zonage agro-écologique signifie l'identification des unités de l'écosystème exploitées de manière similaire et la caractérisation biophysique et agronomique de chacune de ces unités et leur localisation les unes par rapport aux autres.

L'observation du paysage permet également de formuler de nombreuses questions et hypothèses qui guident la suite de l'étude.



Figure : exemple d'observation de paysage sur le territoire de Vinukonda : fonctionnement d'un réseau de micro-canaux d'irrigation dans des rizières présentes sous un réservoir d'eau.

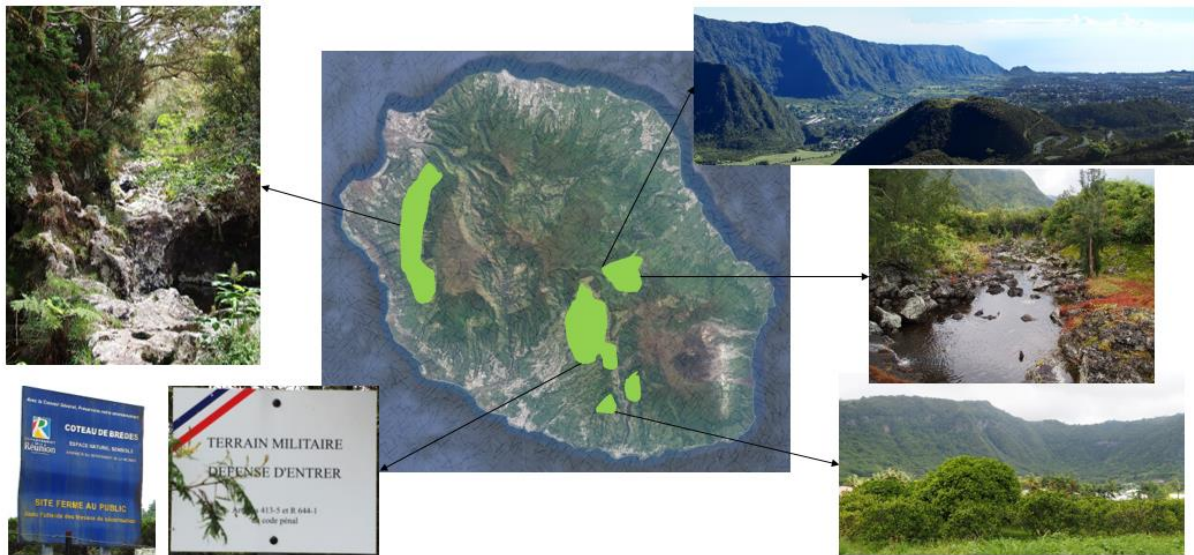


Figure : observations des zones non exploitables sur le territoire des Hauts de La Réunion

1.2. Dynamiques agraires

Cette étape permet la caractérisation et définition temporelle des différents systèmes agraires qui se sont succédés – ainsi que les phases de transition. De plus, elle permet d’expliquer comment la différenciation entre les exploitations s’est opérée au cours de l’histoire, en fonction des surfaces exploitées, des outils et équipement utilisés, du matériel végétal et animal utilisé et des techniques employées, au gré des évolutions démographiques, des évènements économiques et politiques, ainsi que des recompositions sociales.

Afin de recueillir l’historique agricole de la région d’étude, les personnes-clé sont le plus souvent âgées : elles sont à même de raconter les changements/trajectoires de l’agriculture qui se sont produits au cours de leur vie. Des entretiens d’éleveurs encore en activité se font dans un deuxième temps afin d’affiner la compréhension des évènements les plus récents avec lesquels les éleveurs âgés sont moins familiarisés. Pour ces diagnostics agraires, je me suis attardée sur les 50-60 dernières années. L’année à laquelle l’Inde a acquis son indépendance – 1947 – a servi de repère de début de période.

Trois thèmes de changements ont été mis en lumière :

- Changements du **milieu biophysique**

- Changements **techniques**
- Changements **socio-économiques**

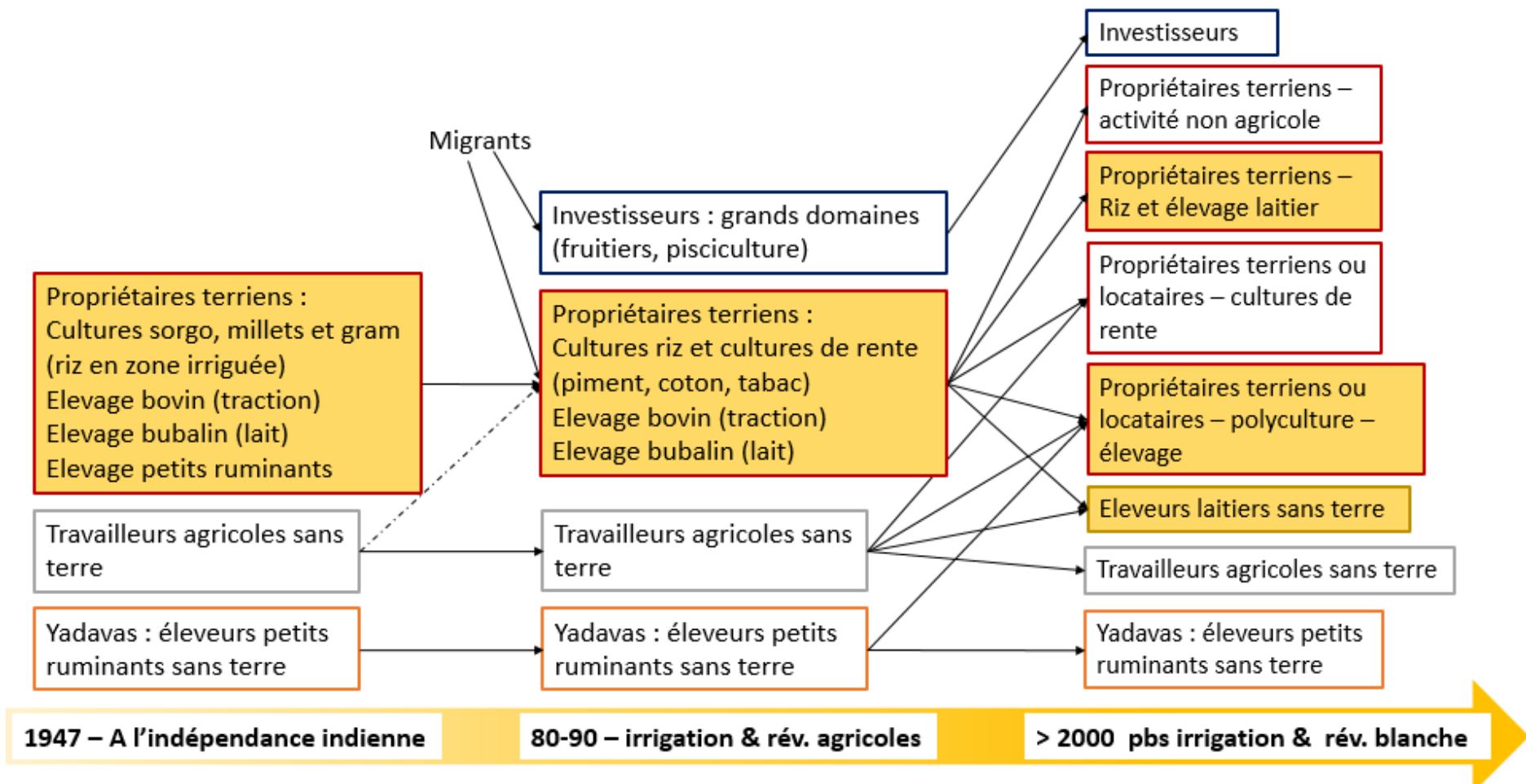
Dans un premier temps, il faut s'éloigner des détails et plutôt essayer de comprendre les grandes phases de l'histoire agraire. Ensuite, comme le diagnostic est une analyse systémique, il est important de repérer et comprendre les liens entre ces différents changements. Afin de bien les cerner, quatre critères sont à prendre en compte : Où ? Comment ? Pourquoi ? Pour qui ? Il est également indispensable de caler ces changements à des repères chronologiques. A chaque changement un ensemble d'éléments de nature économique, technique et sociale est mis en perspective.

Au niveau des entretiens, en plus des éleveurs d'autres sources d'information ont été sollicitées, telles que des agents d'organismes de développement agricole : coopératives, chambre d'agriculture, association réunionnaise de pastoralisme, interprofession élevage bovin à La Réunion ; agents publics du département agricole et du département de l'irrigation, vétérinaire et techniciens de l'ONG BAIF à Vinukonda.

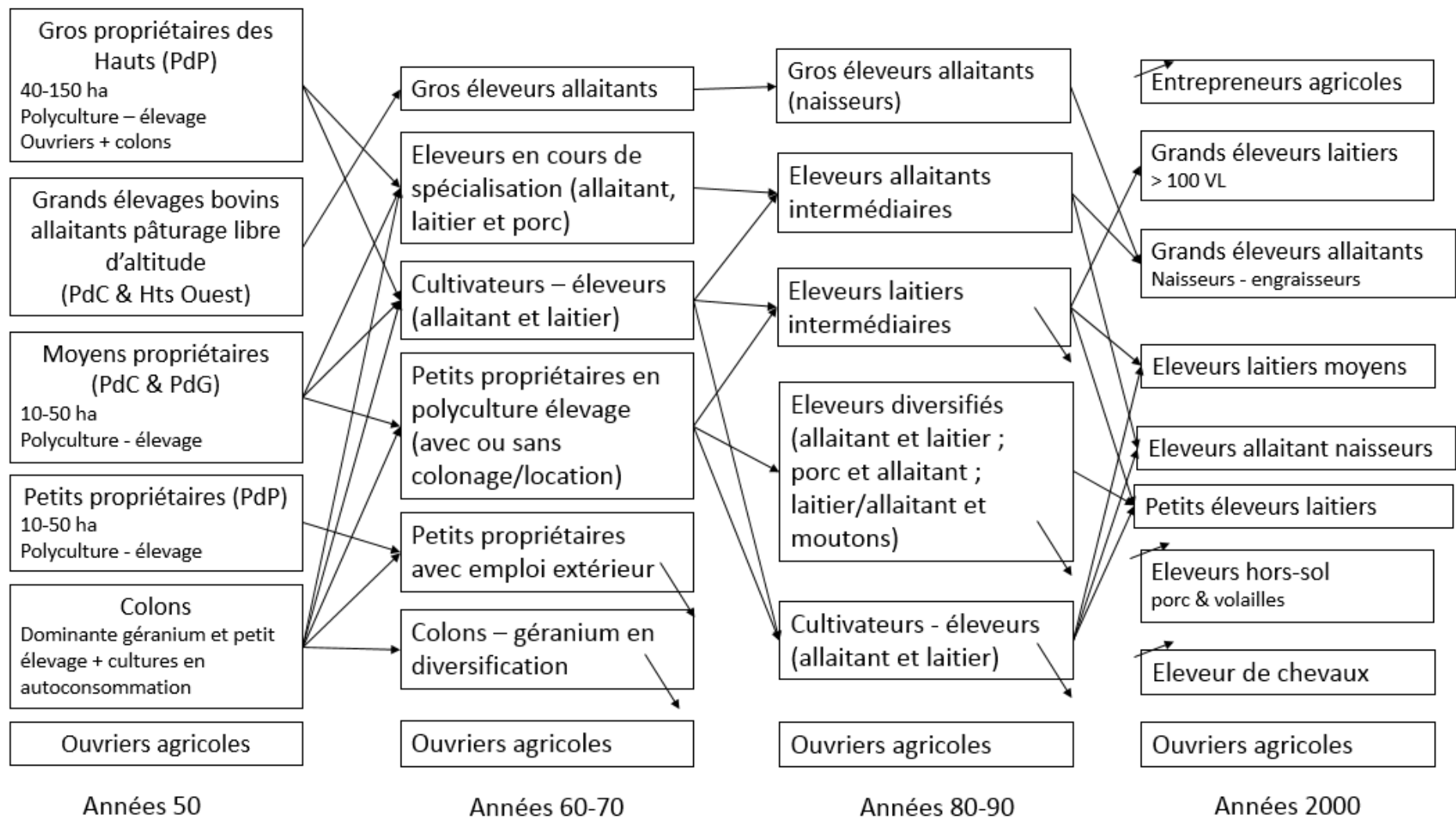
Deux types d'entretiens ont alors été menés pour cette étape : 1) description par la personne enquêtée de l'évolution de l'agriculture dans le territoire étudié ; 2) récit de vie des éleveurs – leurs trajectoires personnelles et celle de la famille. Les entretiens étant ouverts, ceux-ci n'ont pas été basés sur des questionnaires, mais guidés par les questions de recherche. Cependant, les éléments suivants servaient de trame de discussion :

- Pour rendre compte des phases de transformation de l'agriculture : évolutions et évènements locaux qui ont joué un rôle à l'échelle des villages et exploitations ; évolutions de l'environnement économique, social et politique (prix, marchés, débouchés, politiques agricoles, réglementations, programmes et projets de développement, technologies disponibles) ; transformations techniques à mettre en rapport avec les évènements et tendances (espèces & variétés végétales, espèces & races animales, rotations / assolement / pratiques de cultures et élevage, outils, exploitation / abandon écosystème (parties), nouveaux aménagements).

- Pour chaque période où l'élevage est dit « stable » : l'écosystème exploité (paysage dans chaque unité agro-écologique) ; les modes d'exploitation du milieu (cultures - type, répartition géo et mode de conduite, équipements, élevage - races, ressources alimentation et mode de conduite, renouvellement de fertilité des terres) ; la population et ses activités (nombre d'habitants, origine, régime alimentaire, autres activités locales non agricoles) ; les exploitations agricoles (répartition travail sur l'exploitation - famille et/ou externe, gestion du foncier -propriétaire ? Communs ? répartition espaces occupés, destination des produits).



Trajectoires des systèmes de production présents sur le territoire de Vinukonda, de l'indépendance à nos jours



Trajectoires des systèmes de production présents sur le territoire des Hauts de La Réunion, des années 50 à nos jours

1.3. Caractérisation des exploitations

Cette étape permet d'évaluer les performances économiques et agronomiques/zootechniques de l'élevage et des cultures et à l'échelle des types de systèmes de production agricoles identifiés sur le territoire d'étude grâce à l'étape 1.2. Des grilles de lecture et outils d'analyse sont alors sollicités dans cette étape de caractérisation, à un instant t, des exploitations.

Les systèmes de production identifiés sont d'ailleurs affinés à partir de nouveaux entretiens auprès de producteurs. L'établissement de la typologie des systèmes de production est ainsi un processus progressif et itératif.

Comme le présente la Figure 6, un système de production est composé soit d'un ou plusieurs systèmes de culture, soit d'un ou plusieurs systèmes d'élevage ou soit d'un ou plusieurs systèmes de cultures et d'un ou plusieurs systèmes d'élevage. Ainsi, afin de caractériser un système de production il a été nécessaire de caractériser ces multiples paramètres :

1.3.1. Système(s) d'élevage

- Les pratiques d'élevage (les espèces et races élevées ont été distinguées, ainsi que leurs modes de conduite selon les saisons et les produits finaux).
- L'état du troupeau (types d'animaux, races, génétique – comparaison avec d'autres races que celles choisies ; âge, sexe, effectif par tranche d'âge ; propriétaire(s) des animaux, répartition des rôles/tâches dans la famille et ou extérieur).
- Gestion de la reproduction (monte naturelle/contrôlée ou I.A., âge de mise à la repro ; période de mise-bas, type, problèmes rencontrés ; critères choix reproducteurs ; âge réforme ; IVV, durée gestation ; nombre petits/portée, taux de mortalité avant sevrage ; taux de renouvellement des femelles reproductrices/durée de carrière avant réforme).
- Abreuvement et alimentation : 1) abreuvement (sources et mode d'accès, déplacement ou apport, responsable de cette activité, temps/jour) ; 2) alimentation (espaces exploités pour l'alimentation troupeau, localisation dans l'écosystème et caractérisation biophysique et botanique ; modes d'exploitation (pâturage, production, ramassage/cueillette, stockage et distribution), temps et répartition du travail pour chaque tâche ; mode d'accès aux différents

espaces (évaluation approx. de la surface) ; prairies naturelles/PT -> si pâturage, fréquence / durée / types d'animaux, si fauchage, période et type de fertilisation, coupe des refus ; temps de travail, entretien clôtures, présence et intérêt d'arbres ; quantité, période et temps de travail si achat de fourrages et/ou compléments, utilisation des résidus de culture, sous-produits domestiques et agro-industriels ou autres ; garde des animaux, présence de clôtures, temps de travail associé).

- Santé des animaux : problèmes et/ou risques sanitaires, prise en charge des animaux malades, prophylaxie (traitements via un calendrier saisonnier et /ou vaccination)

- Exploitation du troupeau : 1) lait : périodes de lactation -> groupées ou échelonnées, durée de la lactation (mois de début/fin), évolution de la lactation ; quantité moyenne lait produit/jour, mode de traite, qualité du lait, prix du lait (en fonction de la qualité ?) ; 2) ventes d'animaux : âge et poids de vente des mâles et femelles, prix de vente à chaque âge (unités : animal vif, carcasse ou kg poids vif, kg poids carcasse) ; âge de réforme femelles et mâles et prise de décision, estimation prix de vente de ces animaux ; 3) autres produits : laine, cuir, peaux, plumes, déjections animales, litières ? quantité et prix ; 4) travail : travail fourni par les animaux -> tâches, fréquence, location possible de ce service à d'autres exploitants (e.g. location de paires de bœufs).

- Logement : parage, enclos ; construction de bâtiments spécifiques pour les animaux, pour stockage fourrage/litière ; facilitation et/ou amélioration de la productivité grâce aux bâtiments.

- Calendrier de travail : nombre de personnes pour chaque tâche, saisonnalité du travail, temps nécessaire pour chaque opération.

- Limitations : contraintes à lever pour le développement de l'élevage -> ressources fourragères, marché, logement, stockage, temps de travail, pression sociale, risques sanitaires, trésorerie ?

- Perspectives ?

1.3.2. Systemes de culture

- Caractéristiques des parcelles des différents systèmes : localisation dans l'écosystème, topographie/altitude, taille et forme, sol, hydrographie, aménagements, localisation par rapport aux habitations et routes.
- Espèces, succession et rotations : nombre et type(s) de cycle(s) sur une et plusieurs années, mise en valeur – uniformité tous les ans ? Périodicité (rotation) ? Période de jachère, calendriers cultureux.
- Association ou culture pure : association d'espèces végétales sur au moins une partie de leur cycle végétatif -> compréhension de l'intérêt de ces associations (e.g. complémentarité pour l'utilisation de l'eau, rôle de tuteur, couverture du sol, limitation de l'enherbement, etc.).
- Itinéraire technique : opérations réalisées sur les parcelles, par ordre chronologique, choix des variétés cultivées, travail nécessaire.
- Gestion de la fertilité : utilisation d'engrais, fumier, association culturale, période de friche/jachère, animaux – et moyens de transport pour transfert de fertilité.
- Produits et sous-produits : liste et volumes – destinés autoconsommation, vente, alimentation animale, construction, etc. ; pertes (au transport ? stockage ?) ; destination des produits.

1.3.3. Performances économiques des exploitations

- Produit Brut (PB) = Σ produits finaux (vendus, donnés, autoconsommés) \times prix unitaire
- Consommations intermédiaires (CI) = Σ (quantités de biens \times prix unitaire de chaque bien) + Σ (quantités de services \times prix unitaire de chaque service)
- Valeur ajoutée et productivité du système : 1) valeur ajoutée brute (VAB) = PB – CI : La VAB correspond à la différence de valeur entre ce que l'agriculteur achète ou consomme pour produire et ce qu'il vend ou consomme après le processus de production. Se calcule sur une année. 2) VAB/unité de surface -> productivité de la terre ; 3) VAB/h.j. -> productivité du travail.
- Nombre de têtes maximal par actif -> définit la limite technique de développement d'un système d'élevage en renvoyant à une saturation du calendrier de travail à un moment donné

pour une tâche spécifique ; à des contraintes liées aux conditions d'accès aux ressources foncières ou financières.

- Valeur ajoutée nette (VAN) = VAB – amortissement économique où amortissement = coût actuel d'acquisition à l'état initial/nombre total d'années d'utilisation ; VAN/nombre d'actif -> productivité globale du travail sur l'exploitation agricole ; VAN/SAU -> création de richesse par unité de surface sur l'exploitation agricole

- Revenu agricole = VAN – (subvention + salaire(s) ouvrier(s) + taxes + intérêts emprunt(s) + rente foncière)

A Vinukonda et dans les Hauts de La Réunion, 107 et 42 entretiens ont été respectivement menés pour ces diagnostics agraires.

2. Evaluation multicritère de la durabilité

Pour l'évaluation multicritère de la durabilité, j'ai donc fait un focus sur les éleveurs laitiers et ce sont seulement les systèmes de production ayant une production laitière qui ont donc été évalués. Les données collectées lors des diagnostics ayant pour trait à la caractérisation des systèmes de production ont servi à l'évaluation de certains indicateurs. Des données complémentaires ont également été collectées. Au total, 14 entretiens ont été effectués auprès d'éleveurs laitiers réunionnais et dans le territoire de Vinukonda ce sont 23 producteurs laitiers qui ont été interrogés.

Les questionnaires-type sont présentés ci-dessous.

Questionnaire évaluation de la durabilité des producteurs laitiers du territoire de Vinukonda

Producers' details: name, age, family, land surface – own and rented, types of crops, number of animals, caste

a. Agronomic practices

Crops

Genetic resources:

Can you list the names of the crops you have and what are the crop varieties you used? What are they (local, high-yielding variety, GMO)?

Vegetal health:

What are the main diseases you face in your crops? Do you face it every year? What are the impacts? How do treat it? Cost per year?

Water use: amount of water used for crop production:

Crop - irrigation yes/no	
Crop - irrigation system	
Crop - total quantity of water used for the crop	
Crop - cost of the irrigation system (rs.)	

Fossil energy use:

For tractors' owners: tractors' consumption of fuel for the crop interventions:

Tractor + trailer + tilling equipment purchase costs:

Manure transportation (L)	
Soil tilling (L/ac)	
Transportation: <ul style="list-style-type: none"> - crop products to selling point (L) - labourers from village to crop (L) 	

For owners of irrigation pumps: irrigation pump's consumption of petrol for irrigating (L./h or L/ac)

Livestock

If buffalo, breed + milk production: peak + length/year

Animal health:

What are the main diseases you face in your animals? Do you face every year? What are the impacts? How do you treat it? Cost per year?

Water use: amount of water used for animal rearing activities:

Animals - water source	
Animals - quantity of drinking water (L/d) – variation during the year?	
Animals - quantity of bathing water (L/d) – variation during the year?	

Animals - quantity of water with feed (L/d)	

b. Marketing & economics

Procurement & sale's market dependence:

Where do you buy the products needed for your crops (seeds, fertilisers, pesticides, equipment) and your animals (concentrates, paddy straw, health, insemination)? *Propositions: cooperative, private shops, middlemen, wholesale market.* Reasons why?

Diversification & quality of food offer:

When you sell your crops' products and/or your milk and/or animals, is there any food quality's control (e.g. quality of product, residues of chemicals, water in milk)? If yes, who is doing it and what are the consequences in case of a problem?

Revenues:

In case of need for loans, where is it possible to get it – bank, moneylender, milk collection centre or government?

What are the interest rates for each credit source?

Is there any reimbursement's guarantee? If so, what is it (e.g. house, land, gold)? What happens in case you cannot reimburse?

In your case, do you need to get loans for your crops or livestock? If so, how much do you lend per year?

c. Social**Renewal of agricultural population:**

% of each production system within the agricultural producers in the village / Vinukonda Mandal

Production Systems	Approximate no of HH / %	People from which castes?	New generation ready to take up agricultural activities?
Investors			
Landowner-lessor			
Landowners leaving agriculture			
Large crop producers (> 10 ac)			
Medium & small paddy-dairy producers			
Medium & small crop producers (with own + rented land)			
Medium & small crop-livestock producers (with own + rented land)			
Medium & small crop-livestock producers (with only rented land)			
Landless dairy producers			
Landless small ruminants' keepers			

Landless labourers			
--------------------	--	--	--

If the new generation does not want to perpetuate the production, who will do it?

Producers' professional & personal motivations and expectations:

Are you farming by interest or by default/obligation? Why (from family, no other job alternative)?

What are the benefits of your activity? The difficulties? Are you proud of what you do? Why?

For livestock producers: do you consider your buffalo(es)/sheep/goat(s)/bull(s) as family members or just animals producing milk/manure/meat/work?

Do you want your children to do the same job as you? Why?

Dairy ambiance (*For dairy producers*)

At population level: How is your dairy activity considered in the village? In Vinukonda area?
In India? Why, for you, is it like that?

At dairy companies' level: Do you think that the presence of several dairy companies (private ones and Sangam Dairy) is a sign that dairy has a good consideration within Vinukonda Mandal? Why? What do they do to help you and the other dairy producers in your activity?

At institutions' level: Do you think the local (and Indian) government and NGOs (e.g. BAIF) are in favour of dairy farming here? Why? What do they do to promote it/to help you and the other dairy producers in your activity?

Did you hear about the government that want to double farmers' revenue by 2022? What do you think about it? Is it feasible?

Questionnaire évaluation de la durabilité des exploitations laitières des Hauts de La Réunion

L'exploitation agricole

Histoire de l'exploitation (reprise ? changement d'activité ? choix ?) :

Vaches laitières	
Génisses	
Veaux	
Autres : ...	

Production laitière totale :

Production laitière / vache :

SAU (et espèces semées) :

Dont fauchées :

Dont pâturées :

Dont propriété :

Bâtiments :

Matériel :

Êtes-vous engagé dans des démarches de tourisme ?

Entretenez-vous les bordures de vos parcelles / votre exploitation ? Comment ?

Pensez-vous que votre gestion d'exploitation contribue au maintien du paysage réunionnais ?

Utilisation de l'eau

Poste de consommation

Consommation (L/jour ? m³/jour ?)

Source d'alimentation en eau

(retenues collinaire / réseau / coop ou communes)

<i>Abreuvement d'une vache / du troupeau</i>		
<i>Nettoyage de la salle de traite</i>		
<i>Autres nettoyages :</i>		
<i>Retenues colinaires</i>		
<i>Autres :</i>		
<i>Irrigation (?)</i>		

Calendrier de travail et pénibilité du travail

Calendrier de travail

Tâche	Temps (j/j ; h/semaine ; h/mois)	Répartition (nb de personnes ; H/F ; ouvrier/exploitant)	Tracteur
Traite			
Nettoyage ST			
Alimentation			
Conduite du troupeau (mise au champ & observation)			
Soins au troupeau			
Nettoyage bâtiment			
Entretien des parcelles et des clôtures			
Ensilage			

Fauche + andain etc.			
Presse & enrubannage			
Fertilisation			
Transport des balles vers l'exploitation			
Insémination			
Administration			

(plastique)

Pénibilité du travail

Pénibilité physique

Combien d'heures estimez-vous travailler par jour en moyenne ?

Êtes-vous régulièrement amené à travailler de nuit ?

Quelles sont les tâches les plus pénibles physiquement pour vous ?

Ces tâches sont-elles responsables d'une dégradation de votre santé physique ?

Quelles sont les plus tâches les plus contraignantes (en terme d'astreinte) ?

Environnement social

Existe-t-il, selon vous, une solidarité inter-éleveur en cas de difficulté ?

Ressentez-vous un isolement face aux difficultés que vous pouvez rencontrer ?

Êtes-vous seul à prendre les décisions concernant votre exploitation ?

Pourquoi avez-vous choisis d'être producteur laitier ? (Passion ou opportunité)

Être éleveur aujourd'hui permet-il d'avoir un niveau de vie suffisant pour assurer votre santé, votre bien-être et ceux de votre famille ?

Est-ce que le travail que vous faites vous semble justement rémunéré ?

Conseillerez-vous ce métier à vos enfants ? Pourront-ils l'être ? (Freins et opportunités)

Selon vous, est-ce un avantage ou un inconvénient de travailler en famille ?

Quelle est la place de votre famille dans votre exploitation ? (Quelle implication dans les activités de la ferme ? Lesquelles ?)

Comment voyez-vous la filière laitière réunionnaise ?

En tant qu'éleveur laitier, comment vous sentez-vous intégrés dans la population réunionnaise ?

Comment êtes-vous impacté par l'image de l'élevage véhiculée par les médias locaux ?

Annexe 2 : Feuilles de calcul des diagnostics agraires

MANDAL DE VINUKONDA

Tableau 1. Evolution des systèmes de production au cours du 20e et 21e siècles

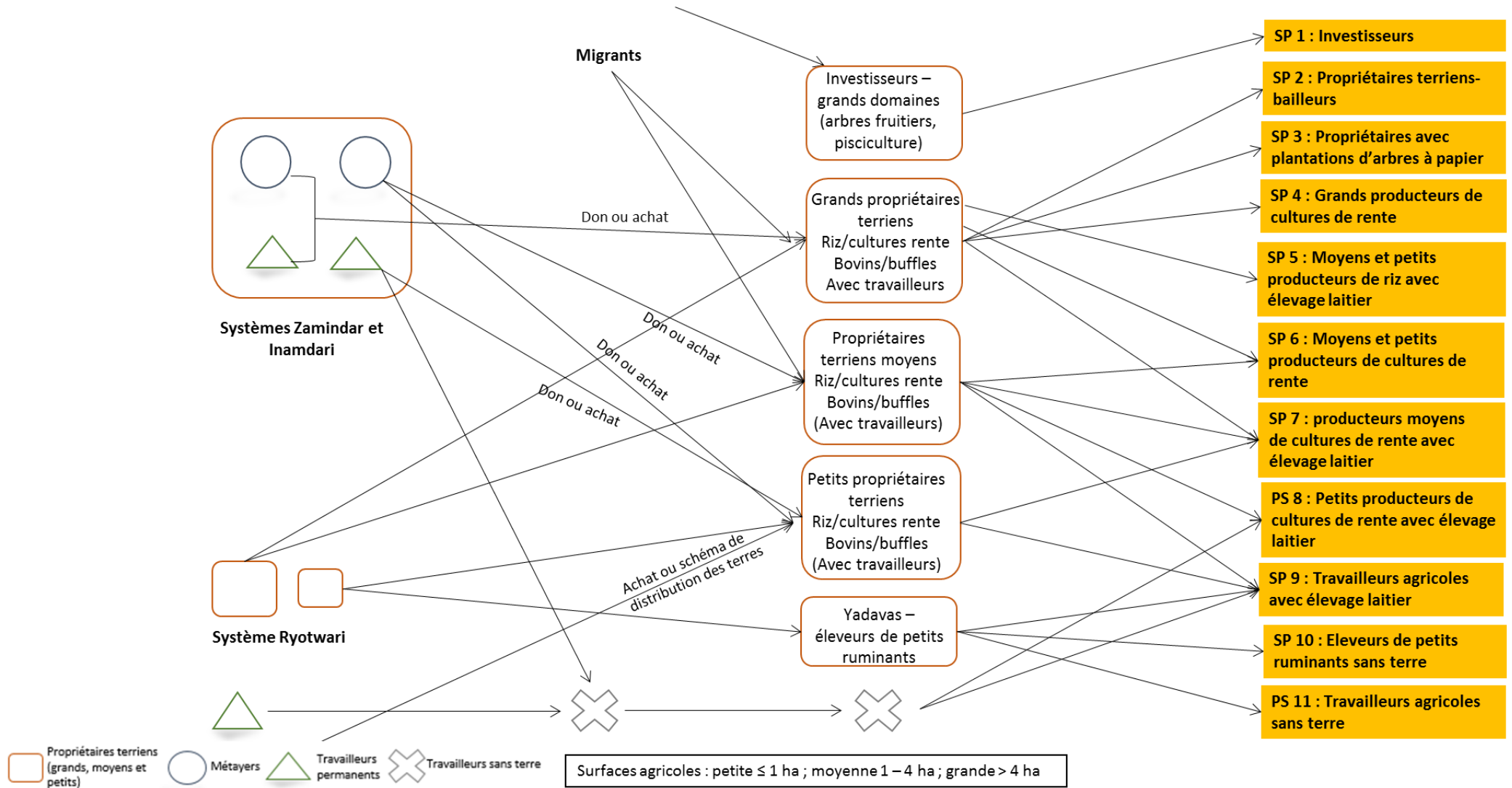


Tableau 2. Caractéristiques des systèmes de production identifiés sur le territoire indien

Production systems' description	Landowners					Landowner-tenant	Tenants	Landless			
	landowners with non-agricultural activity		landowners involved in agriculture					PS no 6: Medium & small cash crop producers	PS no 7: Medium cash crop-dairy producers	PS no 8: Small cash crop-dairy producers	PS no 9: Labourers-dairy producers
	PS no 1: Outside capitalists	PS no 2: Landowner-lessor *	PS no 3: Landowners with paper trees	PS no 4: Large cash crop producers	PS no 5: Medium & small paddy-dairy producers						
Surface (ha)	30 - 80	4 - 8	4 - 8	4 - 8	0.6 - 2	0.4 - 4	2 - 4	0.4 - 2	0	0	0
% land ownership	100	100	100	100	100	80% ownership; 20% tenancy	80% ownership; 20% tenancy	100% tenancy	-	-	-
Family farm workers	0	0	0	2	3	2	3	3	2	3	2
% owned land subject to lease	0	100	70	20	0	0	0	0	0	0	0
Cropping pattern (% of directly cultivated land) **	Mango trees (70); paper tree (30)	-	Paper tree (30)	Chilli// cotton (40); Tobacco (10); paper tree (30)	Paddy (100)	Chilli// cotton (20); gram// castor-oil plants// millet (80)	Tobacco// gram// gram-millet (90); forage (10)	Tobacco (60); gram// gram-millet (40)	-	-	-
Livestock types (no)	0	0	0	0	Tethered crossbred buffalo a (4)	Tethered local bull (2) ***	Tethered crossbred buffalo b (3)	Grazing local buffalo (2)	Grazing local buffalo (2)	Grazing local reproductive sheep (40); grazing reproductive goat (10)	-

* not production systems in stricto sensu

** crop rotations are represented with //: e.g. chilli//cotton means that on the same plot, chilli will be cultivated in year no 1 and cotton in year no 2 and then again chilli in year 3, etc.

*** not all households of this production system have local bulls but we have chosen to indicate them so they appear in our models

Tableau 3. Itinéraire technique et résultats technico-économiques du système de culture n°1 : paddy

Crop management techniques (IC)		Equipment		Total qty		Cost		Bull		Mechanics														
				/ ha		Rs / ha		Rs / ha		Rs / ha		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
CS 1 - Paddy																								
Border making	manual																			4,9				4,9
Manure application - tractor rental	tractor + trailer					1976				1976									10					10
Manure application - manure purchase	tractor + trailer + manual	4	trailers			6560																		0
Soil tilling	bull + tiller					1200		1200												0,6				0,6
Seed spreading	manual	74	kg			4668														0,3				0,3
Transplantation	manual																				19,8			19,8
Weeding	manual																				22	22		44
Irrigation	manual																			9,2	9,2	9,2	9,5	37,1
Chemical fertilisation	manual	1112	kg			8694															0,3	0,3	0,3	0,9
Harvesting	manual										17,3													17,3
Total paddy interventions						23098		1200		1976	17,3	0	0	0	0	0	0	0	10	15	51,3	31,5	9,8	134,9

Qty produced Selling price

Product	T / ha	Rs / T			
Paddy	6,5	14298	GP	109995	Rs / ha
Paddy straw	13	1330	IC	23098	Rs / ha
			GAV	86896	Rs / ha
			Work	135	WD / ha
			GAV / WD	644	Rs / WD

100 kg of paddy produce 10-12 kg of rice bran

Tableau 4. Itinéraire technique et résultats technico-économiques du système de culture n°2 : paddy/gram/o

Crop management techniques (IC)	Equipment	Total qty	Cost	Bull	Mechanics	Month																			
						J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL							
CS 2 - Paddy / Gram / o																									
Paddy (year 1)																									
Same crop management technique than CS 1																									
Gram (year 1)																									
Manure application - tractor rental	tractor + trailer		1976		1976	3,7																		3,7	
Manure application - manure purchase	tractor + trailer + manual	6 trailers	9840																						0
Soil tilling	tractor + tiller + bulls		7657			1																			1
Seed spreading	bulls + manual	3,7 kg	1433	618		0,15																			0,15
Weeding - inter rows	bulls		2471	2471			0,5		0,5																1
Weeding - inter plants	manual						37,1		37,1																74,2
Chemical fertilisation	manual	371 kg	6017				0,3		0,3																0,6
Harvesting	manual											7,4													7,4
Gram drying	manual											2,3													2,3
Gram threshing	manual												1,9												1,9
Total gram interventions						4,85	37,9	0	37,9	0	0	9,7	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92,3	

Qty produced Selling price

Product	T / ha	Rs / T			
Paddy	6,5	14298	GP	109995	Rs / ha
			IC	23098	Rs / ha
			GAV	86896	Rs / ha
			Work	135	WD / ha
			GAV / WD	644	Rs / WD
Gram	1,5	54710	GP	80971	Rs / ha
			IC	29394	Rs / ha
			GAV	51577	Rs / ha
			Work	92	WD / ha
			GAV / WD	559	Rs / WD

Tableau 5. Itinéraire technique et résultats technico-économiques du système de culture n°3 : tobacco

Crop management techniques (IC)		Equipment		Total qty	Cost	Bull	Mechanics	CS 3 - Tobacco													
				/ ha	Rs / ha	Rs / ha	Rs / ha	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL	
Manure application - tractor rental	tractor + trailer				1976		1976							9,9							9,9
Manure application - manure purchase	tractor + trailer + manual	4	trailers		6560																0
Soil tilling	tractor + tiller + bulls				7657	1235	6422								1,2						1,2
Seedling planting	manual	39520	seedlings		6718										37,1						37,1
Weeding	manual														49,4	49,4					98,8
Chemical fertilisation	manual	618	kg		11169										0,6	0,3					0,9
Harvesting + drying	manual																185,4				185,4
Total tobacco interventions					34081	1235	8398	0	0	0	0	0	0	9,9	88,3	49,7	185,4	0	0	0	333,3

Qty produced Selling price

Product	T / ha	Rs / T			
Tobacco leaves cat. A	0,9	118470	GP	212336	Rs / ha
Tobacco leaves cat. B	0,7	99403	IC	34081	Rs / ha
Tobacco leaves cat. C	0,7	61665	GAV	178255	Rs / ha
			Work	333	WD / ha
			GAV / WD	535	Rs / WD

Tableau 6. Itinéraire technique et résultats technico-économiques du système de culture n°4 : chilli//cotton

Crop management techniques (IC)	Equipment	Total qty		Cost	Bull	Mechanics	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL	
		/ ha		Rs / ha	Rs / ha	Rs / ha														
CS 4 - Chilli // cotton																				
Chilli (year 1)																				
Manure application - tractor rental	tractor + trailer			1976		1976														9,9
Manure application - manure purchase	tractor + trailer + manual	4	trailers	6560																0
Soil tilling	tractor + tiller + bulls			7657	1235	6422														1,2
Seedling planting	manual	39520	seedlings	39520																37,1
Irrigation	electric pump + pipes																			1,4
Chemical fertilisation	manual	2766	kg	49947											0,6	0,6	0,6			1,8
Weeding	manual														148,2	74,1				222,3
Picking	manual						185,3											185,3	185,3	185,3
Grading	manual						49,4											49,4	49,4	49,4
Marketing to Guntur	tractor + trailer			7781		7781	1											1	1	1
Total chilli interventions				113441	1235	16179	235,7	0	0	0	0	0	49,6	150,2	76,1	236,3	235,7	235,7		1219,3
Cotton (year 2)																				
Manure application - tractor rental	tractor + trailer			1976		1976														9,9
Manure application - manure purchase	tractor + trailer + manual	4	trailers	6560																0
Soil tilling	tractor + tiller + bulls			7657	1235	6422														2,9
Seed spreading	manual	4,9	kg seeds	8782																4,9
Weeding - inter rows	bulls	6	times	3707	3707											1,4	1,4	1,4		4,2
Weeding - inter plants	manual															24,7	24,7			49,4
Chemical fertilisation	manual	741	kg	14316											0,3	0,3	0,3			0,9
Picking	manual						49,4												49,4	74,1
Irrigation	electric pump + pipes														0,9	0,9			0,9	0,9
Total cotton interventions				42998	4942	8398	49,4	0	0	0	0	0	0	0	18,6	27,3	26,4	52	75	248,7

Qty produced Selling price

Product	T/ ha	Rs / T			
Chilli cat. A	4,9	100000	GP	567328	Rs / ha
			IC	113441	Rs / ha
			GAV	453887	Rs / ha
			Work	1219	WD / ha
			GAV / WD	372	Rs / WD
Chilli cat. B	1,6	50000	GP	66311	Rs / ha
			IC	42998	Rs / ha
			GAV	23313	Rs / ha
			Work	249	WD / ha
			GAV / WD	94	Rs / WD
Cotton	1,7	38352	GP	316819	Rs / ha
			IC	78219	Rs / ha
			GAV	238600	Rs / ha
			Work	734	WD / ha
			GAV / WD	325	Rs / WD
		CS	GP	316819	Rs / ha
			IC	78219	Rs / ha
			GAV	238600	Rs / ha
			Work	734	WD / ha
			GAV / WD	325	Rs / WD

Tableau 7. Itinéraire technique et résultats technico-économiques du système de culture n°5 : Gram // castor-oil plant // millet

Crop management techniques (IC)		Equipment		Total qty	Cost	Bull	Mechanics	J F M A M J J A S O N D TOTAL														
				/ ha	Rs / ha	Rs / ha	Rs / ha															
CS 5 - Gram// castor-oil plant// millet																						
Gram (year 1)																						
Same crop management technique than CS 2																						
Castor-oil plant (year 2)																						
Manure application - tractor rental	tractor + trailer				1976		1976															
Manure application - manure purchase	tractor + trailer + manual	2	trailers		3280																	
Soil tilling	bulls				2470	2470																
Seed spreading	manual	4,94	kg seeds		1420																	
Weeding	bulls				4940	4940																
Chemical fertilisation	manual	247	kg		4011																	
Picking	manual																					
Bag sorting	manual																					
Total castor-oil plant interventions					18098		7410	1976	12,6	15,4	10,5	0	0	0	0	0	0	8,3	1,5	1,2	0	49,5
Millet (year 3)																						
Manure application - tractor rental	tractor + trailer				1976		1976															
Manure application - manure purchase	tractor + trailer + manual	2	trailers		3280																	
Soil tilling	bulls				2470	2470																
Seed spreading	bull + manual	7,4	kg seeds		2224	500																
Weeding - inter rows	bull				1235	1235																
Weeding - inter plants	manual																					
Chemical fertilisation	manual	371	kg		7084																	
Harvesting	manual																					
Drying	manual																					
Millet threshing	manual																					
Total millet interventions					18269		4205	1976	0	0	0	0	0	0	5,2	37,8	0,7	29,3	0	0	0	73

Qty produced Selling price

Product	T/ ha	Rs / T			
Gram Gram straw	1,5	54710	GP	80971	Rs / ha
			IC	29394	Rs / ha
			GAV	51577	Rs / ha
			Work	92	WD / ha
			GAV / WD	559	Rs / WD
Castor-oil fruits	1,2	18000	GP	22230	Rs / ha
			IC	18098	Rs / ha
			GAV	4132	Rs / ha
			Work	50	WD / ha
			GAV / WD	83	Rs / WD
Millet	2,1	12331	GP	25889	Rs / ha
			IC	18269	Rs / ha
			GAV	7620	Rs / ha
			Work	73	WD / ha
			GAV / WD	104	Rs / WD

CS	GP	43030	Rs / ha
	IC	21920	Rs / ha
	GAV	21110	Rs / ha
	Work	72	WD / ha
	GAV / WD	295	Rs / WD

Tableau 8. Itinéraire technique et résultats technico-économiques du système de culture n°6 : tobacco//gram//gram-millet

Crop management techniques (IC)				Equipment	Total qty	Cost	Bull	Mechanics	Month												TOTAL		
					/ ha	Rs / ha	Rs / ha	Rs / ha	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
CS 6 - Tobacco// gram// gram-millet																							
Tobacco (year 1)																							
Same crop management technique than CS 3																							
Gram (year 2)																							
Same crop management technique than CS 2																							
Gram-millet (year 3)																							
Manure application - tractor rental	tractor + trailer				1976			1976							3,9								3,9
Manure application - manure purchase	tractor + trailer + manual	2	trailers		3280																		0
Soil tilling	bull				2470		2470								1,8								1,8
Seed spreading	bull + manual	2,25	kg seeds		2137										0,2								0,15
Weeding - inter rows	bull				2471		2471								3,7			3,7					7,4
Weeding - inter plants	manual														37,1			37,1					74,2
Chemical fertilisation	manual	371	kg		7084										0,2			0,2					0,4
Harvesting	manual																	12,4				4,9	17,3
Drying	manual																	1,2				1,4	2,6
Threshing	manual																	1,2					2,6
Total gram-millet interventions					19418		4941	1976	1,4	0	0	0	0	0	5,9	41	0	55,8	0	0	0	6,3	110,4

Product	Qty produced		Selling price		
	T / ha	Rs / T			
Tobacco leaves cat. A	0,9	118470	GP	212336	Rs / ha
Tobacco leaves cat. B	0,7	99403	IC	34081	Rs / ha
Tobacco leaves cat. C	0,7	61665	GAV	178255	Rs / ha
			Work	333	WD / ha
			GAV / WD	535	Rs / WD
Gram Gram straw	1,5	54710	GP	80971	Rs / ha
			IC	29394	Rs / ha
			GAV	51577	Rs / ha
			Work	92	WD / ha
			GAV / WD	559	Rs / WD
Gram Gram straw Millet Millet straw	1,11	54710	GP	69853	Rs / ha
			IC	19418	Rs / ha
	0,7	12331	GAV	50435	Rs / ha
			Work	110	WD / ha
			GAV / WD	457	Rs / WD

Tableau 9. Itinéraire technique et résultats technico-économiques du système de culture n°7 : forage

CS 7 - Forage							year 1	year 2	year 3	
Manure application - tractor rental	tractor + trailer			1976		1976	3,9		3,9	
Manure application - manure purchase	tractor + trailer + manual								0	
Soil tilling	tractor + bull			7657	1235	6422	1,6		1,6	
Cutting planting	manual	39520	cuttings	15808			12,4		12,4	
Irrigation	electric pump						92,7	92,7	92,7	
Weeding	manual						74,1		74,1	
Chemical fertilisation	manual	3020	kg	34251			1,2	1,2	1,2	
Harvesting	manual						37,1	37,1	37,1	
Plant removal	manual								2,5	
Total forage interventions				59692	1235	8398	223,0	131,0	133,4	487

Product	Qty produced		Selling price		per 10 cents		
	T DM/ ha	Rs / T					
Forage	60	15000	GP	900000	Rs / ha	36437	Rs
			IC	59692	Rs / ha	2417	Rs
			GAV	840308	Rs / ha	34021	Rs
			Work	487	WD / ha	20	WD
			GAV / WD	1724	Rs / WD	1724	Rs / WD
10 cents	2,4	15000					

Tableau 10. Itinéraire technique et résultats technico-économiques du système de culture n°8 : paper tree plantation

CS 8 - Paper tree plantation																	
					year 1	year 2	year 3	year 4	year 5	year 6	year 7	year 8	year 9	year 10	year 11	year 12	
Soil tilling	tractor + bull			7657	1235	6422											1,7
Seed spreading	tractor + manual	1	kg seeds	2720		2470											0,6
Weeding	bull			8649	8649												34,6
Cutting	manual																
Tree roots' removal	JCB			13591		13591											4,9
Total paper tree plantation interventions				32616	9884	22483											103,8
																	437,2

Product	Qty produced		Selling price		per harvest		per year	
	T/ ha	Rs / T						
Timber	64,8	3183	GP	206374	Rs / ha	68791	Rs / year / ha	
			IC	8154	Rs / ha	2718	Rs / year / ha	
			GAV	198219	Rs / ha	66073	Rs / year / ha	
			Work	109	WD / 3 years / ha	36	WD / year / ha	
			GAV / WD	1814	Rs / ha	1814	Rs / ha	

Tableau 11. Itinéraire technique et résultats technico-économiques du système de culture n°9 : mango tree plantation

CS 9 - Mango tree plantation								
				year 1	year 2-6	year 6-35	year 35	
Soil tilling	tractor			6422			6422	
Tree planting	manual	156	trees	4916				
Weeding	tractor			379600			379600	
Chemical fertilisation	manual			432250				
Irrigation	electric pump							
Harvest	manual							
Pruning	manual							
Tree removal	JCB			13585			13585	
Total mango tree plantation interventions				836773			399607	
					1,1		1,1	
					4,9		4,9	
					4,3	14,2	69,2	2,5
					1,2	6,2	34,6	1,2
					61,1	305,3	1709,8	61,1
							5040	180
							691,9	
								103,8
					72,7	325,7	7545,5	348,6
								8292,4

Product	Qty produced		Selling price		
	T / ha	Rs / T			
Mango cat. A	300,8	16000	GP	177642	Rs / ha
Mango cat. B	200,6	7000	IC	23908	Rs / ha
			GAV	153735	Rs / ha
			Work	237	WD / ha
			GAV / WD	649	Rs / WD

Tableau 12. Itinéraire technique et résultats technico-économiques des systèmes d'élevage identifiés - Mandal de Vinukonda

Livestock types and characteristics	4 Tethered crossbred buffalo with paddy straw (PS no 5)	3 Tethered crossbred buffalo with green forage (PS no 7)	2 grazing local buffalo (PS no 8-9)	Tethered local bull	Grazing sheep	Grazing goat
REPRODUCTION						
No of reproductive female	4	3	2	-	1	1
First parturition (years)	4	4	4,5		1,7	2
Period in breeding herd (females)	4 - 15 years	4 - 15 years	4,5 - 15 years	-	1,7 - 6,6	2 - 6,6
No of active years	11	11	10,5	15	4,9	4,6

Parturition interval in years (months)	1,25 (15)	1,25 (15)	1,25 (15)		6,9	6
Lactation length (d)	270				-	-
Prolificacy	0,8	0,8	0,8		1	1,2
No of kid	35,2	26,4	16,8		1	1,2
Kid mortality	0,15	0,15	0,1		0,3	0,3
No of reared young	29,92	22,44	15,12		0,8	0,9
Female produced per year	1,36	1,02	0,72		0,4	0,5
Male produced par year	1,36	1,02	0,72		0,4	0,5
Young's selling age	12-24 months				4 months	4 months
Age of culling (years)	15			20	6,6	6,6
No animal culled per year	0,27	0,20	0,13	0,14	0,2	0,22
Female for replacement per year	0,27	0,20	0,13		0,2	0,22
Young female for sale	1,09	0,82	0,59		0,18	0,23
FEEDING (kg DM)						
Grazing	0	0	2190			
Green fodder - natural grasses	2920	0	0			
Green fodder - cultivated grasses	0	3285	0			
Paddy straw	14454	9855	5913	6 trucks		
Commercial concentrates	2160	1620	540			
Rice bran	0	0	0		4,5	5,4
Coconut bran	0	0	0			
millet grain					10,5	10,5
Total ration per day (kg DM/d/animal) *	13,4	13,5	11,8			
TOTAL RATION	17374	14760	8643			
PRODUCTS						
Milk production at peak time (L/d)	6	7	4	-	-	-
Milk production at drying time (L/d)	3	3,3	1,9	-	-	-
Milk production total lactation (L)	4996	4743	1658	-	-	-
Milk given to calf (L)	384	288	192	-	-	-
Milk available for sale (L)	4612	4455	1466	-	-	-
Milk home consumption (L)	405	405	405	-	-	-
Milk for sale (L)	4207	4050	1061	-	-	-
Milk sales (Rs.)	134624	129600	33952	-	-	-

Male sold per year	0,91	0,68	0,48	0,14	0,4	0,5
Young's selling price (Rs.)	3250			-	3000	2250
Old females' selling price (Rs.)	25000	25000	18000	-	8750	5250
Old bulls' selling price (Rs.)	-	-	-	25000	-	-
Total female sales (Rs.)	10220	7665	4307	-	2275	1673
Total male sales (Rs.)	2947	2210	1560	-	1125	1013
Manure					150	150
Work (bull)	-	-	-	25000	-	-
GROSS PRODUCT (Rs.)	147791	139475	39819	28500	3550	2835
IC						
FEEDING						
Green forage	0	2417	0			
Paddy straw	19224	28087	16852			
Concentrates/bran	51840	27540	9180	26032		
HEALTH & REPRODUCTION						
Medicines, vet	2424	1818	1212			
Insemination	800	600	400			
TOTAL IC (Rs.)	74288	60461	27644			
GAV (Rs.)	73503	79014	12175			

* see Borghese et al. 2005 table 9 p. 161 for reference in DM daily intake of forage for buffaloes depending on their milk production

Tableau 13. Calendriers de travail des systèmes d'élevage identifiés - Mandal de Vinukonda

Working calendar													
4 Tethered buffalo	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Milking	5,0	4,6	5,0	4,9	5,0	4,9	5,0	5,0	4,9	5,0	4,9	5,0	59,3
Bathing	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	22,8
Feed collection	5,0	4,6	5,0	4,9	5,0	4,9	5,0	5,0	4,9	5,0	4,9	5,0	59,3
Feed distribution	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7,6
Total tethered buffalo interventions	12,7	11,4	12,7	12,3	12,7	12,3	12,7	12,7	12,3	12,7	12,3	12,7	149,1

3 Tethered buffalo	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Milking	3,9	3,5	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	45,6
Bathing	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	22,8
Feed collection	2,9	2,6	2,9	2,8	2,9	2,8	2,9	2,9	2,8	2,9	2,8	2,9	34,2
Feed distribution	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7,6
Total tethered buffalo interventions	9,4	8,5	9,4	9,1	9,4	9,1	9,4	9,4	9,1	9,4	9,1	9,4	115,3

2 Grazing buffalo	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Milking	3,9	3,5	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	45,6
Grazing	23,3	21,0	23,3	22,5	23,3	22,5	23,3	23,3	22,5	23,3	22,5	23,3	273,8
Bathing	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	22,8
Feed distribution	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	11,4
Total grazing buffalo interventions	30,0	27,1	30,0	29,1	30,0	29,1	30,0	30,0	29,1	30,0	29,1	30,0	353,6

Local bull	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Grazing	5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	0	0	5	5	5	65,0
Feed distribution	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	22,8
Total tethered bull interventions	6,9	9,3	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	1,9	1,9	6,9	6,9	6,9	87,8

Grazing sheep & goat	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Grazing	77,5	70,0	77,5	75,0	77,5	75,0	77,5	77,5	75,0	77,5	75,0	77,5	912,5
Feed collection						15,0	15,5	15,5	15,0	15,5	15,0	15,5	107,0
Feed distribution						0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	6,7

Forage (10 cents)	year 1	year 2	year 3	Total
Organic fertilisation	0,2			0,2
Soil tilling	0,1			0,1
Cutting planting	0,5			0,5
Irrigation	3,7	3,7	3,7	11,2
Weeding	3,0			3,0
Chemical fertilisation	0,0	0,0	0,0	0,1
Plant removal			0,1	0,1
Total forage interventions	7,5	3,8	3,9	15,2

Total forage interventions per year 5 WD/

Total grazing sheep & goat	77,5	70,0	77,5	75,0	77,5	90,9	94,0	94,0	90,9	94,0	94,0	1026,2
----------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--------

Tableau 14. Résultats technico-économiques du SP1 « outside capitalists » - territoire indien

Production System no 1
Outside capitalists

Mango & paper trees' plantation				Production system		
PRODUCTS	qty	unit price (Rs.)	total (Rs./ha)	Min (Rs.)	Max (Rs.)	Model (Rs.)
Mango cat A	8,6 T/ha	16000	137530	2888122	7701658	3850829
Mango cat B	5,7 T/ha	7000	40113	842369	2246317	1123158
Timber	16,2 T/ha	3183	51593	464341	1238241	619121
TOTAL CROP PRODUCTS (Rs)				4194831	11186216	5593108
INTERMEDIARY CONSUMPTIONS						
<i>Mango tree</i>						
Soil work			254	5335	14227	7114
Trees	156 trees		140	2949	7865	3933
Weeding			10846	227760	607360	303680
Chemical fertilisation			12350	259350	691600	345800
Total mango tree			23590	495395	1321052	660526
<i>Paper tree</i>						
Soil tilling			535	4817	12844	6422
Seeds	1 kg		21	188	500	250
Weeding			721	6487	17297	8649
Trees' removal			1133	10193	27182	13591
Total paper tree			2409	21684	57823	28911
TOTAL INTERMEDIARY CONSUMPTIONS / ha			26000	517078	1378875	689438

	min	max	model
Surface (ha)	30	80	40
No of family workforce (FWF)	0	0	0
Mango trees (ha)	21	56	28
Paper trees (ha)	9,0	24,0	12

Land rental	37050	Rs / ha
Land taxes	185	Rs. / ha
Workers' salaries	120	Rs. / WD

Annual depreciation of farm equipment					
	Current price	Period of usage	depreciation	p/np	/ ha / FWF
Tractors (2)	1000000	20	50000	np	50000
Wells (5)	250000	10	25000	p	625
Electric pumps (10)	500000	10	50000	p	1250
			Dep. p		1875
			Dep. np		50000

	Surf./FWF (ha)	Rs.				
		GP	GAV	Depreciation	NAV	AI
min	28	4194831	3677753	102500	3575253	2933292
max	81	11186216	9807340	201875	9605465	7893571
model	40	5593108	4903670	125000	4778670	3922723
					AI/FWF	3922723
					AI/WD	555

Details distribution of the net added value per FWF			
	min	max	model
NAV	3575253	9605465	4778670
Workers	636403	1697074	848537
%	17,8%	17,7%	17,8%
Gvt (land taxes)	5557,5	14820	7410
%	0,2%	0,2%	0,2%
landowners	2933292	7893571	3922723
%	82,0%	82,2%	82,1%
Total %	100%	100%	100%

Tableau 15. Calendrier de travail SP1 « outside capitalists » - terrain indien

Working calendar (WD/ha)					
Mango tree plantation	year 1	year 2-6	year 6-35	year 35	TOTAL
Soil tilling	1,1				1,1
Tree planting	4,9				4,9
Weeding	4,3	14,2	69,2	2,5	90,2
Chemical fertilisation	1,2	6,2	34,6	1,2	43,2
Irrigation	61,1	305,3	1709,8	61,1	2137,3
Harvest			5040	180	5220,0
Pruning			691,9		691,9
Tree removal				103,8	103,8
Total interventions	72,7	325,7	7545,5	348,6	8292,4

237 WD/year

Paper tree plantation	year 1	year 2	year 3	year 4	year 5	year 6	year 7	year 8	year 9	year 10	year 11	year 12	TOTAL
Soil tilling	1,7												1,7
Seed spreading	0,6												0,6
Weeding	34,6												34,6
Cutting			98,8			98,8		98,8				98,8	395,4
Tree roots' removal												4,9	4,9
Total interventions	36,9	0	98,8	0	0	98,8	0	0	98,8	0	0	103,8	437,2

36 WD/year

395,4 WD coming from the timber buyer

3,5 WD - Total interventions per year

Working calendar (WD / year)	min	max	model
Mango tree plantation	4975	13268	6634
Paper tree plantation	328	874	437
Total	5303	14142	7071
Total FWF	0	0	0
Total EWF	5303	14142	7071

Manpower salaries 636403 1697074 848537

Tableau 16. Résultats technico-économiques du SP2 « landowner-lessor » - territoire indien

Production System no 2 Landowner - lessor			model	Surf./FWF		Rs.				
Surface (ha)	4 - 8	6	(ha)	GP	GAV	Depreciation	NAV	Total income		
No of family workforce (FWF)	0	0	min	4	148200	148200	0	148200	147459	
			max	8	296400	296400	0	296400	294918	
			model	6	222300	222300	0	222300	221189	
								AI/WD	221189	

prop (Rs. / ha)	
Land rental	37050
Land taxes	185

Tableau 17. Résultats technico-économiques du SP3 « landowners with paper trees » - territoire indien

Production System no 3 Landowners with paper trees			min	max	model	Surf./FWF		Rs.				
Surface (ha)	4	8	6	(ha)	GP	GAV	Depreciation	NAV	AI	Total income		
No of family workforce (FWF)	0	0	0	min	4	61912	58650	0	58650	52663	156403	
Paper trees (ha)	1,2	2,4	1,8	max	8	123824	117301	0	117301	105326	312806	
Land subject to lease (ha)	2,8	5,6	4,2	model	6	92868	87976	0	87976	78994	234604	
										AI/WD	3577	

Paper tree plantation & land-for-rent				Production system		
PRODUCTS	qty	unit price (Rs.)	total (Rs./ha)	Min (Rs.)	Max (Rs.)	Model (Rs.)
Timber	16,2	3183	51593	61912	123824	92868
TOTAL CROP PRODUCTS (Rs/ha)			51593	61912	123824	92868
INTERMEDIARY CONSUMPTIONS						
Soil tilling			638	766	1531	1149
Seeds' planting	1 kg seeds		227	272	544	408
Weeding			721	865	1730	1297
Trees' removal			1133	1359	2718	2039
TOTAL INTERMEDIARY CONSUMPTIONS / ha			2718	3262	6523	4892

Land rental	37050	Rs / ha
Land taxes	185,25	Rs / ha
Workers' salaries	120	Rs / WD

Details distribution of the net added value per FWF			
	min	max	model
NAV	58650	117301	87976
Workers	5246	10493	7870
%	8,9%	8,9%	8,9%
Gvt (land taxes)	741	1482	1111,5
%	1%	1%	1%
landowners	52663	105326	78994
%	90%	90%	90%
Total %	100%	100%	100%

Tableau 18. Calendrier de travail SP3 « landowners with paper trees » - terrain indien

Working calendar (WD/ha)	year 1	year 2	year 3	year 4	year 5	year 6	year 7	year 8	year 9	year 10	year 11	year 12	TOTAL
Paper tree plantation													
Soil tilling	1,7												1,7
Seed spreading	0,6												0,6
Weeding	34,6												34,6
Cutting			98,8			98,8		98,8				98,8	395,4
Tree roots' removal												4,9	4,9
Total interventions	36,9	98,8			98,8			98,8				103,8	437,2

36 WD / year

395,4 WD coming from the timber buyer
3,5 WD - interventions of seasonal workers

Working calendar (WD / year)	min	max	model
Paper tree plantation	43,7	87,4	65,6
Total	44	87	66
Total FWF	0	0	0
Total EWF	44	87	66
Total labourers	44	87	66

Manpower salaries 5246 10493 7870

Tableau 19. Résultats technico-économiques du SP4 « large cash crop producers » - territoire indien

**Production System no 4
Large cash crop producers**

Chilli, cotton, tobacco and paper trees' producers					Production system		
PRODUCTS	qty	unit price (Rs.)	total (Rs./ha)	Min (Rs.)	Max (Rs.)	Model (Rs.)	
Chilli cat. A	2,4 T/ha	100000	243141	389025	778050	583538	
Chilli cat. B	0,8 T/ha	50000	40523	64838	129675	97256	
Cotton	0,9 T/ha	38352	33155	53048	106097	79573	
Tobacco leaves cat. A	0,9 T/ha	118470	102710	41084	82168	61626	
Tobacco leaves cat. B	0,7 T/ha	99403	68502	27401	54801	41101	
Tobacco leaves cat. C	0,7 T/ha	61665	41124	16450	32900	24675	
Timber	16,2 T/ha	3183	51593	61912	123824	92868	
TOTAL CROP PRODUCTS (Rs)				653757	1307515	980636	
INTERMEDIARY CONSUMPTIONS							
<i>Chilli</i>							
Organic fertilisation			3280	5248	10496	7872	
Soil tilling			3829	6126	12251	9188	
Seedling planting	19760 seedlings/ha	1	19760	31616	63232	47424	
Chemical fertilisation			24974	39958	79916	59937	
Marketing to Guntur			3890	6224	12449	9337	
Total chilli crop			55732	89172	178344	133758	
<i>Cotton</i>							
Organic fertilisation			3280	5248	10496	7872	
Soil tilling			3829	6125,6	12251	9188	
Seed spreading	4,94 kg seeds/ha	1778	4391	7026	14052	10539	
Weeding - inter rows	6 times/ha	618	1853	2965	5931	4448	
Chemical fertilisation			7158	11453	22906	17179	
Total cotton crop			20511	32818	65635	49226	
<i>Tobacco</i>							
Organic fertilisation			6560	2624	5248	3936	
Soil tilling			7657	3063	6126	4594	
Seedling planting	39520 seedlings/ha	0,2	6718	2687	5375	4031	
Chemical fertilisation			11169	4468	8935	6702	
Total tobacco crop			32105	12842	25684	19263	
<i>Tree plantation</i>							
Soil tilling			638	766	1531	1149	
Seed spreading	1 kg seeds/ha		21	25	50	38	
Weeding			721	865	1730	1297	
Tree roots' removal			1133	1359	2718	2039	
Total tree plantation's crop			2512	3015	6029	4522	
TOTAL INTERMEDIARY CONSUMPTIONS (Rs)				137846	275692	206769	

	min	max	model
Surface (ha)	4	8	6
No of family workforce (FWF)	2	2	2
% work carried out by FWF	10%	10%	10%
Chilli // cotton (ha)	1,6	3,2	2,4
Tobacco (ha)	0,4	0,8	0,6
Paper tree (ha)	1,2	2,4	1,8
Land subject to lease (ha)	0,8	1,6	1,2

Land rental	37050	Rs / ha
Land taxes	185	Rs / ha
Workers' salaries	120	Rs / WD

Annual depreciation of farm equipment

	Current price	Period of usage	depreciation	p/np	/ ha	/ FWF
Tractor (1)	500000	20	25000	np	12500	
Wells (3)	150000	10	15000	p	2500	
Electric pumps (3)	150000	10	15000	p	2500	

Dep. p 5000

Dep. np 12500

CS Economic results - check	Smin	Smax	Model
GP/ha	163439	163439	163439
IC/ha	34462	34462	34462
GAV/ha	128978	128978	128978

	Rs.					Total income
	GP	GAV	Depreciation	NAV	AI	
min	653757	515911	45000	470911	324215	353855
max	1307515	1031823	65000	966823	673430	732710
model	980636	773867	55000	718867	498822	543282
				AI/FWF		249411
				AI/FWF/WD		127
				AI/FWF/FWFWD		1267

Details distribution of the net added value			
	min	max	model
NAV	470911	966823	718867
Workers	145956	291911	218933
%	31%	30%	30%
Gvt (land taxes)	741	1482	1112
%	0,2%	0,2%	0,2%
landowners	324215	673430	498822
%	69%	70%	69%
Total %	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 20. Calendrier de travail du SP4 « large cash crop producers » - territoire indien

Working calendar (WD/ha)													
Chilli (year 1)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Organic fertilisation							9,9						9,9
Soil tilling							1,2						1,2
Seedling planting							37,1						37,1
Irrigation							1,4	1,4	1,4				4,2
Chemical fertilisation								0,6	0,6	0,6			1,8
Weeding								148,2	74,1				222,3
Picking	185,3									185,3	185,3	185,3	741,2
Grading	49,4									49,4	49,4	49,4	197,6
Marketing to Guntur	1									1	1	1	4

Cotton (year 2)													
Organic fertilisation								9,9					9,9
Soil tilling								2,9					2,9
Seed spreading								4,9					4,9
Weeding - inter rows									1,4	1,4	1,4		4,2
Weeding - inter plants									24,7	24,7			49,4
Chemical fertilisation									0,3	0,3	0,3		0,9
Picking	49,4										49,4	74,1	172,9
Irrigation								0,9	0,9		0,9	0,9	3,6

Total chilli interventions	235,7	0	0	0	0	0	49,6	150,2	76,1	236,3	235,7	235,7	1219,3
Total cotton interventions	49,4	0	0	0	0	0	0	18,6	27,3	26,4	52	75	248,7
Total chilli // cotton interventions per year	142,55	0	0	0	0	0	24,8	84,4	51,7	131,35	143,85	155,35	734

734 Total interventions per year

Tobacco	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Organic fertilisation							9,9						9,9
Soil tilling								1,2					1,2
Seedling planting								37,1					37,1
Weeding								49,4	49,4				98,8
Chemical fertilisation								0,6	0,3				0,9
Harvesting + drying										185,4			185,4
Total interventions	0	0	0	0	0	0	9,9	88,3	49,7	185,4	0	0	333,3

Paper tree plantation	year 1	year 2	year 3	year 4	year 5	year 6	year 7	year 8	year 9	year 10	year 11	year 12	TOTAL
Soil tilling	1,7												1,7
Seed spreading	0,6												0,6
Weeding	34,6												34,6
Cutting			98,8			98,8		98,8				98,8	395,4
Tree roots' removal												4,9	4,9
Total interventions	36,9	0	98,8	0	0	98,8	0	0	98,8	0	0	103,8	437,2

36 WD / year

WD coming from the timber buyer

WD - Total interventions per year

Working calendar (WD / year)	min	max	model
Chilli // cotton	1174	2349	1762
Tobacco	133	267	200
Paper tree plantation	44	87	66
Total	1351	2703	2027
Total FWF	135	270	203
Total EWF	1216	2433	1824

Manpower salaries 145956 291911 218933

Tableau 21. Résultats technico-économiques du SP5 « Medium & small paddy-dairy producers » - territoire indien

Production System no 5 Medium & small paddy-dairy producers				Production system		
Paddy crops & dairy production				Min (Rs.)	Max (Rs.)	Model (Rs.)
PRODUCTS	qty	unit price (Rs.)	total (Rs./ha)			
Paddy	6,5	T/ha	14298	55762	185874	120818
Paddy straw	13	T/ha	1330	10374	34580	22477
TOTAL CROP PRODUCTS (Rs/ha)			92937	66136	220454	143295
			total (Rs./buffalo)			
Milk (tethered crossbred buff w paddy straw)	1153	L/anl	32	134624	134624	134624
Young buffalo	0,50	anl/buff	3250	6500	6500	6500
Culled buffalo (crossbred)	0,07	anl/buff	25000	6667	6667	6667
TOTAL ANIMAL PRODUCTS (Rs/animal)			40188	147791	147791	147791
INTERMEDIARY CONSUMPTIONS						
<i>Crop</i>			total (Rs./ha)			
Paddy - soil preparation			3176	1906	6352	4129
Paddy - seeds	74	kg	4668	2801	9337	6069
Paddy - chemicals	1112	kg	8694	5216	17388	11302
TOTAL CROP INTERMEDIARY CONSUMPTION (Rs.)			16538	9923	33077	21500
<i>Buffalo feeds</i>	qty / buffalo	unit price (Rs.)	total (Rs./buffalo)			
Paddy straw	3614	kg DM	1,3	4806	19224	19224
Green fodder - natural grasses	730	kg DM				
Concentrates	540	kg DM	17,0	9180	36720	36720
Total feed costs / buffalo	4884	kg DM		9180	55944	55944
<i>Health / breeding</i>						
Medicines			606	2424	2424	2424
Breeding - A.I.	1	A.I.	200	800	800	800
Total health-breeding / buffalo			806	3224	3224	3224
TOTAL ANIMAL INTERMEDIARY CONSUMPTIONS (Rs.)			9986	59168	59168	59168

	min	max	model
Surface (ha)	0,6	2	1,3
No of family workforce (FWF)	2	2	2
% work carried out by FWF	70%	70%	70%
Tethered crossbred buff w paddy (hds)	4	4	4
Paddy	0,6	2	1,3

Land taxes	185	Rs / ha
Workers' salaries	120	Rs / WD

Annual depreciation of farm equipment				
	Current price	Period of usage	depreciation	p/np / ha / FWF
	Rs.	(years)	(Rs. / year)	(Rs.) (Rs.)
Paddy treshing machine	140000	20	5500	np 2750
			Dep. p	0 2750

CS Economic results - check	Smin	Smax	Model
GP/ha	110227	110227	110227
IC/ha	16538	16538	16538
GAV/ha	93689	93689	93689

	Rs.				
	GP	GAV	Depreciation	NAV	AI
min	213927	144836	5500	139336	127823
max	368245	276000	5500	270500	251929
	Rs.				
model	291086	210418	5500	204918	189876
				AI/FFW	94938
				AI/FFW/WD	231
				AI/FFW/FFWWD	330
Dairy syst	170268	100350	2750	97600	90079

Details distribution of the net added value				
	min	max	model	dairy system
NAV	139336	270500	204918	97600
Workers	11402	18201	14802	7401
%	8,2%	6,7%	7,2%	8%
Gvt (land taxes)	111	371	241	120
%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
landowners	127823	251929	189876	90079
%	92%	93%	93%	92%
Total %	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 22. Calendrier de travail du SP5 « Medium & small paddy-dairy producers » - territoire indien

Working calendar (WD)													
Paddy (ha)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Border making									4,9				4,9
Organic fertilisation								10					10,0
Soil tilling									0,6				0,6
Seed spreading									0,3				0,3
Transplantation										19,8			19,8
Weeding										22	22		44,0
Irrigation									9,2	9,2	9,2	9,5	37,1
Chemical application										0,3	0,3	0,3	0,9
Harvesting	17,3												17,3
Total crop interventions	17,3	0	0	0	0	0	0	10	15	51,3	31,5	9,8	135

Tethered crossbred buffalo (per buffalo)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Milking	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	23
Bathing	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	23
Feed collection	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	23
Feed distribution	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7,6
Total buffalo interventions	6,5	5,8	6,5	6,3	6,5	6,3	6,5	6,5	6,3	6,5	6,3	6,5	76
													53

do not vary depending on the no of buffalo

Vary depending on the no of buffalo

Working calendar (WD / year)	min	max	model
Paddy	81	270	175
Tethered crossbred buffalo	236	236	236
Total	317	506	411
Total FWF	222	354	288
Total EWF	95	152	123

LS

88 WD for paddy straw allocation

62

Tableau 23. Résultats technico-économiques du SP6 « Medium & small cash crop producers » - territoire indien

**Production System no 6
Medium & small cash crop producers**

Medium & small crop producers				Production system		
PRODUCTS	qty	unit price (Rs.)	total (Rs./ha)	Min	Max	Model
Chilli cat. A	2.4	T/ha	10000	19451	194513	72942
Chilli cat. B	0.8	T/ha	50000	3242	32419	12157
Cotton	0.9	T/ha	38352	2652	26524	9947
Tobacco leaves cat. A	0.9	T/ha	118470	20542	205420	77032
Tobacco leaves cat. B	0.7	T/ha	99403	13700	137003	51376
Tobacco leaves cat. C	0.7	T/ha	61665	8225	82249	30843
Gram	0.5	T/ha	54710	3239	32388	12146
Castor-oil	0.4	T/ha	18000	889	8892	3335
Millet	0.7	T/ha	12331	1036	10356	3883
			total (Rs./anl)			
Culled bull	0.14	anl per yr	25000	7000	7000	7000
Bulls' work	1	WD	500	50000	50000	50000
TOTAL PRODUCTS (Rs)				129976	786763	330661
INTERMEDIARY CONSUMPTIONS						
<i>Chilli</i>						
Organic fertilisation			3280	0	0	0
Soil tilling			3829	0	0	0
Seedling planting	19760	seedlings/ha	19760	1581	15808	5928
Chemical fertilisation			24974	1998	19979	7492
Marketing to Gantur			3890	311	3112	1167
Total chilli crop			55732	3890	38899	14587
<i>Cotton</i>						
Organic fertilisation			3280	0	0	0
Soil tilling			3829	0	0	0
Seed spreading	5	kg seeds/ha	1778	4391	351	3513
Weeding - inter rows	6	times/ha	618	1853	0	0
Chemical fertilisation			7158	573	5726	2147
Total cotton crop			20511	924	9239	3465
<i>Tobacco</i>						
Organic fertilisation			6560	1312	13120	4920
Soil tilling			7657	0	0	0
Seedling planting	39520	seedlings/ha	6718	1344	13437	5039
Chemical fertilisation			11169	2234	22339	8377
Total tobacco crop			32105	4890	48895	18336
<i>Gram</i>						
Organic fertilisation			3280	393,6	3936	1476
Soil tilling			2552	0	0	0
Seed spreading	1.2	kg seeds/ha	220	478	33	326
Weeding - inter rows			824	0	0	0
Chemical fertilisation			2006	241	2407	903
Total gram crop			9139	667	6669	2501
<i>Castor-oil plants</i>						
Organic fertilisation			1093	131	1312	492
Soil tilling			823	0	0	0
Seed spreading	1,6	kg seeds	473	780	94	935
Weeding			1647	0	0	0
Chemical fertilisation			1337	160	1605	602
Total castor-oil plants' crop			5680	385	3852	1444
<i>Millet</i>						
Organic fertilisation			1093	131	1312	492
Soil tilling			823	99	988	371
Seed spreading	2,47	kg seeds	133	329	40	395
Weeding - inter rows			412	0	0	0
Chemical fertilisation			2361	283	2834	1063
Total millet crop			5019	553	5529	2073
TOTAL CROP INTERMEDIARY CONSUMPTIONS (Rs)						
				11308	113083	42406
Bull feed	3	trailer of paddy straw	17500	52500	52500	52500
TOTAL ANIMAL INTERMEDIARY CONSUMPTIONS (Rs)						
				52500	52500	52500

	min	max	model
Surface (ha)	0,4	4	1,5
No of family workforce (FWF)	2	2	2
% work carried out by FWF	80%	30%	50%
Chilli // cotton (ha)	0,08	0,8	0,3
Tobacco (ha)	0,2	2	0,8
Gram // castor-oil plants // millet	0,12	1,2	0,5
Ownership (% total surface)	80%	80%	80%
Tenancy (% total surface)	20%	20%	20%
Local bull	2	2	2

Land rental	37050	Rs / ha
Land taxes	185	Rs / ha
Workers' salaries	120	Rs / WD
Loan interests	24000	Rs / year

Annual depreciation of farm equipment			
	Current price	Period of usage	depreciation
Tiller type 1			p/np /FWF
Tiller type 2			np /FWF
electric pump (2)	100000	10	10000
Pipes			p /ha

	Dep. p	10000 / ha
	Dep. np	0 /FWF

CS Economic results - check	Smin	Smax	Model
GP/ha	182441	182441	182441
IC/ha	28271	28271	28271
GAV/ha	154170	154170	154170

	Rs.				
	GP	GAV	Depreciation	NAV	AI
min	129976	66168	4000	62168	27714
max	786763	621180	40000	581180	405119
model	330661	235755	15000	220755	148637
				AI/FWF	74318
				AI/FWE/WD	121
				AI/FWE/FWFWD	242

Details distribution of the net added value per FWF			
	min	max	model
NAV	62168	581180	110377
Workers	3715	60914	18390
%	6,0%	10,5%	16,7%
Gvt (land taxes)	30	296	111
%	0,0%	0,1%	0,1%
landowners	1482	14820	5558
%	2,4%	2,5%	5,0%
landowner-sharecropper	56941	505150	86318
%	91,6%	86,9%	78,2%
Total %	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 24. Calendrier de travail du SP6 « Medium & small cash crop producers » - territoire indien (1)

Working calendar (WD/ha)													
Chilli (year 1)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Organic fertilisation							9,9						9,9
Soil tilling							1,2						1,2
Seedling planting							37,1						37,1
Irrigation							1,4	1,4	1,4				4,2
Chemical fertilisation								0,6	0,6	0,6			1,8
Weeding								148,2	74,1				222,3
Picking	185,3									185,3	185,3	185,3	741,2
Grading	49,4									49,4	49,4	49,4	197,6
Marketing to Guntur	1									1	1	1	4

Cotton (year 2)													
Organic fertilisation								9,9					9,9
Soil tilling								2,9					2,9
Seed spreading								4,9					4,9
Weeding - inter rows									1,4	1,4	1,4		4,2
Weeding - inter plants									24,7	24,7			49,4
Chemical fertilisation									0,3	0,3	0,3		0,9
Picking	49,4										49,4	74,1	172,9
Irrigation								0,9	0,9		0,9	0,9	3,6

Total chilli interventions	236	0	0	0	0	0	0	50	150	76	236	236	236	1219
Total cotton interventions	49	0	0	0	0	0	0	0	19	27	26	52	75	249
Total chilli // cotton interventions per year	143	0	0	0	0	0	25	84	52	131	144	155	155	734

Tobacco														
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL	
Organic fertilisation							9,9						9,9	
Soil tilling								1,2					1,2	
Seedling planting								37,1					37,1	
Weeding								49,4	49,4				98,8	
Chemical fertilisation								0,6	0,3				0,9	
Harvesting + drying										185,4			185,4	
Total interventions	0	0	0	0	0	0	0	9,9	88,3	49,7	185,4	0	0	333,3

Working calendar (WD / year)	min	max	model
Chilli // cotton	58,72	587	220
Tobacco	67	667	250
Gram // castor-oil plant // millet	9	86	32
Bull	175,625	111	111
Total	310	1450	613
Total FWF	248	435	307
Total EWF	62	1015	307

Tableau 25. Calendrier de travail du SP6 « Medium & small cash crop producers » - territoire indien (2)

Gram (year 1)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Organic fertilisation								3,7					3,7
Soil tilling								1					1
Seed spreading								0,15					0,2
Weeding - inter rows									0,5		0,5		1
Weeding - inter plants									37,1		37,1		74,2
Chemical fertilisation									0,3		0,3		0,6
Harvesting		7,4											7,4
Drying		2,3											2,3
Threshing			1,9										1,9

Castor-oil plants (year 2)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Organic fertilisation									3,7				3,7
Soil tilling									2,1				2,1
Seed spreading									2,5				2,5
Weeding										1,2	1,2		2,4
Chemical fertilisation										0,3			0,3
Picking	9,8	9,8	4,9										24,5
Bag sorting	2,8	5,6	5,6										14

Millet (year 3)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Organic fertilisation						3,9							3,9
Soil tilling						1							1
Seed spreading						0,3							0,31
Weeding - inter rows							0,5	0,5					1
Weeding - inter plants							37,1						37,1
Chemical fertilisation							0,2	0,2					0,4
Harvesting										24,7			24,7
Drying										2,3			2,3
Millet threshing										2,3			2,3

Total gram interventions	0	9,7	1,9	0	0	0	0	4,9	37,9	0	37,9	0	92,3
Total castor-oil plants interventions	12,6	15,4	10,5	0	0	0	0	0	8,3	1,5	1,2	0	49,5
Total millet interventions	0	0	0	0	0	5,2	37,8	0,7	29,3	0	0	0	73,01
Total gram // castor-oil plants // millet interventions per year	4,2	8,4	4,1	0	0	1,7	12,6	1,9	25,2	0,5	13,0	0	71,6

71,6 Total interventions per year

Tethered local bull (per bull)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Grazing	5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	0	0	5	5	5	65
Feed distribution	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	22,8
Total tethered bull interventions	6,9	9,3	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	1,9	1,9	6,9	6,9	6,9	87,8

Tableau 26. Résultats technico-économiques du SP7 « Medium cash crop dairy producers » - territoire indien

**Production System no 7
Medium cash crop-dairy producers**

Crop & livestock producers				Production system			
PRODUCTS	qty	unit price (Rs.)	total (Rs./ha)	Min	Max	Model	
Tobacco leaves cat. A	0,3	T/ha	118470	34237	67087	135560	101324
Tobacco leaves cat. B	0,2	T/ha	99403	22834	44743	90411	67577
Tobacco leaves cat. C	0,2	T/ha	61665	13708	26861	54278	40569
Gram	0,9	T/ha	54710	47233	92554	187020	139787
Millet	0,2	T/ha	12331	3042	5960	12043	9002
			total (Rs./anl)				
Milk (tethered crossbred buffalo - b)	1350	L/anl	32	43200	129600	129600	129600
Young buffalo	0,50	anl/buff	3250	1625	4875	4875	4875
Culled buffalo (crossbred)	0,07	anl/buff	25000	1667	5000	5000	5000
TOTAL PRODUCTS (Rs)				376681	618787	497734	
INTERMEDIARY CONSUMPTIONS							
<i>Tobacco</i>							
Organic fertilisation			659	1291	2608	1949	
Soil tilling			2552	5001	10106	7554	
Seedling planting	13173	seedlings/ha	2239	4388	8867	6628	
Chemical fertilisation			3723	7295	14742	11019	
Total tobacco crop			9174	17976	36323	27149	
<i>Gram</i>							
Organic fertilisation			659	1291	2608	1949	
Soil tilling			2552	5001	10106	7554	
Seed spreading	1,2	kg seeds	220	478	936	1891	1413
Weeding - inter rows			824	1614	3261	2438	
Chemical fertilisation			2006	3930	7941	5936	
Total gram crop			6518	12772	25808	19290	
<i>Gram-millet</i>							
Organic fertilisation			659	1291	2608	1949	
Soil tilling			823	1613	3260	2437	
Seed spreading	0,8	kg seeds	712	1396	2821	2108	
Weeding - inter rows			824	1614	3261	2438	
Chemical fertilisation			2361	4627	9350	6988	
Total gram-millet crop			5379	10541	21300	15921	
TOTAL CROP INTERMEDIARY CONSUMPTIONS (Rs)				41289	83430	62360	
<i>Crossbred buffalo feed</i>							
Green forage	10 cents	of cultivated forage produced on farm		2417	2417	2417	
Paddy straw	3285	kg DM	2,9	9362	28087	28087	28087
Commercial concentrates	540	kg	17	9180	27540	27540	27540
Total feed costs				58043	58043	58043	
<i>Health / breeding</i>							
Medicines			606	1818	1818	1818	
Breeding - A.I.			200	600	600	600	
Total health-breeding				2418	2418	2418	
TOTAL ANIMAL INTERMEDIARY CONSUMPTIONS (Rs.)				60461	60461	60461	

Manure coming from HH buffaloes, transportation cost only

	min	max	model
Surface (ha)	2	4	3
No of family workforce (FWF)	3	3	2,5
% work carried out by FWF (crop)	80%	30%	50%
% work carried out by FWF (buffalo)	100%	100%	100%
Tobacco // gram // gram-millet (ha)	2,0	4,0	3,0
Forage (ha)	0,04	0,04	0,04
Ownership (% total surface)	80%	80%	80%
Tenancy (% total surface)	20%	20%	20%
Tethered crossbred buffalo - b (animal)	3	3	3

Land rental	37050	Rs / ha
Land taxes	185	Rs / ha
Workers' salaries	120	Rs / WD
Loan interests	12000	Rs / year

	Current price	Period of usage	depreciation	p/np	
Well (1)	50000	20	2500	p	2500 /ha
Electric pump (1)	50000	10	5000	p	5000 /ha
Pipes				p	/ha
			Dep. p		7500 / ha
			Dep. np		0 /FWF

CS Economic results - check	Smin	Smax	Model
GP/ha	121053	121053	121053
IC/ha	21071	21071	21071
GAV/ha	99982	99982	99982

	Rs. per FWF				
	GP	GAV	NAV	AI	
min	376681	274930	0	274930	239636
max	618787	474895	30000	444895	343268
model	497734	374913	22500	352413	286048
				AI/FWF	114419
				AI/FWE/WD	178
				AI/FWE/FWEWD	303
Dairy syst	139475	79014	304	78710	66702

Details distribution of the net added value				
	min	max	model	Dairy syst
NAV	274930	444895	352413	78710
Workers	8401	59839	32024	0
%	3,1%	13%	9%	0%
Gt (land taxes)	74	148	111	8
%	0,03%	0,03%	0,03%	0,01%
landowners	14820	29640	22230	0
%	5,4%	7%	6%	0%
ldowner-sharecrop.	239636	343268	286048	66702
%	87,2%	77%	81%	85%
Bank	12000	12000	12000	12000
%	4%	3%	3%	15%
Total %	100%	100%	100%	100%

Tableau 27. Calendrier de travail du SP7 « Medium cash crop dairy producers » - territoire indien (1)

Working calendar (WD/ha)													
Tobacco (year 1)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Organic fertilisation							9,9						9,9
Soil tilling								1,2					1,2
Seedling planting								37,1					37,1
Weeding								49,4	49,4				98,8
Chemical fertilisation								0,6	0,3				0,9
Harvesting + drying										185,4			185,4
Gram (year 2)													
Organic fertilisation								3,7					3,7
Soil tilling								1					1
Seed spreading								0,15					0,2
Weeding - inter rows									0,5		0,5		1
Weeding - inter plants									37,1		37,1		74,2
Chemical fertilisation									0,3		0,3		0,6
Harvesting		7,4											7,4
Drying		2,3											2,3
Threshing			1,9										1,9
Gram - millet (year 3)													
Organic fertilisation						3,9							3,9
Soil tilling						1,8							1,8
Seed spreading						0,15							0,2
Weeding - inter rows							3,7		3,7				7,4
Weeding - inter plants							37,1		37,1				74,2
Chemical fertilisation							0,2		0,2				0,4
Harvesting									12,4			4,9	17,3
Drying									1,2			1,4	2,6
Threshing	1,4								1,2				2,6
Total tobacco interventions	0	0	0	0	0	0	9,9	88,3	49,7	185,4	0	0	333,3
Total gram interventions	0	9,7	1,9	0	0	0	0	4,9	37,9	0	37,9	0	92,3
Total gram-millet interventions	1,4	0	0	0	0	5,9	41	0	55,8	0	0	6,3	110,4
Total crop interventions	1,4	9,7	1,9	0	0	5,85	50,9	93,15	143,4	185,4	37,9	6,3	535,9
													178,63

WD/ha

WD/ha/year

Tableau 28. Calendrier de travail du SP7 « Medium cash crop dairy producers » - territoire indien (2)

Forage (10 cents)	year 1	year 2	year 3	Total
Organic fertilisation	0,2			0,2
Soil tilling	0,1			0,1
Cutting planting	0,5			0,5
Irrigation	3,7	3,7	3,7	11,2
Weeding	3,0			3,0
Chemical fertilisation	0,0	0,0	0,0	0,1
Plant removal			0,1	0,1
Total forage interventions	7,5	3,8	3,9	15,2
Total forage interventions per year				5

10 cents =
0,0404 ha

WD/year

3 Tethered buffalo	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Milking	3,9	3,5	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	45,6
Bathing	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	22,8
Feed collection	2,9	2,6	2,9	2,8	2,9	2,8	2,9	2,9	2,8	2,9	2,8	2,9	34,2
Feed distribution	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7,6
Total tethered buffalo interventions	9,4	8,5	9,4	9,1	9,4	9,1	9,4	9,4	9,1	9,4	9,1	9,4	110,3

Working calendar (WD / year)	min	max	model
Tobacco // gram // gram-millet	350	707	529
Forage	5	5	5
Tethered buffalo	115	115	110
Total	470	828	644
Total FWF	395	329	377
Total EWF	70	499	267

Tableau 29. Résultats technico-économiques du SP8 « Small cash crop-dairy producers » - territoire indien

Production System no 8 Small cash crop-dairy producers				Production system			min			max			model									
Crop & livestock producers							Surface (ha)			0,4			2			1,5						
PRODUCTS				total (Rs./ha)			No of family workforce (FWF)			3			3			2,5						
Tobacco leaves cat. A	0,9	T/ha	118470	102710	24650	123252	92439	% work carried out by FWF (crop)			80%			80%			80%					
Tobacco leaves cat. B	0,7	T/ha	99403	68502	16440	82202	61651	% work carried out by FWF (buffalo)			100%			100%			100%					
Tobacco leaves cat. C	0,7	T/ha	61665	41124	9870	49349	37012	Tobacco (ha)			0,24			1,2			0,9					
Gram	1,3	T/ha	54710	70849	11336	56680	42510	Gram // gram-millet (ha)			0,16			0,8			0,6					
Millet	0,4	T/ha	12331	4562	730	3650	2737	Ownership (% total surface)			0%			0%			0%					
				total (Rs./animal)			Tenancy (% total surface)			100%			100%			100%						
Milk (grazing local buffalo)	531	L/animal	32	16976	33952	33952	33952	Grazing local buffalo (animal)			2			2			2					
Young buffalo	0,53	anl/buff	3250	1733	3467	3467	3467	Land rental			39819			37050			Rs / ha					
Culled buffalo (local)	0,07	animal/buffalo	18000	1200	2400	2400	2400	Land taxes			185			Rs / ha								
TOTAL PRODUCTS (Rs)				102845			354951			276168			Workers' salaries			120			Rs / WD			
INTERMEDIARY CONSUMPTIONS																						
Tobacco																						
Organic fertilisation			1976	474	2371	1778		CS Economic results - check			Smin			Smax			Model					
Soil tilling			7657	1838	9188	6891		GP/ha			157566			157566			157566					
Seedling planting	13173	seedlings/ha	6718	1612	8062	6047		IC/ha			23705			23705			23705					
Chemical fertilisation			11169	2681	13403	10052		GAV/ha			133862			133862			133862					
Total tobacco crop			27521	6605	33025	24769		LS Economic results - check			GP			39819			39819			39819		
Gram			988	237	1186	889		IC			27644			27644			27644					
Organic fertilisation			1276	306	1531	1149		GAV			12175			12175			12175					
Soil tilling			239	57	287	215		Manure coming from their own buffaloes transportation cost only														
Seed spreading	1,2	kg seeds	220	412	99	494	371															
Weeding - inter rows			1003	241	1203	903																
Chemical fertilisation			3918	940	4701	3526																
Total gram crop			988	237	1186	889																
Gram-millet			1235	296	1482	1112																
Organic fertilisation			1069	256	1282	962																
Soil tilling			1236	297	1483	1112																
Seed spreading	0,8	kg seeds	220	412	99	494	371															
Weeding - inter rows			1003	241	1203	903																
Chemical fertilisation			3542	850	4250	3188																
Total gram-millet crop			8069	1937	9683	7262																
TOTAL CROP INTERMEDIARY CONSUMPTIONS (Rs)				9482			47409			35557												
Buffalo feed																						
Paddy straw	1	kg DM	2,9	8426	16852	16852	16852															
Commercial concentrates	1	kg	17	4590	9180	9180	9180															
Total feed costs				26032			26032			26032												
Health / breeding																						
Medicines			606	1212	1212	1212																
Breeding - A.I.			200	400	400	400																
Total health-breeding				1612			1612			1612												
TOTAL ANIMAL INTERMEDIARY CONSUMPTIONS (Rs.)				27644			27644			27644												

	Rs.				
	GP	GAV	Depreciation	NAV	AI
min	102845	65719	0	65719	49831
max	354951	279898	0	279898	198514
model	276168	212967	0	212967	151929
				AI/FWF	60772
				AI/FWE/WD	105
				AI/FWE/FWFWD	113
dairy system	39819	12175	0	12175	12175

Details distribution of the net added value				
	min	max	model	dairy system
NAV	65719	279898	85187	12175
Workers	356	2428	2185	0
%	0,5%	0,9%	2,6%	0%
Gvt (land taxes)	0	0	0	0
%	0,0%	0,0%	0,0%	0%
landowners	4940	24700	22230	0
%	7,5%	8,8%	26,1%	0%
sharecroppers	60423	252770	60772	12175
%	91,9%	90,3%	71,3%	100%
Total %	100,0%	100,0%	100,0%	100%

12175

Tableau 30. Calendrier de travail du SP8 « Small cash crop dairy producers » - territoire indien

Working calendar (WD/ha)													
Tobacco (year 1)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Organic fertilisation							9,9						9,9
Soil tilling								1,2					1,2
Seedling planting								37,1					37,1
Weeding								49,4	49,4				98,8
Chemical fertilisation								0,6	0,3				0,9
Harvesting + drying										185,4			185,4
Gram (year 2)													
Organic fertilisation								3,7					3,7
Soil tilling								1					1
Seed spreading								0,15					0,2
Weeding - inter rows									0,5		0,5		1
Weeding - inter plants									37,1		37,1		74,2
Chemical fertilisation									0,3		0,3		0,6
Harvesting		7,4											7,4
Drying		2,3											2,3
Threshing			1,9										1,9
Gram - millet (year 3)													
Organic fertilisation						3,9							3,9
Soil tilling						1,8							1,8
Seed spreading						0,15							0,2
Weeding - inter rows							3,7		3,7				7,4
Weeding - inter plants							37,1		37,1				74,2
Chemical fertilisation							0,2		0,2				0,4
Harvesting									12,4			4,9	17,3
Drying									1,2			1,4	2,6
Threshing	1,4								1,2				2,6
Total tobacco interventions	0	0	0	0	0	0	9,9	88,3	49,7	185,4	0	0	333
Total gram interventions	0	9,7	1,9	0	0	0	0	4,9	37,9	0	37,9	0	92
Total gram-millet interventions	1,4	0	0	0	0	5,9	41	0	55,8	0	0	6,3	110
Total crop interventions	1,4	9,7	1,9	0	0	5,85	50,9	93,15	143,4	185,4	37,9	6,3	536
													179

WD/ha
WD/ha/year

Working calendar (WD / year)	min	max	model
Tobacco	44	222	167
Gram // gram+millet	16	81	61
Grazing buffalo	354	354	354
Total	414	657	581
Total FWF	402	596	536
Total EWF	9	61	46

Tableau 31. Résultats technico-économiques du SP9 « Landless labourer-dairy producers » - territoire indien

Production System no 9 Landless labourers-dairy producers						model		Rs.					
						Surface (ha)	model	GP	GAV	Depreciation	NAV	AI	
Dairy producers						No of family workforce (FWF)	2	model	44739	17095	0	17095	12295
PRODUCTS	qty		unit price (Rs.)	total (Rs./animal)	model	% work carried out by FWF (buffalo)	100%					AI/FFW	6147
Milk (grazing local buffalo)	531	L/animal	32	16976	33952	Grazing local buffalo (animal)	2					AI/WD	23
Young buffalo	0,53	animal/buffalo	3250	1733	3467							income from agri	21600
Culled buffalo (local)	0,07	animal/buffalo	18000	1200	2400							total income relat	33895
Manure	1,5	T/animal	1640	2460	4920								
TOTAL PRODUCTS (Rs)					44739								
INTERMEDIARY CONSUMPTIONS						loans (buff)	4800						
Buffalo feed						Workers' salaries	120	Rs / WD					
Paddy straw	1	kg DM	2,9	8426	16852								
Rice bran (local)	1	kg	17	4590	9180								
Total feed costs					26032								
Health / breeding													
Medicines				606	1212								
Breeding - A.I.				200	400								
Total health-breeding					1612								
TOTAL INTERMEDIARY CONSUMPTIONS (Rs.)					27644								

Tableau 32. Calendrier de travail du SP9 « Landless labourer-dairy producers » - territoire indien

Working calendar (WD/animal)													
2 Grazing buffalo	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Milking	3,9	3,5	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	45,6
Grazing	23,3	21,0	23,3	22,5	23,3	22,5	23,3	23,3	22,5	23,3	22,5	23,3	273,8
Bathing	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	22,8
Feed distribution	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	11,4
Total grazing buffalo interventions	30,0	27,1	30,0	29,1	30,0	29,1	30,0	30,0	29,1	30,0	29,1	30,0	353,6
													57,0
Working calendar	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Work on crops	30	13					5	20	20	31	30	31	180

Tableau 33. Résultats technico-économiques du SP10 « Landless small ruminants keepers » - territoire indien

Production System no 10 Landless small ruminants' keepers						model
Sheep & goat producers						
PRODUCTS	qty		unit price (Rs.)	total (Rs./animal)	model	
Young sheep	0,55	animal/reproductive female	3000	1650	66000	
Young goat	0,68	animal/reproductive female	2250	1530	15300	
Culled sheep	0,2	animal/reproductive female	8750	1750	70000	
Culled goat	0,22	animal/reproductive female	5250	1155	11550	
Manure			150		7500	
TOTAL PRODUCTS (Rs)					170350	
INTERMEDIARY CONSUMPTIONS						
<i>Feed</i>						
Rice bran (sheep)	4,5	kg/animal	24	108	4320	
Rice bran (goat)	5,4	kg/animal	24	130	1296	
Millet grain (sheep)	10,5	kg/animal	38	399	15960	
Millet grain (goat)	10,5	kg/animal	38	399	3990	
Total feed costs (Rs.)					25566	
Medicines				20	1000	
Migration costs				1000	50000	
TOTAL INTERMEDIARY CONSUMPTIONS (Rs.)					76566	

	Surface (ha)	model
No of family workforce (FWF)		3
% work carried out by FWF (lives stock)		100%
Grazing reproductive sheep (animal)		40
Grazing reproductive goat (animal)		10

	Rs.				
	GP	GAV	Depreciation	NAV	AI
model	170350	93784	0	93784	93784
				AI/WWF	31261
				AI/WD	91

Tableau 34. Calendrier de travail du SP10 « Landless small ruminants keepers » - territoire indien

Working calendar (WD/animal)													
Grazing sheep & goat	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Grazing	77,5	70,0	77,5	75,0	77,5	75,0	77,5	77,5	75,0	77,5	75,0	77,5	912,5
Feed collection						15,0	15,5	15,5	15,0	15,5	15,0	15,5	107,0
Feed distribution						0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	6,7
Total grazing sheep & goat	77,5	70,0	77,5	75,0	77,5	90,9	94,0	94,0	90,9	94,0	90,9	94,0	1026,2
													342,06

Tableau 35. Résultats technico-économiques et calendrier de travail du SP11 « Landless agricultural labourers » - territoire indien

Production System no 11
Landless agricultural labourers

		<i>Rs.</i>				
		GP	GAV	Depreciation	NAV	AI
Surface (ha)	0	model 43200	43200	0	43200	43200
No of family workforce (FWF)	2				AI/FWF	21600
Workers' salaries (Rs/WD)	120				AI/WD	120

Working calendar	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Work on crops	30	13					5	20	20	31	30	31	180

Tableau 36. Evolution des systèmes de production des Hauts de La Réunion, des années 50 à nos jours

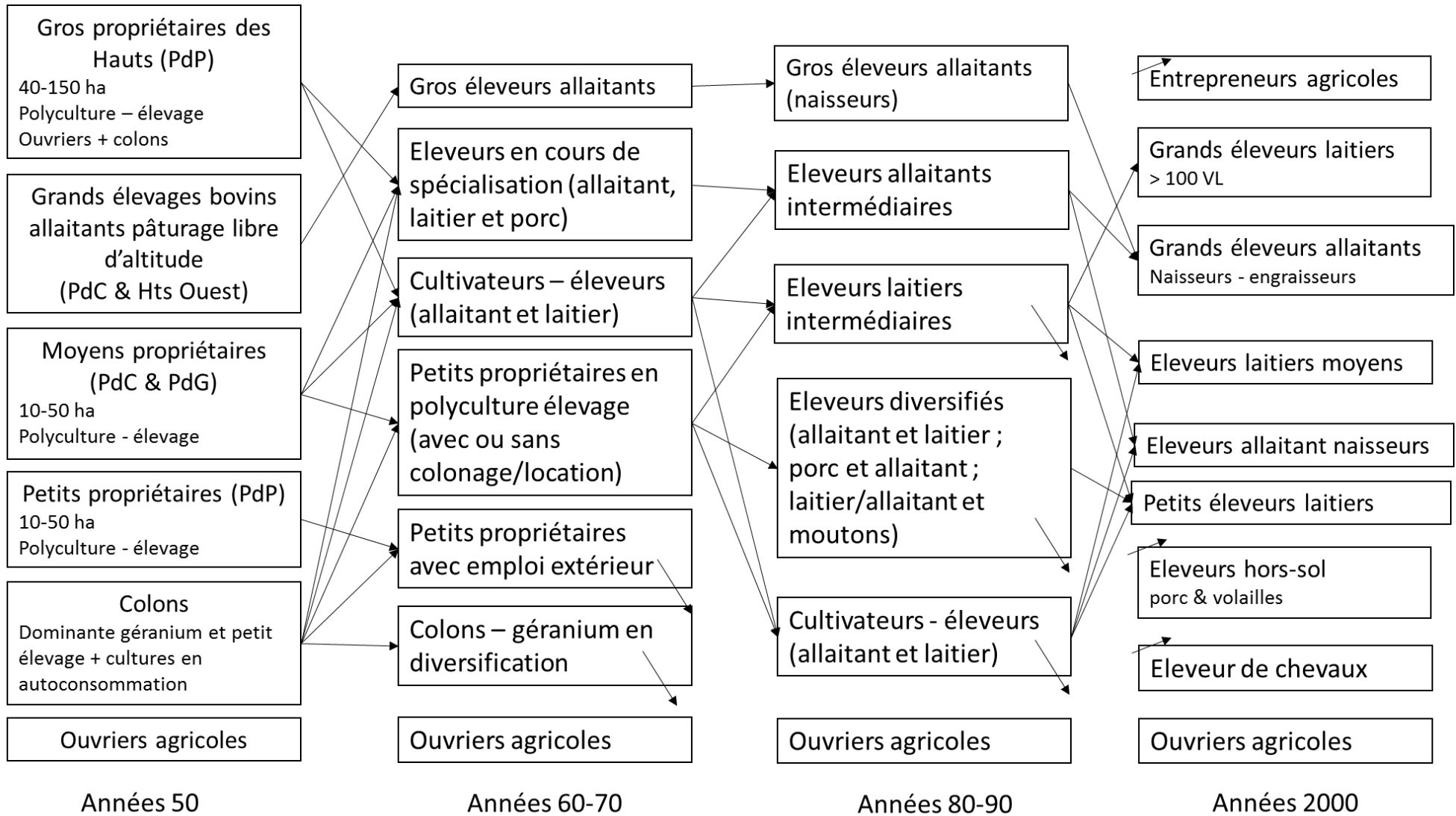


Tableau 37. Caractéristiques des systèmes de production laitiers - territoire réunionnais

Caractéristiques des systèmes de production laitiers		1. Elevages laitiers avec pâturage	2. Petits élevages laitiers	3. Elevages laitiers de taille moyenne	4. Grands élevages laitiers
Troupeau	VL	50	40	50	105
	production L / VL	6500	5500	7500	7000
Chargement (nb VL / SFP)		1,1	2,7	2,8	2,9
Foncier	Ha total	45,5	14,8	17,9	36,2
	% prairie fauche	11	95	90	100
	% parcours	89	5	10	0
Ration	pâturage	18h / j	4h / j	4h / j	0h / j
	ensilage	oui	oui	oui	oui
	paille canne	oui	oui	oui	oui
	concentré VL	10 kg / j	12 kg / j	16 kg / j	14 kg / j
Bâtiment	Etable	aire alim. 55 pl	50 pl + aire repos	55 pl + logettes	110 pl + logettes
	Salle de traite	2x6	2x4	2x6	2x10
Equipement	Chaîne ensilage	oui	partielle	oui	oui
	Tracteurs	2 : 130cv, 110cv	2 : 110cv, 80cv	3 : 150cv, 110cv (2)	4 : 150cv, 130cv, 80cv
	Retenues collin.	6500 m3	1500 m3	3000 m3	3000 m3
Zone de présence		HO, PdC, GC	PdC, PdP, HSJ	PdC, PdP, GC	PdC
SC et SE		SC 1, 4b et SE 1d	SC 4b et SE 1a	SC 1, 4a et SE 1c	SC 4b et SE 1b

Tableau 38. Systèmes de culture - résultats technico-économiques des différents types de prairies réunionnaises

Systèmes de culture						
Résultats technico-économiques des différents types de prairies réunionnaises						
Types de prairies	Rdt (t MS/ha)	Taux de perte	Prix (€/t MS)	PB (€/ha/an)	CI (€/ha/an)	VAB (€/ha/an)
Ensilage - enrubannage						
Ensilage - enrubannage de kikuyu HO	11	10%	307,8	3385,4	632	2754
Ensilage - enrubannage de tempérées HO	11	10%	300,1	3301,0	632	2669
Ensilage - enrubannage de kikuyu SUD	12	10%	307,8	3693,2	677	3016
Ensilage - enrubannage de tempérées SUD	12	10%	300,1	3601,1	677	2924
Ensilage - enrubannage de chloris SUD	20	10%	262,3	5246,2	1038	4208
Ensilage - enrubannage de kikuyu PdP	12	10%	307,8	3693,2	677	3016
Ensilage - enrubannage de tempérées PdP	12	10%	300,1	3601,1	677	2924
Parcours type pelouse						
Parcours kikuyu HO	6	-	-	134		
Parcours tempérées HO	6	-	-	134		
Parcours kikuyu SUD	9	-	-	134		
Parcours tempérées SUD	9	-	-	134		
Prairie - fauche en vert						
Prairie fauche kikuyu HO	11	-	-	159		
Prairie fauche tempérées HO	11	-	-	159		
Prairie fauche kikuyu SUD	16	-	-	159		
Prairie fauche tempérées SUD	16	-	-	159		
Prairie fauche chloris SUD	20	-	-	159		
Prairie fauche kikuyu PdP	12	-	-	159		
Prairie fauche tempérées PdP	12	-	-	159		
Consommations intermédiaires (CI/ha/an) par type de prairie, espèce fourragère et zone géographique						
	Parcours type pelouse		Prairie fauche en vert	Ensilage - enrubannage		
Kikuyu Hauts de l'Ouest	134		159	632		
Tempérées Hauts de l'Ouest	134		159	632		
Kikuyu Sud*	134		159	677		
Tempérées Sud*	134		159	677		
Chloris Sud*	-		159	1038		
Kikuyu Plaine des Palmistes	-		159	677		
Tempérées Plaine des Palmistes	-		159	677		

Tableau 39. Consommations intermédiaires pour les chaînes de production de fourrage - territoire réunionnais

Consommations Intermédiaires

Intervention	Prix (€/ha/an)	Equipement	Remarques
Amélioration foncière	429	Bulldozer	
Implantation prairie kikuyu	121	Manuel	
Implantation prairie tempérée	486	Tracteur, semoir	
Implantation chloris	452	Tracteur, semoir	
Fertilisation prairie fauche kikuyu - laitier	134	Tracteur, tonne à lisier, épandeur d'engrais	Coût pour 4,5 interventions / an, avec 40m3 lisier pour chaque coupe et 30kg N (30-10-10) 1 fois sur 2
Fertilisation prairie kikuyu - allaitant	418	Tracteur, épandeur d'engrais	Coût pour 3 interventions / an, avec 70kg d'N (30-10-10) par intervention
Fertilisation prairie tempérée - laitier	134	Tracteur, tonne à lisier	Coût pour 4,5 interventions / an, avec 40m3 lisier pour chaque coupe et 30kg (30-10-10) N 1 fois sur 2
Fertilisation prairie tempérée - allaitant	418	Tracteur, épandeur d'engrais	Coût pour 3 interventions / an, avec 70 kg d'N (30-10-10) par intervention
Ensilage enrubannage prairie kikuyu	45,2	Tracteur, faucheuse, fanneuse, presse, enrubanneuse	Par t MS/ha/an -> multiplier par le rendement moyen de la prairie
Ensilage enrubannage prairies tempérées	45,2	Tracteur, faucheuse, fanneuse, presse, enrubanneuse	Par t MS/ha/an -> multiplier par le rendement moyen de la prairie
Fauche en vert - carburant	24,2	Tracteur, faucheuse	
Ensilage enrubannage ETA (voir rapport Floriane p.146 pour tarifs - cas par cas			

Fermage	(€/ha/an)
Prairie moyenne & hte altitude	250
Prairie Plaine des Cafres	600
Prairie basse altitude non irrigable	600
Prairie basse altitude irrigable	900

Données prises dans le rapport de stage de Floriane Fages 2016 sur la coût des fourrages à La Réunion

Consommation carburant par activité	L/h	Fertilisation (L/ha)		Ensilage - fauche (balle)		Ensilage - enrubannage (balle)	
		Lait*	Allaitant**	Individuel	Equipement ++ ***	Individuel	Equipement ++ ***
Tracteur 80 cv	6,7	10,1	3,4	4,5	2,6	0,8	0,2
Tracteur 110 cv	9,2	13,8	4,6	6,1	3,5	1,2	0,3
Tracteur 130 cv	10,9	16	5,5	7,3	4,2	1,4	0,3
Tracteur 150 cv	12,6	18,9	6,3	8,4	4,8	1,6	0,4

* Fertilisation lait : 4,5 fertilisations / an, avec 40m3 lisier pour chaque coupe et 30kg N (30-10-10) 1 fois sur 2

** Fertilisation allaitant : 3 fertilisations / an, avec 70kg d'N (30-10-10) par intervention

Lisier = 3,3kg N/m3

*** (combiné faucheuse, presse enrubanneuse)

Tableau 40. Caractéristiques zootechniques des systèmes d'élevage laitiers - territoire réunionnais

SE 1a : vache à 5500 L - peu de pâturage (petits élevages, PdP, PdC)

Indicateurs zootechniques du troupeau	
Nombre de femelles en repro	1
Période en repro (femelles)	1,8 - 6
Année en repro des femelles	4,2
Age à la 1ère mise bas (mois)	29
Interval vêlage-vêlage IVV (j)	420
Nombre d'l.A. / VL / an	2,5
Taux de fécondité	0,7
Nombre de veaux	0,7
Taux de mortalité veaux	5%
Nombre de veaux élevés	0,67
Veaux mâles	0,33
Veaux femelles	0,33
Age veaux mâles à la vente	8-15j
Taux de renouvellement (%)	20%
Nombre femelles pr renouvel.	0,20
Taux de mortalité adulte	8%
Nombre femelles pr vente	0,05
Age réforme femelles	6
Nombre femelles réformés / an	0,2
Production laitière (L/vache/an)	5500
Besoins de la vache	
Besoins totaux biomasse fourrage (t MS/an)	4,2
Apport via enrubannage (t MS/an)	2,10
Apport via pâturage (t MS/an)	1,26
Apport via foin chloris (t MS/an)	0,25
Apport via paille canne (t MS/an)	0,59
Apport concentrés (t MS/an)	4,3
Apport total biomasse alimentaire (t MS/an)	8,5

Fourrages	49%
Ensilage	25%
Pâturage	15%
Foin chloris	3%
Paille canne	7%
Concentrés	51%
Total	100%

SE 1b : vache à 7000 L - pas de pâturage (grands élevages)

Indicateurs zootechniques du troupeau	
Nombre de femelles en repro	1
Période en repro (femelles)	1,8 - 5
Année en repro des femelles	3,2
Age à la 1ère mise bas (mois)	27
Interval vêlage-vêlage IVV (j)	400
Nombre d'l.A. / VL / an	2
Taux de fécondité	0,75
Nombre de veaux	0,75
Taux de mortalité veaux	5%
Nombre de veaux élevés	0,71
Veaux mâles	0,36
Veaux femelles	0,36
Age veaux mâles à la vente	8-15j
Taux de renouvellement (%)	25%
Nombre femelles pr renouvel.	0,25
Taux de mortalité adulte	9%
Nombre femelles pr vente	0,02
Age réforme femelles	5
Nombre femelles réformés / an	0,25
Production laitière (L/vache/an)	7000
Besoins de la vache	
Besoins totaux biomasse fourrage (t MS/an)	4,2
Apport via enrubannage (t MS/an)	3,36
Apport via foin chloris (t MS/an)	0,25
Apport via paille canne (t MS/an)	0,59
Apport concentrés (t MS/an)	4,8
Apport total biomasse alimentaire (t MS/an)	9,0

Fourrages	47%
Ensilage	38%
Foin chloris	3%
Paille canne	7%
Concentrés	53%
Total	100%

SE 1c : vache à 7500 L - peu de pâturage (él. taille moy, PdC/Gd Coude)

Indicateurs zootechniques du troupeau	
Nombre de femelles en repro	1
Période en repro (femelles)	1,8 - 5
Année en repro des femelles	3,2
Age à la 1ère mise bas (mois)	27
Interval vêlage-vêlage IVV (j)	400
Nombre d'l.A. / VL / an	2
Taux de fécondité	0,75
Nombre de veaux	0,75
Taux de mortalité veaux	5%
Nombre de veaux élevés	0,71
Veaux mâles	0,36
Veaux femelles	0,36
Age veaux mâles à la vente	8-15j
Taux de renouvellement (%)	25%
Nombre femelles pr renouvel.	0,25
Taux de mortalité adulte	9%
Nombre femelles pr vente	0,02
Age réforme femelles	5
Nombre femelles réformés / an	0,25
Production laitière (L/vache/an)	7500
Besoins de la vache	
Besoins totaux biomasse fourrage (t MS/an)	4,2
Apport via enrubannage (t MS/an)	2,10
Apport via pâturage (t MS/an)	1,26
Apport via foin chloris (t MS/an)	0,25
Apport via paille canne (t MS/an)	0,59
Apport concentrés (t MS/an)	4,8
Apport total biomasse alimentaire (t MS/an)	9,0

Fourrages	
Ensilage	
Pâturage	
Foin chloris	
Paille canne	
Concentrés	
Total	

SE 1d : vache à 6500 L - pâturage majoritaire (avec pâturage)

Indicateurs zootechniques du troupeau	
Nombre de femelles en repro	1
Période en repro (femelles)	1,8 - 6
Année en repro des femelles	4,2
Age à la 1ère mise bas (mois)	27
Interval vêlage-vêlage IVV (j)	400
Nombre d'l.A. / VL / an	2
Taux de fécondité	0,8
Nombre de veaux	0,8
Taux de mortalité veaux	4%
Nombre de veaux élevés	0,77
Veaux mâles	0,38
Veaux femelles	0,38
Age veaux mâles à la vente	8-15j
Taux de renouvellement (%)	20%
Nombre femelles pr renouvel.	0,20
Taux de mortalité adulte	8%
Nombre femelles pr vente	0,1
Age réforme femelles	6
Nombre femelles réformés / an	0,20
Production laitière (L/vache/an)	6500
Besoins de la vache	
Besoins totaux biomasse fourrage (t MS/an)	4,2
Apport via pâturage (t MS/an)	2,52
Apport via enrubannage (t MS/an)	1,26
Apport via foin chloris (t MS/an)	0,21
Apport via paille canne (t MS/an)	0,21
Apport concentrés (t MS/an)	4,1
Apport total biomasse alimentaire (t MS/an)	8,3

Fourrages	51%
Pâturage	30%
Ensilage	15%
Foin chloris	3%
Paille canne	3%
Concentrés	49%
Total	100%

Tableau 41. Calculs coûts de dépréciation des équipement et matériel d'exploitation - territoire réunionnais

Equipement et matériel d'exploitation	Prix actuel	Durée d'usage	Dépréciation	Subventions
	€	(années)	(€ / an)	(€/an)
Stabulation 110pl cornadis + logettes + fosse lisier	500000	30	16667	8333
Stabulation 70pl cornadis + logettes + fosse lisier	350000	30	11667	5833
Stabulation 55pl cornadis + logettes + fosse lisier	300000	30	10000	5000
Salle de traite 2*6	50000	30	1667	833
Salle de traite 2*10	100000	30	3333	1667
Silo	1500	20	75	30
Tracteur 80 cv	45000	20	2250	900
Tracteur 110 cv	80000	15	5333	2133
Tracteur 130 cv	99500	15	6633	2653
Tracteur 150 cv	145000	15	9667	3867
Faucheuse conditionneuse	20000	15	1333	533
Faneuse	8000	15	533	213
Andaineuse	9900	15	660	264
Presse	35000	15	2333	933
Enrubanneuse	15000	15	1000	400
Remorque plateau	10000	20	500	200
Tonne à lisier	20000	30	667	267
Epandeur d'engrais	4000	20	200	80
Groupe électrogène	1200	7	171	69
Abreuvoir	300	30	10	4
Clôtures (pâturage - prix au km)	3840	20	192	76,8
Retenue collinaire 1000 m3	40000	30	1333	1000
Retenue collinaire 1500m3	60000	30	2000	1500
Retenue collinaire 2000 m3	80000	30	2667	2000

Tableau 42. Calculs subventions par exploitation - territoire réunionnais

Subventions prairies	Type prairie	Subvention (€/ha/an)
Travaux amélior. Foncière	Tous type	313
Implantation prairie	Kikuyu	80
	Tempérées	365
	Chloris	322

Subventions matériel	40%	du prix d'achat en neuf
Subventions bâtiment	50%	du prix construction
Subventions retenue collinaire	75%	du coût des travaux

Subventions Lait 2016

Subventions prix lait détaillées	€/1000L	Conditions	Institution bailleuse
Aide conjoncturelle		degressif suivant la qté de lait prod	Sicalait
Modulation	54	aucune	Caisse périquation interprofession
Poseidom	110	aucune	Fonds européen
Fodelait	33,99	aucune	Caisse périquation interprofession

Détails ---->

L lait	€ / 1000 L
< 250 000	62,12
250-300 000	40
300-400 000	30
400-500 000	20
> 500 000	10

15530

2000

3000

2000

Aides POSEI

Subventions détaillées	€	Conditions
Prime abattage veaux	60	aucune
Prime abattage gros bovins	130	aucune
Complément prime gros bovins	80	carcasse 220-270 kg
	130	carcasse 271-320 kg
	170	carcasse +320 kg
MHAE (€/ha)	220	0,3-2 UGB / ha
ICHN (surfaces fourragères)		€/ha surface fourragère
Chargement (UGB moyen/ha)	% payé	0-25 ha
0,1-0,5	70	232,05
0,51-1	90	298,35
1,01-2,5	100	331,5
2,51-3,5	90	298,35
3,51-4	70	232,05
		154,7

Subventions par SP	SP1	SP2	SP3	SP4
ha prairies implantées (proprio)	45,5	9,8	7,9	21,2
type prairie fauche	kikuyu (5ha)	tempérées	tempérées/kikuyu	tempérées
type prairie pâturage	kikuyu (40,5ha)	kikuyu	tempérées/kikuyu	-
Taille troupeau (nb VL)	50	40	50	105
Production lait moyenne (L/VL)	6500	5500	7500	7000
Production lait troupeau	325000	220000	375000	735000
Aides prairie (€/ha/an)	393	650	536	678
Aides bâtiment (€/VL/an)	207	98	193	125
Aides équipement (€/ha/an)	174	156	224	532
Subventions lait				
Aide conjoncturelle	18280	13666	20780	24880
Modulation	17550	11880	20250	39690
Poseidom	35750	24200	41250	80850
Fodelait	11047	7478	12746	24983
Develop Lait	10400	7040	12000	23520
TOTAL Exploitation	93027	64264	107026	193923
TOTAL Exploitation (€/L)	0,29	0,29	0,29	0,26

Tableau 43. Résultats technico-économique du SP1 « élevages laitiers avec pâturage » - territoire réunionnais

Système de production 1			
Elevages laitiers avec pâturage			
50 VL à 6500 L de moyenne	50	6500	325000

Taille d'exploitation	41 - 50	45,5
Nombre d'actifs	2,25	
Taille du troupeau	45 - 55	50
Part des prairies de fauche dans la SAU	11%	

	Sup/actif (ha)	en € par actif							
		PB	VAB	Amort.	VAN	RB total	RB/actif	Subventions	RB hors subv
min	18	55793	-7275	-26163	-33438	37073	16395	60833	-44438
max	22	68191	-7521	-29899	-37421	55345	24598	74352	-49754
mod	20	139483	-16646		-79717	46117	20496	67593	-47096
			-366			RB/actif/hj	98	par actif	
			-35				-1754		
							-170		
MOD VERIF	139483	-16646	63070	-79717	46117	20496	152083	-105967	

Elevage bovin lait

PRODUITS	qté	prix unité (€)	total (€/V)
lait	6500	0,3885	2525
vaches réforme	0,2	1130	226
veaux 8-15j	0,4	100	38
TOTAL PRODUITS/vache			2790

CONSOUMMATIONS INTERMEDIARES (CI)

Cultures-Fourrages	sup. / vache	€ / ha	Total (€/V)
parcours	0,4	134	56
prairie fauche (kikuyu)	0,1	632	72
Total charges cultures-fourrages / vache			129

Aliments bétail

	qté / vache	prix unité (€)	Total (€/V)
ensilage - enrubannage	397 kg	0,47	187
paille de canne	286 kg	0,14	40
mélasse	730 kg	0,14	102
foin chloris	210 kg	0,33	69
concentré veaux/génisses	131 kg	0,358	47
concentré vache	4080 kg	0,358	1461
poudre lait	11 kg	2,21	24
minéraux	73 kg	0,64	47
Total aliments / vache	5917 kg		1976

Santé / reproduction

frais vétérinaires	200
IA	40
Suivi perfs (contrôle laitier, suivi repro)	16
Total santé-reproduction / vache	256
TOTAL CI / vache	2361

SUBVENTIONS	unité / V	nb	€ / unité	total / vache
lait	litres / V	6500	0,29	1861
viande	nb / V	0,2	210	42
ICHN + MHAE	ha / V	20045	401	401
Mise en place prairies	€ / V	17864	357	357
Mise aux normes bâtiments	€ / V	10340	207	207
Aides équipement	€ / V	8708	174	174
TOTAL subventions / vache				3042

Autres CI proportionnelles (€ par ha)

carburant	200
eau, gaz, EDF	83
entretien terrain, constr., mat.	150
Assurance	100
Total (€ / ha)	533

p (€ / ha) np (€ / actif)

Intérêts banc.	330	5000
Fermage	0	
Côtis. interpro		6166
Taxes		
Total	330	13874

Dépréciation annuelle des équipements de l'exploitation

	prix actuel	durée d'usage	dépréciation	p/np	/ vache	/ actif
	€	(années)	(€ / an)		(€)	(€)
Stabu troupeau + fosse lisier	175000	30	5833	p	117	
Silos (3)	4500	20	225	p	5	
Salle de traite 2x6	50000	30	1667	np		741
Amélioration foncière	390000	20	19500	p	429	
Implantation prairie kikuyu	110000	20	5500	p	121	
Retenues col. (total 6500m3)	260000	30	8667	p	191	
Tracteur 110 cv	80000	15	5333	np		2370
Tracteur 130 cv	99500	15	6633	np		2948
Faucheuse	20000	15	1333	np		593
Faneuse - andaineuse	17900	15	1193	np		530
Presse	35000	15	2333	np		1037
Enrubanneuse	15000	15	1000	np		444
Remorque	10000	20	500	np		222
Tonne à lisier	20000	30	667	np		296
Epandeur d'engrais	4000	20	200	np		89
Groupe électrogène	1200	7	171	np		76
Clôtures (pâturage ; 12 km)	46080	20	2304	p	51	
Abreuvoirs (10)	300	30	10	np		4

	a (€ / ha)	b (€ / actif)	
PB	3069 x sup / actif		CI mod
CI p	3130 x sup / actif		142254
VAB	x sup / actif	-6166	-13874
VAN	-61 x sup / actif	-6166	156129
Dép. p	925 x sup / actif		
Dép. np	x sup / actif	-9352	
VAN	-986 x sup / actif	-15518	
RB	2030 x sup / actif	-20518	
RB hors subv	-1316 x sup / actif	-20518	

Tableau 44. Calendrier de travail du SP1 « élevages laitiers avec pâturage » - territoire réunionnais

Calendrier de travail	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	%
Traite	15,5	14,0	15,5	15,0	15,5	15,0	15,5	15,5	15,0	15,5	15,0	15,5	183	39%
Alimentation	7,8	7,0	7,8	7,5	7,8	7,5	7,8	7,8	7,5	7,8	7,5	7,8	91	19%
Mise au pâturage	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	23	5%
Nettoyage / réparation	5,4	5,0	5,4	5,3	5,4	5,3	5,4	5,4	5,3	5,4	5,3	5,4	64	14%
Soin animaux	2,0	1,8	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	23	5%
Ensilage		3,4	3,4	3,4				1,7					12	3%
Fertilisation		8,5		8,5				8,5					26	5%
Entretien retenues collinaires	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6	1%
Entretien clôtures	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	5%
Administration	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	20	4%
Total hj (8h/j)	37	46	40	48	37	36	37	47	36	37	36	37	470	100%
Total hj par actif	16	20	18	21	16	16	16	21	16	16	16	16	209	
Total h/semaine par actif	30	37	33	39	30	29	30	38	29	30	29	30	32	

Calendrier de travail (hj) des élevages laitiers avec pâturage

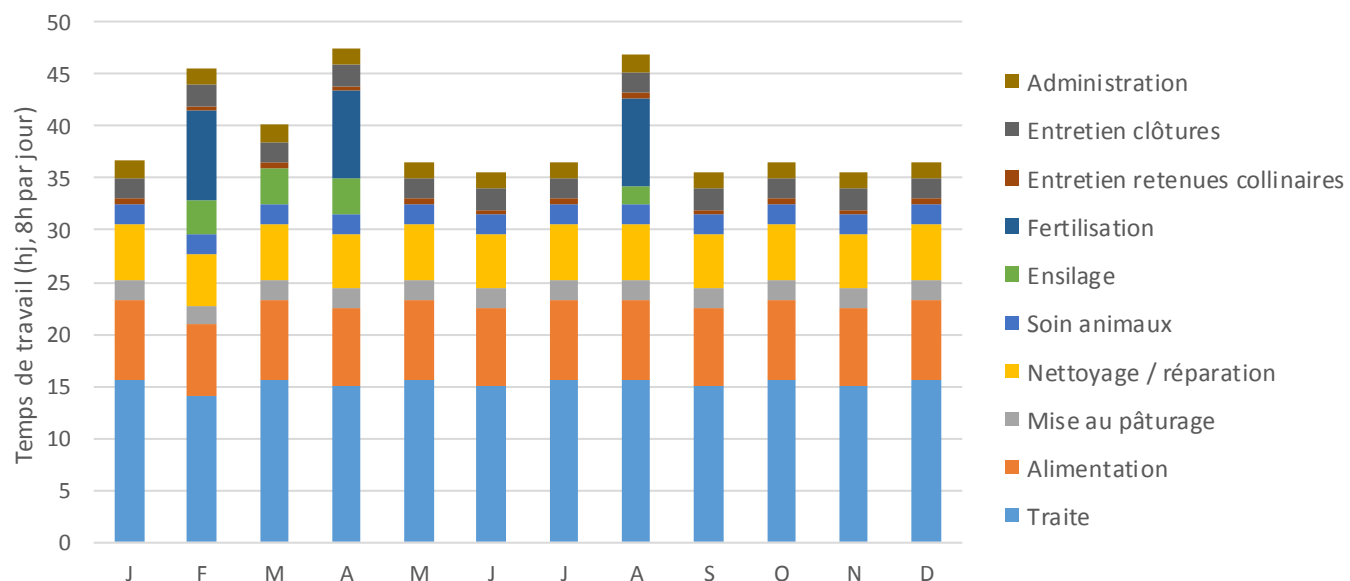


Tableau 45. Résultats technico-économique du SP2 « petits élevages laitiers » - territoire réunionnais

Système de production 2
Petits élevages laitiers

40 VL à 5500 L de moyenne 40 5500 220000

Taille d'exploitation 13,5 - 16,5 14,8
Nombre d'actifs 1,5
Taille du troupeau 24 - 45 40
Part des prairies de fauche dans la SAU 95%

	Sup/actif (ha)	en € par actif							
		PB	VAB	Amort.	VAN	RB total	RB/actif	Subventions RB hors subv	
min	9	55907	-15532	-16144	-31676	12400	7190	48116	-40926
max	11	71880	-18181	-18316	-36497	21424	14617	61864	-47247
mod		95840	-25284		-51130	16355	10903	54990	-66130
			-1707		RB/actif/hj	58,6		par actif	
			-91						
MOD VERIF	95840	-25284	25845	-51130	16355	10903	82485	-66130	

Élevage bovin lait

PRODUITS	qté	prix unité (€)	total (€/V)
lait	5500	0,3885	2137
vaches réforme	0,2	1130	226
veaux 8-15j	0,33	100	33
TOTAL PRODUITS/vache			2396

CONSOMMATIONS INTERMÉDIAIRES (CI)

	sup. / vache	€/ ha	Total (€/V)
prairie fauche	0,2	1584	277
Total charges cultures-fourrages / vache			277

Aliments bétail

	qté / vache	prix unité (€)	Total (€/V)
ensilage - enrubbannage	161 kg	0,47	76
paille de canne	654 kg	0,14	92
mélasse	730 kg	0,14	102
foin chloris	252 kg	0,33	83
concentré veaux/génisses	131 kg	0,358	47
concentré vache	4320 kg	0,358	1547
poudre lait	18 kg	2,21	40
minéraux	55 kg	0,64	35
Total aliments / vache	6321 kg		2021

Santé / reproduction

frais vétérinaires			188
IA			50
Suivi perfés (contrôle laitier, suivi repro)			16
Total santé-reproduction / vache			254
TOTAL CI / vache			2552

SUBVENTIONS

	unité / V	nb	€/ unité	total / vache
lait	litres / V	5500	0,29	1607
viande	nb / V	0,2	210	42
ICHN / MHAÉ	ha / V	non applic., chargt animal trop élevé		
Mise en place prairies	ha / V	6375	159	159
Mise aux normes bâtiments	€/ V	3917	98	98
Aides équipement	€/ V	6249	156	156
TOTAL subventions / vache				2062

Autres CI proportionnelles (€ par ha)

carburant	200
eau, gaz, EDF	203
entretien terrain, constr., mat.	150
Assurance	100
Total (€/ ha)	653

p (€/ ha) np (€/ actif)

Intérêts banc.	405	4000
Fermage	203	-183
Côtis. interpro		6261
Taxes		

Dépréciation annuelle des équipements de l'exploitation

	prix actuel	durée d'usage	dépréciation	p/np	/ vache	/ actif
	€	(années)	(€/ an)		(€)	(€)
Stabu troupeau + fosse lisier	200000	30	6667	p	167	
Silos (3)	4500	20	225	p	6	
Salle de traite 2x4	35000	30	1167	np		778
					/ ha	
Amélioration foncière	84211	20	4211	p	284	
Implantation prairie kikuyu	23752	20	1188	p	80	
Retenue collinaire (1500 m3)	60000	30	2000	p	50	
Tracteur 80 cv	45000	20	2250	np		1500
Tracteur 110 cv	80000	15	5333	np		3556
Faucheuse	20000	15	1333	np		889
Faneuse - andaineuse	17900	15	1193	np		796
Remorque	10000	20	500	np		333
Tonne à lisier	20000	30	667	np		444
Épandeur d'engrais	4000	20	200	np		133
Groupe électrogène	1200	7	171	np		114

	a (€/ ha)	b (€/ actif)	CI mod	CI total
PB	6469 x sup / actif		111733	
CI p	7542 x sup / actif			
CI np	x sup / actif	-6261	-9392	
VAB	-1073 x sup / actif	-6261	121124	CI total
Dép. p	880 x sup / actif			
Dép. np	x sup / actif	-8543		
VAN	-1952 x sup / actif	-14804		
RB	3008 x sup / actif	-18804		
RB hors subv	-2560 x sup / actif	-18804		

Tableau 46. Calendrier de travail du SP2 « petits élevages laitiers » - territoire réunionnais

Système de production 2
Petits élevages laitiers

Calendrier de travail	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	%
Traite	5,8	5,3	5,8	5,6	5,8	5,6	5,8	5,8	5,6	5,8	5,6	5,8	68	25%
Alimentation	5,8	5,3	5,8	5,6	5,8	5,6	5,8	5,8	5,6	5,8	5,6	5,8	68	25%
Nettoyage / réparation	5,8	5,3	5,8	5,6	5,8	5,6	5,8	5,8	5,6	5,8	5,6	5,8	68	25%
Soin animaux	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	23	8%
Ensilage		2,3	2,3	2,3	2,3				2,3				12	4%
Fertilisation		2,8	2,8	2,8	2,8				2,8				14	5%
Entretien retenues collinaires	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6	2%
Administration	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	20	7%
Total hj (8h/j)	22	25	27	26	27	21	22	22	26	22	21	22	279	100%
Total hj par actif	14	16	18	17	18	14	14	14	17	14	14	14	186	
Total h/semaine par actif	26	30	33	32	33	26	26	26	32	26	26	26	29	

Calendrier de travail (hj) des petits élevages laitiers

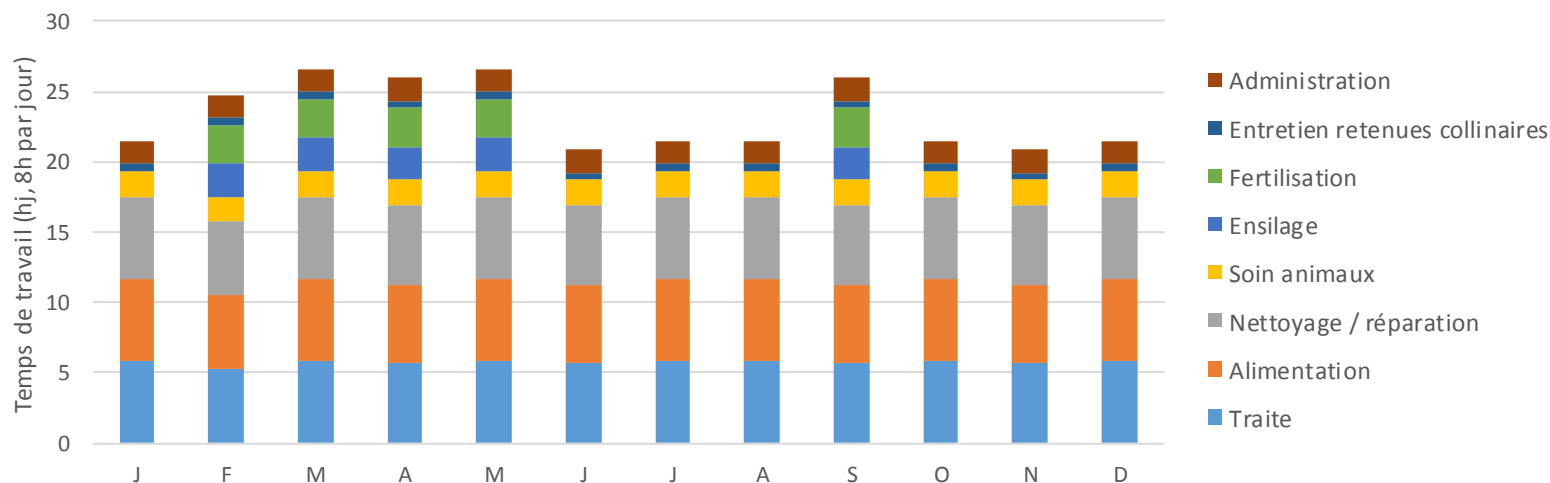


Tableau 47. Résultats technico-économique du SP3 « élevages laitiers de taille moyenne » - territoire réunionnais

Système de production 3
Elevages laitiers de taille moyenne

50 VL à 7500 L de moyenne 50 7500 412500

Taille d'exploitation 16 - 25 17,9
Nombre d'actifs 2,5
Taille du troupeau 45 - 70 50
Part des prairies de fauche dans la SAU 90%

Sup/actif (ha)	en € par actif								
	PB	VAB	Amort.	VAN	RB total	RB/actif	Subventions	RB hors subv	
min	6	58174	-2223	-17269	-19492	32505	13002	48495	-35332
max	11	96956	564	-22426	-21862	83324	33330	75436	-43462
mod	7,1	161594	-4396		-49717	42991	17197	53883	-91717
					RB/actif/h	92		par actif	
									-2784,12
									-106,338
MOD VERIF	161594	-4396	45320	-49717	42991	17197	134708		-91717

Elevage bovin lait

PRODUITS	qté	prix unité (€)	total (€/V)
lait	7500	0,3885	2914
vaches réforme	0,25	1130	283
veaux 8-15j	0,36	100	36
TOTAL PRODUITS/vache			3232
		161593,75	

CONSOMMATIONS INTERMÉDIAIRES (CI)

Cultures-Fourrages	sup. / vache	€/ ha	Total (€/V)
parcours	0,32	134	43
prairie fauche	0,2	677	118
Total charges cultures-fourrages / vache			162

Aliments bétail	qté / vache	prix unité (€)	Total (€/V)
ensilage - enrubannage	0 kg	0,47	0
paille de canne	615 kg	0,14	86
mélasse	730 kg	0,14	102
foin chloris	252 kg	0,33	83
concentré veaux/génisses	164 kg	0,358	59
concentré vache	4760 kg	0,358	1704
poudre lait	19 kg	2,21	43
minéraux	73 kg	0,64	47
Total aliments / vache	6613 kg		2123

Santé / reproduction

frais vétérinaires			150
IA			40
Suivi perfs (contrôle laitier, suivi repro)			16
Total santé-reproduction / vache			206
TOTAL CI / vache			2491

SUBVENTIONS	unité / V	nb	€/ unité	total / vache
lait	litres / V	7500	0,29	2141
viande	nb / V	0,25	210	53
ICHN / MHAÉ	ha / V	non applic., chargt animal trop élevé		
Mise en place prairies	ha / V	4208	84	84
Mise aux normes bâtiments	€/ V	9667	193	193
Aides équipement	€/ V	11183	224	224
TOTAL subventions / vache				2694

Autres CI proportionnelles (€ par ha)

carburant	500
eau, gaz, EDF	224
entretien terrain, constr., mat.	450
Assurance	250
Total (€ / ha)	1424

p (€/ ha) np (€/ actif)

Intérêts banc.	1008	7200
Fermage	336	
Côtis. interpro		6404
Taxes		

Dépréciation annuelle des équipements de l'exploitation

	prix actuel	durée d'usage	dépréciation	p/np	/ vache	/ actif
	€	(années)	(€ / an)		(€)	(€)
Stabu troupeau + fosse lisier	300000	30	10000	p	200	
Silos (4)	6000	20	300	p	6	
Salle de traite 2x6	50000	30	1667	np		667
Retenues col. (total 3000 m3)	120000	30	4000	p	80	
					/ ha	
Amélioration foncière	67414	20	3371	p	189	
Implantation prairie tempérée	26730	7	3819	p	214	
Tracteur 110 cv	80000	15	5333	np		2133
Tracteur 110 cv	80000	15	5333	np		2133
Tracteur 150 cv	145000	15	9667	np		3867
Faucheuse	20000	15	1333	np		27
Faneuse - andaineuse	17900	15	1193	np		24
Presse	35000	15	2333	np		47
Enrubanneuse	15000	15	1000	np		20
Remorque	10000	20	500	np		200
Tonne à lisier	20000	30	667	np		267
Epandeur d'engrais	4000	20	200	np		80
Groupe électrogène	1200	7	171	np		69

	a (€/ ha)	b (€/ actif)	
PB	9049 x sup / actif		CI mod
CI p	8399 x sup / actif		149981
CI np	x sup / actif	-6404	-16009
VAB	650 x sup / actif	-6404	165990 CI total
Dép. p	1203 x sup / actif		
Dép. np	x sup / actif	-9532	
VAN	-553 x sup / actif	-15936	
RB	5647 x sup / actif	-23136	
RB hors subv	-1897 x sup / actif	-23136	

Tableau 48. Calendrier de travail du SP3 « élevages laitiers de taille moyenne » - territoire réunionnais

Système de production 3
Elevages laitiers de taille moyenne

Calendrier de travail	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	%
Traite	11,6	10,5	11,6	11,3	11,6	11,3	11,6	11,6	11,3	11,6	11,3	11,6	137	29%
Alimentation	9,7	8,8	9,7	9,4	9,7	9,4	9,7	9,7	9,4	9,7	9,4	9,7	114	24%
Nettoyage / réparation	11,6	10,5	11,6	11,3	11,6	11,3	11,6	11,6	11,3	11,6	11,3	11,6	137	29%
Soin animaux	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	23	5%
Ensilage		3,2	3,2	3,2	3,2				2,5				15	3%
Fertilisation		3,3	3,0	3,0	3,3				3,3				16	3%
Entretien retenues collinaires	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6	1%
Administration	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	20	4%
Total hj (8h/j)	37	40	43	42	44	36	37	37	42	37	36	37	468	100%
Total hj par actif	15	16	17	17	17	14	15	15	17	15	14	15	187	
Total h/semaine par actif	27	30	32	31	32	26	27	27	31	27	26	27	29	

Calendrier de travail (hj) des élevages laitiers de taille moyenne

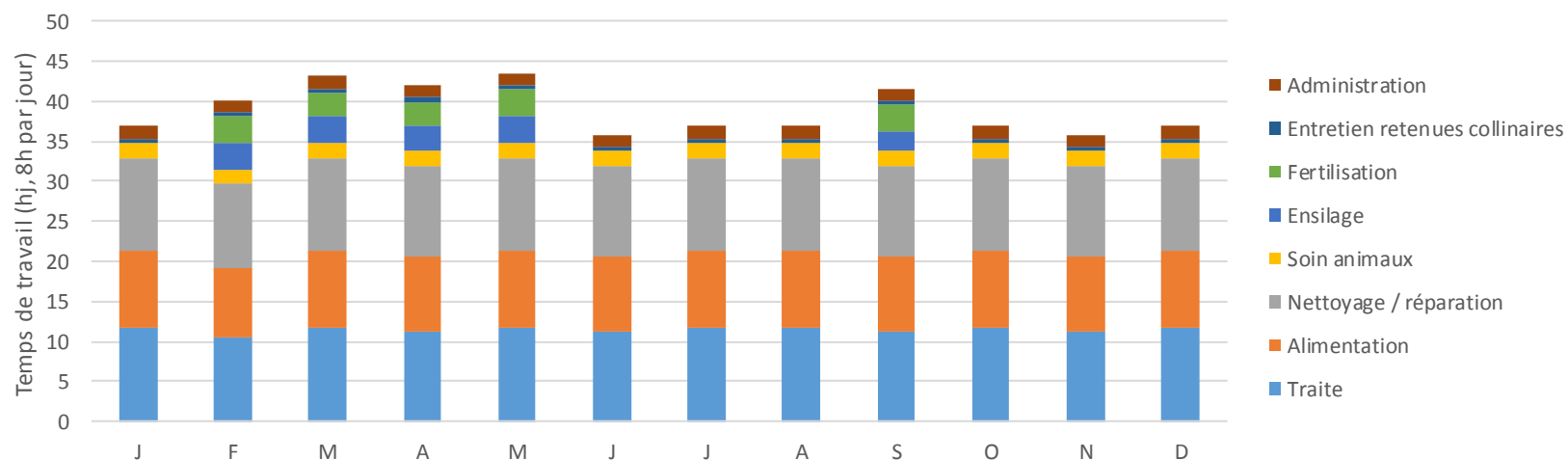


Tableau 49. Résultats technico-économique du SP4 « grands élevages laitiers » - territoire réunionnais

Système de production 4 Grands élevages laitiers				
105 VL à 7000 L de moyenne	105	7000	735000	
Elevage bovin lait				
PRODUITS	qté	prix unité (€)	total (€/V)	
lait	7000	0,3885	2720	
vaches réforme	0,3	1130	283	
veaux 8-15j	0,4	100	36	
TOTAL PRODUITS/vache			3038	
CONSOMMATIONS INTERMEDIARES (CI)				
Cultures-Fourrages	sup. ha / vache	€ / ha	Total (€/V)	
prairie fauche	0,3	677	189	
Total charges cultures-fourrages / vache	584		189	
Aliments bétail	qté / vache	prix unité (€)	Total (€/V)	
ensilage - enrubannage	0 kg	0,47	0	
paille de canne	677 kg	0,14	92	
mélasse	730 kg	0,14	102	
foin chloris	252 kg	0,33	83	
concentré veaux/génisses	164 kg	0,358	59	
concentré vache	4760 kg	0,358	1704	
poudre lait	14 kg	2,21	30	
minéraux	73 kg	0,64	47	
Total aliments / vache	6669 kg		2117	
Santé / reproduction				
frais vétérinaires			150	
IA			40	
Suivi perf. (contrôle laitier, suivi repro)			16	
Total santé-reproduction / vache			206	
TOTAL CI / vache			2512	
			525,4	
SUBVENTIONS	unité / v	nb	€/ unité	total / vache
lait	litres / V	7000	0,264	1847
viande	nb / V	0,25	210	53
ICHN / MHAÉ	ha / V	non applic., chargt animal trop élevé		
Mise en place prairies	ha / V	14374	137	137
Mise aux normes bâtiments	€/ V	13120	125	125
Aides équipement	€/ V	11283	107	107
TOTAL subventions / vache				2269

Taille d'exploitation	31 à 39,7 ha	36,2
Nombre d'actifs	3	
Taille du troupeau	90 à 115 vaches	105
Part des prairies de fauche dans la SAU	100%	2,9

Autres CI proportionnelles (€ par ha)

carburant	300
eau, gaz, EDF	189
entretien terrain, constr., mat.	300
Assurance	190
Total (€ / ha)	979

p (€/ ha) np (€ / actif)

Intérêts banc.	829	10000
Fermage	249	
Côti. interpro	10459	
Salaire ouvrier	0	

15 ha PdC

Sup/actif (ha)	en € par actif								
	PB	VAB	Amort.	VAN	RB total	RB/actif fam	Subventions	RB hors subv	
min	10	91146	-4817	-22049	-26866	60185	20062	68061	-47999
max	13,2	116464	-3250	-25253	-28503	102618	34206	86966	-52760
mod		318951	-11635		-83541	85671		79404	-152541
						RB/actif fam.	28557		
						RB/actif/hj	113,3		
MOD - vérif		318951	-11635	71906	-83541	85671		238212	-152541
						RB/actif fam.	28557		

Dépréciation annuelle des équipements de l'exploitation

	prix actuel	durée d'usage	dépréciation	p/np	/ vache	/ actif
	€	(années)	(€/ an)	p	(€)	(€)
Stabulation troupeau + fosse lisier	500000	30	16667	p	159	
Salle de traite (2x10)	100000	30	3333	np		1111
Silos (4)	6000	20	300	p	3	
					/ ha	
Amélioration foncière	181896	20	9095	p	251	
Implantation prairie tempérée	72122	7	10303	p	285	
Retenues collinaires (total 3000 m3)	120000	30	4000	p	110	
Tracteur 80 cv	45000	20	2250	np		750
Tracteur 80 cv	45000	20	2250	np		750
Tracteur 130 cv	99500	15	6633	np		2211
Tracteur 150 cv	145000	15	9667	np		3222
Faucheuse conditionneuse	20000	15	1333	np		444
Faneuse	8000	15	533	np		178
Andaineuse	9900	15	660	np		220
Presse	35000	15	2333	np		778
Enrubanneuse	15000	15	1000	np		333
Remorque	10000	20	500	np		167
Tonne à lisier	20000	30	667	np		222
Epandeur d'engrais	4000	20	200	np		67
Groupe électrogène	1200	7	171	np		57
Abreuvoir	300	30	10	np		3

a (€ / ha)

b (€ / actif)

PB	8811 x sup / actif	CI mod	
CI p	8265 x sup / actif		299209
CI np	x sup / actif		-31377
VAB	545 x sup / actif		330586 total CI
Dép. p	1115 x sup / actif		
Dép. np	x sup / actif		-10514
VAN	-570 x sup / actif		-20973
RB	4933 x sup / actif		-30973
RB hors subv	-1647 x sup / actif		-30973

Tableau 50. Calendrier de travail du SP4 « grands élevages laitiers » - territoire réunionnais

Système de production 4
Grands élevages laitiers

Calendrier de travail	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	%
Traite	9,7	8,8	9,7	9,4	9,7	9,4	9,7	9,7	9,4	9,7	9,4	9,7	114	16%
Alimentation	29,1	26,3	29,1	28,1	29,1	28,1	29,1	29,1	28,1	29,1	28,1	29,1	342	48%
Nettoyage / réparation	11,6	10,5	11,6	11,3	11,6	11,3	11,6	11,6	11,3	11,6	11,3	11,6	137	19%
Soin animaux	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	23	3%
Ensilage		7,3	7,3	7,3	7,3				5,5				35	5%
Fertilisation		6,8	6,8	6,8	6,8				6,8				34	5%
Entretien retenues collinaires	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6	1%
Administration	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	20	3%
Total hj (8h/j)	54	63	68	67	68	53	54	54	65	54	53	54	710	100%
Total hj par actif	18	21	23	22	23	18	18	18	22	18	18	18	237	
Total h/semaine par actif	34	39	42	41	42	32	34	34	40	34	32	34	36	

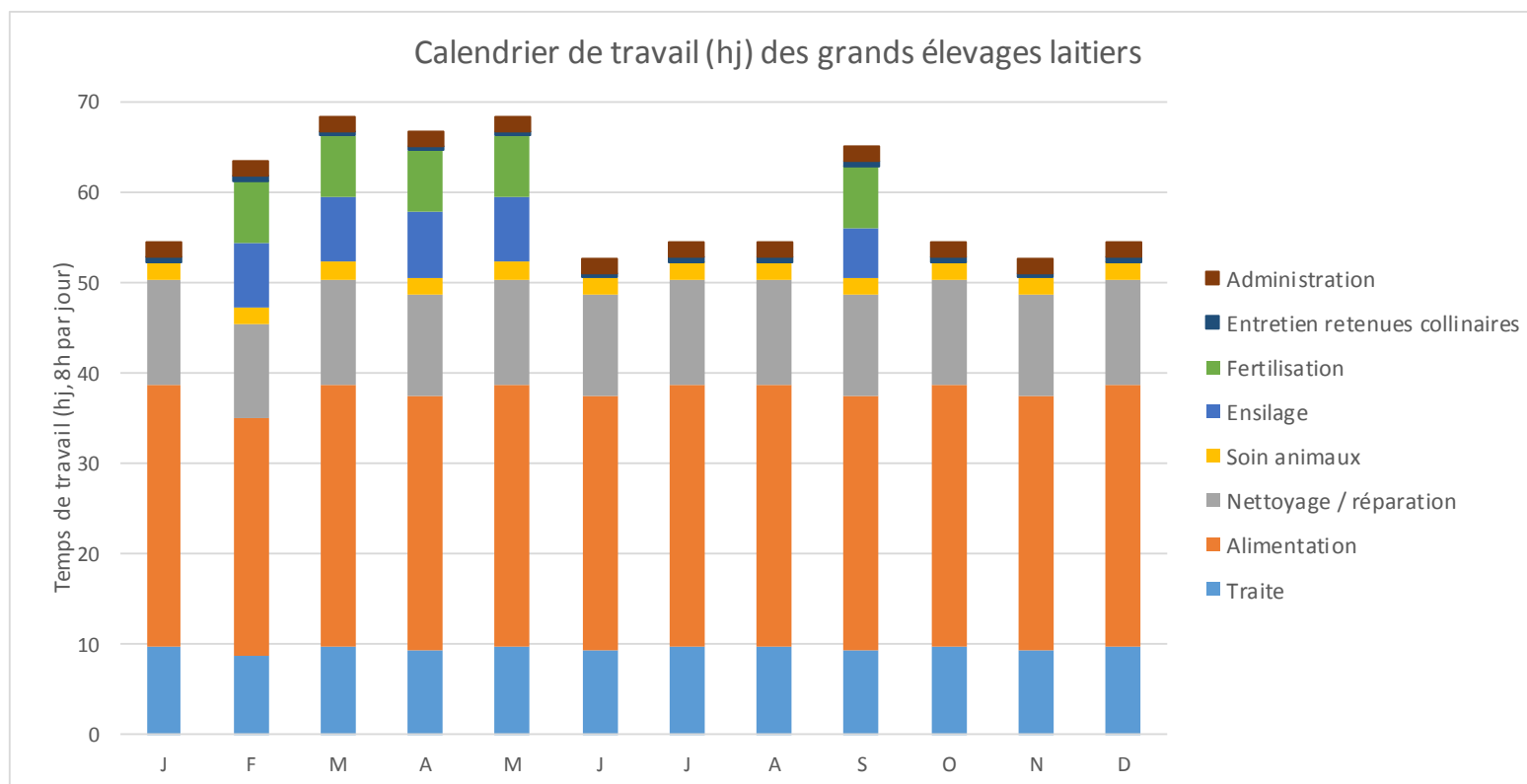


Tableau 51. Résultats technico-économiques du SP5 « éleveurs allaitants naisseurs » - territoire réunionnais

Système de production 5
Éleveur allaitant naisseur

45 VA sur 40 ha 45

Taille d'exploitation	35 à 50 ha	40
Nombre d'actifs	1,5	
Taille du troupeau	39 - 55	45
% parcours dans la SAU	100	

	Sup/actif (ha)	en € par actif							
		PB	VAB	Amort.	VAN	RB total	RB/actif	Subventions RB hors subv	
min	24	23660	-4815	-22454	-27269	12355	8215	37954	-30602
max	33	33367	-6677	-29633	-36310	22648	15099	53525	-39643

Élevage bovin allaitant - naisseur

PRODUITS	qté	pds vif (kg)	prix unité (€)	total (€/V)
veaux femelles	0,23	260	3,29	193
veaux mâles	0,38	290	4,46	486
		pds carc. (kg)		
vaches réforme	0,15	300	4,67	210
TOTAL PRODUITS/vache				890

CONSOMMATIONS INTERMÉDIAIRES (CI)

Cultures-Fourrages	sup. / vache	€/ ha	Total (€/V)
parcours	0,5	418	224
Total charges parcours-fourrages / vache			224

Aliments bétail	qté / vache	prix unité (€)	Total (€/V)
ensilage - enrubbage	111 kg	0,47	52
paille de canne	0 kg	0,14	0
foin chloris	0 kg	0,33	0
concentré	787 kg	0,358	282
minéraux	9 kg	0,64	6
Total aliments / vache	907 kg		340

Santé / reproduction

frais vétérinaires		89
taureau		24
contrôle repro et perf.		56
Total santé-reproduction / vache		169
TOTAL CI / vache		732

Autres CI proportionnelles (€ par ha)

carburant	120
eau, gaz, EDF	20
entretien terrain, constr., mat	150
Assurance	80
Total (€ / ha)	370

	prop (€ / ha)	non prop (€ / actif)
Intérêts bancaires		3333
Fermage	0	
Côtisation interpro		275
Taxes		

Dépréciation annuelle des équipements de l'exploitation

	prix actuel	durée d'usage	dépréciation	p/np	/ vache	/ actif
	€	(années)	(€ / an)		(€)	(€)
Complexe de contention	9000	30	300	p	7	
Silo (2)	3000	20	150	p	3	
Retenues col. (total 3500 m3)	140000	30	4667	p	104	
					/ ha	
Amélioration foncière	343200	20	17160	p	429	
Implantation prairie kikuyu	96800	20	4840	p	121	
Tracteur 130 cv	99500	15	6633	np		4422
Remorque	10000	20	500	np		333
Epandeur d'engrais	4000	20	200	np		133
Abreuvoir (10)	3000	30	100	np		67
Clôtures (pâturage, 13 km)	49920	20	2496	p	62	

SUBVENTIONS	unité / V	nb	€/ unité	total / vache
viande vache réforme (modulation + FODEBO)	€/ VA	0,15	288	43
mise en place prairie	ha / V	27120	603	603
ADMCA	€/ VA	1,75	225	400
ICHN / MHAÉ	V / ha	0,5	441	236
Suvention équipement	€	7985	177	177
TOTAL subventions / vache				1460

	a (€ / ha)	b (€ / actif)
PB	1001	x sup / actif
CI p	1193	x sup / actif
CI np		x sup / actif
VAB	-192	x sup / actif
Dép. p	740	x sup / actif
Dép. np		x sup / actif
VAN	-932	x sup / actif
RB	710	x sup / actif
RB hors subv	-932	x sup / actif

mod	40040	-8095		-45141	15549	10366		
						RB/actif/hj	54	
MOD VERIF	40040	-8095	37046	-45141	15549	10366	65690	-50141

Tableau 52. Calendrier de travail du SP5 « éleveurs allaitants naisseurs » - territoire réunionnais

Système de production 5
Éleveur allaitant naisseur

Calendrier de travail	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	%
Alimentation + observation troupeau	5,8	5,3	5,8	5,6	5,8	5,6	5,8	5,8	5,6	5,8	5,6	5,8	68	24%
Gestion pâturage	13,6	12,3	13,6	13,1	13,6	13,1	13,6	13,6	13,1	13,6	13,1	13,6	160	55%
Soin animaux (traitement parasites)	0,6		0,6								0,6	0,6	3	1%
Abreuvement	3,9	3,5	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	46	16%
Fertilisation			1,3			1,3						1,3	4	1%
Administration	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	10	3%
Total	24,7	21,8	25,9	23,3	24,1	24,6	24,1	24,1	23,3	24,1	23,9	25,9	290	100%

Calendrier de travail (hj) des éleveurs allaitants naisseurs

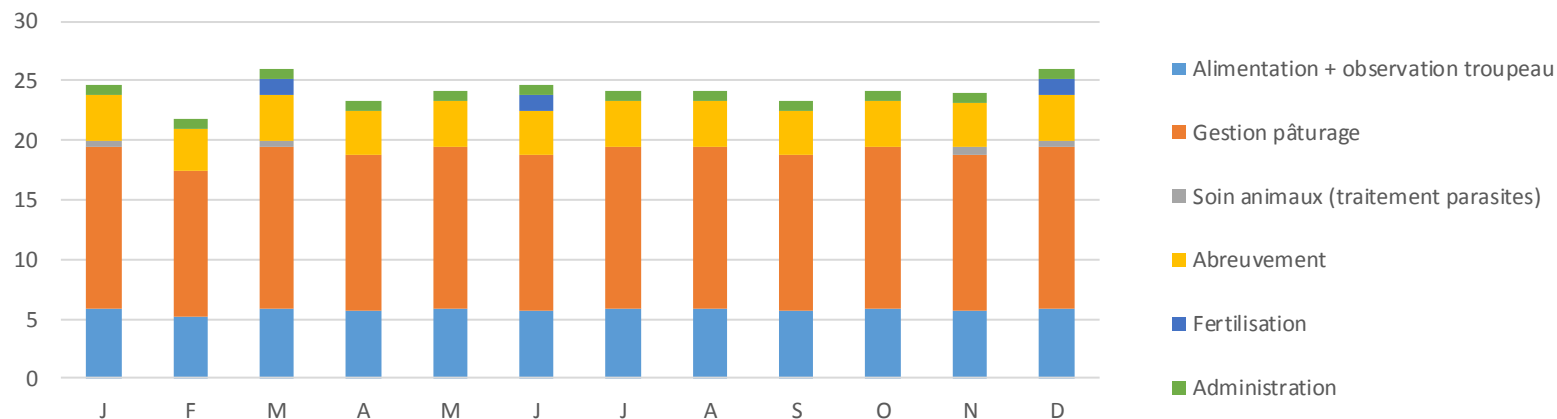


Tableau 53. Résultats technico-économiques du SP6 « éleveurs allaitants naisseurs-engraisseurs » - territoire réunionnais

Système de production 6
Éleveur allaitant naisseur - engraisseur
 85 VA sur 85 ha + unité engraissement 42 pl

85

Taille d'exploitation 45 à 90 ha 85
 Nombre d'actifs 2,5
 Taille du troupeau 60-90 85
 % fauche dans la SAU 20% 17 ha fauche

	Sup/actif					en € par actif			
	(ha)	PB	VAB	Amort.	VAN	RB total	RB/actif	Subventions RB hors subv	
min	24	44351	7141	-24044	-16903	47759	29202	50215	-21013
max	36	66527	11444	-33203	-21759	123497	49399	75322	-25923
mod		157078	26817		-52374	115081	46033		-62762
						RB/actif/hj	215		

Elevage bovin allaitant - naisseur-engraisseur

PRODUITS	qté	pds carc. (kg)	prix unité (€)	total (€/V)
génisse	0,41	300	5,59	685
jeune bovin	0,41	400	5,58	911
vaches réforme	0,18	300	4,67	252
TOTAL PRODUITS/vache				1848
CONSOMMATIONS INTERMÉDIAIRES				
Cultures-Fourrages	sup. / vache		€/ ha	Total (€/V)
parcours	0,4		418	186
ensilage - enrubbannage	0,2		463	93
Total charges parcours-fourrages / vache				279
Aliments bétail	qté / vache		prix unité (€)	Total (€/V)
ensilage - enrubbannage	0 kg		0,47	0
paille de canne (paillage engraissement + fourrage)	1112 kg		0,14	152
foin chloris	441 kg		0,33	145
concentré engraissement (croissance)	841 kg		0,358	301
concentré engraissement (finition)	388 kg		0,358	139
concentré "nourrisseur veau"	110 kg		0,358	39
concentré génisse	97 kg		0,358	35
minéraux	9 kg		0,64	6
Total aliments / vache	2998 kg			817
Santé / reproduction				
frais vétérinaires				43
taureau/insémination				38
contrôle reproduction et performances				56
Total santé-reproduction / vache				136
TOTAL CONSOMMATIONS INTERMÉDIAIRES / vache				1232

Autres CI proportionnelles (€ par ha)

carburant	110
eau, gaz, EDF	7
entretien terrain, constr., mat.	75
Assurance	65
Total (€ / ha)	257

	prop (€ / ha)	non prop (€ / actif)
Intérêts bancaires		4000
Fermage	5	
Côtisation interpro		1465
Taxes		

51 ha en concession ONF

MOD VERIF 157078 26817 79191 -52374 115081 46033 177843 -62762

Dépréciation annuelle des équipements de l'exploitation

	prix actuel	durée d'usage	dépréciation	p/np	/ vache	/ actif
	€	(années)	(€ / an)		(€)	(€)
Complexe de contention (4)	36000	30	1200	p	14	
Bâtiment engraissement 42 pl.	132000	30	4400	p	52	
Silo (4)	6000	20	300	p	4	
Retenue col. (4, total 6000 m3)	240000	30	8000	p	94	
					/ ha	
Amélioration foncière	729300	20	36465	p	429	
Implantation prairie kikuyu	205700	20	10285	p	121	
Tracteur 110 cv	80000	15	5333	np		2133
Tracteur 130 cv	99500	15	6633	np		2653
Remorque	10000	20	500	np		200
Bétaillère (2)	30000	20	1500	np		600
Epaneur d'engrais	4000	20	200	np		80
Abreuvoir (15)	4500	30	150	np		60
Clôture (pâturage, 22 km)	84480	20	4224	p	50	

SUBVENTIONS	unité / V	nb	€/ unité	total / vache
viande vache réforme (modulation + FODEBO)	€/ V	4406	52	52
viande jeunes bovins engraisés	€/ V	68276	803	803
mise en place prairie	ha / V	57630	678	678
ADMCA	€/ V	69	220	180
ICHN / MHAÉ	V / ha	85	220	220
Subvention bâtiment	€	2200	26	26
Suvention équipement	€	11363	134	134
TOTAL subventions / vache				2092

Trop de vaches, subv. que pour veaux

a (€ / ha)

PB	1848	x sup / actif
CI p	1489	x sup / actif
CI np		x sup / actif
VAB	359	x sup / actif
Dép. p	763	x sup / actif
Dép. np		x sup / actif
VAN	-405	x sup / actif
RB	1683	x sup / actif
RB hors subv	-409	x sup / actif

b (€ / actif)

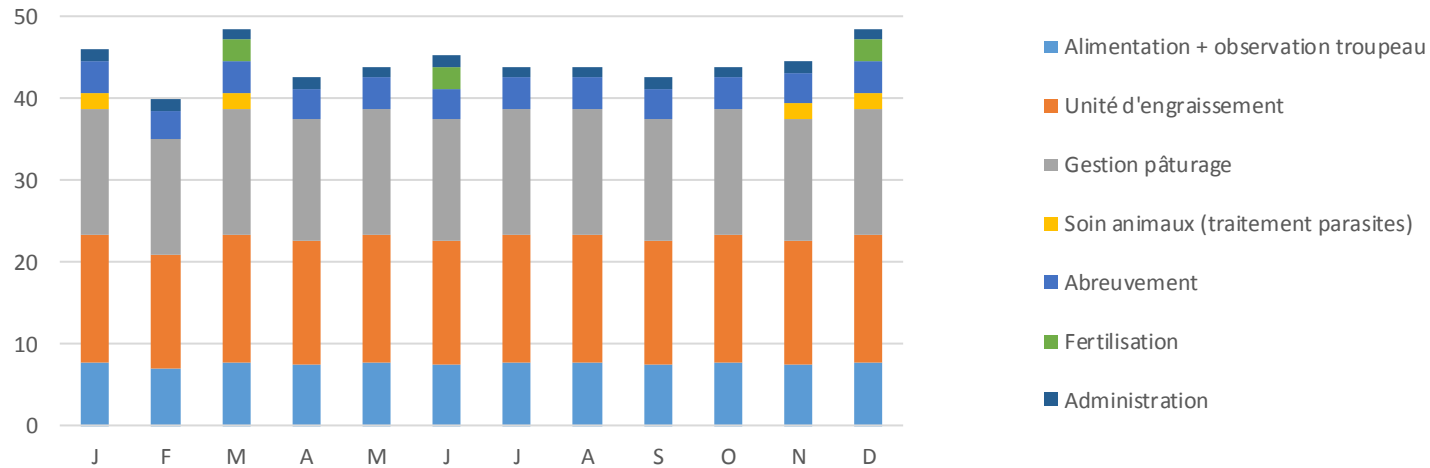
	-1465
	-1465
	-5727
	-7192
	-11192
	-11192

Tableau 54. Calendrier de travail du SP6 « éleveurs allaitants naisseurs-engraisseurs » - territoire réunionnais

Système de production 6
Eleveur allaitant naisseur - engraisseur

Calendrier de travail	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	%
Alimentation + observation troupeau	7,8	7,0	7,8	7,5	7,8	7,5	7,8	7,8	7,5	7,8	7,5	7,8	91	17%
Unité d'engraissement	16	14	16	15	16	15	16	16	15	16	15	15,5	183	34%
Gestion pâturage	15,5	14,0	15,5	15,0	15,5	15,0	15,5	15,5	15,0	15,5	15,0	15,5	183	34%
Soin animaux (traitement parasites)	2,0		2,0								2,0	2,0	8	1%
Abreuvement	3,9	3,5	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	3,9	3,8	3,9	46	9%
Fertilisation			2,7			2,7						2,7	8	1%
Administration	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	16	3%
Total	46,0	39,9	48,6	42,6	44,0	45,3	44,0	44,0	42,6	44,0	44,6	48,6	534	100%

Calendrier de travail (hj) des éleveurs allaitants naisseurs - engraisseurs



Annexe 3 : méthodes d'évaluation et calculs des indicateurs entrant dans l'évaluation multicritère de la durabilité

Table 1. Tableau récapitulatif des indicateurs sélectionnés pour l'évaluation multicritère

SUSTAINABILITY DIMENSIONS	THEMES	INDICATORS	EVALUATION METHODS
ECONOMY	Economic performances	Created wealth (GVA/animal; Rs.)	Agrarian system approach (Cochet, 2011; 2015)
		Created wealth (GVA/WD; Rs.)	
		% of total Vinukonda Agricultural GAV from livestock farming	
		Created wealth (NVA; €)	
	Employment	Income from dairy farming (Rs.; €)	
		Total income related to agriculture (Rs.)	
		Income from dairy farming in case of feeds price hikes +100% (Rs.)	
		Contribution to direct employment (% of working population involved in livestock farming)	
		Subsidies (€)	
		Subsidies dependency (% of income)	
ENVIRONMENT	Local environmental impacts	Nitrogen Use Efficiency - milk (NUE-milk, %)	Powell et al. (2013)
		Water consumption for producing 1L of FPCM (m3)	FAO (1998), Chatzimpiros (2011)
		N balance (kg N/ha)	Simon et al. (2000), Peyraud et al. (2012)
	Global environmental impacts	Energy quantity for producing 1L of FPCM (MJ)	LCA (IPCC 2006), conversion factors obtained from SELMET research unit previous studies (e.g. PLANETE factors adapted for RI)
		CO ₂ emissions for producing 1L of FPCM (kg eq. CO ₂)	LCA (IPCC 2006)
SOCIAL	Human welfare	Living conditions - access to resources & facilities	Own evaluation grid
		Living conditions - personal fulfilment	
		Working conditions - labour intensity	
		Working conditions - painfulness of work	
		Working conditions - family work	
		Gender equity - division of labour	

**Territorial
inclusiveness**

Gender equity - power relationship

Living conditions - quality of life

Dairy farming in local territorial
development politics

Future of dairy farming (dairy
producers point of view)

Social acceptation of dairy farming
within the territory (by the consumers,
dairy producers point of view)

Social acceptation of dairy farming
within the territory (by the medias,
dairy producers point of view)

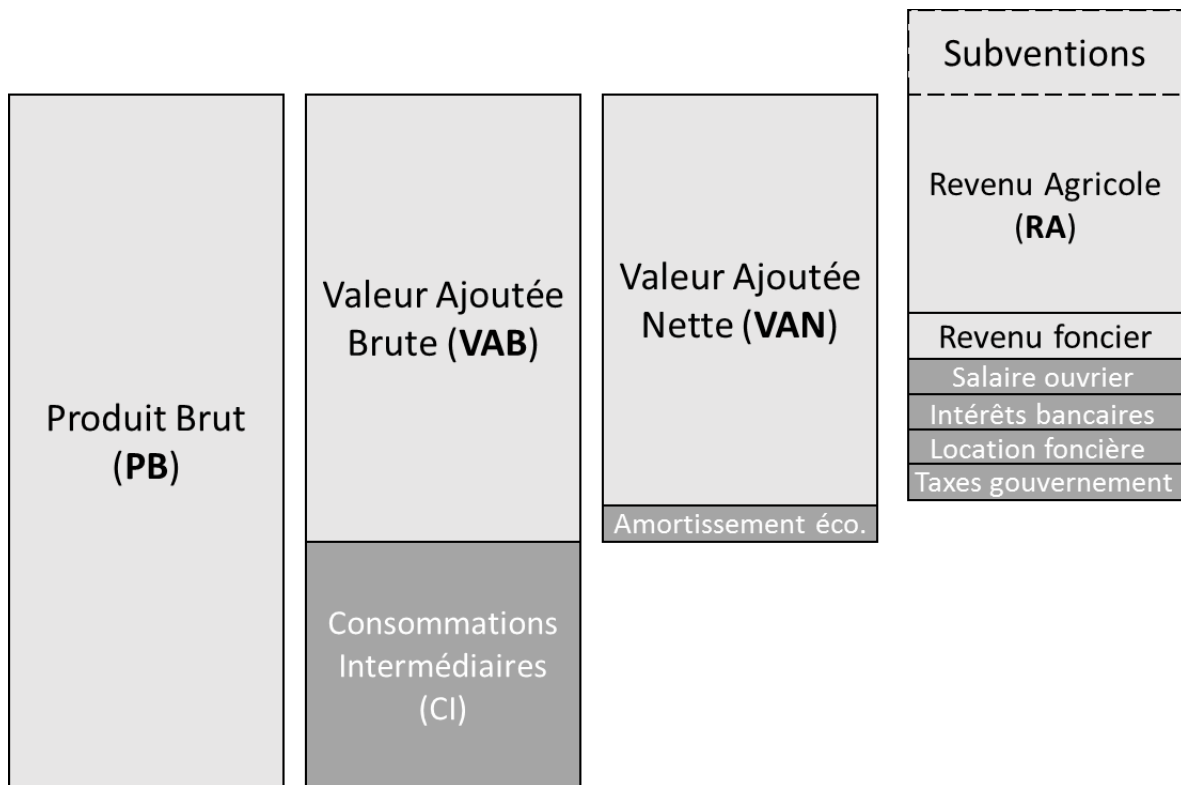
Place of dairy farming in the local
territorial development politics (Sector
support, dairy producers point of view)

1. Durabilité économique

Les indicateurs qui ont été sélectionnés pour définir la durabilité économique des systèmes laitiers proviennent de l'approche système agraire décrite dans le Chapitre 1, section 2.2. Ils ont été définis à l'échelle des systèmes de production agricoles identifiés lors des diagnostics agraires. Les détails des calculs sont tirés de Cochet (2011 ; 2015) et Ferraton et Touzard (2009).

1.1. Performances économiques

1.1.1. Création brute de richesse



$$VAB = PB - CI$$

La valeur ajoutée brute (VAB) permet de mesurer la création brute de richesse à l'échelle de l'exploitation.

où **PB** = produit brut, somme des valeurs de tous les produits finaux issus annuellement du système laitier : lait, animaux, fumure et fourrages.

Tous les produits sont ici pris en compte, qu'ils soient vendus, donnés ou autoconsommés. Ces données sont estimées pour chaque type de système laitier à partir de la compréhension des pratiques des éleveurs et des performances zootechniques du troupeau.

CI = consommations intermédiaires, ensemble des biens et services intégralement dégradés pendant un cycle de production sur l'ensemble des systèmes de culture et d'élevage.

Il s'agit de la somme des coûts annuels d'achat d'aliments non produits sur l'exploitation ainsi que les coûts spécifiques d'achat d'intrants pour la production de fourrages ; les coûts des produits et

soins vétérinaires ; les coûts liés à la reproduction ; les autres produits achetés pour l'entretien des logements, des équipements ou autres.

Pour les éleveurs laitiers qui produisent leurs fourrages, il faut prendre en compte les consommations intermédiaires pour mettre en place la culture fourragère (prairie, parcelle de riz), l'entretenir, récolter et stocker les fourrages. Si le fourrage produit par ces cultures est entièrement consommé par les animaux, ce produit constitue une intraconsommation et il n'est donc pas nécessaire de chercher à estimer la valeur économique du fourrage produit.

1.1.2. Création nette de richesse

$$\boxed{\text{VAN} = \text{VAB} - \text{amortissement économique}}$$

La valeur ajoutée nette (VAN) prend en compte dans les charges du système de production l'amortissement économique des capitaux fixe et biologique nécessaires au fonctionnement du système, définissant création nette de richesse à l'échelle de l'exploitation.

où **Amortissement économique** = l'usure des équipements au cours de chaque cycle de production (année) et la part de la valeur ajoutée qu'il faut conserver pour assurer le remplacement du capital à l'identique.

$$\text{Amortissement économique} = \frac{\text{coût actuel d'acquisition à l'état initial}}{\text{nombre total d'années d'utilisation}}$$

L'amortissement économique est calculé en divisant la valeur d'acquisition du matériel – pour une année de référence donnée – par le nombre d'années pendant lequel il est réellement utilisé avant d'être remplacé, soit sa durée de vie utile.

Comme l'indique Cochet (2015), « le calcul de la valeur ajoutée nette permet de comparer les résultats de différents types d'unités de production quelles que soient les modalités de répartition de cette valeur entre les acteurs ayant contribué à sa création. [...] cette valeur ajoutée est répartie entre les différents acteurs parties prenantes du processus productif : propriétaires fonciers, banques et autres prêteurs de capitaux, État, force de travail salariée, famille ; répartition qui détermine grandement le revenu de l'agriculteur (en agriculture familiale) et, plus généralement, la « rémunération » des facteurs de production. C'est pourquoi la valeur ajoutée demeure un

critère incontournable pour amorcer une comparaison des performances économiques des différentes formes d'agriculture aujourd'hui présentes dans le monde ».

1.2. Emploi

1.2.1. Revenu agricole

Pour Cochet (2015), en agriculture familiale c'est le revenu agricole (RA) qui exprime la part de la valeur ajoutée – éventuellement augmentée de subventions perçues – qui revient à l'agriculteur et lui permet de faire vivre sa famille et, si possible, d'investir pour accroître son capital. C'est donc le revenu agricole qui renseigne le mieux sur le nombre de personnes qui peuvent en vivre, ainsi que sur l'avenir de l'exploitation et sur sa capacité à se développer. D'où son inclusion dans le sous-thème « emploi » et non « performances économiques ».

Valeur Ajoutée Nette (VAN)	Revenu Agricole (RA)
	Subventions
	Revenu foncier
	Salaire ouvrier
	Intérêts bancaires
	Location foncière
	Taxes gouvernement

RA = VAN + subventions + revenu foncier – salaires ouvriers – taxes du système de production – intérêt sur les emprunts – location foncière

Le RA correspond à la part de la valeur ajoutée nette qui rémunère le travail des agriculteurs, une fois que les transferts aux différents agents ayant contribué à l'accès aux moyens de production ont été déduits (propriétaire de la terre, salariés, banque, Etat). Les subventions ainsi qu'un éventuel revenu foncier correspondent à un transfert de valeur ajoutée au profit des agriculteurs et sont donc ajoutées à la VAN pour calculer le revenu (Cochet et al., 2007 ; Ferraton et Touzard, 2009). L'annexe 1 présente les tableaux de calculs développés lors des diagnostics agraires sur les deux territoires.

Emploi direct

Le nombre d'actifs par système de production a été défini par les diagnostics agraires, au travers d'entretiens avec les agriculteurs présents des deux territoires. Ces actifs correspondent aux personnes mobilisées et nécessaires pour mettre en œuvre le système de production : membres de la famille ou main-d'œuvre extérieure (Ferraton et Touzard, 2009). Des calendriers de travail ont été développés pour chaque système de production (voir annexe 1).

Emploi direct apporté par le système de production = nombre d'actifs dans le système de production x estimation du nombre d'exploitations sur le territoire qui se rattachent au système de production

L'estimation du nombre d'exploitations réelles qui correspondent à chaque système de production s'est faite à partir de données propres à la coopérative (territoire réunionnais), de données d'entretiens (les deux territoires) et de statistiques locales (territoire indien). Pour le territoire indien, une estimation du nombre de ménages par système de production a été faite pour chaque village, comme le montrent les Tableau 55, Tableau 56 & Tableau 57.

Tableau 55. Estimations globales du nombre de ménages dans chaque système de production, à l'échelle des villages de Vinukonda

PS	No of HH	Estimates of hold land (ha)	No of buffaloes	HH people involved in the dairy activity	HH people involved in farming activity	Total HH people involved in agri activity
Outside capitalists	7	574	0	0	0	0
Landowner-lessor	33	698	0	0	0	0
Landowners w paper trees	37	247	0	0	0	0
Large cash crop producers	371	2 244	0	0	742	742
Medium & small paddy-dairy producers	3 307	4 299	13 227	6 614	0	6 614
Medium & small cash crop producers	4 909	7 364	0	0	9 818	9 818
Medium cash crop-dairy producers	219	657	657	438	219	657
Small cash crop-dairy producers	4 126	4 951	8 252	8 252	4 126	12 378
Labourers-dairy producers	1 630	0	3 260	1 630	1 630	3 260
Small ruminants' keepers	701	0	0	0	2 053	2 053
Labourers	2 691	0	0	0	5 382	5 382
Total HH	18 031	21 034	25 396	16 934	23 970	40 903

Tableau 56. Estimations détaillées du nombre de ménages dans les systèmes de production laitiers, dans chaque village du territoire de Vinukonda

	No of buffaloes with PS1 HH	No of PS1 HH	No of buffaloes with PS1 HH	Estimates of hold land (ha)	No of PS2 HH	No of buffaloes with PS2 HH	Estimates of hold land (ha)	No of PS3 HH	No of buffaloes with PS3 HH	Estimates of hold land (ha)	No of PS4 HH	No of buffaloes with PS4 HH
Villages with paddy												
Peda Kancherla	3 954	989	4 445	1 285	0	0	0	178	356	214	67	134
Dondapadu	1 957	489	2 240	636	0	0	0	110	219	132	32	64
Enugupalem	2 429	607	2 829	789	0	0	0	156	313	188	44	88
Settupalle	269	67	353	87	0	0	0	34	67	40	8	17
Gokanakonda	897	224	1 152	292	0	0	0	113	227	136	14	29
Koppukonda	2 517	629	3 020	818	0	0	0	205	410	246	47	94
Perumallapalle	629	157	1 108	204	0	0	0	97	194	116	143	286
Ummadivaram	576	144	824	187	0	0	0	113	225	135	12	23
TOTAL	13 227	3 307	15 971	4 299	0	0	0	1 005	2 010	1 206	367	734
Villages without paddy												
Chowtapalem	0	0	360	0	8	24	24	94	187	112	74	149
Neelagangavaram	0	0	1 228	0	26	77	77	311	622	373	265	529
Andugulapadu	0	0	1 281	0	43	128	128	553	1 105	663	24	48
Narasarayanipalem	0	0	530	0	11	34	34	109	218	131	139	278
Nayanipalem	0	0	227	0	5	15	15	74	148	89	32	64
Sivapuram	0	0	666	0	14	41	41	262	523	314	51	102
Surepalle	0	0	54	0	9	27	27	12	24	14	2	3
Thimmayapalem	0	0	559	0	36	108	108	198	395	237	28	56
Venkupalem	0	0	369	0	18	55	55	121	241	145	37	73
Naragayapalem	0	0	885	0	16	47	47	311	623	374	108	215
Brahmanapalle	0	0	1 203	0	17	50	50	518	1 037	622	58	117
Vittamrajupalle	0	0	334	0	5	15	15	128	255	153	32	64
Nagulavaram	0	0	1 729	0	12	37	37	432	864	518	414	828
TOTAL	0	0	9 425	0	219	657	657	3 121	6 242	3 745	1 263	2 526

TOTAL VILLAGES	No of buffaloes with SP1 HH	No of SP1 HH	No of buffaloes	Estimates of hold land (ha)	No of SP2 HH	No of buffaloes with SP2 HH	Estimates of hold land (ha)	No of SP3 HH	No of buffaloes with SP3 HH	Estimates of hold land (ha)	No of SP4 HH	No of buffaloes with SP4 HH	Total HH	Total land	Total people involved in agri activity
	13 227	3 307	25 396	4 299	219	657	657	4 126	8 252	4 951	1 630	3 260	9 282	0	22911
HH people involved in dairy activity		2			2			2			1				16934
HH people involved in farming activity & not dairy		0			1			1			1				5977

Tableau 57. Estimations détaillées du nombre de ménages dans les systèmes de production hors producteurs laitiers, dans chaque village du territoire de Vinukonda

	No of Outside capitalists	Estimates of hold land (ha)	No of landowner-lessor	Estimates of hold land (ha)	Landowners with paper trees	Estimates of hold land (ha)	Large cash crop producers	Estimates of hold land - statistics (ha)	Estimates of hold land - PS estimates (ha)	Medium & small cash crop producers	Estimates of hold land (ha)	Small ruminants keepers	Labourers
Villages with paddy													
Peda Kancherla	0	0	2	56	3	16	24	142	146	206	309	95	427
Dondapadu	0	0	3	87	2	10	14	82	86	624	936	46	102
Enugupalem	0	0	1	13	8	46	68	398	410	502	752	61	300
Settupalle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	212	33	57
Gokanakonda	1	271	6	123	4	22	32	196	194	560	839	45	210
Koppukonda	0	0	1	23	2	11	17	108	103	664	996	95	108
Perumallapalle	0	0	1	11	1	6	9	65	54	8	12	8	59
Ummadivaram	0	0	3	33	3	15	23	146	135	32	47	19	62
TOTAL	1	271	17	345	21	125	188	1 138	1 129	2 736	4 104	402	1 323
Villages without paddy													
Chowtapalem	0	0	4	113	2	13	18,9	115	113	29	44	20	0
Neelagangavaram	1	29	1	12	2	13	18,9	113	113	137	206	10	32
Andugulapadu	2	67	3	77	3	20	30,6	175	184	652	978	63	84
Narasarayanipalem	0	0	2	22	2	12	18	120	108	39	58	0	32
Nayanipalem	0	0	1	13	1	4	5,4	41	32	80	120	14	5
Sivapuram	0	0	1	17	1	7	10,8	71	65	97	145	26	150
Surepalle	2	53	0	0	0	0	0	0	0	311	467	0	-
Thimmayapalem	0	0	3	31	4	24	36	231	216	282	422	17	188
Venkupalem	0	0	0	0	1	7	10,8	66	65	163	245	31	55
Naragayapalem	1	154	0	0	1	7	9,9	53	59	71	107	10	55
Brahmanapalle	0	0	1	67	1	8	11,7	60	70	96	144	37	514
Vittamrajupalle	0	0	0	0	1	4	5,4	29	32	139	209	26	61
Nagulavaram	0	0	0	0	1	4	6,3	32	38	77	115	31	193
TOTAL	6	303	16	352	16	122	183	1 105	1 096	2 173	3 260	283	1 368

TOTAL VILLAGES	No of Outside capitalists	Estimates of hold land (ha)	No of landowner-lessor	Estimates of hold land (ha)	Landowners with paper trees	Estimates of hold land (ha)	Large cash crop producers	Estimates of hold land - statistics (ha)	Estimates of hold land - PS estimates (ha)	Medium & small cash crop producers	Estimates of hold land (ha)	Small ruminants keepers	Labourers	Total HH	Total land	Total people involved in farming activity
	7	574	33	698	37	247	371	2 244	2 225	4 909	7 364	684	2 691	8 725	11 127	
HH people involved in the farming activity	0		0		0		2			2		3	2			17995

2. Durabilité environnementale

2.1. Impacts environnementaux locaux

2.1.1. Efficacité d'utilisation de l'azote

Pour l'efficacité d'utilisation de l'azote, je me suis basée sur le bilan azoté, méthodologie communément utilisée pour le calcul de bilans azotés en élevage (Peyraud et al., 2012). Le bilan azoté à l'échelle de l'exploitation laitière est ici défini comme l'efficacité d'incorporation d'azote qui provient des intrants dans les produits et coproduits animaux. Les paramètres pris en compte sont présentés dans le schéma suivant :

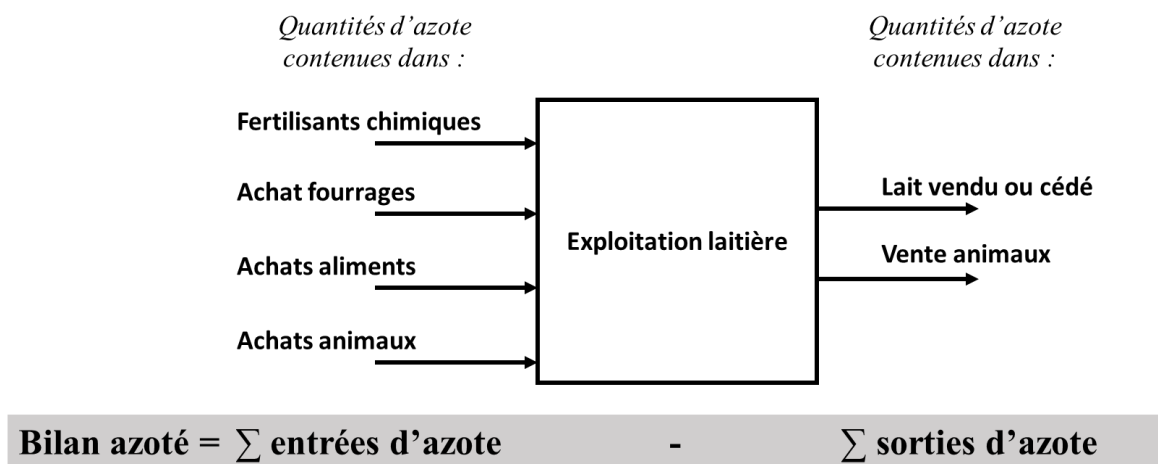


Figure 5. Schéma représentatif du calcul du bilan azoté en élevage laitier

Où :

Quantité d'azote contenu dans A = quantité de A x coefficient azoté

Seuls les intrants sont pris en compte, les flux d'azote intra-exploitation (N-prairie ou culture fourragère vers troupeau ; N-fumier vers prairie ou culture fourragère ; lait produit en autoconsommation) ne sont pas comptabilisés.

Chaque élément d'entrée ou sortie (ex. la paille de riz) a un coefficient azoté distinct, c'est-à-dire qu'il contient une quantité d'azote propre. Pour chaque élément et chaque terrain d'étude, ces coefficients azotés proviennent d'études précédentes. Pour le territoire réunionnais, les coefficients azotés des entrées proviennent du modèle GAMEDE, développé dans le contexte réunionnais (Vayssières, 2008) ainsi que du référentiel Dia'Terre (ADEME, 2011) tandis que les coefficients des sorties sont tirés de référentiels globaux (National Research Council, 2003).

Idem pour le territoire indien, seuls les coefficients azotés des entrées ont été sélectionnés en fonction des caractéristiques locales, grâce ici à deux études préalables (Weller et Caumartin). Du bilan azoté, il a alors été possible de calculer l'indicateur sélectionné, à savoir l'efficacité d'utilisation de l'azote rapportée à la production laitière ou NUEmilk (*Nitrogen Use Efficiency-milk*), à partir de la formule suivante (Powell et al. (2013) :

$$\text{NUE - milk} = \frac{\sum \text{entrées}}{\text{Quantité d'azote sortie par la production laitière du troupeau}}$$

2.1.2. Consommation en eau

Pour évaluer la consommation en eau des systèmes laitiers sur les territoires étudiés, plusieurs choix ont dû être faits :

- Une **consommation d'eau totale** est évaluée à l'échelle des **systèmes laitiers**.
- Nous faisons un **bilan hydrique** des différentes rations alimentaires donc seulement l'eau réellement consommée par les plantes est prise en compte.
- Nous faisons une distinction entre l'**eau naturelle, processée, endogène et exogène**.
- Un **facteur d'allocation énergétique** a été appliqué aux sous-produits.

Inventaire des consommations d'eau :

J'ai fait l'inventaire des consommations d'eau dans les systèmes laitiers identifiés. Dans les deux territoires, l'eau est principalement nécessaire pour i) la production des fourrages et autres matières végétales entrant dans l'alimentation des animaux ; et ii) leur abreuvement. En Inde, de l'eau est également consommée pour le bain des buffles et pour la distribution de l'aliment concentré sous forme de soupe, tandis qu'à La Réunion de l'eau est utilisée pour le nettoyage du bâtiment et d'équipements. En complément de l'eau utilisée directement sur le territoire étudié, de l'eau est importée sous la forme des aliments distribués dont les matières premières proviennent d'autres régions voire pays. Cette eau importée correspond ici à la consommation d'eau qui a été nécessaire pour produire ces matières végétales.

Les quantités d'eau utilisées pour l'abreuvement, le bain, la distribution d'aliment concentré et le nettoyage proviennent des entretiens auprès des éleveurs tandis que les quantités d'eau

entrant dans la production de fourrages et d'aliments concentrés ont été calculées à partir de l'évapotranspiration des cultures.

L'évapotranspiration des cultures :

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau du sol disponible qui est vaporisée à partir d'une surface végétalisée. Elle correspond à la somme du processus purement physique d'évaporation d'eau à partir d'une surface humide et du processus biophysique de transpiration d'eau par les stomates des plantes qui survient lors de la formation de biomasse végétale (Chatzimpiros, 2011 citant Monteith, 1994). La transpiration correspond aux besoins minimaux d'eau de la production culturale et l'évaporation représente les pertes latérales de la production. Ces deux fonctions sont simultanées, en interaction entre elles et sont donc difficilement mesurables séparément. L'évaporation, externe au processus de production de biomasse, domine dans le processus d'évapotranspiration au début du cycle végétatif et diminue progressivement en proportions avec la croissance de la canopée, l'approfondissement du système racinaire et la densification de la couverture de sols faisant barrière au transfert d'énergie (Chatzimpiros, 2011).

L'évapotranspiration de référence (ET₀) se base sur une surface uniforme et densément végétalisée, dont la végétation a une croissance active ainsi qu'une hauteur et surface de résistance spécifique et qui ne manque pas d'eau disponible dans le sol.

Formule de Penman-Monteith (FAO, 1998) :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (es - ea)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

où	ET ₀	évapotranspiration de référence [mm jour ⁻¹]
	R _n	rayonnement net à la surface de la culture [MJ m ⁻² jour ⁻¹]
	G	densité de flux de chaleur du sol [MJ m ⁻² jour ⁻¹]
	T	température de l'air à 2 mètres [°C]
	u ₂	vitesse du vent à 2 mètres [m s ⁻¹]
	es	pression de vapeur saturante [kPa]
	ea	pression de vapeur réelle [kPa]
	es - ea	déficit de pression de vapeur saturante [kPa]
	Δ	pente de la courbe de vapeur [kPa °C ⁻¹]
	γ	constante psychrométrique [kPa °C ⁻¹]

ET₀ étudie la demande évaporative de l'atmosphère indépendamment du type et de la phase de développement de la culture, ainsi que des pratiques culturales associées. La surface de référence représente une surface de gazon couvrant le sol, sans déficit hydrique.

En parallèle, ET_c ou l'évapotranspiration d'une culture est déterminée à partir d'ET₀ et d'un coefficient cultural K_c :

$$ET_{c(t)} = K_c \times ET_{0(t)}$$

où	t	période de temps (jours)
	ET _c (t)	évapotranspiration potentielle de la culture au cours de la période de temps donnée (mm)
	ET ₀ (t)	évapotranspiration de référence au cours de la période de temps donnée (mm)
	K _c	coefficient cultural ou d'affectation des sols

K_c représente l'agrégation des différences physiques et physiologiques entre la culture étudiée et celle représentée dans l'évapotranspiration de référence ET₀. Ce coefficient prend en compte les différences de couvert végétal et de résistance aérodynamique par rapport à la culture hypothétique de référence. K_c varie pendant la saison culturale en fonction du stade de croissance (FAO, 1998).

Nous avons utilisé le logiciel CROPWAT 8.0 de la FAO comme base dans nos calculs, calculs reportés dans des feuilles de calcul Excel.

Eau naturelle, processée, endogène et exogène :

Dans les bilans de consommations en eau, j'ai distingué l'eau naturelle de l'eau processée. L'eau naturelle représente ici l'eau dite « verte » ou eau disponible sur le territoire grâce aux précipitations tandis que l'eau processée est l'eau « bleue », provenant de systèmes d'irrigation, par gravitation ou pompage. En mettant en regard les ET_c annuels, la pluie effective³ et le type de sol du territoire où la culture a été produite, il est possible de définir si la culture a nécessité d'être irriguée et d'en estimer la quantité d'eau utilisée (FAO, 1992).

³ La pluie effective (ER – effective rainfall dans CROPWAT 8.0) correspond à environ 90% de la pluie totale, proportion potentiellement disponible pour la production agricole. Les 10% restants sont considérés comme « perdus » du point de vue de la production par voie de ruissellement des sols et d'interception d'eau par le couvert végétal (Chatzimpiros, 2011).

Egalement, il a été possible de faire la distinction entre l'eau utilisée sur le territoire via les précipitations et la nappe phréatique – eau endogène – et l'eau importée – eau exogène – afin de voir leur importance respective dans la consommation globale d'eau des systèmes laitiers étudiés.

Calculs détaillés :

Composition des rations

Tableau 58. Rations des systèmes laitiers

	Grazed grass	Cut grass	Silage grass	Straw	Hay	Imported concentrates
INDIA						
1. Medium & small paddy-dairy producers	0	2,9	0	14,5	0	2,2
2. Medium cash crop-dairy producers	0	3,3	0	9,9	0	1,6
3. Small cash crop-dairy producers	2,2	0	0	5,9	0	0,5
4. Labourers-dairy producers	2,2	0	0	5,9	0	0,5
REUNION ISLAND						
1. Dairy farms with grazing	126 ^a	0	69,4 ^a	14,3	10,5	210,6
2. Small dairy farms	50,4 ^b	0	95,1 ^b	26,2	10,1	178
3. Medium dairy farms	63 ^b	0	112,1 ^b	33,8	12,6	238
4. Big dairy farms	0	0	367,7 ^b	71	26,5	517

^a Located in Western Highlands

^b Located in Plaine des Cafres

Tableau 59. Composition des concentrés importés

REUNION ISLAND		VINUKONDA MANDAL	
Ingredients	Distribution	Ingredients	Distribution
Soybean hulls	25,4%	Rice bran	25%
Soybean meal	20%	Groundnut meal	20%
Wheat	17,2%	Sorghum grains	15%
Full maize	10,8%	Rice	10%
Sunflower meal	8,5%	Millet	10%
Rice bran	6,1%	Cottonseed meal	10%
Beet pulp	4,9%	Molasses	10%
Molasses	3,5%		
Soybean oil	1,3%		
Barley	1,3%		
Cottonseed meal	1%		

Consommations d'eau des cultures

Tableau 60. Caractéristiques géographiques et climatiques des matières premières entrant dans les rations des systèmes laitiers réunionnais

Ration ingredients	Production location	Crop duration	ET ₀ (mm/cropping period)	Total ET _c (mm)	Irrigation	Water consumption (m ³ /ha)	Average yields (T DM/ha)	Water needs (m ³ /T DM)
Grass – grazing & silage (western)	Reunion Island, Western Highlands	Long-term	773	773	No	6,965	Grazing: 6	Grazing: 1,161
							Silage: 11	Silage: 633
Grass – grazing & silage (inland)	Reunion Island, Plaine des Cafres	Long-term	1,052	934	No	9,343	Grazing: 9	Grazing: 1,038
							Silage: 12	Silage: 779
Sugarcane (straw)	Reunion Island, Saint-Louis	Long-term	1,388	1,388	Yes	13,881	18	Straw: 111
Chloris grass	Reunion Island, Saint-Louis	Long-term	1,388	1,224	Yes	12,235	20	612
Soybean	Brazil, Mato Grosso	115 days	591	428	No	4,276	3.4	1,269
Wheat	France, Marne	275 days	884	655	Yes	6,549	8	819
Maize	France, Landes	125 days	515	411	Yes	4,111	10.3	399
Sunflower	France, Gers	140 days	638	467	Yes	4,672	2.7	1,730
Rice	Vitenam, Ho-Chi-Minh area	150 days	602	676	No	6,760	5.8	1,169
Sugar beet	France, Picardie	160 days	469	423	Yes	4,231	86.7	49
Barley	France, Marne	120 days	672	548	Yes	5,482	6.5	843
Cottonseed	Greece, Thessalia	195 days	965	870	Yes	8,700	1.45	6,000

Tableau 61. Caractéristiques géographiques et climatiques des matières premières entrant dans les rations des systèmes laitiers de Vinukonda Mandal

Ration ingredients	Production location	Crop duration	ET₀ (mm/cropping period)	Total ET_c (mm)	Irrigation	Water consumption (m³/ha)	Average yields (T DM/ha)	Water needs (m³/T DM)
Paddy straw	India, Vinukonda, Guntur district, AP	150 days	447	507	Yes	5,073	13	Straw: 195
Elephant grass	India, Vinukonda, Guntur district, AP	Long-term	2,134	2,105	Yes	21,055	60	351
Natural grass	India, Vinukonda, Guntur district, AP	Long-term	2,134	683	No	6,831	3.5	1,952
Rice	India, Machilipatnam, Vizag district, AP	150 days	665	726	Yes	7,261	3.5	2,075
Sorghum	India, Piduguralla, Guntur district, AP	120 days	889	485	No	4,851	1.4	3.465
Millet	India, Jalgaon, Jalgaon district, MH	105 days	833	493	No	4,931	2.1	2,348
Groundnut	India, Anantapur, Anantapuram district, AP	110 days	1,074	837	Yes	8,371	0.89	9,406
Cottonseed	India, Kurnool, Kurnool district, AP	180 days	1,100	883	Yes	8,832	1.5	5,875
Sugarcane	India, Vizag, Vizag district, AP	Long-term	1,697	1,697	Yes	16,971	70	241

Tableau 62. Quantités d'eau nécessaires à la production des cultures entrant dans la composition des concentrés à La Réunion

Ingredients	By-products Energy allocation coef. (%)	Water consumption (m3/T)	Water consumption (m3/T concentrates)
Soybean hulls	44	563	143
Soybean meal	62	786	157
Wheat	-	819	141
Maize	-	399	43
Sunflower meal	63	1,095	93
Rice bran	7	81	5
Beet pulp	97	48	2
Sugarcane molasses	0.5	1	0.03
Soybean oil	70	893	12
Barley	-	843	11
Cottonseed meal	65	3,909	39
Concentrates			646

Tableau 63. Quantités d'eau nécessaires à la production des cultures entrant dans la composition des concentrés à Vinukonda

Ingredients	By-products Energy allocation coef. (%)	Water consumption (m3/T)	Water consumption (m3/T concentrates)
Rice	-	2,075	207
Sorghum	-	3,465	520
Millet	-	2,348	235
Rice bran	7	153	38
Groundnut meal	30	2,822	564
Cottonseed meal	30	1,763	176
Sugarcane molasses	4	10	1
Concentrates			1,742

Consommations totales d'eau des systèmes laitiers

Tableau 64. Consommations totales d'eau des systèmes laitiers réunionnais

	Dairy farms with grazing	Small dairy farms	Medium dairy farms	Large dairy farms
Drinking and cleaning (m3/year)	1,948	1,453	2,052	4,309
Feeding – forage (m3/year)	198,183	135,434	164,120	310,318
Feeding – concentrates (m3/year)	136,043	115,037	153,778	334,046
Total feeding (m3/year)	334,225	250,471	317,898	644,364
Total water use for 1L of FPCM (m3/year)	1.0	1.1	0.78	0.9
Natural or green water (%)	91%	89%	88%	88%
Engineered or blue water (%)	9%	11%	12%	12%
Endogenous water - territory (%)	60%	54%	52%	49%
Exogenous water (%)	40%	46%	48%	51%

Tableau 65. Consommations totales d'eau des systèmes laitiers de Vinukonda

	Medium & small paddy-dairy producers	Medium cash crop-dairy producers	Small cash crop- dairy producers	Labourers- dairy producers
Drinking and cleaning (m3/year)	65	144	46	46
Feeding – forage (m3/year)	8,519	3,076	5,428	5,428
Feeding – concentrates (m3/year)	3,763	2,822	941	941
Total feeding (m3/year)	12,282	5,898	6,369	6,369
Total water use for 1L of FPCM (m3/year)	1.7	0.9	2.7	2.7
Natural or green water (%)	81%	70%	88%	88%
Engineered or blue water (%)	19%	30%	12%	12%
Endogenous water - territory (%)	70%	53%	85%	85%
Exogenous water (%)	30%	47%	15%	15%

2.2. Impacts environnementaux globaux

2.2.1. Consommation énergétique

Le bilan énergétique correspond à la différence entre la quantité d'énergie fossile importée dans les systèmes de production, et celle exportée. Dans le cas des systèmes de production laitiers étudiés, les quantités d'énergie fossile importées sont mises en regard de la production laitière et l'indicateur sélectionné est ainsi la quantité d'énergie nécessaire à la production d'1L de lait FPCM (Fat & Protein Corrected Milk).

Quantités d'énergie
fossile contenues dans :

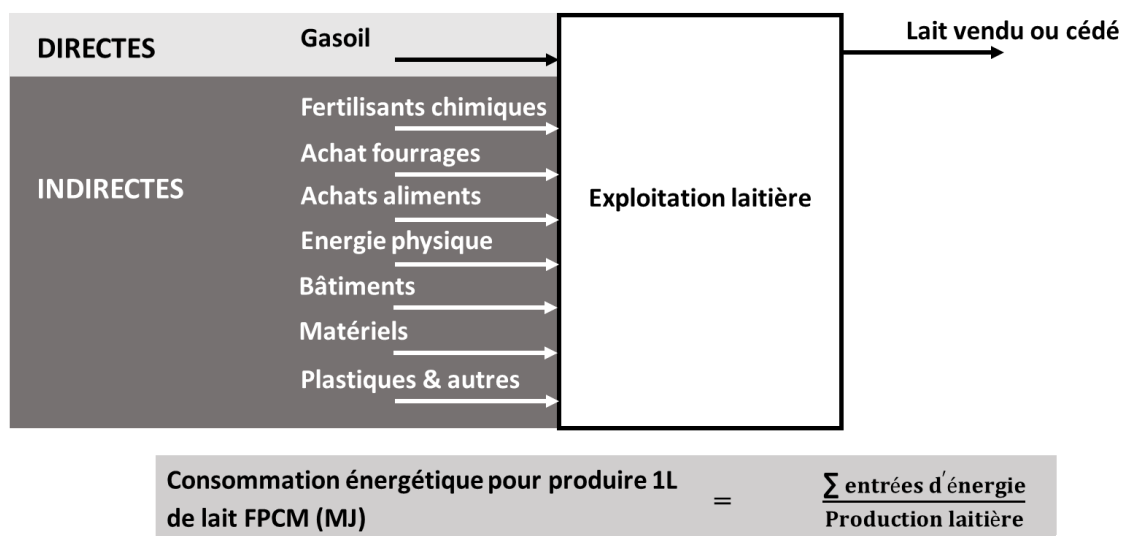


Figure 6. Schéma représentatif du calcul de la consommation énergétique en élevage laitier

Où :

Quantité d'énergie fossile contenue – directement ou indirectement – dans A = quantité de A x coefficient énergétique

Deux types d'énergie fossile sont à distinguer : 1) l'utilisation directe d'énergie fossile sur l'exploitation comme le gasoil ; 2) l'utilisation d'énergie fossile dans l'élaboration et le transport des fertilisants chimiques, des fourrages et concentrés, produits vétérinaires, bâtiments et équipements importés - cette énergie fossile est donc utilisée indirectement par l'exploitation.

A chaque intrant est appliqué un coefficient énergétique. A titre d'exemple, les coefficients énergétiques des intrants entrant dans la catégorie « utilisation indirecte d'énergie fossile » ont été calculés de la manière suivante : toutes les quantités d'énergie fossile utilisée dans chaque étape d'élaboration du produit fini sont comptabilisées pour définir le coefficient énergétique, ou la quantité d'énergie fossile contenue dans une unité du produit fini (Figure 7).

Ex. tourteau de soja

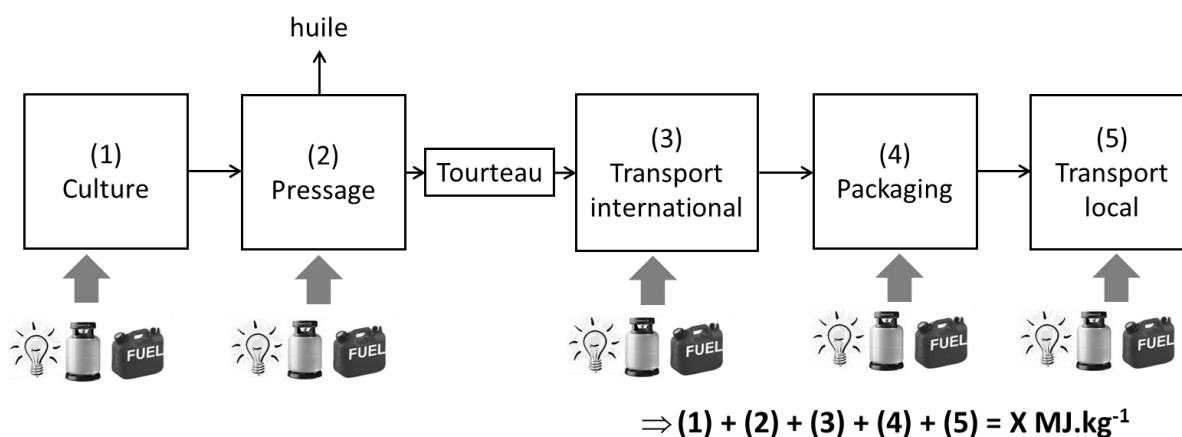


Figure 7. Exemple de démarche de calcul du coefficient énergétique d'un intrant

Ces coefficients proviennent de travaux antérieurs. Dans le cas du territoire réunionnais, j'ai utilisé le référentiel PLANETE adapté au contexte réunionnais. La majorité des calculs de ce référentiel sont ainsi basés sur une méthodologie semblable à celle utilisée par la méthode PLANETE et principalement explicités par Risoud et Théobald (2002). Pour le territoire indien, je me suis basée sur les coefficients énergétiques développés par Weller et ai développé le coefficient énergétique pour la paille de riz car celui développé par Weller n'était pas adapté aux pratiques culturelles de Vinukonda. Ce coefficient a été calculé à partir des données du système de production « *Medium & small paddy-dairy producers* » et a été appliqué pour les systèmes de production important de la paille de riz car j'ai considéré que cette paille, produite dans des zones voisines de Vinukonda, avait des conditions de production similaires.

Home-produced paddy & paddy straw - PS 1			
INPUTS	unit / year	Energy coef. (MJ/unit)	Energy qty (MJ)
Seeds	85	1,8	153
DAP (N=18; P=46)	964	13	12 837
Urea (N=46)	482	24	11 471
Petrol	19	46	879
Physical energy 1	90	0,21	18,71
Physical energy 2	0,4	222,75	89
Equipment			136
			25 583
OUTPUTS	kg / year		with allocation
Paddy *	8 450	3,0	1,51
Paddy straw *	16 900	1,5	0,24
* 6,5T/ha of paddy and 13T/ha of paddy straw			

Figure 8. Calcul du coefficient énergétique de la paille de riz

2.2.2. Emissions de Gaz à Effet de Serre (GES)

L'effet de serre est un phénomène naturel qui se caractérise par l'interception du rayonnement solaire par des gaz absorbants – tels que le dioxyde de carbone – naturellement présents dans l'atmosphère, ce qui permet à l'atmosphère terrestre d'avoir une température moyenne de 15°C, au lieu des -18°C estimés sans ce phénomène. Les activités humaines émettent des gaz qui contribuent au renforcement de cet effet de serre. Dans son dernier rapport, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ou GIEC (ou IPCC, 2018) a estimé que l'effet de serre « anthropique » ou lié aux activités humaines a eu pour conséquence un réchauffement climatique de +1°C depuis l'ère pré-industrielle. Ce réchauffement climatique impacte déjà fortement certains écosystèmes et renforce des phénomènes naturels : fonte des glaces, élévation du niveau de la mer, augmentation des événements climatiques tels que les cyclones ou inondations, etc.

L'agriculture, au travers des processus de productions végétales et animales, émet des GES et contribue donc au réchauffement climatique global. Trois types de gaz ayant un potentiel de réchauffement global sont considérés dans le secteur agricole et plus précisément en élevage laitier : 1) le CO₂ ; 2) le méthane ou CH₄, qui a un pouvoir de réchauffement 25 fois supérieur au CO₂ ; et 3) le protoxyde d'azote ou N₂O, qui a un pouvoir de réchauffement 298 fois supérieur au CO₂.

Le bilan GES correspond ici à la somme des émissions de GES moins les séquestrations possibles de ces GES, à l'échelle de l'exploitation.

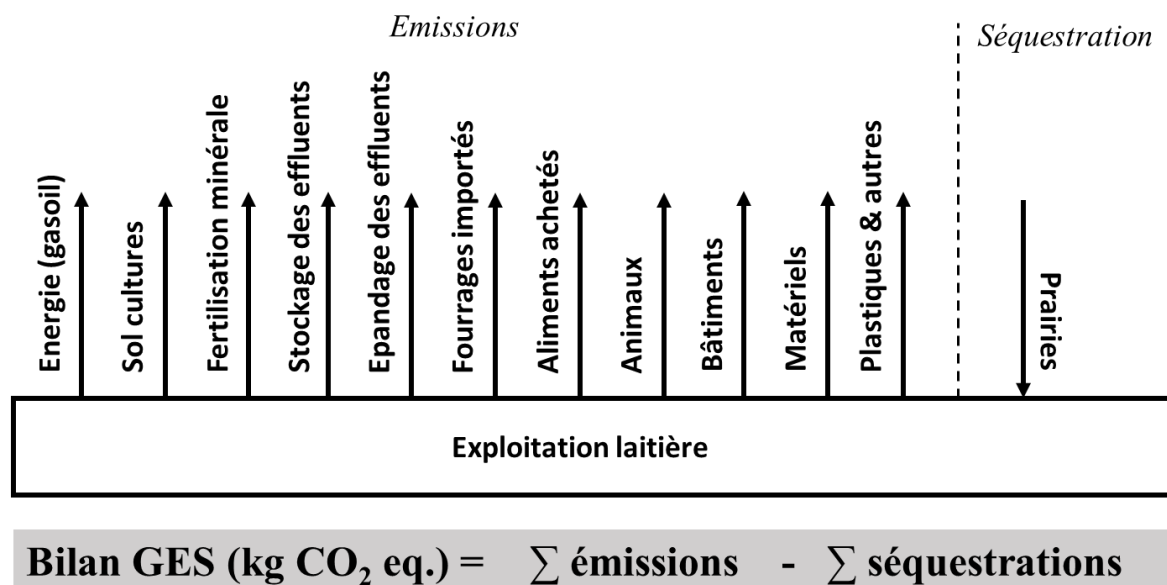


Figure 9. Schéma représentatif du calcul de bilan GES en élevage laitier

Où :

Quantité d'émission de GES par A = quantité de A x coefficient GES

A l'échelle de l'exploitation laitière, les émissions de ces différents gaz proviennent des sources suivantes :

Tableau 66. Sources d'émissions de GES réparties par type de GES (adapté de ADEME, 2011)

CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Energie (gasoil)	Stockage des effluents	Sols cultures
Fertilisation minérale - importation produits	Animaux	Fertilisation minérale - application sur cultures
Fourrages importés		Stockage des effluents
Aliments achetés		Epandage des effluents
Bâtiments		Animaux
Matériels		
Plastiques & autres		

Pour le territoire indien, les coefficients GES utilisés proviennent de l'étude faite par Caumartin (2017) tandis que pour le territoire réunionnais ils proviennent du référentiel Dia'Terre (ADEME, 2011).

Comme les systèmes de production étudiés sont laitiers, l'indicateur sélectionné est l'émission de CO₂ eq. pour produire 1L de lait FPCM, exprimé en kg eq. CO₂, à l'échelle du système de production.

$$\text{Emissions de CO}_2 \text{ eq. pour produire 1L de lait FPCM (kg eq. CO}_2) = \frac{\text{Bilan GES}}{\text{Production laitière}}$$

3. Durabilité sociale

L'évaluation de la durabilité sociale est souvent peu développée dans les évaluations de durabilité et dans les cas où elle l'est, les indicateurs sélectionnés sont souvent spécifiques au contexte étudié et ne peuvent pas être génériques (ex. méthode IDEA). Comme l'indique Servière et al. (2019), la subjectivité qui constitue la durabilité sociale rend les approches normatives et évaluatives de cette notion peu pertinente. La durabilité sociale est par nature située, construite socialement et culturellement dans un contexte et un moment donnés (Boogaard et al., 2011 ; Duru et al., 2017). Contrairement aux travaux de Boogaard et al. (2011), orientés vers une durabilité socioculturelle, caractérisée par les perceptions des consommateurs sur les élevages laitiers visités, je me suis rapprochée de l'approche de Servière et al. (2019), prenant les éleveurs laitiers comme objet d'étude, avec deux niveaux : 1) niveau « interne » à l'exploitation, qui touche au métier d'éleveur et aux relations sociales intra-ménages ; et 2) niveau « étendu » au territoire local, qui prend en compte la place de l'élevage laitier dans les dynamiques du territoire où il s'inscrit.

Contrairement aux autres piliers de la durabilité, les indicateurs sélectionnés pour définir la durabilité sociale n'ont pas été mis en regard d'autres études de la littérature pour définir les seuils de scoring. Les grilles d'évaluation ont été développées suivant les contextes des territoires d'étude. Les scores, qui vont déjà de 0 à 4, ont été appliqués tels quels dans les deux niveaux de scoring. Comme indiqué précédemment, la durabilité sociale étant spécifique à un

lieu et à un moment donné, il ne semblait pas pertinent de comparer les résultats obtenus avec ceux d'autres territoires pour le développement de seuils de scoring.

3.1. Durabilité sociale interne

3.1.1. Conditions de vie

Tableau 67. Grille d'évaluation des conditions de vie - territoire indien

Living conditions	Access to resources and facilities	0	No access	No access to e.g. electricity, cooking gas, proper housing, school for children, health facilities
		2	Moderate access	Access to few resources or facilities or difficult access to it
		4	Good & easy access	Access to all resources and facilities without any constraint
	Personal fulfilment	0	Nil	Dairy farming by obligation, no enjoyment in working with buffaloes, living standard perceived as too low and too low remuneration
		2	Medium	Two out of the four criteria not reached
		4	High	Dairy farming by passion, enjoyment in working with buffaloes, living standard perceived as good, as the remuneration

Tableau 68. Grille d'évaluation des conditions de vie - territoire réunionnais

Conditions de vie	Qualité de vie	0	Faible	Isolement moral (ou géographique), aucun soutien familial et pas ou peu de solidarité inter-éleveurs
		2	Moyenne	Au moins un des trois critères (pas d'isolement, soutien familial, solidarité inter-éleveurs) non acquis
		4	Elevée	Pas d'isolement, soutien familial et solidarité inter-éleveurs
	Accomplissement personnel	0	Faible	Choix métier pas par passion, niveau de vie ressenti non satisfaisant et rémunération faible
		2	Moyen	Au moins un des trois critères (métier par passion, niveau de vie ressenti satisfaisant, rémunération satisfaisante) non acquis
		4	Elevé	Métier par passion, niveau de vie ressenti & rémunération satisfaisants

3.1.2. Conditions de travail

Tableau 69. Grille d'évaluation des conditions de travail - territoire indien

Working conditions	Labour intensity (h/d)	0	High	> 8 h/d, with night work
		2	Average	5-8 h/d, possible night work
		4	Low	< 5 h/d, no night work
	Painfulness of work	0	High	Arduous activity, health-related problems, constraints
		2	Average	Two out of the three criteria not reached
		4	Low	No arduous activity, no health-related problems, no constraints
	Family work	0	Disadvantage	-
		2	Mixed	-/+
		4	Advantage	+

Tableau 70. Grille d'évaluation des conditions de travail - territoire réunionnais

Conditions de travail	Intensité de travail	0	Elevée	> 8 h/j, avec travail nocturne
		2	Moyen	5 - 8 h/j, possibilité de travail nocturne
		4	Faible	< 5 h/j, pas de travail nocturne
	Pénibilité du travail	0	Elevée	Activités pénibles, possibilité de problèmes de santé et contraintes liés au travail
		2	Moyenne	Quelques activités pénibles, pas de problèmes de santé mais possibilité de contraintes liées au travail
		4	Faible	Aucune activité pénible, pas de problèmes de santé mais possibilité de contraintes liées au travail
	Travail familial	0	Inconvénient	-
		2	Mixte	+/-
		4	Avantage	+

3.1.3. Equité des genres

Tableau 71. Grille d'évaluation de l'équité des genres - territoire indien

Gender equity	Division of labour	0	No sustainable	One family member performing all dairy farming and HH related chores + actively participating in agriculture (if relevant)
		2	Moderately sustainable	Equal labour distribution between family workers in agriculture or support from men to women for HH chores
		4	Sustainable	Equal labour distribution between family workers for agricultural and HH chores
	Power relationship	0	Completely unequal	Women have no power of decision concerning dairy farming and it is the

			husband who manage the HH economy
	2	Partially equal	Women have a say in decisions about dairy farming or they have a say in the HH economy
	4	Completely equal	Men and women are both equal in decision-making for dairy farming and they both share the management of HH economy

3.2. Durabilité sociale étendue locale

3.2.1. Elevage laitier et politiques locales

Tableau 72. Grille d'évaluation de la place de l'élevage laitier dans les politiques locales - territoire indien

Dairy farming in local territorial development politics	Implementation of advisory services for dairy producers; development programs facilitating dairy farming for underprivileged households	0	No support	No advisory services, no program for facilitating dairy farming
		2	Limited support	Difficult access to advisory services or development programs so limiting their availability to a part of the HH; or limited services
		4	Access to support	Advisory services accessible for all; programs for facilitating dairy farming, especially for underprivileged HH

3.2.2. Acceptation sociale de l'élevage laitier

Tableau 73. Grille d'évaluation de l'acceptation sociale de l'élevage laitier - territoire réunionnais

Acceptation sociale de l'élevage laitier dans le territoire - points de vue des éleveurs	Par les consommateurs	0	Faible	Mauvaise image
		2	Moyen	Mitigé, ne connaissent pas vraiment le métier
		4	Elevé	Bonne image
	Par les médias	0	Faible	Mauvaise image, grand impact sur les consommateurs
		2	Moyen	Mauvaise image mais fiabilité mise en doute
		4	Elevé	Bonne image, grand impact sur les consommateurs

3.2.3. Futur de l'élevage laitier

Tableau 74. Grille d'évaluation du futur de l'élevage laitier - territoire indien

Future of dairy farming	Point of view of dairy producers on the future of the local agriculture & dairy sector	0	No future	No future
		2	Some future	Some of their children are willing to perpetuate their parents activity
		4	Bright future	Good future

Tableau 75. Grille d'évaluation du futur de l'élevage laitier - territoire réunionnais

Avenir de l'élevage laitier	Points de vue des éleveurs sur la filière laitière réunionnaise	0	Pas d'avenir	Pas d'avenir
		2	Complicé	Avenir compliqué
		4	Avenir	Bel avenir

Tableau 76. Feuille de calcul bilan azoté - territoire indien

N Balance			1. Medium & small paddy-dairy producers		2. Medium cash crop-dairy producers		3. Small cash crop-dairy producers		4. Labourers-dairy producers	
Total land surface (ha)			1,3		3		1,2		0	
Crop surface (related to dairy, in ha)			1,3 paddy		0,04 forage		0		0	
Herd size			4 crossbred buffaloes		3 crossbred buffaloes		2 local buffaloes		2 local buffaloes	
Total milk production (FPCM)			7134		6849		2368		2368	
	Unit / year	N coef. (kg N / unit)	Unit / year	N quantity (kg)	Unit / year	N quantity (kg)	Unit / year	N quantity (kg)	Unit / year	N quantity (kg)
Inputs										
FERTILIZATION			198		15		0		0	
DAP (N=18; P=46)	T	180	0,48	87	0,01	1	0	0	0	0
Urea (N=46)	T	460	0,24	111	0,03	14	0	0	0	0
SEEDS & PLANT MATERIALS			19		1		14		14	
Paddy seeds	kg DM	0,014	42	0,6	0	0	0	0	0	0
Forage cuttings	kg DM	0,015	0	0	95	1	0	0	0	0
Grazed or cut-and-carry natural forage	kg DM	0,006	2920	19	0	0	2190	14	2190	14
FEEDS PURCHASE			54		107		52		52	
Paddy straw	T DM	6,7	0	0	9,9	66	5,9	40	5,9	40
Rice bran	T DM	22,7	0	0	0	0	0,5	12	0,5	12
Commercial concentrates	T DM	25	2,2	54	1,6	40,5	0	0	0	0
TOTAL INPUTS			kg N 271		123		66		66	
Outputs										
SOLD OR GIVEN MILK			4612 27,7		4050 24,3		1061 6,4		1061 6,4	
ANIMAL SALES			17		13		7		24	
Male young buffaloes	kg	0,029	500	14,5	375	10,9	213	6,2	213	6,2
Culled buffaloes	kg	0,02	120	2,4	90	1,8	60	1,2	60	1,2
SOLD MANURE	T	10	0	0	0	0	0	0	1,7	17
SOLD FORAGE	T DM	6,7	2,45	16,4	0	0	0	0	0	0
TOTAL OUPUTS			kg N 61		37		14		48	
BALANCE (inputs - outputs)			kg N 210		86		52		18	
NUE-milk			% 10,2%		19,7%		9,6%		9,6%	
NUE-herd (outputs / inputs)			% 23%		30%		21%		72%	
PROD EFFICIENCY (BALANCE / milk prod)			Kg N / L FPCM prod 0,029		0,013		0,022		0,008	
PROD EFFICIENCY (BALANCE / dairy buffalo)			Kg N / dairy buffalo 52		29		26		9	
PROD EFFICIENCY (BALANCE / ha)			Kg N / ha 161		29		44		18	

Tableau 77. Feuille de calcul bilan énergétique - territoire indien

ENERGY BALANCE			1. Medium & small paddy-dairy producers		2. Medium cash crop-dairy producers		3. Small cash crop-dairy producers		4. Labourers-dairy producers	
Total land surface			1,3		3		1,2		0	
Herd size			4 crossbred buffaloes		3 crossbred buffaloes		2 local buffaloes		2 local buffaloes	
Total milk production (L raw milk)			5000		4800		1660		1660	
Total milk production (L FPCM)			7134		6849		2368		2368	
	Unit / year	Energy coef. (MJ/unit)	Unit / year	Energy qty (MJ)	Unit / year	Energy qty (MJ)	Unit / year	Energy qty (MJ)	Unit / year	Energy qty (MJ)
Inputs										
DIRECT ENERGY			439		406		0		0	
Petrol	L	45,59	10	439	8,9	406	0	0	0	0
FERTILIZATION - purchases			12 154		810		0		0	
DAP (N=18; P=46)	kg	13,32	482	6 418	5,3	71	0	0	0	0
Urea (N=46)	kg	23,805	241	5 735	31,0	739	0	0	0	0
SEEDS & PLANT MATERIALS			76		1 661		0		0	
Paddy seeds	kg	1,8	42	76	0	0	0	0	0	0
Forage cuttings	kg DM	17,4	0	0	95	1 661	0	0	0	0
FEEDS - purchases			13 032		12 114		12 474		12 474	
Paddy straw	kg DM	0,2	0	0	9855	2 340	5 913	1 404	5 913	1 404
Rice bran	kg DM	20,5	0	0	0	0	540	11 070	540	11 070
Commercial concentrates	kg DM	6,03	2160	13 032	1620	9 774	0	0	0	0
PHYSICAL ENERGY (related to dairy)			133		25		60		60	
Livestock labour (family & external)	WD/year	0,17	149	25	115	19	354	60	354	60
Crop labour (family & external)	WD/year	0,21	89,6	19	5	1	0	0	0	0
Crop labour 2 (bulls)	WD/year	222,75	0,40	89	0,0	5	0	0	0	0
BUILDING			15 540		6 216		0 0		0 0	
EQUIPMENT			136		91		8		8	
Electric pump	Unit / year	82,8	1	83	1	83	0	0	0	0
Electricity for pump		10,41		0						
Hoe	Unit / year	4,12	5	21	2	8	2	8	2	8
Ard	Unit / year	33	1	33	0	0	0	0	0	0
OTHERS			342		214		171		171	
Vet	Rs.	0,106	2424	257	1818	193	1 212	128	1 212	128
A.I.	Rs.	0,106	800	85	200	21	400	42	400	42
TOTAL INPUTS			26 852		15 537		12 713		12 713	

Outputs										
SOLD OR GIVEN MILK	L	3,06	4 612	14 113	4 050	12 393	1 061	3 247	1 061	3 247
ANIMAL SALES				4 145		3 108		1 848		1 848
Male young buffaloes	kg, liveweight	6,11	500	3 055	375	2 291	213	1 303	213	1 303
Culled buffaloes	kg, liveweight	9,08	120	1 090	90	817	60	545	60	545
SOLD MANURE	kg	0,24	0	0	0	0	0	0	1 697	407
SOLD FORAGE	kg DM	0,2	2 446	581	0	0	0	0	0	0
TOTAL OUTPUTS	MJ			18 838		15 501		5 095		5 502

BALANCE (inputs - outputs)	MJ
ENERGY EFFICIENCY (outputs / inputs)	%
ENERGY INTENSITY 1 (inputs / milk production)	MJ / L milk produced
ENERGY INTENSITY 1 (inputs / milk production)	MJ / L FPCM produced

8 014	35	7 618	7 211
70%	100%	40%	43%
5	3	8	8
4	2	5	5

Tableau 78. Feuille de calcul émissions de GES - territoire indien

GHG EMISSIONS			1. Medium & small paddy-dairy producers		2. Medium cash crop-dairy producers		3. Small cash crop-dairy producers		4. Labourers-dairy producers	
Total land surface			1,3		3		1,2		0	
Herd size			4 crossbred buffaloes		3 crossbred buffaloes		2 local buffaloes		2 local buffaloes	
Total milk production (L raw milk)			5 000		4 800		1 660		1 660	
Total milk production (L FPCM)			7 134		6 849		2 368		2 368	
	Unit / year	GHG coef. (kg eqCO2/unit)	Unit / year	GHG em. (kg eq CO2)	Unit / year	GHG em. (kg eq CO2)	Unit / year	GHG em. (kg eq CO2)	Unit / year	GHG em. (kg eq CO2)
Inputs										
DIRECT ENERGY			23		21		0		0	
Petrol	L	2,36	10	23	9	21	0	0	0	0
SOIL			5 265		193		0		0	
Paddy (CH4)	ha	4050	1,3	5 265	0	0	0	0	0	0
Tropical forage crop (N2O)	ha	4768	0	0	0,04	193	0	0	0	0
MINERAL FERTILIZATION			1 531		195		0		0	
DAP (N=18; P=46) purchase	kg N	4,2	87	369	1	4	0	0	0	0
Urea (N=46) purchase	kg N	3,6	111	403	14	52	0	0	0	0
Urea (N=46) - direct emissions linked to amendment type	kg	0,7	241	177	31	23	0	0	0	0
DAP (N=18; P=46) application - flooded paddy (N2O)	kg N	1,4	87	122	1	1	0	0	0	0
Urea (N=46) application - flooded paddy (N2O)	kg N	1,4	111	156	14	20	0	0	0	0
DAP (N=18; P=46) application (N2O)	kg N	4,7	0	0	1	4	0	0	0	0
Urea (N=46) application (N2O)	kg N	4,7	0	0	14	67	0	0	0	0
DAP (N=18; P=46) volatilization & leaching losses (N2O)	kg N	1,5	87	134	1	1	0	0	0	0
Urea (N=46) volatilization & leaching losses (N2O)	kg N	1,5	111	171	14	22	0	0	0	0
MANURE STORAGE			7 085		5 314		3 543		3 543	
Manure production (CH4)	head	1595	4	6 382	3	4 786	2	3 191	2	3 191
Manure storage (CH4)	head	125	4	500	3	375	2	250	2	250
Manure (N2O)	head	50,8	4	203	3	153	2	102	2	102
MANURE APPLICATION (N2O)			159		119		26		5	
Manure deposition on cropland	kg N	4,7	34	159	25	119	3,4	16	0	0
Manure deposition on pasture by buffalo while grazing	kg N	9,4	0	0	0	0	1,1	11	0,6	5
FEEDS - purchases			2 296		3 756		2 889		2 889	
Paddy straw	kg	0,21	0	0	9 855	2 034	5 913	1 221	5 913	1 221
Rice bran	kg	3,09	0	0	0	0	540	1 669	540	1 669
Commercial concentrates	kg	1,06	2160	2 296	1 620	1 722	0	0	0	0
ANIMALS (CH4)			7 839		5 879		3 981		3 981	
Adult buffalo	head	1438,5	4	5 754	3	4 316	2	2 877	2	2 877
other animals	head	766,5	3	2 085	2	1 564	1	1 104	1	1 104
BUILDING			1 40		1 40		0 0		0 0	
EQUIPMENT			3		2		1		1	
Electric pump	Unit	1,05	1	1	1	1	0	0	0	0
Hoe	Unit	0,305	5	2	2	1	2	1	2	1
Ard	Unit	0,915	1	1	0	0	0	0	0	0
TOTAL EMISSIONS			24 241		15 519		10 440		10 418	

TOTAL CO2 EMISSIONS	kg eqCO2		3 310		3 898		2 890		2 890	
TOTAL CH4 EMISSIONS	kg CH4 & kg eqCO2		799	19 986	442	11 040	297	7 422	297	7 422
TOTAL N2O EMISSIONS	kg N2O & kg eqCO2		3	945	2	581	0,4	128	0,4	107
PRODUCTION EFFICIENCY (emissions / milk production)	kg eqCO2 / L milk prod		4,8		3,23		6,3		6	
PRODUCTION EFFICIENCY (emissions / milk production)	kg eqCO2 / L FPCM prod		3,4		2,27		4,4		4,4	
PRODUCTION EFFICIENCY (emissions / buffalo)	kg eqCO2 / buffalo		6 060		5 173		5 220		5 209	
PRODUCTION EFFICIENCY (emissions / ha)	kg eqCO2 / ha		18 647		5 173		8 700		10 418	

Tableau 79. Seuils de scoring à partir de la littérature - territoire indien

	Thresholds					Details
	0	1	2	3	4	
Economic performances						
Created wealth (GVA/animal; Rs.)	rs. 0 or less	rs. 6,000	rs. 13,000	rs. 19,000	rs. 25,000 and more	Narayana et al. 2015: GVA Vishakapatnam = rs. 12,670/buff/year; GVA Chittoor = - 8,200/buff/year; GVA Medak = rs. 6,470/buff/year
Created wealth (GVA/WD; Rs.)	rs. 0 or less	rs. 100	rs. 203	rs. 300	rs. 400 or more	Hemme et al. 2015. Return to labour for typical dairy HH in Punjab: with 4 dairy animals (or average farm) = US\$ 0.4/h or US\$ 3.2/WD so Rs. 203/WD; with 20 dairy animals (or larger farm) = US\$ 1.9/h or US\$ 15.2/WD so Rs. 965/WD (US\$ 1 = Rs. 63,46, 2014 average, https://www.irs.gov)
% of total Vinukonda Agricultural GVA from livestock farming	0%	12,5%	25%	37,5%	50% and more	Gvt of India, Ministry of Statistics & Programme Implementation
Employment						
Income from dairy farming (Rs.)	< Rs. 58,400	Rs. 58,400 - 87,600	Rs. 87,600 - 116,800	Rs. 116,800 - 146,000	> Rs. 146,000	Indian poverty line = rs. 32/p/d or 58,400/5-p-HH/year; 87,600 = 58,400*1,5; 116800 = 58,400*2; 146,000 = 58,400*2,5; 175,200 = 58,400*3; 233,600 = 58,400*4
Total income related to agriculture (Rs.)	< Rs. 58,400	Rs. 58,400 - 116,800	Rs. 116,800 - 175,200	Rs. 175,200 - 233,600	> 233,600	
Income from dairy farming in case of feeds price hikes +100% (Rs.)	< Rs. 58,400	Rs. 58,400 - 87,600	Rs. 87,600 - 116,800	Rs. 116,800 - 146,000	> Rs. 146,000	
Contribution to direct employment 2 (% of working population)	< 5 %	5-15 %	15-25%	25-35%	> 35%	2011-2012 census: 4,956,500 HH own dairy animals in AP state. We can estimate that in average 2 people are involved in dairy farming in such HH so we can estimate that about 9,913,000 people are involved in dairy farming in AP. Out of the 53,740,313 working people, it means that about 18% of the working population are involved in the dairy activity
Local environmental impacts						
Nitrogen Use Efficiency - milk (NUE-milk, %)	less than 10%	10-11,2%	11,2%	11,2-15%	more than 15%	Powell et al. 2013: NUE-milk India = 11,2%; NUE-milk small dairy farms Uttar Pradesh = 11-13,4%; NUE-milk India under experimental conditions = 22.7-29.3% & 28.5-34.2%
Water consumption for producing 1L of FPCM (m3)	5 or more	4	3	2	1 or less	Pandey et Sirohi, 2015. Water footprint of milk production in Andhra Pradesh from buffaloes (m3/kg milk): min. 0,96; max. 5,27; average AP 1,99; average Guntur 1,72
Global environmental impacts						
Energy quantity for producing 1L of FPCM (MJ)	6,5 or more	4,7-5 (NL & French Poitou levels)	3,5-3,8 (Sweden, French Brittany & Ireland levels)	1,3-1,5 (Germany & NZ levels)	0,2 or less	See Vigne et al. (2013) for reference. The lowest value is for dairy in Mali at about 0,2 MJ/L and the max is 6,5 MJ/L so these two values have been set up as the highest and lowest thresholds, respectively.
CO ₂ emissions for producing 1L of FPCM (kg eq. CO ₂)	12	6	3	2	1,6-1,8	See Gerber et al. (2011) for reference. The lowest value is for dairy animals producing more than 6,000 kg FPCM/year (1,6-1,8 kg CO ₂ eq/kg FPCM) and the highest value is of 12kg CO ₂ eq./kg FPCM for dairy animals producing about 360 kg FPCM/year

Tableau 80. Résultats bruts évaluation durabilité sociale Dairy PS 1 - territoire indien

Indicators	Scores	Scoring details	HH 1		HH 2		HH 3		HH 4		HH 5		Average PS 1
			Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	
Access to resources and facilities	0	No access to e.g. land, water, electricity, health facilities for human & animals, banking service, agro-supply shops, market or selling points for agricultural outputs	2	Access to NSP, use of electric motor (so elec access in field), got home bore from gvt, paddy seeds from gvt and inputs from village shop, concentrates from SD or private, access to bank loans (from Thirumala Dairy & Enugupalem bank), hospital in Vinukonda with payment	3	Electric motor, access to NSP, vet from SD, village shop for agri-inputs, loan access through banks, access to school for children, DWCRA access for HH expenses	2	Access to NSP & water tank for free, access to SD vet, access to dairy (SD)	3	Access to water tank for free; home bore; facilities to buy and sell agri products; access to loan via Enugupalem bank	3	Water tank access, home bore, electricity, access to agri-inputs via village shop (get advances so sell their products to reimburse)	2,6
	2	Access to few resources or facilities or difficult access to it											
	4	Access to all resources and facilities without any constraint											
Personal fulfilment	0	Dairy farming by obligation, no enjoyment in working with buffaloes, living standard perceived as too low and too low remuneration	3	Started dairying 6 years ago, by choice as got enough money to invest in it & buff are seen as family members providing home milk, money and eating paddy straw & grass from land. But agriculture is for him not a choice as his family was in it before - was his destiny - he is old (70-yr-old) and still have to work, which he finds difficult	3	Purchase their 4 buff with their own money; she is happy and interested in the agricultural & dairy activities but also as she doesn't see any alternative. For her, agriculture allows to work on their own land, it brings money to oay HH expenses and she is proud of it as it is god's gift	2	Was ok for doing it when was young but now feels she is getting too old (60-yr-old). Buffaloes are bringing home milk and money but difficult as bring more work for family members	2	Buffaloes are considered as family members and they provide home milk and money; not enough income to provide scholarship for their children	3	Buffaloes provide manure for lands, home milk & money - are considered as family member. Finds his life good	2,6
	1	Three out of the four criteria not reached											
	2	Two out of the four criteria not reached											
	3	One out of the four criteria not reached											
	4	Dairy farming by passion, enjoyment in working with buffaloes, living standard perceived as good, as the remuneration											
Labour intensity (h/d)	0	> 10 h/d, with night work	4		2	Depends on season and the grazing spot	4	Family work	2	Depends on season - home fed during paddy growing season & grazing in lean season	2	Depends on season - 6-month home fed during paddy growing season & grazing in lean season	2,8
	2	8 - 10 h/d, possible night work											
	4	< or 8 h/d, no night work											
Painfulness of work	0	Arduous activity, health-related problems, constraints	1	He is old (70-yr-old) and still have to work, which he finds difficult	1	Milking twice a day, grazing - tiring	1	Is getting old so getting difficult	1	Grazing is not easy, especially during summer - she does it	3	Have workers to help	1,4
	1	Two out of the three criteria not reached											
	3	One out of three criteria not reached											
	4	No arduous activity, no health-related problems, no constraints											
Family work	0	-	4	Is helped by his sons and wife - daughter-in-law also helped with HH chores	4	Husband and wife works together, the husband is more interested in agriculture than her	4	So can distribute the tasks for dairy and agriculture	4	Her husband and children take care of the paddy plots	2	Only his wife helping	3,6
	2	-/+											
	4	+											
Division of labour	0	One family member performing all dairy farming and HH related chores + actively participating in agriculture (if relevant)	2	Distribution of dairy activities as well as agricultural tasks - but men do not help in HH	1	She is responsible for all HH chores, she milks the buffaloes and often goes out for grazing - but her husband also brings sometimes the buffaloes out for grazing. On paddy plot he takes care of the irrigation and chemical spreading (she assists him in keeping the product & water for refill purpose)	1	Women are mainly responsible in milking and HH chores - men can help for cutting the forage and other tasks related to the fields such as irrigation but they would never help in the HH (cooking, cleaning, children)	1	She is responsible for all HH chores as her sons are not married yet and she does the dairy activity	1	His wife does the milking, grazing when possible as well as HH chores	1,2
	1	Inequal labour distribution in agriculture (at the expense of women) and few or no support from men to women for HH chores											
	2	Equal labour distribution between family workers in agriculture or support from men to women for HH chores											
	3	Equal labour distribution between family workers in agriculture and support from men to women for HH chores											
	4	Equal labour distribution between family workers for agricultural and HH chores											

Power relationship	0	Women have no power of decision concerning dairy farming and it is the husband who manage the HH economy	-	No available data	1	She has some power of decision on dairy as she milks the buffaloes and goes out for grazing - she also brings the milk to the dairy - but it is her husband who take care of the HH money	1	Few power of decision for women, men are the ones managing the HH money from dairy and agriculture	2	Can take care of the buffalo and can also propose how to spend the money - but her husband has the final word	1	Take care of the HH economy and goes to SD	1,25
	1	Women have few power of decision concerning dairy farming and HH economy is solely managed by the husband											
	2	Women have some power of decision concerning dairy farming or for the management of HH economy											
	3	Men & women are both equal in decision-making for dairy farming and women also have a say on the HH economy - the husband having still the last decision											
	4	Men and women are both equal in decision-making for dairy farming and they both share the management of HH economy											
Implementation of advisory services for dairy producers; development programs facilitating dairy farming for underprivileged households	0	No advisory services, no program for facilitating dairy farming	2	Can get loans from Thirumala Dairy to purchase either buff or inputs. Don't go to vet, no advise from any	2	Don't do A.I. as buff bulls present in village; see the vet if needed	2	Got advises from SD for starting forage production on 1 ac (out of their 5 ac)	0	No support from the gvt for agricultural activities	2	From SD gets free vet services, bonus & cans for milk; no help from gvt nor ITC for agriculture	1,6
	1	No access to the advisory services or development programs, or constraints avoiding their access (e.g. economic, localisation)											
	2	Difficult access to advisory services or development programs so limiting their availability to a part of the HH; or limited services											
	3	Advisory services accessible or programs for facilitating dairy farming											
	4	Advisory services accessible for all; programs for facilitating dairy farming, especially for underprivileged HH											
Point of view of dairy producers on the future of their activity or on the local agriculture & dairy sector	0	No future	2	His sons are in agriculture like him but grandchildren interested in education and no agriculture. But some will remain in agriculture while others will have other jobs	0	Their 9 & 12-yr-old children will go for education so no agricultural future: "not a generation for agriculture, a generation for education"	2	Future of agriculture = technology & tractors used by young generation - family members already involved in agriculture	4	Her two sons (she is 45-yr-old) are working in agriculture as no other option	1	No future in agriculture, at least for his family: no one will do it, it will be the tractor/equipment so he will sell his land & buffalo when too old (he is now 60-yr-old). But his children could come back when they will 40-yr-old to settle in agriculture	1,8
	1	Most of their children are getting away from agriculture or dairy farming - or at least are not interested in perpetuating their parents activity											
	2	Some of their children are willing to perpetuate their parents activity; or they will be replaced by outsiders											
	3	A lot of their children are willing to perpetuate their parents activity											
	4	Good future - will remain as now or develop											
TOTAL SCORE			22,5	17	19	19	18	19,1					
SUSTAINABILITY SCORE			"Moderately sustainable"	"Poorly sustainable"	"Moderately sustainable"	"Moderately sustainable"	"Poorly sustainable"	"Moderately sustainable"					

Tableau 81. Résultats bruts évaluation durabilité sociale Dairy PS 2 - territoire indien

Indicators	HH 1		HH 2		HH 3		HH 4		Average PS 2
	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	
Access to resources and facilities	3	Access to agri-input shops in the village & in Vinukonda; access to NSP when avail + bore well for crops; son is vet; Thirumala Dairy as give more money cpred to SD; access to loan via cooperative bank & moneylenders	3	Access to NSP, has bore well with electric pump (so access to electricity), to agri-inputs shops, self-financed home bore well; has developed an agri-input shop since 2009, buying the products to companies to reselling it to village people - sells all agri outputs to privates	2	No access to water, no gvt subsidy for bore and open well (that never gave any water) - electricity for bore well; access to bank loans; access to agri-input shops in Vinukonda (quite far); SD vet easily reachable	3	Access to water from bore well via rental to neighbour for crops; home bore shared by 4 families (not given by gvt); loan access from relatives and Vinukonda bank; no problem for selling his milk (direct selling to neighbour & to private middlemen	2,75
Personal fulfilment	3	He is doing it by choice and default as no alternative in the past - his buffaloes gives him money but he also likes having animals - it is a business and he feeds people - purchased tractor so diversified in agri work - finds it good for business and his buffaloes gives a lot of milk - feeds them with his own grown forage	2	Likes his shop ("making business") - the buffaloes are taken care by his wife and mother; good level of payment	1	Since 5 years it is very difficult as no water and no rice; dairy farming = only money source. Have 3 buffaloes since 25 years	2	Have 4 buffalo since long time, are considered as family members; earn money from agriculture but with no irrigation there is no agriculture	2
Labour intensity (h/d)	4	Has workers for crops and his wife is milking the buffaloes and cuts the forage during 2h/d	4	No grazing	4	Paddy straw and cut forage - stall fed, no grazing	2	Everyday grazing, anywhere and all-year-round	3,5
Painfulness of work	3	Have constraints - animals but also with workers	1	Cutting forage is not easy, as well as the milking twice a day	3	Difficulties in green grass cultivation of no water	1	Too much work as only performed by family members, no workers	2
Family work	4	One of his son is driving the tractor and the other is a vet so also help with the buffaloes health	4	Advantage so can have several agricultural activities	4	Advantage	4	Good as helping	4

Division of labour	2	His wife is mainly milking, cutting forage and does HH chores; the son drive the tractor; he manages the crops work, take care of the milk but men do not help in the HH (kitchen, cleaning)	1	Have workers for crops or work by machinery when possible - his wife and mother takes care of the buffaloes & HH chore	1	His wife does the milking and she brings it to the Dairy. They both go for the forage cutting and they have workers for the crops. His daughter-in-law does all the HH chore and she helps for the milking	-	No data	1,3	
Power relationship	1	He manages the HH economy	1	He manages all related to business and then HH economy	1	He decides for the green grass cultivation and deals with the paddy sellers - he also manages the milk money provided by the Dairy	-	No data	1	
Implementation of advisory services for dairy producers; development programs facilitating dairy farming for underprivileged households	2	Advises on buffalo health from his son	2	With SD gets insurance, doctor for free	3	Since 4 years no water anymore so alternatives to paddy: green grass for some with wells to feed their buffaloes and tobacco & redgram for others without water access; SD monthly meetings with SD supervisor & other dairy producers during which they discuss about buffaloes - SD benefits: scholarship, health card, buffalo insurance, bonus	1	DWCRA provides rs. 10,000 per member per year so that is not enough to purchase a buffalo and start a dairy activity. Not part of a dairy so no advise, vet in Vinukonda; not a tobacco producer so no advice from ITC	2	
Point of view of dairy producers on the future of their activity or on the local agriculture & dairy sector	2	Two of his children are working in the agricultural sector (vet & tractor driver) - has 10 ac but if divided by three will remain less for his children (3,3 ac each) so maybe only the tractor driver should take it. For him, about 8% of the people would do agriculture and the rest other jobs	1	New generation wants to get education so will not continue agriculture; he would therefore leave his land to others. If the situation is good, will be willing his kids to continue his activity, otherwise no	0	Since 5 years agriculture is too difficult here as no water and no possible to grow paddy. Gokanakonda canals from water tank do not flow towards their direction so they simply do not get water from Gokanakonda, despite the water tank is at their village's border. If continues like that could be too difficult for all	1	His children will go for study, not agriculture	1	
		24		19		19		18		20
		"Moderately sustainable"		"Moderately sustainable"		"Moderately sustainable"		"Poorly sustainable"		"Moderately sustainable"

Tableau 82. Résultats bruts évaluation durabilité sociale Dairy PS 3 - territoire indien

Indicators	HH 1		HH 2		HH 3		HH 4		HH 5		HH 6		Average PS 3
	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	
Access to resources and facilities	3	Access to loan since 15 years in Enugupalem bank, otherwise with moneylenders; access to village vet; agro-supply shop access in village & Vinukonda; sells crop outputs in Vinukonda, SD for concentrates purchase & milk sale, paddy straw in neighbouring district; gets free electricity from gvt	2	Access to agro-supply shops within the village for purchasing inputs & selling outputs; no access to irrigation for crops but home bore for HH water; SD as dairy; access to bank loans via Enugupalem & Vinukonda banks	2	Rainfed, no irrigation access, tried 3 times to dig bore well but without success; access to SD vet; home bore & electricity; access to agro-supply shops; sells crop products to village shopkeeper; access to dairies for milk sales (SD but also Heritage & Lalitha); access to loans from banks in village & Vinukonda + private moneylenders	2	No access to irrigation water from NSP anymore, dug a bore well but not working; access to SD vet; home bore; SD near home	2	No access to irrigation anymore as not coming in NSP canal; have home bore (paid rs. 30,000 for it); access to Vinukonda market for agri outputs; access to loans from Canara Bank or relatives, not the dairy	2	No access to irrigation water, all rainfed; have access to local vet; have a home bore (rs. 25,000); have access to seeds either from Vinukonda shop or from ITC paddy nursery producers; tobacco all sold to ITC; opportunistic approach for selling milk (direct sale the mornings and to dairy near house the evenings)	2
Personal fulfilment	3	Got his first buff 15 years ago from bank loan - now have 5 adult buff; good rate for milk L with SD. considered as family members, animals with good temper. Finds their activity normal, allow them to pay for home expenses (have a blind child staying with them for whom they had high health expenses), favours buffaloes as give better incomes, crops failure in case of water shortage	1	Has his buffalo since 8 months but had before 3 that were sold as reimbursement; buffaloes = income and savings, home milk; buffaloes considered as family members; farming as no other alternative; no water on land; not enough income so work on other people's land (at 60-year-old)	3	Their families were already doing agriculture & had buffaloes; like having buffalo, considered as family members but don't give them name; benefits of Sangam Dairy: bonus (money), vet, insurance & scholarships; as savings buy gold	1	Had 4 buffaloes before but sold out 3 the last 3 years because of paddy shortage and then imported paddy too expensive - only one left; was doing it even young as no education and from this village. With paddy it was very good as it gives so many benefits: straw for buffaloes, home food	1	Dairy since 20 years; very difficult conditions as no water for crops, livestock inputs expensive (dana, paddy straw)	3	Good contact with the buffaloes, as family members but with no name. Provides home milk for ghee and milk in coffee/tea. With tobacco and ITC gets good rate, and same for milk as direct selling	1,8
Labour intensity (h/d)	2	Grazing	0	Grazing + work on other people lands	2	Depends on season: 6 months home-fed and 6 months grazing	0	Everyday grazing	4	Grass cutting on road sides and other people's lands - stall feeding	4	Pays herder for the grazing	2
Painfulness of work	1	Grazing, crops failure in case of water shortage	0	Go back and leg problems	1	Milking = everyday and grazing not always easy with the climate	1	Grazing is long and tiring	1	Carrying out the grasses everyday, even in hot season	3	Milking everyday can be a constraint	1,2
Family work	0	Complicated as they have a blind child so who is taking care of him if both work on field or with buffalo? And their other 2 sons have left home	2	Are quite separated for the agricultural tasks	4	Good, everybody has its own tasks	-	no data	-	no data	2	Can be complicated	2,7

Division of labour	2	The wife is doing all HH chores; they both milk and he brings the milk to the Dairy as well as the buffaloes for grazing; they both work on the redgram plot	1	Wife = milking, grazing, HH chores, work on other people's lands; husband = work on other people's land, work on field	1	The wife takes care of all HH chores - with the help of her daughter - and does all tasks related to the buffaloes. The husband takes care of the land	-	no data	1	Both husband and wife go for cutting grass, depends on availability as both can go for outside daily jobs (road repair, work on other people's land); milk is the wife as well as the HH chores	1	Women do all HH chore and milking - men are mostly in field but women also help	1
Power relationship	0	He tries to manage the HH economy	-	No data	2	The wife is going for grazing so can decide where to go with the 2 buffaloes and with their close contact can say whether they are sick or not - but the husband is the one managing the agri outputs sales	1	During the interview men arrived so the women stopped answering - the men started responding but without knowing much	1	Men are definitely the ones taking care of the HH money	1	Few decision power for women as it is the men who decide the most	1,3
Implementation of advisory services for dairy producers; development programs facilitating dairy farming for underprivileged households	1	With SD can get scholarships, cash advance, good rate per L but no advise on production	0	With SD got TV & fridge	0	No support and Modi's promise: didn't know about it; don't know if it can become reality	0	SD gives bonus once a year but apart from that no other service for agriculture	0	SD gives bonus money - apart from it no meetings nor elections at the MCC; doesn't think what Modi promises, only words no reality	2	ITC for tobacco but nothing for dairy	0,4
Point of view of dairy producers on the future of their activity or on the local agriculture & dairy sector	2	In SC community, people will continue as in the present - either as labourers or as tenants. Educated people could also do agriculture & if not enough people from the village, outsiders could also do agriculture in the village. Children should get education and then come back for agriculture but his children not interested	1	Sons: 1st doctor, 2nd tractor driver; daughter: at husband's house (housewife)	2	His daughter wants to be teacher but is willing to take her parents' land & livestock and manage a job + agriculture. In general, educated people will go for other jobs, only uneducated ones will remain in agriculture	1	Her daughter is handicapped and her 2 sons are not doing agriculture; the future is with tractor so only people having it will continue agriculture; but the young people going for study will still have to take care of the lands as they are not planning of selling it	0	Children will go for education if they have enough money for it - agriculture is getting too difficult without water	1	Children will only go for study so will sell their lands when too old - to people within the village. People who will do agriculture are people who fail in their study	1
	14		8		17		9		11		19		13
	"Poorly sustainable"		"Poorly sustainable"		"Poorly sustainable"		"Poorly sustainable"		"Poorly sustainable"		"Moderately sustainable"		"Poorly sustainable"

Tableau 83. Résultats bruts évaluation durabilité sociale Dairy PS 4 - territoire indien

Indicators	HH 1		HH 2		HH 3		HH 4		HH 5		HH 6		HH 7		HH 8		Average PS 4
	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	Scores	Details	
Access to resources and facilities	1	No access to land, access to village vet, access to water from village pond but with rs. 200 monthly fee, access to SD supply shop, access to markets for outputs (direct selling, SD)	2	Access to 0,5 ac of forage plot against rs. 20,000 annual rent (installed bore well); access to local vet or SD vet; access to agro-supply shop within the village; access to dairies for selling milk; access to bank loans (with gold as security deposit)	2	No access to land; access to Vinukonda & SD vets; have electric home bore; access to inputs via SD & paddy producers; access to bank loans (with gold and buffaloes as security deposit)	2	No land; access to loans from banks but doesn't take it; access to agro-supply shop in village; has a home bore	2	No access to land; access to village vet; home bore (rs. 30,000); access to bank loans since 20 years but doesn't take any	2	No access to land, access to Vinukonda vet, have home bore (rs. 20,000); access to loan from banks & relatives; access to dairy for selling milk	1	No land access, access to dairy inputs via paddy straw producers, access to market for selling milk (private middlemen who does not control the fat %); cannot get loans, either from banks or relatives	2	No land, access to Vinukonda agro-supply shop and paddy straw sellers; access to loan from cooperative bank (only for agriculture)	2
Personal fulfilment	1	Started dairy 5 years ago (1 buff) to get home milk & money - like having animals as no choice, no land. Still needs for one person in the couple to work on other people lands	3	Started dairy activity 3 years ago (2 buff); bought it within the village - payment via gold loan. Before, was working on other people's land. Interest for having buffaloes; brings money, home milk so she could stop to work on other people's land. She got now a better status than just worker	2	Buffaloes considered as family members and bring home milk, money; difficult to keep buffaloes, sometimes no energy. A lot of people in the village have buffaloes so good to be seen with it	1	Like having her buffalo as it provides home milk and HH money but inputs (grasses, paddy straw) expensive - with one buffalo not enough, husband works outside	1	Have buffaloes (3) since more than 30 years - no alternative, with her husband are sometimes agricultural workers. But like keeping buffaloes, bring milk & money & considered as family member. Keeping buffaloes is normal as everybody is doing it	3	His parents had buffaloes, he purchased his own 20 years ago (now have 3 buff), everybody have buffaloes so normal to have it	1	Got his buffaloes for his wedding, his parents did not have some before; diff with buffalo: when go to wagu gets into a lot of mud so need to clean - no insurance so when loose a buff no money	3	Everybody has buffaloes in his community (Yadava) so good to have it; like having buffaloes (and was managing a MCC before), direct sale to middlemen for good rates with no fat % checking. Were agricultural workers before so with buffaloes do not need to work on other people's land anymore. Buff = home milk & money	2
Labour intensity (h/d)	0	All animals grazing (goats & buffaloes) near house or on post-harvested plots, only by one person	4	Home fed with the cultivated green grasses	2	Depends on season: 6-month grazing & 6-month home fed + buys green grass & paddy straw	4	1 home fed buffalo with purchased green grasses & paddy straw	4	Grazing 2-3 times a week, otherwise grass cutting on road sides + purchase of green grass	0	Grazing on hills - he does it	0	Everyday grazing at the exception of June as too hot; and grass cutting on road sides from December to August	2	Grazing near hills 2-3 times a week and grasses cut on lands, 3-4 times a day	2
Painfulness of work	1	Grazing can be complicated with goats & buffaloes - hot summer	3	Better than before - can manage her time as she wants and doesn't have to work for someone else	0	Difficult to keep buffaloes, sometimes no energy	4	No problem	1	Grass cutting tiring, especially in summer time; has back pain	1	On the hills there are thorny bushes so sometimes difficult to manage the buffaloes as sometimes get "excited"	1	Grazing difficult when hot climate, for both buffaloes and people	1	Grass cutting = constraints & difficult but have more free time than when grazing	1,5
Family work	2	No, one works with the animals and the other works outside	2	No, her husband continues to work on other people's lands	2	No family work - husband finds outside job	2	No family work - husband works on other people's lands	2	Not always easy but find arrangements	2	Each has his own defined tasks so good	2	Not always good as his children do not do what he wants	4	When one is not available, the other can go to cut the grass or for grazing	2
Division of labour	2	She takes care of the animals, the husband finds outside job; the woman does all HH chores	2	Her with buffaloes and husband on other people's lands - but HH chores for her only	2	All for her: buffalo + HH chores. Husband working outside	1	She takes care of the buffaloes as well the HH chores	1	She does most of the work related with the buffaloes as well as HH chores	2	He takes care of the buffaloes, his wife milks and stays at home	1	He & his wife are not working as too old but their children and daughters-in-law are doing it. Men are mainly working on other people's lands and the women will do the milking & grazing as well as the HH chores	2	Help each other with the buffaloes but HH chores is women only	2

Power relationship	1	She doesn't take care of the HH budget	2	She manages the buffaloes: milking, bring it to dairy, forage cutting - but it is her husband who manages the HH economy	1	No education so difficult to manage money - scared that people are cheating on them	2	She is the one taking care of the buffalo	-	no data	0	His wife milks and cook the milk but he goes to the dairy and gets the payment	0	He is old but ha still have a say about how to take care of the family - but children not always listening. It is him and his sons deciding	2	He manages the HH economy - for buffaloes they both do it	1
Implementation of advisory services for dairy producers; development programs facilitating dairy farming for underprivileged households	2	Get benefits from SD such as vet doctor	2	Sangam Dairy only (scholarships, money bonus, insurance for people)	2	Benefits with Sangam Dairy: bonus, scholarship, doctor's fee, insurance for buffalo & people - not given by other dairies. No other support, either from ITC or the gvt. Not aware about Modi's promise, don't think it is feasible - Chandrababunaidu said 4 years ago he will clear all loans for farmers but not doing it	2	Lots of benefits from Sangam Dairy: scholarships (rs. 1000 from 13 to 18-yr-old), bonuses (for rs. 30000 yearly sales gets rs. 3500 bonus), health card, loans (rs. 50000 for 3 members), insurance	2	Benefits from SD: insurance, loans for buff. Give the buffalo as loans and reimbursement is done with money. Gives also green grasses sometimes. With Thirumala before: loans & advances. Other than that, no help	2	No help from the government; ITC helping the village through loans, water plant, school; no SD in the village, no benefit from Thirumala	0	DWCRA: rs. 10,000 per member, not enough to purchase a buffalo; no help from gvt nor ITC	0	No help from ITC nor the gvt; was managing the SD MCC but closed 15 years ago as people were not bringing their milk anymore	1,5
Point of view of dairy producers on the future of their activity or on the local agriculture & dairy sector	0	Their children (2 sons) will not do it, they are studying & going for non agricultural job	1	Her child (14-yr-old) is more interested in studies so she will sell it to someone when will get too old. Was not aware of Modi's promise	2	In the village a lot of people stay at home as they do not have any job outside the cropping season. So what else would the do if not agriculture?	1	Not aware of Modi's promise; her daughter should get education - after will be married so doesn't know if will work in agriculture, depends on her future husband	0	No future for them: daughters: housewives, son: lab job so not going for agriculture. Will sell their buffaloes when will become too old. Saw on TV news what Modi promised but they don't believe in the politics	0	Not aware of Modi's promise but don't think it is possible - all children will go out of agriculture	4	His children are doing agriculture	0	Not aware about Modi's promise. Children away, no land available & too expensive so do not want to work in agriculture	1
	10		21		15		19		15		12		10		16		15
	"Poorly sustainable"		"Moderately sustainable"		"Poorly sustainable"		"Moderately sustainable"		"Poorly sustainable"		"Poorly sustainable"		"Poorly sustainable"		"Poorly sustainable"		"Poorly sustainable"

Tableau 84. Feuille de calcul bilan azoté - territoire réunionnais

Bilan azoté			1. Elevage laitier avec pâturage		2. Petits élevages laitiers		3. Elevage laitiers de taille moyenne		4. Grands élevages laitiers	
			Unité / an	Cof. Azoté (kg N / unité)	Unité / an	Quantité azote (kg)	Unité / an	Quantité azote (kg)	Unité / an	Quantité azote (kg)
Surface totale			45		15		18		36,2	
Taille troupeau			50		40		50		105	
Prod lait totale			325000		220000		412500		735000	
Entrées										
FERTILISATION - achats										
Fertilisant chimique (33-11-06)	T	330	10	3375	3	1100	4	1326	8	2688
FOURRAGES - achats										
Enrubannage	T MS	15,52	20	308	6	100	0	0	0	0
Paille canne	T MS	6,4	14	91	26	167	31	197	71	455
Foin chloris	T MS	19,36	10,5	203	10	195	13	244	26	512
ALIMENTS ACHETES										
Concentré vache	T MS	26,4	204	5386	173	4562	238	6283	500	13195
Concentré veau/génisse	T MS	26,4	7	173	5	138	8	216	17	454
Poudre lait	T MS	44	0,5	24	0,7	32	0,96	42	1,4	62
Mélasse	T MS	6,56	27	177	22	142	27	177	57	373
ACHAT ANIMAUX										
Vaches	UGB	11	0	0	0	0	0	0	0	0
Génisses 1-2 ans	UGB	14,3	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENTREES kg N			9738		6437		8486		17739	
Sorties										
Lait vendu ou cédé	L	0,005	325000	1625	220000	1100	412500	2062,5	735000	3675
VENTE ANIMAUX										
Veaux	UGB	15,95	1,9	30	1,3	21	1,7	28	3,6	58
Vaches laitières	UGB	11	10	110	8	88	13	138	26	289
TOTAL SORTIES kg N			1765		1209		2228		4022	
BILAN (entrées - sorties) kg N			7973		5228		6258		13717	
EFFICIENCE (sorties / entrées) %			18%		19%		26%		23%	
EFFICIENCE PRODUCTION (bilan / production laitière) kg N / L lait prod			0,025		0,024		0,015		0,019	
EFFICIENCE PRODUCTION (bilan / vache productive) kg N / VL			159		131		125		131	
EFFICIENCE PRODUCTION (bilan / ha) kg N / ha			175		353		350		379	

Tableau 85. Feuille de calcul bilan énergétique - territoire indien

Bilan énergétique			1. Elevage laitier avec pâturage		2. Petits élevages laitiers		3. Elevage laitiers de taille moyenne		4. Grands élevages laitiers	
			45	15	18	36,2				
Surface totale			45	15	18	36,2				
Taille troupeau			50	40	50	105				
Prod lait totale			325000	220000	412500	735000				
/100L lait			3250	2200	4125	7350				
Unité / an	Coef. énergie (MJ / unité)	Unité / an	Quantité énergie (MJ)	Unité / an	Quantité énergie (MJ)	Unité / an	Quantité énergie (MJ)	Unité / an	Quantité énergie (MJ)	
Entrées										
ENERGIE DIRECTE			283427		92376		278365		338581	
Gasoil	L	40,5	6993	283427	2279	92376	6868	278365	8354	338581
FERTILISATION - achats			202510		66003		79558		161279	
Fertilisant chimique (33-11-06)	t	19801	10	202510	3	66003	4	79558	8,1	161279
FOURAGES - achats			64521		45673		41014		89831	
Enrubannage	T	1856,2	20	36846	6	11966	0	0	0	0
Paille canne	T	573,12	14	8184	26	14996	31	17626	71	40716
Foin chloris	T	1856,2	10,5	19490	10	18710	13	23388	26	49115
ALIMENTS ACHETES			1267339		1079029		1479785		3079544	
Concentré vache	kg	5,4	204000	1104223	172800	935342	238000	1288260	499800	2705346
Concentré veau/génisse	kg	5,4	6552	35465	5242	28372	8190	44331	17199	93096
Poudre lait	kg	46,0	540	24829	718	33023	962	44227	1418	65177
Mélasse	kg	2,8	36500	102565	29200	82052	36500	102565	76650	215387
Sels & minéraux	€	0,1	2336	257	2190	241	3650	402	4906	540
ENERGIE PHYSIQUE			2182		1305		2169		3294	
Travail (familial & extérieur)	h travail	0,58	3761	2182	2250	1305	3740	2169	5679	3294
BÂTIMENTS			187800		51410		121600		145220	
Bâtiment élevage + salle traite	m²	99,0	Aire alim. 55 pl. + 2x6 - 600m²	59400	40 pl cornadis + 2x4 - 500m²	49500	55 pl cornadis + 2x6 - 600m²	59400	110 pl cornadis + 2x10 - 800m²	79200
Fosse à lisier	m³	9,6	200	1910	200	1910	400	3820	800	7640
Retenue collinaire	m³	19,5	6500	126490	0	0	3000	58380	3000	58380
MATERIELS			283115		220463		368515		407665	
Faneuse	unité	5390	1	5390	1	5390	1	5390	1	5390
Faucheuse	unité	16660	1	16660	1	16660	1	16660	1	16660
Andaineuse	unité	12150	1	12150	0	0	1	12150	1	12150
Presse	unité	20664	1	20664	0	0	1	20664	1	20664
Enrubanneuse	unité	6888	1	6888	0	0	1	6888	1	6888
Epandeur à engrais	unité	5090	1	5090	1	5090	1	5090	1	5090
Remorque	unité	18293	1	18293	1	18293	1	18293	1	18293
Silo	unité	9800	3	29400	3	29400	4	39200	4	39200
Tonne à lisier	unité	25480	1	25480	1	25480	1	25480	1	25480
Tracteur 80cv	unité	51300	0	0	1	51300	0	0	2	102600
Tracteur 110cv	unité	68850	1	68850	1	68850	2	137700	0	0
Tracteur 130cv	unité	74250	1	74250	0	0	0	0	1	74250
Tracteur 150 cv	unité	81000	0	0	0	0	1	81000	1	81000
AUTRES			168639		126474		207610		403959	
Plastiques	kg	94,7	220	20830	394	37311	771	73039	1738	164516
Frais vétérinaires	€	7,6	10000	76000	7500	57000	7500	57000	15750	119700
Frais d'élevage	€	5,1	14164	71810	6344	32163	15300	77571	23618	119743
TOTAL ENTREES MJ			2 459 532		1 682 733		2 578 616		4 629 374	

Sorties										
Lait vendu ou cédé	L	3,06	325000	994500	220000	673200	412500	1262250	735000	2249100
VENTE ANIMAUX										
Veaux	kg vif	6,11	1027	6276	712	4348	953	5823	2001	12228
Vaches laitières, génisses	kg vif	9,08	5500	49940	4400	39952	6875	62425	14438	131093
TOTAL SORTIES	MJ		1 050 716		717 500		1 330 498		2 392 420	
BILAN (entrées - sorties)	MJ		1 408 816		965 233		1 248 118		2 236 954	
EFFICIENCE ENERGETIQUE (sorties / entrées)	%		43%		43%		52%		52%	
INTENSITE ENERGETIQUE 1 (entrées / production laitière)	MJ / L lait prod		7,6		7,6		6,3		6,3	
INTENSITE ENERGETIQUE 1 PAR SUPERFICIE	MJ / ha		54 110		113 584		144 402		127 883	

Tableau 86. Feuille de calcul bilan GES - territoire réunionnais

Bilan GES			1. Elevage laitier avec pâturage		2. Petits élevages laitiers		3. Elevage laitiers de taille moyenne		4. Grands élevages laitiers	
Surface totale			45,5		14,8		17,9		36,2	
Taille troupeau			50		40		50		105	
Prod lait totale			325000		220000		412500		735000	
	Unité / an	Coef. GHG (kg eqCO2 / unité)	Unité / an	Quantité GES (kg eqCO2)	Unité / an	Quantité GES (kg eqCO2)	Unité / an	Quantité GES (kg eqCO2)	Unité / an	Quantité GES (kg eqCO2)
Emissions										
ENERGIE DIRECTE			20580		6708		20213		24585	
Gasöil	L	2,9	6993	20580	2279	6708	6868	20213	8354	24585
SOLS (N2O)			205891		52978		42571		86300,8	
Cultures et prairies tempérées	ha	2384	5	10836	7,4	17659	17,9	42571	36,2	86300,8
Cultures et prairies tropicales	ha	4768	41	195055	7,4	35319	0	0	0	0
FERTILISATION MINERALE			34201		11147		13436		27238	
Achat fertilisant chimique (33-11-06)	T	1942,8	10	19869	3	6476	4	7806	8	15824
Application sur parcelles (N2O)	kg N excrété	4,2	3375	14332	1100	4671	1326	5630	2688	11414
STOCKAGE			71046		227348		286720		722534	
Lisier (CH4)	m3	324	216	69984	691	223949	872	282433	2197	711731
Lisier (N2O)	kg N excrété	1,5	713	1062	2281	3399	2877	4287	7251	10803
EPANDAGE D'EFFLUENTS (N2O)			22807		13019		16419		30789	
Lisier stocké	kg N excrété	4,2	713	3027	2281	9688	2877	12218	7251	30789
Effluents déposés au pâturage	kg N excrété	7,3	2709	19780	456	3331	575	4201	0	0
FOURRAGES			7029		6033		6336		13793	
Enrubannage acheté	T MS	131,3	20	2605	6	846	0	0	0	0
Paille canne achetée	T MS	75,4	14	1077	26	1974	31	2320	71	5359
Foin chloris acheté	T MS	318,8	10,5	3347	10	3213	13	4016	26	8434
ALIMENTS ACHETES			93505		78948		108819		228454	
Concentré vache	kg	0,4	204000	87394	172800	74028	238000	101959	499800	214114
Concentré veau/génisse	kg	0,4	6552	2807	5242	2246	8190	3509	17199	7368
Poudre lait	T	110	0,5	59	0,7	79	0,96	106	1,4	156
Mélasse	T MS	120	27	3246	22	2596	27	3246	56,8	6816
ANIMAUX			160506		128405		164068		344544	
Vaches laitières	tête (CH4)	2925	50	146250	40	117000	50	146250	105	307125
Vaches laitières	tête (N2O)	0,1	50	6	40	5	50	6	105	13
Autres animaux	tête (CH4)	1425	10	14250	8	11400	13	17813	26	37406
BÂTIMENTS			22007		5660		14311		17157	
Bâtiment élevage + salle de traite	m²	9,6	600	5731	500	4776	600	5731	800	7641
Fosse à lisier	m² béton	5,2	170	884	170	884	260	1352	440	2288
Retenue collinaire	m² béton	5,2	2960	15392	0	0	1390	7228	1390	7228
MATERIELS			24236		23583		34401		44566	
Faneuse	Unité / an	41	1	41	1	41	1	41	1	41
Faucheuse	Unité / an	213	1	213	1	213	1	213	1	213
Andaineuse	Unité / an	62	1	62	0	0	1	62	1	62
Presse	Unité / an	377	1	377	0	0	1	377	1	377
Enrubanneuse	Unité / an	213	1	213	0	0	1	213	1	213
Epandeur à engrais	Unité / an	1007	1	1007	1	1007	1	1007	1	1007
Remorque	Unité / an	985	1	985	1	985	1	985	1	985
Tonne à lisier	Unité / an	1007	1	1007	1	1007	1	1007	1	1007
Tracteur	Unité / an	10165	2	20330	2	20330	3	30495	4	40660
AUTRES			2129		1719		3683		7101	
Plastiques	kg	2,6	220	570	394	1021	771	1998	1738	4500
Frais d'élevage	1 000 €	110,1	14	1559	6	698	15	1685	24	2600
TOTAL EMISSIONS			663 939		555 548		710 978		1 547 063	

Séquestrations										
PRAIRIES (CO2)										
Prairies tropicales fauchées	ha	100	0	0	7	704	0	0	0	0
Prairies tempérées fauchées	ha	200	5	909	7	1407	16,1	3214	36,2	7240
Prairies tropicales pâturées	ha	200	41	8182	0,4	74	0	0	0	0
Prairies tempérées pâturées	ha	400	0	0	0,4	148	1,8	714	0	0
TOTAL SEQUESTRATIONS	kg eqCO2		9 091		2333		3929		7240	
BILAN (émissions - séquestrations)			654 848		553 214		707 049		1 539 823	
BILAN CO2	kg CO2		180266		126 793		191 640		344 240	
BILAN CH4	kg CH4 & kg eqCO2		10 975	230 484	16 779	352 349	21 262	446 496	50 298	1 056 262
BILAN N2O	kg N2O & kg eqCO2		787	244 098	239	74 072	222	68914	449	139 320
			654 848		553 214		707 049		1 539 823	
EFFICIENCE (séquestrations / émissions)	%		1%		0,42%		0,55%		0,47%	
EFFICIENCE PRODUCTION (bilan / production laitière)	kg eqCO2 / L lait prod		2,0		2,5		1,7		2,1	
EFFICIENCE PRODUCTION (émissions / vache productive)	kg eqCO2 / VL		13 097		13 830		14 141		14 665	
EFFICIENCE PRODUCTION (émissions / ha)	kg eqCO2 / ha		14407		37342		39595		42537	

Tableau 87. Seuils de scoring à partir de la littérature - territoire réunionnais

	Thresholds					Details
	0	1	2	3	4	
Economic performances						
Created wealth (NVA; €)	< 0					
Employment						
Income from dairy farming (€)	18,360 or less	18,360 - 28,560	28,560	28,561 - 40,559	40,560 or above	Reunion Island poverty line: € 765/month/UC or "unité de consommation" (INSEE, 2015). A representative dairy farmer family in Reunion Island is a couple with often adult children - some of these children can actually also work on the farm. So for the calculations we take 3-adult-HH as a model, which represents 2 UC (1 UC for the first adult and 0,5 UC per other family member > 14 yr-old) so the HH poverty line is at € 1,530/month or € 18,360/year. Furthermore, the median living standard in Reunion Island is € 1,190/month/UC or € 2,380/month for a 2UC HH, so € 28,560/year. In comparison, in metropolitan France, this median living standard for a 2UC HH is (1,690x2x12) € 40,560/year.
Subsidies (€)	105,000 or more	90,000 - 105,000	75,000 - 90,000	60,000 - 75,000	60,000 or less	From the RICA statistical data (2016), the subventions obtained by dairy farms within the main dairy basins are from € 60,000 (Bretagne) to € 114,000 (Grand Est); with an average of € 84,900
Subsidies dependency (% of income)	480% or more	400 - 480%	320 - 400%	240 - 320%	240% or less	From the RICA statistical data (2016), the dependency on subsidies (% RCA) is from 240% the lowest to 822% the highest, with an average of 408%
Contribution to direct employment (% of working population)	0,11% or less	0,12 - 0,32%	0,33 - 0,53%	0,54 - 0,74%	0,75% or more	Working population in Reunion Island (2015): 561,733 people; comparison with the other dairy basins in metropolitan France: the lowest value is in Occitanie (0,11%) while the highest is in Bretagne (0,75%) and at the metropolitan France level it is 0,28%. From INSEE (2018) 51% of working population have a job in Reunion Island, against 64% in metropolitan France.
Local environmental impacts						
N balance (kg N/ha)	250 or more	151 - 249	150	50 - 149	50 or less	MAEC: to be eligible the total nitrogen balance must be less than 50 kg N/ha; Simon et al (2000) found for 121 French dairy farms an average farm N balance of 149 kg N/ha/year.
Water consumption for producing 1L of FPCM (m3)	1,5 or more	1,3	1,1	0,9	0,75 or less	Sultana et al. 2014. European consumptive water use in dairy: from 750L/kg ECM in Danish dairy to 1,500L/kg ECM in Swiss dairy
Global environmental impacts						
Energy quantity for producing 1L of FPCM (MJ)	6,5 or more	4,7-5 (NL & French Poitou levels)	3,5-3,8 (Sweden, French Brittany & Ireland levels)	1,3-1,5 (Germany & NZ levels)	0,2 or less	See Vigne et al. (2013) for reference. The lowest value is for dairy in Mali at about 0,2 MJ/L and the max is 6,5 MJ/L so these two values have been set up as the highest and lowest thresholds, respectively.
CO ₂ emissions for producing 1L of FPCM (kg eq. CO ₂)	12	6	3	2	1,6-1,8	See Gerber et al. (2011) for reference. The lowest value is for dairy animals producing more than 6,000 kg FPCM/year (1,6-1,8 kg CO ₂ eq/kg FPCM) and the highest value is of 12kg CO ₂ eq./kg FPCM for dairy animals producing about 360 kg FPCM/year

Tableau 88. Résultats bruts évaluation durabilité sociale - territoire réunionnais

	CONDITIONS DE TRAVAIL					CONDITIONS DE VIE	
	N° entretien	Age exploitant.e	Intensité de travail	Pénibilité du travail	Travail familial	Qualité de vie	Accomplissement personnel
1. Elevages laitiers avec pâturage	1	> 40	10h, 0,5h nocturne	Act. pénibles + contr.	Avantage	Isolement, solidarité, soutien fam	Passion, niv vie satis, rémun. dépend
	12	> 40	12h, 1h nocturne		Avantage	Isolement, no solidarité, soutien fam	Passion, niv vie bon, rémun. faible mais fait pas ça pour ça
	15	> 40	8h, pas W nocturne	Act. pénible + contr.	Avantage mais attention	Isolement, solidarité, soutien fam	Passion, niv vie satis, rémun. suffis, cstitution patrimoine
	Moyenne	> 40	10h, 0,5h nocturne		Avantage		
2. Petits élevages laitiers	3	> 40	10h, 0h nocturne	Act. pénible	Avantage	Isolement moral (honte), peu solidarité, soutien fam	Passion, niv. vie satis., rémun. faible
	8	< 40	11h, 0,5h nocturne	Act., pb santé, contr.	Avantage mais	Isolement, no solid., seul	Passion & opport., niv. vie non satis., rémun. faible
	10	< 40	9h, 0h nocturne	Act. pénible	Avantage	Pas isolement, solidarité, soutien fam. ms possib conflit générationnel	Passion, niv. vie idéal, moyen de s'en sortir si travaille bien
	11	> 40	10h, 0,5h nocturne	Act. pénible, contr.	Avantage	Pas isolement, no solid., soutien fam.	Opport., niv vie pas suffis. via lait, rémun. trop faible
	13	> 40	10h, 0h nocturne	Act., pb santé, contr.	Avantage mais	Pas isolement, solid, soutien fam.	Passion, heureux malgré contraintes, rémun. trop faible pfs
	Moyenne	> 40	10h		Avantage		
3. Elevage laitiers de taille moyenne	4	< 40	10h, 1h nocturne	Act., pb santé, contr.	Avantage	Pas isol, solid, peu de soutien	Passion malgré diffT, niv vie pas satis, rémun. trop faible
	5	> 40	7h, 0,5h nocturne	Act. pénible	Avantage	Pas isol, solid, soutien fam.	Passion, niv vie satis., rémun. bonne
	6	< 40 & > 40	5h, 0h nocturne	Act. pénible, contr.	Avantage	Pas isol, solid, soutien fam.	Passion, niv vie satis., rémun. bonne
	9	> 40	6h, 0h nocturne	Act., pb santé, contr.	Dépend avec qui	Isolement, solid dépend, soutien fam.	Passion, niv vie bon, rémun. trop faible, pas assez reconnaissance
	Moyenne	> 40			Avantage		
4. Grands élevages laitiers	7	< 40	5h, 0h nocturne	Act. pénible, contr.	Avantage	Isolement & solid dépendent, soutien fam.	Passion & opport., niv vie bon, rémun. juste sauf en cas de crises clim

	N° entretien	Age exploitant.e	ACCEPTATION SOCIALE ELEVAGE LAITIER - PT VUE ELEVEURS		PLACE ELEVAGE POL LOCALES - PT VUE ELEVEURS
1. Elevages laitiers avec pâturage	1	> 40	Par les consommateurs	Par les médias	Appui filière
	12	> 40	Bonne image, mais baisse conso viande	En font trop - là pour mettre la zizanie	Bonne mais en déclin - pb internes et non aide petits éleveurs
	15	> 40	Le grand public commence à avoir un peu peur - pollution	Impact faible, pas de changement pour le lait	Devrait repartir, doivent être patients
	Moyenne	> 40	Pas de souci	Mauvaise image - quand les choses fonctionnent cela n'intéresse pas	Mauvaise ambiance aux réunions, bloque des installations mais en bonne "santé"
2. Petits élevages laitiers	3	> 40			
	8	< 40	Mauvaise réputation	Toujours critiques, mauvaise image - reproches aux éleveurs mensonge & empoisonnement	Filière en plein essor, avenir pour tout le monde mais avant a poussé les éleveurs au suréquipement & surinvestissement
	10	< 40	Pas de reconnaissance - les éleveurs nourrissent la planète	Mauvaise image véhiculée mais ne disent pas tout	En déclin, ne restera que les gros troupeaux de la PdC
	11	> 40	Mauvaise réputation - on devrait rencontrer les conso et leur montrer le métier	Image négative - presse mensongère car éleveurs qui font qIT pénalisés	Encore de l'avenir, volonté de relancer la filière lait
	13	> 40	Pas de réponse	Ecoutent l'ADEFAR	Bilan médiocre - va pas évoluer
	Moyenne	> 40	Peuvent se poser des questions, ne côtoient pas les éleveurs	Besoin de buzz & polémique pour vendre	Rien n'avance - difficile, éleveurs de plus en plus ras le bol
3. Elevage laitiers de taille moyenne	4	< 40			
	5	> 40	Aucun souci	Font peur aux conso mais ces derniers peuvent se renseigner ailleurs	Solide financièrement, W sur amélioration cdos W éleveurs, est dynamique, pas pb d'écoulement
	6	< 40 & > 40	Bonne	Seules les mauvaises choses sont retranscrites	Va aller de mieux en mieux si meilleure instruction des nvx éleveurs, meilleure gestion & investissements
	9	> 40	Mauvaise presse	A cause d'eux conso viande en baisse, pb réformes	Avec des hauts et des bas mais fonctionne bien avec de l'avenir
	Moyenne	> 40	Conso très mal renseignés, pas au courant	Sujet leucose en boucle mais publi conso encore	Dysfonctionnement des statuts, politiquement trop imbriqué pour tomber
4 Grands	7	< 40			
			Pensent que les éleveurs ont beaucoup d'argent	Articles font baisser conso viande, connaît pas impact sur lait	Pas assez impliquée dans com & aide - manque un chef

LETTRÉ D'ENGAGEMENT DE NON-PLAGIAT

Je, soussigné(e) _____ en ma qualité de doctorant(e) de l'Université de La Réunion, déclare être conscient(e) que le plagiat est un acte délictueux passible de sanctions disciplinaires. Aussi, dans le respect de la propriété intellectuelle et du droit d'auteur, je m'engage à systématiquement citer mes sources, quelle qu'en soit la forme (textes, images, audiovisuel, internet), dans le cadre de la rédaction de ma thèse et de toute autre production scientifique, sachant que l'établissement est susceptible de soumettre le texte de ma thèse à un logiciel anti-plagiat.

Fait à Saint-Denis le :

Signature :



Extrait du Règlement intérieur de l'Université de La Réunion
(validé par le Conseil d'Administration en date du 11 décembre 2014)

Article 9. Protection de la propriété intellectuelle – Faux et usage de faux, contrefaçon, plagiat

L'utilisation des ressources informatiques de l'Université implique le respect de ses droits de propriété intellectuelle ainsi que ceux de ses partenaires et plus généralement, de tous tiers titulaires de ces droits.

En conséquence, chaque utilisateur doit :

- utiliser les logiciels dans les conditions de licences souscrites ;
- ne pas reproduire, copier, diffuser, modifier ou utiliser des logiciels, bases de données, pages Web, textes, images, photographies ou autres créations protégées par le droit d'auteur ou un droit privatif, sans avoir obtenu préalablement l'autorisation des titulaires de ces droits.

La contrefaçon et le faux

Conformément aux dispositions du code de la propriété intellectuelle, toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle d'une œuvre de l'esprit faite sans le consentement de son auteur est illicite et constitue un délit pénal.

L'article 444-1 du code pénal dispose : « Constitue un faux toute altération frauduleuse de la vérité, de nature à causer un préjudice et accomplie par quelque moyen que ce soit, dans un écrit ou tout autre support d'expression de la pensée qui a pour objet ou qui peut avoir pour effet d'établir la preuve d'un droit ou d'un fait ayant des conséquences juridiques ».

L'article L335_3 du code de la propriété intellectuelle précise que : « Est également un délit de contrefaçon toute reproduction, représentation ou diffusion, par quelque moyen que ce soit, d'une œuvre de l'esprit en violation des droits de l'auteur, tels qu'ils sont définis et réglementés par la loi. Est également un délit de contrefaçon la violation de l'un des droits de l'auteur d'un logiciel (...) ».

Le plagiat est constitué par la copie, totale ou partielle d'un travail réalisé par autrui, lorsque la source empruntée n'est pas citée, quel que soit le moyen utilisé. Le plagiat constitue une violation du droit d'auteur (au sens des articles L 335-2 et L 335-3 du code de la propriété intellectuelle). Il peut être assimilé à un délit de contrefaçon. C'est aussi une faute disciplinaire, susceptible d'entraîner une sanction.

Les sources et les références utilisées dans le cadre des travaux (préparations, devoirs, mémoires, thèses, rapports de stage...) doivent être clairement citées. Des citations intégrales peuvent figurer dans les documents rendus, si elles sont assorties de leur référence (nom d'auteur, publication, date, éditeur...) et identifiées comme telles par des guillemets ou des italiques.

Les délits de contrefaçon, de plagiat et d'usage de faux peuvent donner lieu à une sanction disciplinaire indépendante de la mise en œuvre de poursuites pénales.