Ecole Supérieure d'Agricultures d'Angers

55 Rue Rabelais

49007 ANGERS

CIRAD Réunion – Pôle élevage

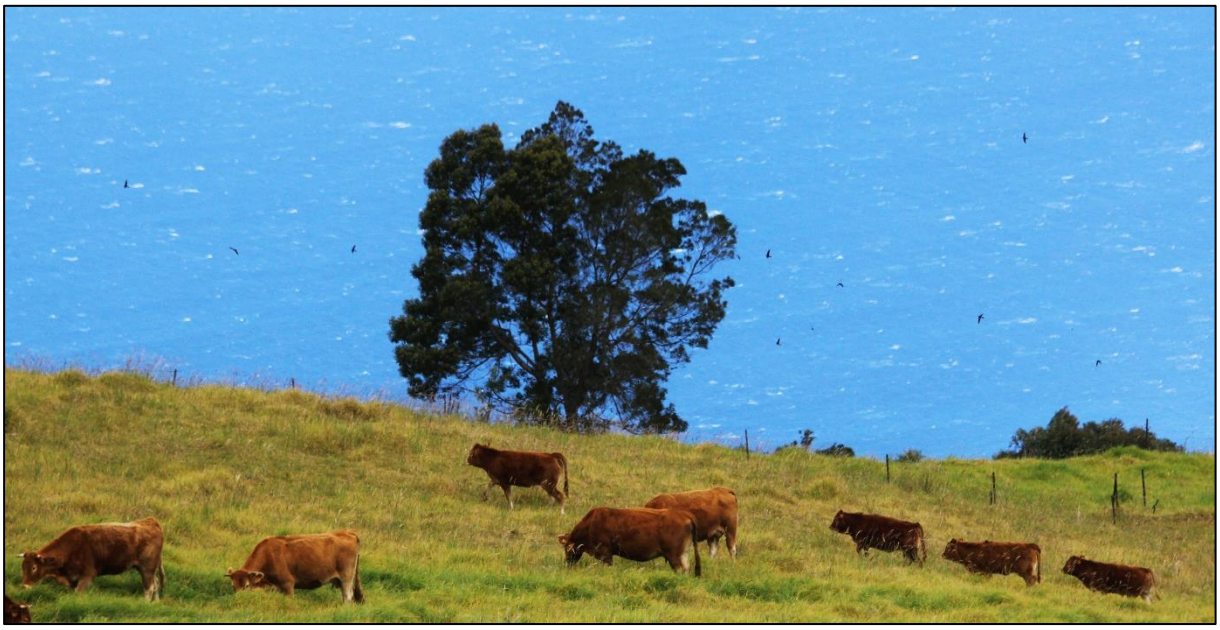
Station Ligne Paradis - 7 Chemin de l'IRAT

97410 SAINT PIERRE

Maître de stage : Amandine LURETTE (INRA – UMR SELMET)

Co-encadrant : Jonathan VAYSSIERES (CIRAD – UMR SELMET)

EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER A L'ECHELLE DE L'ÎLE DE LA REUNION ET LEVIERS POUR UNE MEILLEURE VALORISATION DES SURFACES FOURRAGERES.



Gestion Agricole des Biomasses à l'échelle de l'île de la Réunion

Mémoire de fin d'étude

Promotion 117, 2014.

Septembre 2019

LORRE Fanny

Elève ingénieure ESA

Patron du mémoire : Timothée PETIT (ESA)

REMERCIEMENTS

« Tousel ou sar pli vite, ensam ou sar pli loin. »

*

Au crépuscule de mes années d'école il est temps de remercier tout d'abord mes parents pour m'avoir offert l'opportunité de suivre des études passionnantes et pleines de sens. Ces années d'études se sont achevées avec ce mémoire de fin d'étude, une bien belle expérience tant sur le plan professionnel que sur le plan humain.

Pour commencer merci à Jacques pour avoir été un excellent co-équipier au quotidien et d'avoir partagé chaque moment, les bons autant que les moins bons. On aura fait un bien beau duo, je suis fière de nous !

Merci à Amandine pour ton encadrement et tes conseils pertinents, même à distance, et à Jonathan pour son encadrement au quotidien, pour ta rigueur et ton implication.

Un grand merci à Maeva pour avoir été notre personne ressource n°1, toujours présente pour nous aider et nous aiguiller. Un grand merci bien sûr à toute l'équipe de l'ARP pour leur aide précieuse, pour nous avoir fait découvrir l'élevage réunionnais sur le terrain et de manière générale pour leur implication et leur engagement auprès des éleveurs et des autres acteurs des filières animales. Vous faites un travail remarquable, bravo !

Merci à Pascal, ce génie, pour nous avoir aiguillé, grandement aidé, résolu tous nos problèmes informatiques tout au long de ce stage, et avoir été notre guide d'éruptions volcaniques ! Merci aussi à Vivien pour nous avoir mis le pied à l'étrier pour bien débuter notre mission.

Merci évidemment aux nombreux acteurs qui ont accepté de m'accorder du temps et partager avec moi leurs connaissances et leur expérience : Amélie Folio et les techniciens de la SICAREVIA, Philippe Rondeau et Patrick Thomas de TEREOS, Joël Grondin représentant IFCE, Vladimir Barbet-Massin d'ERCANE, Expédit Rivière et Jean-Yves Latchimy du CIRAD. Et enfin les éleveurs qui nous ont gentiment accueillis : Fréderic Fontaine, Jean Kerbidy et Raoul Nativel.

Merci à notre Jean Philippe Choisis (ou Jean-Fifou), pour avoir égaillé nos journées au bureau et régalé nos papilles mais aussi beaucoup instruit, tant sur l'élevage que sur de nombreux autres sujets.

Enfin, merci à tous les autres qui ont fait de ce stage une bien belle page de vie : les stagiaires et l'ensemble de l'équipe de la station CIRAD Ligne-Paradis, qui porte bien son nom.

Et merci à La Réunion, l'île intense, pour m'avoir émerveillée chaque jour.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

AUTEUR : Fanny LORRE
Promotion : 117

Patron de mémoire : Timothée PETIT

Signalement du mémoire : Evaluation du disponible fourrager à l'échelle de l'île de la Réunion et leviers pour une meilleure valorisation des surfaces fourragères.

Mots clés : *Fourrages, Autonomie alimentaire, Bioéconomie circulaire, Contexte insulaire*

RESUME D'AUTEUR

PLAN

Ce mémoire s'articule en cinq parties. Une synthèse bibliographique résume l'état actuel des connaissances sur le sujet. Le contexte de l'étude est ensuite présenté, accompagné de la problématique et des hypothèses posées. Elles sont suivies par l'exposition de la méthodologie utilisée. Sont ensuite présentés puis discutés les résultats, en prenant en compte les limites de l'étude. Enfin, sont évoquées des pistes d'amélioration et des perspectives.

BUTS DE L'ETUDE

Cette étude s'intègre dans le projet de bioéconomie circulaire GABIR (Gestion Agricoles des Biomasses sur l'Ile de la Réunion) et dans le cadre de la réflexion autour de la mise en place d'une filière fourrage organisée portée par l'Association Réunionnaise de Pastoralisme (ARP). Il s'agit d'évaluer d'une part l'adéquation entre l'offre et la demande en fourrage, de manière spatiotemporelle, et d'autre part de créer un outil de modélisation permettant de simuler des scénarios concernant la gestion des surfaces fourragères et la mise en place de la filière. Cette étude est divisée en deux mémoires. Celui-ci s'intéresse à la caractérisation spatiotemporelle de la production de fourrage dans un premier temps puis à la simulation de la mobilisation de leviers techniques pour une meilleure valorisation des surfaces fourragères.

MATERIEL ET METHODES

Une cartographie des parcelles fourragères a été réalisée en combinant trois couches géographiques, sur le logiciel QGIS. Une typologie des différents types de surface et de gestion, ainsi que les rendements qui leurs sont associés, selon un zonage pédoclimatique, a été élaborée par étude des références bibliographiques et intégration des connaissances de divers acteurs du territoire. C'est également en partenariat avec ces experts qu'ont été identifiés les leviers techniques de gestion des surfaces fourragères les plus pertinents à simuler. Le modèle a ensuite été construit sous le logiciel OCELET, permettant de simuler les scénarios de mobilisation des leviers techniques et l'impact d'un aléa climatique.

RESULTATS

La variabilité spatiotemporelle de la ressource en fourrage a été mise en évidence. Une fois comparée à la consommation par les élevages la balance fourragère à l'échelle de l'île reflète certaines particularités : (i) une sous-valorisation de la ressource en herbe, (ii) un flux tendu concernant les fourrages conservés, ressource insuffisante en cas d'aléas climatique, (iii) l'importance de la récolte du « tout-venant », canne fourragère et/ou végétation sauvage glanée, (iv) des zones de production localisées d'où des flux de fourrage à travers l'île. Les leviers techniques de gestion des surfaces fourragères se révèlent pertinents à mettre en place dans le cadre de la recherche de plus d'autonomie fourragère et de résistance face à un aléas climatique, mais ils restent compliqués à réaliser sur le terrain.

CONCLUSIONS

L'organisation du système fourrager à l'échelle de la Réunion comporte des points faibles qui peuvent mettre en péril l'autonomie fourragère, principalement en cas d'aléa climatique, mais les marges de manœuvres sont nombreuses pour améliorer cette situation. Les spécificités de l'organisation fourragère que nous avons montrées et le modèle que nous avons construit serviront à alimenter l'étude technico-économique de la faisabilité de la mise en place d'une filière organisée, menée par le bureau d'études BRL Ingénierie.

BIBLIOGRAPHIC RECORD

AUTHOR : Fanny LORRE
Promotion : 117

Supervisor : Timothée PETIT

Report description : Assessment of the fodder availability over the Reunion Island and tools for a better forage land valorisation.

Key Words : *Fodder, Feed self-sufficiency, Circular bioeconomy, Insular environment*

ABSTRACT

PLAN	This report is divided in five parts: a bibliographic research shows the current scientific knowledge concerning the subject, followed by the study's context along with the problematic. The method of experiment is then explained, followed by the results. These results are then discussed, considering the experiment limits, then will be suggested some improvements and future prospect.
GOALS OF STUDY	This study belongs to the circular bioeconomy project called GABIR (Agricultural management of biomass in the Reunion Island) and takes part in an overall reflection about building an organised fodder network, led by the ARP (Pastoralism Association of La Reunion). The idea is firstly to assess the balance between fodder production and consumption, in a spatiotemporal framework, and secondly to build a model that can test scenarios about the forage lands' management and the organised fodder network. The study is divided in two reports. This one is about characterizing the fodder production and testing technical levers for a better forage land valorisation.
METHODS	A forage plot map was built using three different geographic layers with QGIS. A typology of forage land types and forage land management, along with the yields linked to the different types according to a pedoclimatic zoning, was then developed by studying bibliographic reports and collecting local experts' knowledge. The most relevant technical levers to improve forage land management were identified in partnership with these experts. The model was then built with the software called OCELET, which simulates both the impact of using the technical levers and the impact of a climatic hazard.
RESULTS	The spatiotemporal variability is brought to light. When production and consumption are compared it shows some features : (i) grazed grass is under-used, (ii) there is a certain dependence to stored feed, a relatively week production and lacking in case of climatic hazard, (iii) the collect of elephant grass and feral plants is important, (iv) productions are localized so it results in fodder exchanges across the island. The technical levers about land management are relevant for the goal of the island fodder self-sufficiency, especially in case of a climatic hazard, but it might be complicated to apply it into the field.
CONCLUSIONS	The forage system organisation in La Reunion island has some weak points that can endanger its fodder self-sufficiency, especially in case of climatic hazard. Several solutions could be put into place to improve the situation. The forage organisation features that we have shown and the model we have built will be used by BRL Ingénierie in the next study, about the technical-and-economic feasibility of an organised fodder network.

ABREVIATIONS ET SIGLES

% : pour-cent

€ : Euro(s)

ARP : Association Réunionnaise de Pastoralisme

BOS : Base d'Occupation du Sol

BRE : Balle Ronde d'Enrubanné

CA : Chambre d'Agriculture

CADSAT : Cadastre + Satellite

CIRAD : centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériels Agricoles

DAAF : Direction de l'Alimentation, l'Agriculture et la Forêt

ETA : Entreprise de Travaux Agricoles

FEADER : Fonds Européens Agricoles pour le Développement Rural

g / kg : gramme(s) / kilogramme(s)

ha : hectare(s)

IDELE : Institut de l'élevage

IGN : Institut Géographique National

INRA : Institut National de Recherche Agronomique

IRAT : Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et de cultures vivrières

j : jour(s)

m / km : mètre(s) / kilomètre(s)

nbr : nombre

PAC : Politique Agricole Commune

PDIE : Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle permises par l'énergie

PDIN : Protéines Digestibles dans l'Intestin grêle permises par l'azote

rdt : Rendement

RPG : Registre Parcellaire Graphique

SAU : Surface Agricole Utile

SFP : Surface Fourragère Principale

SQL : Structured Query Language *(langage informatique)*

T de MB : tonne(s) de matière brute

T de MS : tonne(s) de matière sèche

UF : Unité Fourragère

UGB : Unité Gros Bovin

SOMMAIRE

INTRODUCTION **1**
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE. **2**
I. La Réunion, petite île à forts contrastes. 2
1) Un relief particulier… 2
2) … Qui s'accompagne de spécificités climatiques… 2
3) … Et influence ainsi l'organisation spatiale des activités humaines. 3
4) Dans ce contexte : GABIR, un projet d'économie circulaire. 4
II. Histoire de l'île et visages de l'élevage Réunionnais. 4
1) Découverte de l'île et colonisation. 5
2) Premiers pas de l'élevage bovin. 5
3) Essor de la canne à sucre et bouleversement de l'organisation du territoire. 6
4) L'effort fourni pour structurer et administrer le développement de l'élevage 6
5) Construire un élevage inspiré par le modèle métropolitain. 6
6) L'élevage d'herbivores aujourd'hui. 7
III. Cultures fourragères et gestion des systèmes fourragers. 8
1) Distribution spatiale des cultures fourragères. 8
2) Les prairies et leur gestion. 9
3) Autres ressources fourragères. 12
IV. La problématique du déficit fourrager 13
V. Question de recherche et objectifs de l'étude 14
MATERIEL & METHODES **16**
I. Zonages et spatialisation de la production 16
1) Recenser les parcelles potentiellement productrices de fourrage 16
2) Un zonage pédoclimatique pour approcher la diversité des milieux. 19
3) Un zonage logistique pour réfléchir au mieux les flux de fourrage 19
II. Quantification de la production fourragère 20
1) Intégration de connaissance et création d'un modèle de données 20
2) Attribuer les paramètres aux parcelles. 21
3) Calcul de la production de chaque parcelle. 23
4) Un cas à part : la paille de canne. 24
5) Balances production-consommation. 25
III. Modélisation et Scenarios 26
1) Démarche de modélisation. 26
2) Scénarios. 26
RESULTATS **29**
I. La production fourragère sur l'île de la réunion 29
1) Différentes surfaces fourragères et leur utilisation. 29
2) Différents types de gestion des surfaces fourragères. 31
3) Productions des différents fourrages 32
II. A l'échelle de l'île : comparaison entre production et consommation 35
III. Scenarios d'évolution et impact de la mobilisation de leviers techniques 36
1) Leviers techniques sur la gestion des surfaces 36
2) Simulation d'un aléa climatique 38
3) Scenario combiné : aléa climatique et mobilisation de leviers techniques 39
DISCUSSION **40**
I. Retour sur la problématique et les hypothèses 40
1) Constats et leviers proposés 40
2) Réflexions sur l'élevage à la Réunion et perspectives. 43
II. Intérêts de l'étude, Limites et propositions d'amélioration 48
1) Comparaison avec d'autres études 48
2) Limites de la méthodologie et perspectives d'amélioration 49
CONCLUSION **53**

INTRODUCTION

Par sa situation insulaire et son contexte pédoclimatique l'île de La Réunion présente une forte concentration des activités agricoles sur certaines zones ainsi qu'une spécialisation des territoires. Celle-ci entraine une production massive et localisée de certains types de biomasses, qui doivent ensuite être transférés dans d'autres régions. Seulement, le relief réunionnais présente de fortes contraintes techniques à ces transferts de biomasses. De plus, l'île subit une forte croissance démographique et économique d'où une forte dépendance aux importations.

C'est dans ce contexte et dans une démarche de transition agroécologique que s'inscrit GABIR (Gestion Agricole des Biomasses à l'échelle de la Réunion), un projet dont l'objectif est d'améliorer l'autonomie des exploitations et plus globalement du secteur agricole face aux ressources importées en valorisant au mieux les biomasses disponibles localement. « Pour y parvenir, il s'agira de faire émerger des solutions pour une valorisation agricole innovante des biomasses à l'échelle de la Réunion, basées sur les principes d'une gestion circulaire et durable aux niveaux économique et environnemental » (Vigne, 2016).

Cette étude s'intéresse au volet élevage de ce projet et plus précisément au thème de la gestion des fourrages. L'île présente une grande variété de microclimats et des variations saisonnières très contrastées, provoquant une période d'excédent en fourrages et une période de déficit fourrager. A l'échelle de l'île on observe une coordination insuffisante entre l'offre et la demande en fourrages.

Ce sont donc l'ARP (Association Réunionnaise de Pastoralisme) et les coopératives animales qui se chargent d'aider les élevages ayant des besoins urgents pendant la période de déficit, ce qu'ils expriment comme un « rôle de pompier ». Lors de ses pires années de sécheresse La Réunion a dû faire importer des fourrages.

Garantir l'autonomie fourragère est un enjeu de taille pour cette île, pour réduire sa dépendance aux produits d'importation, tels que les concentrés, et plus globalement pour le maintien et la viabilité de ses activités d'élevage.

C'est donc dans le cadre d'une réflexion portée par l'ARP sur la mise en place d'une filière fourrage organisée, qui permettrait de sécuriser l'approvisionnement des élevages, que s'inscrit cette étude, pour laquelle nous sommes deux stagiaires. Elle vise d'une part à caractériser le disponible fourrager et les besoins en fourrages, de manière spatialisée et saisonnée, et d'autre part à construire un modèle de simulation permettant de tester l'impact de scénarios d'évolution. Elle servira de base à une prochaine étude d'analyse technico-économique de mise en place de la filière par le bureau d'études BRL Ingénierie.

Ce rapport présente premièrement l'évaluation du disponible fourrager avec l'identification, la quantification et la cartographie des gisements des différents fourrages. Elle présente et simule ensuite des leviers techniques pouvant être mobilisés dans le but d'une meilleure valorisation des surfaces à vocation fourragère. Le second rapport (Jacques Magnier, 2019), complémentaire à celui-ci, s'intéresse à l'évaluation de la consommation en fourrage et à l'impact de scénarios de mise en place d'une filière organisée.

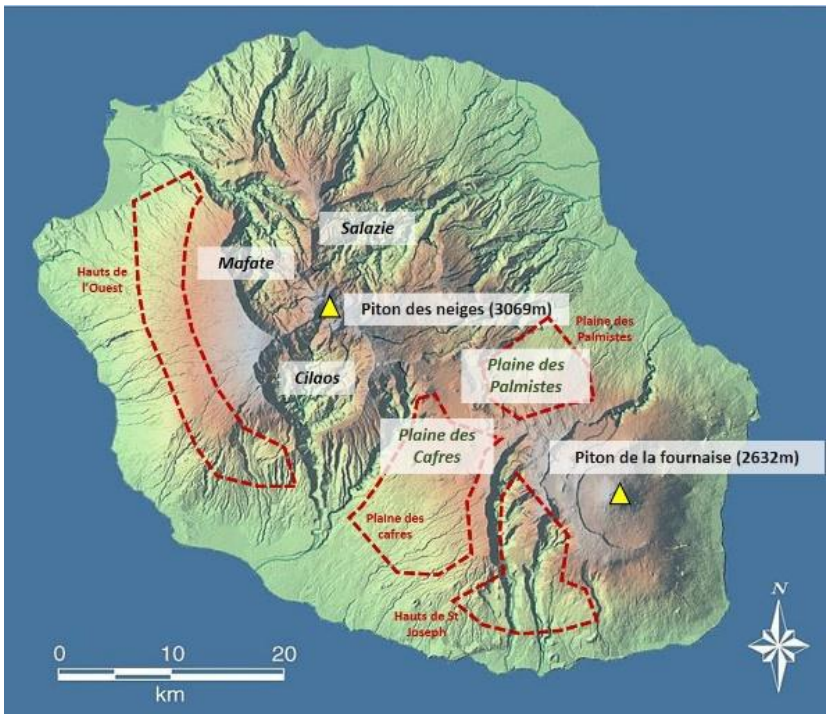


FIGURE 1 : CARTE DE LA REUNION, RELIEF ET ZONES D'ELEVAGE. (LORRE, 2019)

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.

I. LA REUNION, PETITE ILE A FORTS CONTRASTES.

La Réunion est une île de l'archipel des Mascareignes d'environ 250 000 ha, située dans l'océan indien à 800km à l'Est de Madagascar. Colonisée par les français au XVIIème siècle elle est aujourd'hui à la fois un département d'outre-mer et une région française. Elle se caractérise par de nombreuses spécificités tant aux niveaux géographique et environnemental qu'économique et institutionnel. Spécificités qui ont façonné son histoire agricole et continuent aujourd'hui d'avoir un impact sur ce secteur.

1) Un relief particulier…

La Réunion est une île volcanique géologiquement jeune, formée sur des coulées de laves basaltiques issues d'une faille terrestre. Elle est née du même point chaud qui donna naissance aux autres îles des Mascareignes ainsi qu'aux Maldives, aux Laquedives et aux Trapps du Deccan, en Inde.

Son relief est particulièrement atypique et dominé par deux volcans : le Piton des Neiges (3069m) aujourd'hui éteint et le Piton de la Fournaise (2632m), un des volcans les plus actifs du monde entrant en éruption plusieurs fois par an. Il y a 1 million d'années l'effondrement massif du Piton des Neiges a formé une caldeira polylobée à l'origine des 3 cirques du centre-nord de l'île : Mafate, Salazie et Cilaos. Ces cavités naturelles aux remparts abrupts et aux profondes ravines sont des territoires difficilement accessibles donc peu exploités. Ils sont également protégés par leur appartenance au Parc National de La Réunion, et inscrits depuis 2010 sur la liste des biens naturels au patrimoine mondial de l'Unesco.

Au centre de l'île, dans le couloir inter-volcanique, l'effondrement entre les deux volcans a créé deux plateaux d'altitude à plus de 1200m : la Plaine des Palmistes et la Plaine des Cafres. Le Sud-Est de l'île est marqué par les éruptions régulières du Piton de la Fournaise, dont les coulées de lave s'orientent souvent vers l'Est, traversant le territoire du Grand Brûlé et atteignant parfois l'océan (Mandret *et al.*, 2000).

2) … Qui s'accompagne de spécificités climatiques…

L'île, par sa situation océanique et sa latitude australe, présente un climat de type tropical humide caractérisé par deux saisons. La présence de l'anticyclone de l'océan indien en hiver, ou saison sèche (Mai – Octobre), induit des alizés frais et des vents d'est. Lors de l'été austral, saison des pluies (Novembre – Avril), l'air chaud et humide des basses pressions équatoriales se rapproche de l'île et y installe un climat aux fortes précipitations et aux températures élevées (Blanfort *et al.*, 1998).

Cependant, son relief est responsable d'une grande diversité de microclimats au sein de l'île. On distingue donc principalement la différence entre la côte orientale ou « côte au vent », exposée aux alizés soufflant d'est en ouest (Cf. Figure 2, page suivante). Ces vents chargés d'humidité sont freinés par le relief montagneux du centre de l'île, d'où une humidité importante sur cette côte, avec une pluviométrie de 4000 à plus de 6000mm/an (Météo France, 2000). L'autre façade de l'île, la côte occidentale, ou « sous le vent », est protégée par le relief et ne reçoit que 450 à 2000mm/an (Météo France, 2000), marquée quasiment chaque année par une sécheresse hivernale (Mandret *et al.*, 2000).

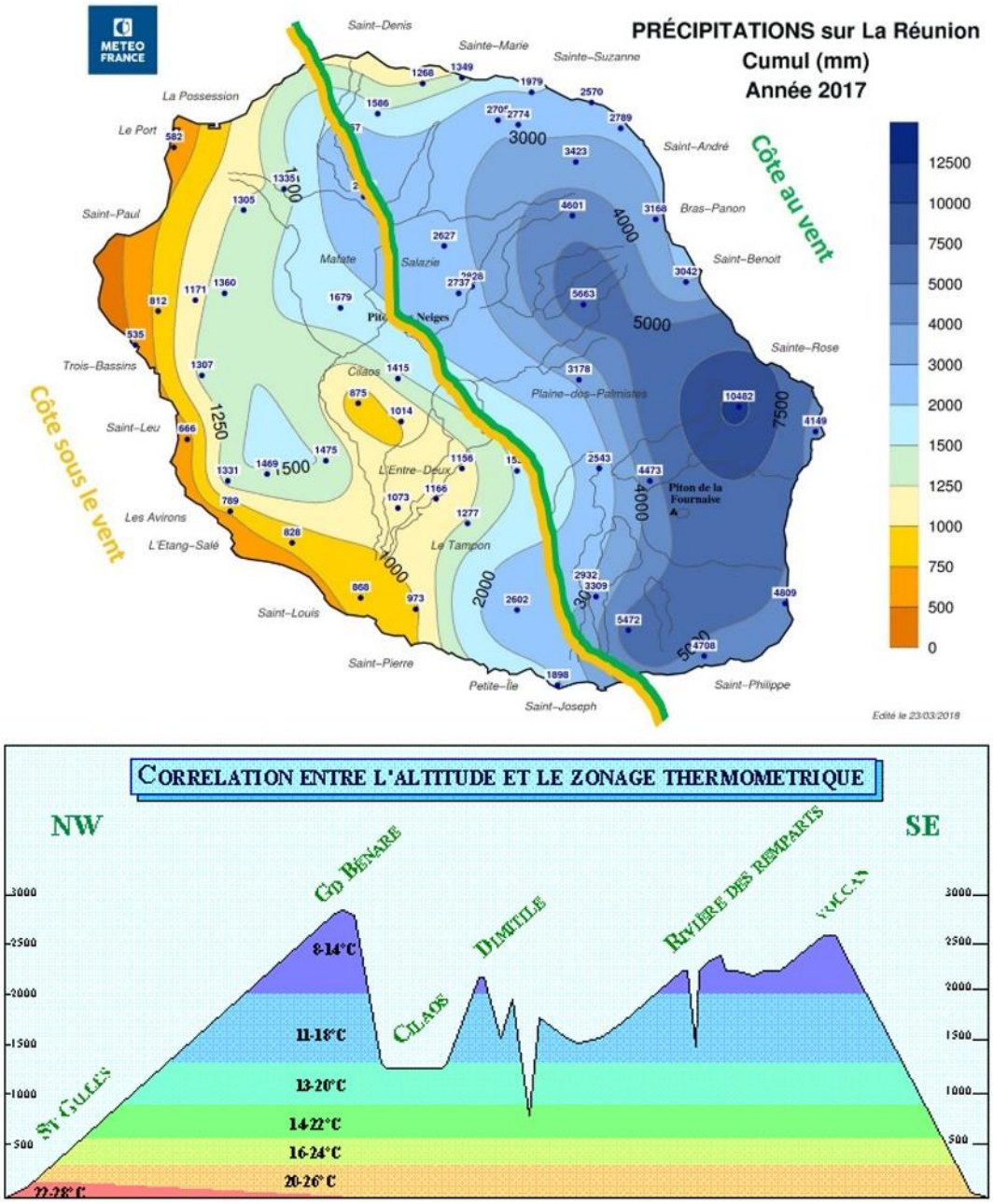


FIGURE 2 : CARTE DES PRECIPITATIONS A LA REUNION, + CORRELATION ALTITUDE ET ZONAGE THERMIQUE. (SOURCE : METEO FRANCE)

A cela s'ajoute, puisque l'île s'étend entre 0 et 3069m d'altitude, un gradient altitudinal d'humidité et de température. Ainsi, on distingue la zone littorale avec un climat tropical et des températures annuelles comprises entre 23 et 26°C tandis que les zones d'altitudes ont un climat plutôt tempéré, avec des températures moyennes de 12 à 17°C (Météo France, 2000).

De plus, l'île est souvent touchée par des tempêtes tropicales et des cyclones. Pendant la période cyclonique qui s'étend de décembre à avril, avec un pic du risque entre janvier et mars, les précipitations torrentielles peuvent provoquer des inondations et des glissements de terrain particulièrement destructrices pour les activités humaines dont le secteur agricole (BRL and SCP, 2018).

3) … Et influence ainsi l'organisation spatiale des activités humaines.

Ces particularités topographiques et climatiques contraignantes entraînent une forte spécialisation des territoires. Ainsi, l'essentiel de l'activité économique de l'île se concentre sur la ceinture littorale, avec 85% de la population (Metzger, 2004). Deux villes ont une importance majeure : Saint Denis au Nord et Saint Pierre au Sud. L'axe littoral ouest qui les relie comporte ainsi près de 60% de la population et une grande majorité des activités économiques, grâce également à son accès à la mer avec la ville Le Port où se déroulent les imports-exports.

Sur l'île, d'une superficie de 250 000 ha, les surfaces cultivables sont restreintes. En effet, sur les alentours du Piton de la Fournaise aux paysages lunaires les sols ne se sont pas encore développés. Dans les cirques les reliefs abrupts contraignent fortement l'utilisation de l'espace. L'île comporte également un grand nombre de ravines dont la majorité est incultivable. Ainsi, un peu plus d'un tiers de l'île, environ 94 000 ha, sont classés « incultes » dans la carte des sols de la Réunion (Pouzet *et al.* 2003). Au centre de l'île ce sont 108 000 ha, soit 43% de sa surface totale, qui sont protégés par le parc naturel national depuis 2007, afin de préserver la biodiversité qui réside dans ses divers habitats naturels, dont une grande partie d'espèces endémiques (BRL and SCP, 2018).

De plus, une très grande partie de l'anneau littoral (100 000 ha) est urbanisée, les sols artificialisés s'étendant sur environ 10% de la surface de l'île (Metzger, 2004). Aujourd'hui la population de l'île s'élève à 852 900 habitants. Elle a doublé depuis les années 70 et ne cesse d'augmenter, entrainant avec elle des tensions foncières croissantes entre urbanisation et préservation des espaces agricoles. On constate que pour un bon nombre des communes réunionnaise la perte de SAU se chiffre à plus de 50% entre 1988 et 2010. La SAU totale de l'île décroit en moyenne de 88ha par an depuis 2000 (CA Réunion, 2019).

Ce ne sont donc aujourd'hui qu'environ 50 000 ha, soit seulement 20% de la surface de l'île, qui sont cultivables, dont 42 000 réellement exploités (CA Réunion, 2019). Sur cette surface domine la culture majoritaire de la Réunion, la canne à sucre, suivie de l'élevage puis du maraîchage et de l'arboriculture (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Ces différentes occupations se distribuent sur le territoire de la manière suivante : la canne à sucre s'étend sur la zone littorale jusqu'environ 800 m d'altitude (les « Bas ») (cf. Photographie 1) puis ce sont les prairies qui occupent majoritairement les « Hauts ». Les

PHOTOGRAPHIE 1 : LE LITTORAL, PAYSAGE FAÇONNE PAR LA CULTURE DE LA CANNE A SUCRE. (FANNY LORRE, 2019)

TABLEAU 1 : RECAPITULATIF DE L'IMPORTANCE DES OCCUPATIONS DU SOL SUR LA SAU REUNIONNAISE. (SOURCES : AGRIPEI 2018 ; CHAMBRE D'AGRICULTURE.)

Occupation du sol	*Canne à sucre*	*Prairies et terrains d'élevage*	*Autres productions végétales (maraîchage et arboriculture)*
Nombre d'hectares (environ)	23 000	11 000	5 000
Part de la SAU	54 %	26 %	11 %

TABLEAU 2 : CAS D'ETUDES 2019, GABIR. (SOURCE : COPIL GABIR 05/03/19)

Projet GABIR : Cas d'études traités en 2019	*Acteurs impliqués*
Ressources fourragères et approvisionnement des élevages.	*ARP, CIRAD, INRA*
Dynamique du bâti et contraintes d'épandage sur la commune de St Joseph.	*CIRAD, Chambre d'agriculture*
Valorisation des déchets verts dans le sud de l'île.	*ILEVA, CIRAD*
Potentiel de valorisation des biodéchets en agriculture.	*Université de la Réunion, CIRAD.*

autres cultures végétales s'étalent globalement sur l'intégralité du territoire selon les milieux qui leurs sont favorables.

Les élevages se répartissent également de manière spécifique : dans les « Hauts » on retrouve la majorité des élevages bovins laitiers et allaitants naisseurs et dans les « Bas » une grande partie des élevages plutôt de type « hors-sol » de bovins à l'engraissement, d'ovins et de caprins (Mandret *et al.*, 2000 ; Choisis *et al.* 2009).

De manière générale il existe un fort déséquilibre entre le littoral et l'intérieur de l'île. Ce déséquilibre est atténué grâce à des politiques d'aménagement qui, depuis les années 70, visent à développer les « Hauts » (plaines d'altitude et flancs extérieurs des cirques) notamment en y développant les activités d'élevage mais également du tourisme.

4) Dans ce contexte : GABIR, un projet d'économie circulaire.

Cette spécialisation des territoires entraine une production massive et localisée de certains types de biomasses d'origine agricole, qui doivent ensuite être transférés dans d'autres régions. Mais les contraintes de relief, de logistique ou d'organisation peuvent freiner la valorisation des ressources locales au profit de ressources importées.

C'est dans ce contexte qu'est né le CASDAR GABIR (Gestion Agricole des Biomasses à l'échelle de la Réunion), un projet d'économie circulaire porté par le CIRAD en partenariat multiple avec de nombreux acteurs du territoire, visant à analyser et comprendre les transferts de biomasses issues des secteurs agricole, urbain et agroindustriel, valorisées ou potentiellement valorisables dans le secteur agricole local. Son objectif global est ainsi d'améliorer l'autonomie des exploitations et plus globalement du secteur agricole réunionnais face aux ressources importées.

Pour cela il se focalise sur des cas d'études particuliers, définis à la demande spécifique de certains partenaires du projet (cf. Tableau 2). Le projet GABIR vise également à créer de la connaissance sur des thématiques pour lesquelles on ne dispose que peu d'informations. C'est ainsi qu'en 2019 il s'intéresse également, de manière exploratoire, à la caractérisation des bassins maraîchers de l'île et à la production certifiée en agriculture biologique.

Pour chacun des cas étudiés le projet tend à faire émerger des solutions innovantes pour une meilleure valorisation des biomasses sur le principe d'une gestion circulaire et durable aux niveaux économique et environnemental (Vigne, 2016). Le travail que nous présentons ici est le cas d'étude « Ressources fourragères et approvisionnement des élevages ».

II. HISTOIRE DE L'ILE ET VISAGES DE L'ELEVAGE REUNIONNAIS.

En plus de spécificités pédoclimatiques l'île est marquée par l'histoire particulière de son développement. S'intéresser à l'élevage réunionnais nécessite de bien comprendre les processus qui l'ont amené à être tel qu'il est aujourd'hui, façonné plus par les différentes politiques de développement que par une adaptation à la ressource locale ou des traditions ancestrales.

1) Découverte de l'île et colonisation.

C'est au XVIIème siècle, en 1642, que les français débarquent sur cette île en apparence hostile et la nomme Île Bourbon. Les premiers colons arrivent quelques années plus tard, sous les couleurs de la Compagnie des Indes orientales. Ce n'est qu'à partir de 1715 que l'île connait un important essor économique grâce à la culture du café, à l'origine également du fort développement de l'esclavage, puis des épices comme le clou de girofle et la noix de muscade (Barassin, 1989).

Même si l'abolition de l'esclavage est votée en 1794 elle ne s'appliquera pas avant 1848. Entre temps, les catastrophes climatiques du début du XIXème siècle ont fait décliner la culture du café au profit de la canne à sucre qui, par son cycle de croissance, résiste aux cyclones et qui permet d'approvisionner la métropole en sucre après la perte de Saint-Domingue et de l'île Maurice. En 1841 débute la pollinisation manuelle de la vanille et l'île devient le premier producteur mondial. A la même époque se développe la culture du géranium pour son utilisation en parfumerie (Mandret *et al.*, 2000).

2) Premiers pas de l'élevage bovin.

La première introduction officielle de bovins depuis Madagascar concorde avec l'arrivée des premiers colons au milieu du XVIIème siècle. L'île devient par la suite une escale sur la route de l'Inde, ayant pour fonction de ravitailler les navires. A cette époque il n'y a pas encore d'élevage de bovins et les animaux sont majoritairement le porc et les cabris (Barassin, 1989). Les premiers habitants de l'île étaient principalement des flibustiers et n'avaient pas de tradition d'élevage. Les migrations suivantes n'apporteront pas non plus d'éleveurs de métier.

En 1671 le gouverneur interdit à la population la consommation des produits de l'élevage qui sont réservés aux navires de la Compagnie. Cette décision entraîne un fort déclin de la biodiversité de l'île, comme la disparition des tortues de terre, en raison de la pression de chasse. C'est cependant cette perte de biodiversité sauvage qui stimulera par la suite le développement de l'élevage (Mandret *et al.*, 2000).

Parallèlement à l'essor de la culture du café au XVIIème la Compagnie des Indes ordonne de maintenir tout de même une polyculture vivrière et de l'élevage. L'essor démographique de l'époque favorise également l'extension du peuplement et le développement de l'élevage (Barassin, 1989). Le bovin devient appréciable et les tanneurs commencent un artisanat du cuir et de ses dérivés qui gardera une certaine importance économique jusqu'au XIXème siècle.

A la suite de la Révolution, la France renforce sa garnison sur l'île, de nombreux français s'installent et les petites exploitations vivrières ne subviennent plus aux besoins de cette nouvelle population. Cette situation entraîne une pénurie de viande, une hausse des prix et la consommation des jeunes bovins normalement réservés au renouvellement des troupeaux (Wanquet, 1981). A la fin du XVIIIème, l'assemblée coloniale prend alors le contrôle du développement de l'élevage. Elle défiscalise la possession des troupeaux, rend obligatoire la déclaration des animaux et met en place des pâturages communaux. Elle réorganise l'import de bétail depuis Madagascar (Mandret *et al.*, 2000).

PHOTOGRAPHIE 2 : VACHES LAITIERES DANS UNE EXPLOITATION A LA PLAINE DES CAFRES. (FANNY LORRE, 2019)

3) Essor de la canne à sucre et bouleversement de l'organisation du territoire.

Le développement de la canne à sucre transforme l'île, de nombreux esclaves sont amenés pour travailler dans les plantations sucrières d'où une augmentation de la population. Les cultures vivrières sont repoussées dans les zones marginales, les « Hauts », sous la pression du développement des plantations cannières, la formation de grands domaines et la disparition des petits propriétaires. Ce sont ces petits propriétaires qui vont s'installer dans les zones reculées, plus tard suivis des esclaves affranchis. Ils cultivent alors le géranium pour les grands domaines ou achètent des terres et développent des activités d'élevage (Mandret *et al.*, 2000).

4) L'effort fourni pour structurer et administrer le développement de l'élevage

Dès la fin de l'esclavage, les Hauts de l'île se peuplent très rapidement, les affranchis vont venir doubler en quatre ans la population de ces zones reculées. On ne parle pas encore d'élevage à proprement parler car ces nouveaux habitants n'ont pas les moyens de constituer des troupeaux, et n'ont pas non plus de tradition d'élevage.

Pour organiser l'élevage et stimuler son développement, un arrêté facilite en 1845 l'introduction d'animaux de différentes origines, puis de reproducteurs en provenance de France et d'Angleterre. Mais les débuts sont difficiles et malgré les efforts de l'administration ce développement sera en partie un échec puisque dans la seconde moitié du XIXème la Réunion est en totale dépendance alimentaire vis-à-vis de l'extérieur. De plus, au tout début du XXème siècle, la peste bovine décime le cheptel.

Malgré les efforts pour favoriser le développement de l'élevage à cette époque il faut attendre la première guerre mondiale et la pénurie de viande qui oblige l'île à vivre sur son cheptel pour que des mesures soient prises et aient un impact significatif. L'élevage semble être un secteur à développer pour se substituer aux importations. S'en suivent alors dans les années 30 la création d'un Syndicat d'élevage et d'une station agronomique à la Plaine des Palmistes. On décrète que les deux plaines d'altitudes seront « vouées aux cultures des régions tempérées et à l'élevage, c'est-à-dire tournées vers l'approvisionnement de l'île » (A. Kopp, directeur de la station agronomique, en 1930). L'élevage constitue alors « un deuxième pilier de prospérité », après la canne à sucre, permettant la mise en valeur des Hauts. L'élevage laitier se développe à la même période, mais difficilement, avec la création en 1934 de la Société Coopérative d'Elevage et de Culture de la Réunion (SCECR) à la Plaine des Cafres (Mandret *et al.*, 2000).

5) Construire un élevage inspiré par le modèle métropolitain.

Au milieu du XXème la départementalisation s'accompagne de masses financières injectées et de grands programmes de développement. L'accent est mis tout d'abord sur les bovins laitiers (Bertile, 1978). La SCECR est reprise par l'Etat et l'on y développe une production laitière basée sur le modèle métropolitain : importation de races européennes, centre d'insémination artificielle, travaux d'amélioration des pâturages (Photographie 2).

La professionnalisation commence dans les années 60, se créent alors la coopérative de la Plaine des Palmistes en 1960, puis la coopérative laitière SICALAIT et l'IRAT (Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières) en 1962 (Mandret *et al.*, 2000).

PHOTOGRAPHIE 3 : TROUPEAU LAITIER A LA PLAINE DES CAFRES (FANNY LORRE 2019)

TABLEAU 3 : EFFECTIFS D'ANIMAUX EN FILIERE ET HORS FILIERE SUR L'ILE DE LA REUNION. JACQUES MAGNIER 2019.

Animaux	**Bovins laitiers**	**Bovins allaitants**	**Caprins**	**Ovins**	**Cervidés**	**Equins/Asins**
Coopérative	SICALAIT	SICAREVIA	OVICAP	OVICAP	pas de coopérative	pas de coopérative
Nombre d'élevages	58	305	26	52	9	99 centres équestres et/ou élevages
*Nombre de tête en filière**	4527	15541	1530	2920	2230	1434
*Nombre de tête hors filière estimé**	0	8623	15769	384	0	816

**On appelle communément « en filière » les animaux des exploitations adhérentes aux coopératives ou, pour les équins et cervidés, les animaux identifiés-pucés. Les animaux « hors-filière » sont ceux détenus dans des élevages non-adhérents, ou non identifiés-pucés.*

Les années 70 sont marquées d'une part par la forte tension du marché mondial de la viande, qui fait doubler les prix en Europe et entraîne Madagascar, premier fournisseur de viande de la Réunion, à réorienter son marché vers l'Europe. D'autre part, on assiste également à une crise du géranium et des plantes à parfum, cultures gourmandes en main d'œuvre, en partie liée à la départementalisation et à la mise en place du SMIC qui fit considérablement augmenter le coût de cette main d'œuvre. Cette crise entraine un exode rural des producteurs vers la côte, provoquant chômage et enfrichement des territoires abandonnés. Le développement de l'élevage devient alors petit à petit un enjeu structurant de l'aménagement du territoire (Fusillier *et al.* 2006).

Les vingt dernières années du XXème siècle sont marquées par des politiques volontaristes des pouvoirs publics et des collectivités locales qui permettent la structuration et l'essor de l'élevage telles que : (i) la réforme foncière, permettant l'accès au foncier agricole pour les métayers et ouvriers et contribuant à l'aménagement des surfaces pastorales d'altitude, et (ii) le Plan d'aménagement des Hauts (PAH) pour le développement de l'élevage bovin, avec une politique de soutien direct aux productions et de régulation des marchés (Fusillier *et al.*, 2006).

La réforme foncière débutée dans les années 1960 et s'étalant jusqu'aux années 1980 fut en partie menée par la SAFER (Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural), mise en place en 1965. Elle récupéra les propriétés cédées par de grands propriétaires terriens dont les parcelles de géranium étaient abandonnées. Eut alors lieu un remembrement, passant de lots historiques de 1 ou 2 ha à des propriétés de 5 à 15ha, qui furent allouées à des nouveaux propriétaires, en priorité des anciens colons. Deux activités d'élevage étaient alors proposées : allaitant pour les propriétés de 15ha et plus, laitier pour celles entre 5 et 10 ha (Marble *et al.* 2018).

Il faut alors défricher et aménager des pâturages sur ces propriétés. C'est dans cette même période qu'apparaissent donc les AFP (Associations Foncières Pastorales) qui ont été pour les éleveurs et les pouvoirs publics des outils de mise en valeur et de gestion des terres agricoles des hauts à vocation pastorale, notamment via leur participation aux projets de recherche du CIRAD. C'est en effet en 1987 qu'est créé le CIRAD-Elevage, par le CIRAD et l'INRA, dans le but de « produire plus » puis de « produire mieux, autrement et à moindre coût » à partir de 1993 (Mandret *et al.*, 2000).

En 1984 la création de la coopérative d'approvisionnement en aliments concentrés importés marqua un tournant dans l'orientation alimentaire des exploitations laitières : les éleveurs choisissent alors de baser leurs systèmes sur l'apport systématique de concentrés dans la ration. Ceci du fait de l'accès facilité à ces aliments et du gain de production obtenu par leur utilisation (Marble *et al.* 2018).

6) L'élevage d'herbivores aujourd'hui.

Ces différentes étapes de développement et de structuration ont façonné l'élevage. Ainsi, trois coopératives orchestrent la production : la SICAREVIA pour la filière bovin viande, la SICALAIT pour la filière laitière et OVICAP pour les ovins/caprins. On distingue cependant l'existence d'un « élevage diffus » parallèlement à cet élevage organisé : de nombreuses petites exploitations de quelques têtes (Choisis *et al.* 2009). Celles-ci exploitations sont souvent destinées à produire des animaux de sacrifices pour alimenter les cérémonies des différentes religions de l'île (Fontaine *et al*. 2008 ; Charvet 2012). Les effectifs en 2019 sont présentés dans la Tableau 3 (Magnier, 2019).

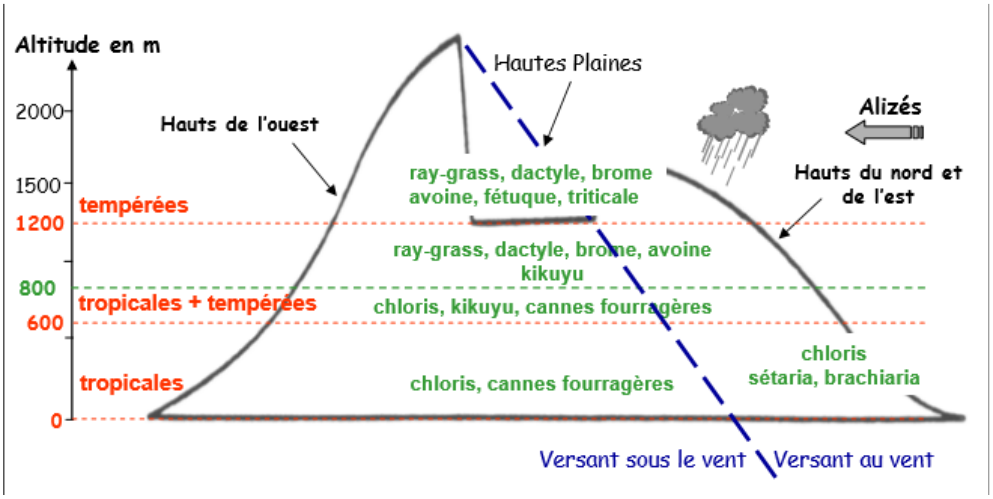


FIGURE 3 : DISTRIBUTION ALTITUDINALE DE LA DIVERSITE DES GRAMINEES DES SYSTEMES PRAIRIAUX REUNIONNAIS D'APRES GRIMAUD ET AL. (2005)

TABLEAU 4 : LES TROIS TYPES DE PRAIRIES PRESENTES SUR L'ILE DE LA REUNION SELON DIFFERENTES ALTITUDES, LEURS SURFACES ET UTILISATIONS PRINCIPALES. SOURCES : GRIMAUX ET AL. (2002) ; MANDRET ET AL. (2000) ; LEULEUX, (2017).

Tranche d'altitude	Espèces communes	Surface estimée	Utilisation
Jusqu'à 800m environ	Graminées tropicales : Chloris *(Chloris Gayana)* Setaria *(Setaria Anceps)* Brachiaria *(B. decumbens, B. ruziziensis, B. humidicola)*	2 000 ha (18% de la SFP de l'île)	Fauche (enrubanné ou foin) Pâture minoritaire
De 600 à plus de 1900m	Kikuyu *(Pennisetum clandestinum)*	8 000 ha (72% de la SFP de l'île)	Pâture majoritaire Un peu de fauche (enrubanné)
Au-dessus de 800m	Graminées tempérées : Ray-Grass *(Lolium multiflorum ou Lolium hybridum)*, Brome *(Bromus catharticus)*, Dactyle *(Dactylis glomerata)*, Fétuque *(Festuca arundinacea)* Flouve odorante *(Anthoxantum odoratum)* Houlque laineuse *(Holcus lanatus)*.	1 000 ha (10 % de la SFP de l'île)	Fauche (enrubanné) et pâture

La filière bovin laitière connait depuis quelques années une chute du nombre d'exploitation puisqu'elle est passée de 184 exploitations en 2009 (Choisis *et al.* 2009) à seulement une soixantaine en 2019, dont la moitié sont situées sur la Plaine des Cafres (Magnier, 2019) (cf. Photographie 3). Pourtant, le lait réunionnais bénéficie d'une rémunération importante (plus de 600€ / litre), qui se justifie notamment par des coûts de production et de collecte élevés. Ce lait est transformé par deux opérateurs, la CILAM et SORELAIT, qui distribuent lait UHT, fromages, glaces et yaourts dans les supermarchés de l'île. Seulement 30% des besoins en lait de ces opérateurs sont couverts par la production locale, les 70% restants l'étant par la poudre de lait importée.

La filière bovine allaitante voit son cheptel stagner depuis quelques années. Elle s'est structurée autour d'un modèle biogéographique particulier : les troupeaux naisseurs sont installés dans les Hauts et conduits quasi exclusivement au pâturage. Les jeunes bovins sont ensuite descendus dans les ateliers d'engraissement des Bas, où ils sont finis à l'auge avec une alimentation basée sur les fourrages des bas (paille de canne, foin de graminées tropicales) ainsi que des aliments concentrés. Ces ateliers constituent souvent une voie de diversification pour les exploitations cannières (Choisis *et al.* 2009).

Aujourd'hui, les filières bovines réunionnaises bénéficient toujours de soutiens publics importants. Ces soutiens se justifient par des coûts de production en moyenne deux fois plus élevés qu'en métropole, à cause de l'éloignement et de la taille des exploitations qui reste modeste. Ils se justifient aussi par un maintien de l'emploi et de la dynamique rurale, ainsi que par un désir d'accroissement de la production locale, qui ne couvre par exemple que 30% des besoins de l'île en viande (Choisis *et al.* 2009).

L'Union des AFP est devenue en 2007 l'ARP (Association Réunionnaise de Pastoralisme) dont les actions sont aujourd'hui tournées vers des missions d'accompagnement technique, de conseil, de formation et d'expertise sur les productions fourragères de l'île. Elle travaille en partenariat particulier à la fois avec les éleveurs, les coopératives, les organismes d'état et les instituts de recherche et de développement tels que le CIRAD (ARP, 2019).

III. CULTURES FOURRAGERES ET GESTION DES SYSTEMES FOURRAGERS.

1) Distribution spatiale des cultures fourragères.

Les gradients pédoclimatiques de l'île lui confèrent une stratification altitudinale des productions fourragères : la zone tropicale de 0 à 800 m environ est couverte principalement de la canne à sucre, mais également quelques prairies de fauche. Dans la zone tempérée, à partir de 1000m les contraintes climatiques et de climat sont telles que l'on y trouve principalement de l'élevage avec des prairies pâturées et quelques prairies de fauche (Grimaud *et al.* 2005; Mandret *et al.* 2000).

Ces zones comportent chacune une collection d'espèces fourragères adaptées aux caractéristiques pédoclimatiques, comme présentées sur la Figure 3. Ainsi, on trouve dans la zone tropicale le chloris, les cannes fourragères mais également deux autres graminées tropicales : la sétaria et la brachiara. En montant en altitude s'installe le kikuyu, puis les graminées tempérées communes des prairies de métropoles : ray-grass, dactyle, brome et fétuque. Plus anecdotiquement on peut aussi trouver du triticale et de l'avoine fourragère (Grimaud *et al.*, 2005).

TABLEAU 5 : VALEURS NUTRITIVES MOYENNES ESTIMEES DES PRINCIPAUX FOURRAGES REUNIONNAIS D'APRES MANDRET ET AL. (2000).

FOURRAGE	UFL	UFV	PDIN	PDIE
	(par kg MS)		(g/kg MS)	
KIKUYU	0.68	0.59	97	88
CANNES FOURRAGERES	0.58	0.49	53	61
CHLORIS	0.57	0.46	80	76
DACTYLE	0.88	0.82	122	115
RAY-GRASS ANGLAIS	0.93	0.87	103	103
RAY-GRASS D'ITALIE	0.87	0.82	106	103

PHOTOGRAPHIE 4 : PRAIRIE DE KIKUYU DANS LES HAUTS DE L'OUEST, EN ETE. LES TACHES JAUNES SONT PROVOQUEES PAR LE PUCERON *SIPHA FLAVA*, UN RAVAGEUR PRESENT SUR L'ILE DEPUIS LE DEBUT DE L'ANNEE 2018. (FANNY LORRE, 2019)

2) Les prairies et leur gestion.

Il existe une importante diversité de systèmes fourragers à l'échelle de l'île, directement liée à la diversité des microclimats, aux intenses variations climatiques et aux contraintes de relief. Les microclimats seraient un des facteurs majeurs de différenciation des systèmes d'élevage et leurs difficultés, chaque éleveur devant faire face à des conditions pédoclimatiques et topographiques différentes (Alary *et al.* 2002 ; Choisis *et al.* 2009).

Il existe trois grands types de prairies, exposés dans le Tableau 4.

a. Les prairies tropicales.

Le Chloris, espèce majoritaire sur la partie Ouest de l'île, est une graminée pérenne qui donne d'excellent résultats de productivité (environ 20 T de MS/ha mais jusqu'à 40 T MS/ha dans des conditions d'irrigation et de fertilisation importantes) (Gilibert, 1981). On trouve également, plutôt sur la côte Est, la Setaria et la Brachiaria. Ces trois espèces peuvent être pâturées mais sont plus généralement fauchées, pour la production de foin en condition climatiques sèches ou d'enrubanné en conditions climatiques plus humides (Mandret *et al.* 2000; Grimaud and Thomas, 2002; Leuleux, 2017).

Sur ces prairies souvent exclusivement fauchées on peut aller jusqu'à 8 coupes par année, avec des rendements entre 3 et 5 T de MS par coupe. Sur ces prairies on observe de faibles écarts entre les rendements réellement valorisés par les producteurs et les rendements potentiels atteignables. En effet, ces cultures sont souvent bien irriguées, les basses altitudes confèrent des conditions climatiques sans grandes variations saisonnières et enfin les producteurs de foins vivent de la vente de leur fourrage et ont donc tout intérêt à maximiser la production. Cependant la production de foin dans les Bas est moins explorée par la recherche et les organisations présentes à la Réunion. Il y a peu de suivi précis des chantiers de fauches chez ces producteurs. Les études sont globalement plutôt portées sur la gestion des prairies dans les Hauts (Leuleux, 2017).

b. Les prairies des hauts : kikuyu et tempérées.

La ressource fourragère principale de l'île est le Kikuyu (cf. Photographie 4). C'est une graminée tropicale qui s'adapte à une large tranche d'altitudes. Ses caractères couvrant et antiérosif ont contribué à sa popularité et son développement dans les années 1970. A cela s'ajoute sa résistance au piétinement et des rendements corrects sans fertilisation (5 à 10 T MS/ha/an). Avec une exploitation et une fertilisation intensive les rendements peuvent monter à plus de 25 T MS/ha/an. Cependant, le kikuyu est sensible au froid et sa croissance ralentit considérément, voire s'arrête, pendant l'hiver.

On trouve également, dans une moindre mesure, des prairies tempérées, plutôt sur des prairies ayant bénéficié d'une amélioration foncière (aplanissement du terrain puis semis d'un mélange d'espèce fourragères). Le mélange le plus courant est celui du Ray-Grass – Dactyle mais on les trouve aussi en association d'espèces, parfois avec des légumineuses comme le Trèfle Blanc *(Trifolium repens)* ou le Lotier corniculé *(Lotus corniculatus)*.

Les graminées tempérées présentent l'avantage de continuer leur croissance en hiver, contrairement au kikuyu. Cependant, elles sont faiblement compétitives et peuvent être, au fil des années qui suivent leur semis, progressivement envahie et dominées par le kikuyu. Afin de garder des prairies de graminées tempérées en proportion plus importante

que le kikuyu il est souvent nécessaire de pratiquer le sursemis, tous les 5 à 7 ans, ce qui correspond à la longévité du Ray-Gras et du Dactyle (Grimaud *et al.*, 2005). Ces espèces ont des rendements équivalents au kikuyu, mais des valeurs alimentaires plus intéressantes (cf. Tableau 5). Elles sont également mieux valorisées en fauche pour la production de balles d'enrubannage. En dépit de ces avantages en termes de qualité de fourrage le kikuyu reste la préférence de beaucoup d'éleveurs en raison de sa longévité et sa facilité de gestion (Mandret *et al.* 2000; Grimaud *et al.* 2005; Leuleux, 2017).

L'élevage de bovins allaitants dans les Hauts est le plus souvent basé sur le pâturage, avec souvent des parcelles de fauche pour faire du stock pour l'hiver. Les élevages laitiers en revanche, souvent par manque de surface, gardent généralement les animaux en bâtiment et utilisent leurs surfaces plutôt en fauche ou en affouragement vert (Alary *et al.* 2002; Scherrer, 2017).

De manière générale, il apparaît une grande diversité de systèmes de gestion des surfaces en prairie. Pour Thomas et Blanfort (1996), cette variabilité des pratiques est un facteur essentiel des différences de comportement et de performance d'une même ressource fourragère, ce qui explique les écarts observés entre rendements valorisés par les éleveurs et rendements potentiels. Ces différences ont des répercussions importantes sur la viabilité et la pérennité des exploitations à dominante herbagère.

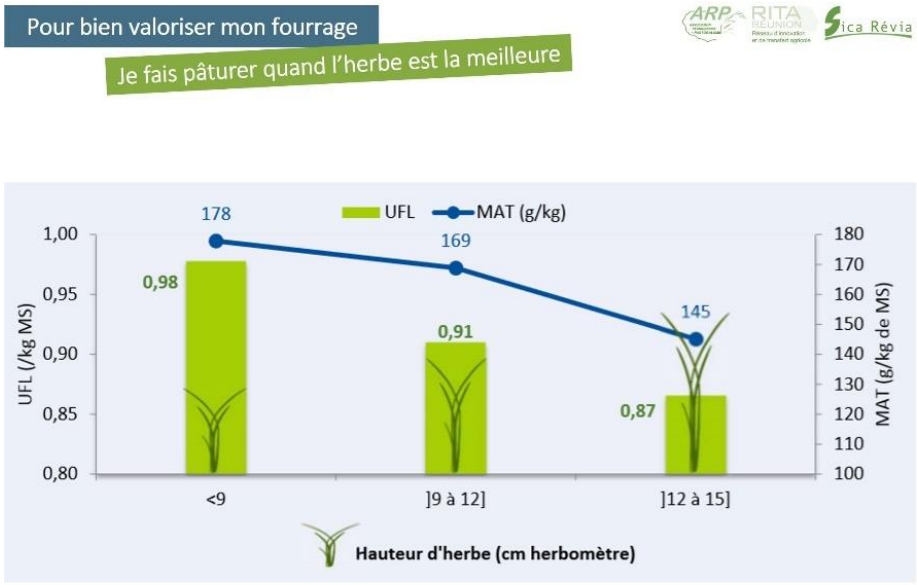
Le suivi de 10 éleveurs allaitants, par Choisis *et al*. en 2009, permet d'identifier différentes stratégies de gestion des prairies. Il cite Hostiou *et al.* (2006) qui, dans un contexte sensiblement différent, distinguaient 3 stratégies principales de gestion du système fourrager visant à :

i) Ajuster les rythmes de pâturage à la saison, avec l'objectif de faire consommer l'herbe au meilleur stade. Une stratégie qualifiée de « flux tendu » qui permet l'obtention d'un fourrage de qualité, et de limiter les pertes par sénescence. Elle nécessite cependant de fréquents ajustement dans un contexte tel que celui de la Réunion où les fluctuations saisonnières sont très importantes. Ajustements qui représentent une certaine charge de travail (Choisis *et al.* 2009 ; Blanfort et Thomas, 1996).

ii) Ajuster la surface à la saison, en offrant plus de surface à pâturer lors de la saison sèche où l'herbe est moins disponible.

iii) Satisfaire les besoins des vaches toute l'année en ayant une ressource en excédent, ce qui conduit à un faible taux d'exploitation de l'herbe. Cette dernière stratégie est qualifiée comme une « gestion de type sécurisé » par Blanfort et Thomas (1996) : l'utilisation partielle de l'herbe avec des temps de repos longs et une biomasse résiduelle importante en sortie de parcelle. Il y a donc une partie plus ou moins importante de la ressource qui n'est pas valorisée par le troupeau.

Pour Choisis *et al.* (2009) ces stratégies illustrent deux logiques différentes : une logique de productivité des surfaces et des troupeaux d'une part (i), et une logique de maintien du troupeau à moindre coût d'autre part (ii et iii).



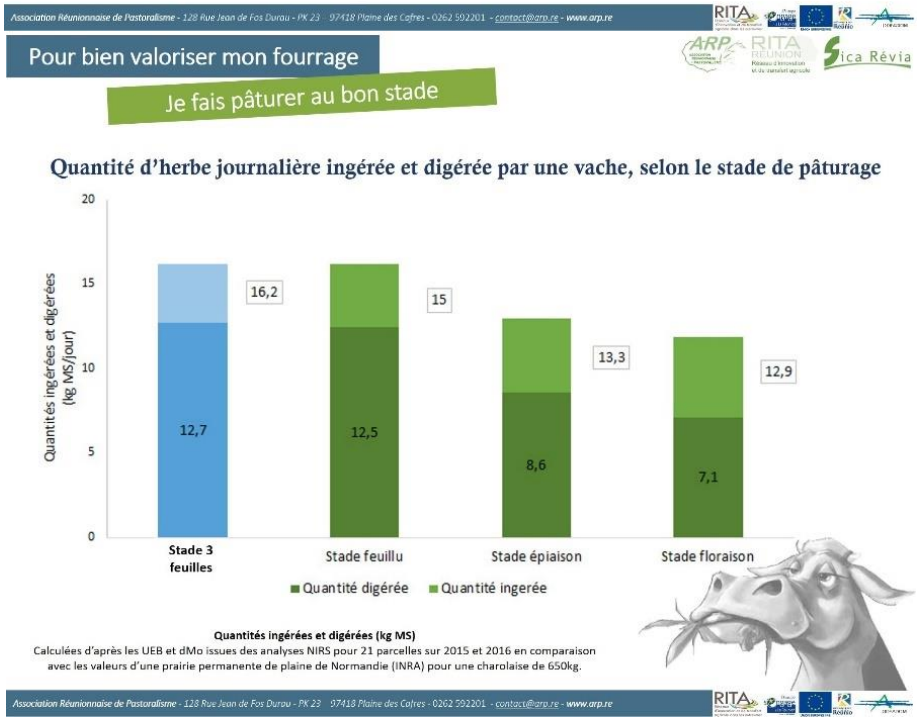


FIGURE 4 : EVOLUTION DE LA QUALITE DE L'HERBE ET DE LA QUANTITE D'HERBE JOURNALIERE INGEREE ET DIGEREE, SELON LE STADE DE PATURAGE. (SOURCE : ARP, 2019)

L'étude du bureau BRL (Leuleux, 2017) souligne le fait que de manière générale les éleveurs cherchent à produire à hauteur de leurs besoins et ne tendent pas à intensifier leur production. L'étude de Scherrer (2017) sur les pratiques de gestion du pâturage par les éleveurs allaitants montre que, bien que les techniques soient très disparates d'un éleveur à l'autre, les rythmes d'exploitation des prairies (fréquence de coupe et/ou rythme de rotation du pâturage) et les chargements à l'hectare sont globalement en dessous des préconisations des techniciens. Il en résulte une sous-exploitation des prairies, et une perte de qualité des fourrages. En effet, les graminées sont pâturées trop tard, au-delà du « stade trois feuilles », stade optimal d'exploitation (Bessière et Barat, 2014), lorsqu'elles ont déjà commencé leur montaison et donc leur lignification. Il en résulte à la fois une baisse de l'ingestibilité et de la digestibilité (cf. Figure 4). Il en est de même lors de la fauche de graminées trop âgées, plus les graminées récoltées seront lignifiées plus la qualité du fourrage sera faible (cf. Figure 5). Des chargements trop faibles provoquent une suroffre d'herbe par rapport à la consommation du troupeau, entraînant des zones de refus non-exploitées donc un gaspillage d'herbe. Des temps de séjour trop longs sur une même parcelle peuvent fragiliser la productivité de celle-ci : si la gaine des graminées est sectionnée la repousse sera plus lente car la plante doit reconstituer des réserves. Des temps de séjour trop longs favorisent également les zones de refus en raison du piétinement et des déjections des animaux (Bessière et Barat, 2014).

Scherrer (2017) souligne aussi l'absence de plans d'exploitations ou de plannings fourragers, et exprime que la gestion du pâturage est souvent réfléchie au jour le jour, sans approche globale ni anticipation.

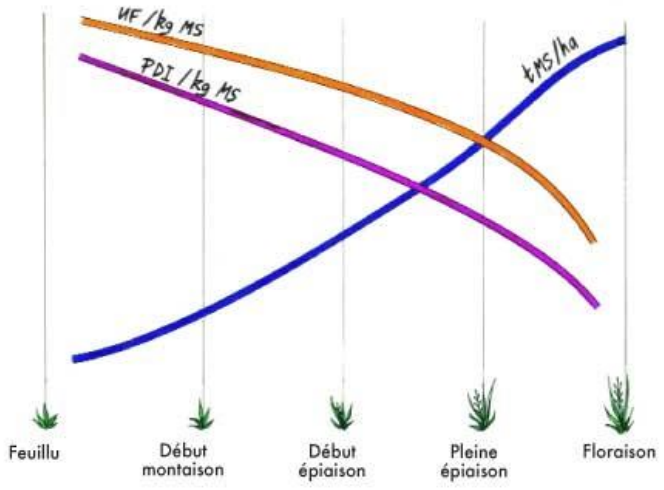


FIGURE 5 : LE COMPROMIS ENTRE RENDEMENT (T DE MS/HA) ET QUALITE (UF/KG DE MS ET PDI/KG DE MS) DU FOURRAGE RECOLTE. (SOURCE : GNIS-PEDAGOGIE)

PHOTOGRAPHIE 5 : "BROYEUSE PEI" ET BROYAT D'UN MELANGE CANNE FOURRAGERE/CANNE A SUCRE DISTRIBUE A DANS UNE EXPLOITATION D'ENGRAISSEMENT DE BOVINS.

PHOTOGRAPHIE 6 : BŒUFS DE TYPE MOKA (RACE LOCALE) ET CHARRETTE REMPLIE DE VEGETAUX POUR L'AFFOURAGEMENT DES ANIMAUX, EN CENTRE-VILLE DE SAINT PIERRE. (BENJAMIN NEAU, 2019)

3) Autres ressources fourragères.

a. La canne fourragère et le « tout-venant de bord de route »

Le terme de « canne fourragère » est utilisé à la Réunion pour désigner plusieurs espèces fourragères ayant une certaine ressemblance avec la canne sucrière : touffes dressées à fortes tiges, production de biomasse importante, multiplication par boutures et exploitation par coupe manuelle. L'espèce la plus répandue est *Cenchrus purpureus*, appelée communément Herbe à éléphant dans certains pays d'Afrique. Il existe de nombreuses souches sur l'île, adaptées à des conditions pédoclimatiques diverses, on peut les trouver tant sur la côte qu'à plus de 1000m d'altitude.

La canne fourragère peut être cultivée et coupée régulièrement, jusqu'à 8-9 fois par an, pour des rendements pouvant atteindre plus de 45 T de MS/ha (Bigot *et al*. 1990). Elle n'est cependant pas toujours « cultivée » à proprement parler mais souvent ramassée informellement sur les bords de route ou de parcelles, où elle s'épanouit et devient vite envahissante, par des petits éleveurs de l'«élevage diffus». Dans les deux cas elle est exclusivement distribuée en affouragement vert, avec ou sans broyage préalable (cf. Photographie 5). C'est une plante qui se lignifie vite sa valeur nutritive décroît rapidement. Il est donc important de la récolter jeune, c'est-à-dire avant la sixième semaine de croissance au-delà de laquelle on observe une diminution régulière des valeurs énergétiques et azotées (Mandret *et al.* 2000; Grimaud and Thomas, 2002).

Comme évoqué précédemment, la canne fourragère est une des ressources majeure pour l'alimentation des animaux de l'«élevage diffus». Une gamme importante de plantes locales sont également utilisées, ramassées informellement sur les bords de route ou prélevées directement par les animaux au piquet (Prouvot, 2012) (cf. Photographie 6).

b. La canne à sucre.

La canne à sucre est la culture principale de la Réunion, couvrant plus de 55% de la surface agricole. A la récolte (qui s'étend de Juillet à Décembre), les parties de tiges utiles à la production de sucre sont exportées de la parcelle, et restent au sol des feuilles sèches, des feuilles vertes et des morceaux de tige (cf. Photographie 7, page suivante). Ces résidus de culture sont appelés communément « paille de canne » et peuvent être utilisés en élevage, venant compléter la ration pour un apport de fibre. Elle est surtout consommée dans les élevages hors-sols de type laitier ou engraisseurs, où les niveaux de concentrés sont tels qu'il faut un apport de fourrage très fibreux pour équilibrer la ration (Mandret *et al.* 2000; Allo, 2015).

La quantité et la qualité de la paille de canne sont liées au mode de récolte de la canne à sucre. La récolte manuelle laisse un maximum de restitutions au sol, mais les résidus pourrissent progressivement et sont généralement laissés sur place dans un but de fertilisation. Dans le cas d'une coupe mécanique, à l'inverse, une grande partie de la paille peut être andainée, fanée, pressée puis exportée sous forme de bottes de paille stockables (Dijoux, 2011).

Chez certains éleveurs possédant également des surfaces en canne à sucre il est commun de prélever chaque jour une partie des parcelles, de broyer les cannes et les donner aux animaux à l'auge (Grimaud and Thomas, 2002 ; Prouvot, 2012). La coopérative laitière SICALAIT a aussi réalisé des essais quant à l'utilisation de l'ensilage de canne à sucre, déjà utilisé dans d'autres zones tropicales comme la Martinique (RITA Martinique, 2015).

PHOTOGRAPHIE 7 : RESIDUS DE CULTURE OU "PAILLE DE CANNE" APRES LA RECOLTE DE LA CANNE A SUCRE (FANNY LORRE 2019)

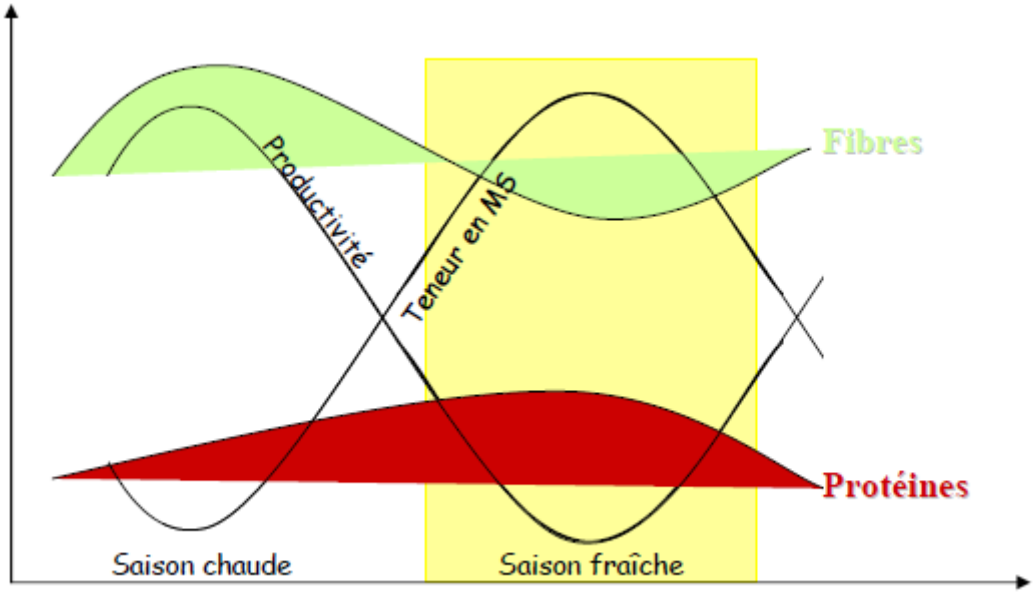


FIGURE 6: EVOLUTION DES PARAMETRES CHEZ LES GRAMINEES TEMPEREES ET LE KIKUYU PATURE AU COURS DE L'ANNEE ENTRE SAISON CHAUDE (ETE AUSTRAL) ET SAISON FRAICHE (HIVER AUSTRAL) D'APRES GRIMAUD ET AL. (2005).

c. Le maïs.

Le maïs a longtemps été une culture vivrière de base dans l'histoire réunionnaise. Elle reste une culture traditionnelle et peu intensifiée (Mandret *et al.*, 2000). Utilisé comme fourrage, le maïs peut être très productif sur l'île de la Réunion, principalement dans la zone inférieure à 800m d'altitude (jusqu'à 3 coupes par an avec des rendements atteignant les 15 T de MS/ha/coupe) (Dintinger *et al.* 1997). Cependant, la contrainte agronomique de la lutte contre les maladies cryptogamiques (surtout en zone humide) mais également les contraintes économiques et techniques, notamment aux niveaux temps de travail et mécanisation, peuvent freiner les éleveurs. On estime ainsi à moins de 20ha la surface en maïs ensilage à l'échelle de l'île aujourd'hui. Quelques essais CIRAD ont été effectués dans les années 90 et 2000 puis la thématique du maïs fourrager a été laissée de côté. Ces essais avaient en effet abouti à la conclusion que les accidents climatiques tels que le cyclones, vents violents et tempêtes tropicales limitaient fortement l'utilité du maïs fourrager, trop sensible à ces conditions (Brunschwig, 1991 ; Dintinger *et al*. 1997).

IV. LA PROBLEMATIQUE DU DEFICIT FOURRAGER

Les spécificités du climat réunionnais constituent un paramètre majeur dans le fonctionnement des systèmes herbagers. La ressource fourragère est soumise à une variation quantitative et qualitative au cours de l'année (cf Figure 6). En effet, l'été austral, marqué par de fortes chaleurs et précipitations, induit une pousse de l'herbe très importante. L'hiver est en revanche caractérisé par des températures et une pluviométrie bien plus basses et par conséquent d'un net ralentissement, voire un arrêt, de la croissance des végétaux. C'est donc pendant cette période qu'apparaît un déficit fourrager dans de nombreuses exploitations. Il existe donc sur l'année une période d'excédent et une période de déficit en fourrage (Mandret *et al.*, 2000).

Les éleveurs cherchent à compenser ces déficits saisonniers par l'achat extérieur d'aliments concentrés importés, de fourrages conservés en provenance des Bas (foin de Chloris) ou des sous-produits de la canne à sucre (paille de canne, bagasse, mélasse). Ils complémentent également grâce aux stocks fourragers constitués pendant la saison humide, principalement sous forme d'ensilage d'herbe enrubanné (Choisis *et al.* 2009). Cependant, le potentiel de production de fourrages conservés n'est pas exploité à son maximum, notamment en raison d'une récolte et d'un stockage insuffisant en partie causés par un manque d'anticipation et des moyens logistiques parfois limitants (Leuleux, 2017).

Cette problématique de la gestion des fourrages sur l'île de la Réunion n'est pas récente et représente depuis longtemps une priorité pour la recherche. L'ouvrage *« L'élevage bovin à la Réunion. Synthèse de quinze ans de recherche »* (Mandret *et al.* 2000) fait le bilan de quinze ans de recherches visant à résoudre les questions prioritaires définies comme : (i) la maîtrise de la reproduction des vaches allaitantes et (ii) la gestion des ressources fourragères pour remédier au déficit fourrager.

A l'échelle des régions et à l'échelle de l'île la coordination entre l'offre et la demande en fourrages est insuffisante. Il n'existe pas de structure supportant une gestion organisée des flux de fourrages permettant de sécuriser l'approvisionnement des élevages. Ce sont donc l'ARP (Association Réunionnaise de Pastoralisme) et les coopératives animales qui se chargent d'aider les élevages ayant des besoins urgents, ce qu'ils expriment comme un « rôle de pompier » (Leuleux, 2017). Lors de ses pires années, en 2012 et 2013, à cause de deux sécheresses consécutives, la Réunion a dû faire importer environ 6 000 tonnes de

fourrage, en provenance notamment d'Espagne. Ce qui représentait évidemment un coût économique et environnemental important. Pour chaque tonne de fourrage importé il fallait compter environ 350€ (Chambre d'Agriculture, 2013).

L'ARP a créé en 2013 une filière foin afin de fournir les coopératives comme la SICALAIT et la SICAREVIA en fourrage de qualité. En 2015 ce sont ainsi 917 tonnes de foins qui ont été livrées aux coopératives, mais cette quantité de foin produite ne répond pas à la demande croissante (Scherrer, 2017).

Bien que les importations de fourrages n'aient été que ponctuelles la situation fourragère actuelle reste délicate comme le montre l'« *Etude prospective sur la ressource fourragère* » du bureau d'étude BRL Ingénierie, 2017. Il est clair que le foncier reste une contrainte majeure pour l'élevage à la Réunion, mais que de manière générale il semble que le souci du déficit fourrager sur l'île soit plutôt lié à un manque de valorisation des surfaces disponibles qu'à un manque de surfaces fourragères, ainsi qu'à un manque de coordination à l'échelle de l'ensemble du territoire (Leuleux, 2017).

Cette problématique est commune à de nombreux pays situés dans une zone tropicale humide, tels l'île Maurice, l'Australie ou encore l'Afrique du Sud (Clicanoo, 2002) mais également à de nombreux autres contextes agricoles. Elle fait écho à la difficulté globale de l'adaptation aux contraintes d'un milieu fluctuant dans une démarche de recherche d'autonomie alimentaire.

V. QUESTION DE RECHERCHE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude dans laquelle s'inscrit ce stage porte donc sur l'évaluation d'un projet de structuration d'une filière fourrage à l'échelle de l'île portée par l'ARP pour faciliter l'approvisionnement des élevages et, à plus grande échelle, l'autosuffisance fourragère de l'île. C'est une question qui relève de la bioéconomie circulaire et s'inscrit donc dans les objectifs du projet GABIR, d'où la participation de l'UMR SELMET (Système d'Elevage Méditerranéens et Tropicaux) du CIRAD et de l'INRA.

Nous sommes deux stagiaires sur le projet, avec comme objectifs de :

(i) Caractériser finement le disponible en fourrages et les besoins fourragers de l'île, de manière spatialisée et dynamique (temporelle)
(ii) Explorer différents scénarios d'évolution de la situation fourragère dans le but d'une meilleure adéquation entre l'offre et la demande : mobilisation de leviers techniques pour augmenter la production fourragère et/ou la valorisation des surfaces.
(iii) Explorer l'impact d'aléas climatiques sur la production fourragère.
(iv) Explorer l'impact de l'introduction d'une organisation structurée des flux de fourrages au sein de l'île.

Pour cela, il s'agira de construire un modèle de simulation spatialisé et « dynamique » permettant de tester à la fois la mise en œuvre de pratiques permettant de compenser les déficits fourrages à différentes échelles puis de tester l'impact de scénarios d'évolution.

Une première étude, commanditée par l'ARP et réalisée en 2017 par le Bureau d'étude BRL ingénierie constitue une première étape dans l'étude de la problématique fourragère. C'est une analyse ressource-besoin en fourrages, réalisée à l'échelle de microrégions

(divisions de l'île en 4 régions) et des communes. Elle s'intéresse à la situation actuelle ainsi qu'à différentes situations d'évolution prenant en compte les objectifs de développement des filières animales (augmentation des cheptel). Elle soulignait le « caractère tendu » de la disponibilité fourragère résultant moins d'un manque de surfaces que d'un manque de valorisation de ces surfaces.

A cette analyse s'ajoute une stratégie de gestion fourragère à l'échelle de l'île, élaborée en partenariat avec les filières, fondée sur 4 axes : (i) Trouver un équilibre entre stratégies des éleveurs et des filières ; (ii) augmenter et diversifier les ressources fourragères ; (iii) faciliter les achats-ventes, la production et le stockage de fourrage ; (iv) créer les conditions pour faciliter l'amélioration des pratiques culturales et une meilleure valorisation de l'herbe selon une dynamique agroécologique (Leuleux, 2017).

Notre étude viendra compléter et améliorer celle-ci sur plusieurs points :

- Une approche territoriale par des zonages fins : un pédoclimatique pour apprécier la diversité des microclimats, et un logistique pour intégrer les contraintes de relief et réseau routier.
- Une approche de la diversité des pratiques des éleveurs à la fois dans la gestion des surfaces fourragères et dans les pratiques d'alimentation du bétail.
- Une approche par modélisation qui permet d'une part la valorisation de jeux de données importants et d'autre part la simulation de scénarios d'évolution.

Les résultats et livrables de notre étude alimenteront une réflexion multi-acteurs autour de la structuration d'une filière fourrage à l'échelle de l'île, et seront utilisés par un bureau d'étude, BRL Ingénierie, courant 2019 qui fournira une analyse technico-économique de la mise en place de cette filière.

Ma partie de l'étude porte sur l'évaluation du disponible en fourrages à l'échelle de l'île et la proposition de leviers d'amélioration dans le but de répondre à la question suivante :

Comment la gestion des surfaces fourragères influence-t-elle la disponibilité en fourrages de l'île ? Et quels leviers pour améliorer la valorisation des surfaces pastorales ?

Nous posons donc l'hypothèse qu'il existe des déficits ou des excédents de certains fourrages selon les zones géographiques, le climat et/ou les pratiques de gestion des surfaces mais qu'il est possible de compenser les balances déficitaires en améliorant la valorisation des surfaces par la mobilisation de leviers techniques.

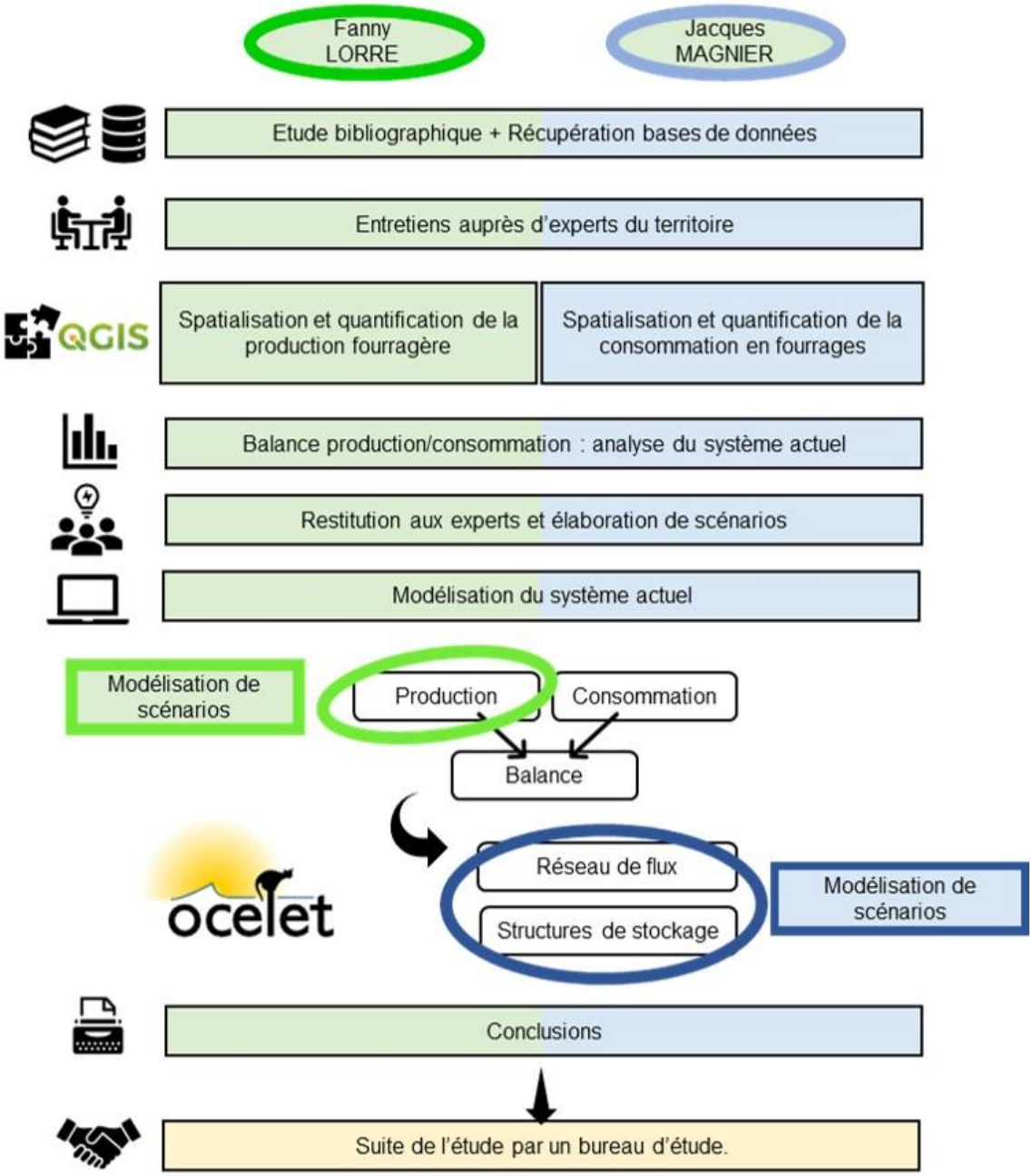


FIGURE 7 : DEMARCHE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE "GESTION DES FOURRAGES SUR L'ILE DE LA REUNION".

MATERIEL & METHODES

Une façon d'appréhender cette problématique multi-échelle est l'approche territoriale. En effet, il est nécessaire de s'intéresser aux différentes échelles, de la parcelle (pour l'évaluation fine de la production fourragère) à l'ensemble du territoire (pour réfléchir à la mise en place d'une filière structurée). Cette approche territoriale implique de travailler sur des jeux de données importants. L'approche de modélisation est donc intéressante : elle permet d'intégrer une diversité de connaissances provenant d'une diversité d'acteurs et de sources.

La démarche méthodologique de l'étude, constituée de nos deux stages, est résumée dans la Figure 7 et détaillée dans les parties suivantes.

I. ZONAGES ET SPATIALISATION DE LA PRODUCTION

1) Recenser les parcelles potentiellement productrices de fourrage

Une étape importante de l'étude consiste à spatialiser finement la production de fourrages. Pour cela, il s'agit tout d'abord de recenser l'ensemble des parcelles productrices, ou potentiellement productrices – dans un objectif de construction de scénarios d'évolution d'utilisation des surfaces.

La carte du parcellaire de l'île est construite sur la base de 3 sources de données géographiques. La première est le Registre Parcellaire Graphique (RPG) 2017 fournit par la DAAF Réunion, provenant des informations collectées lors des déclarations PAC. De cette base sont retenues les parcelles productrices ou potentiellement productrices de fourrage. Au total 14 « codes culture » sont sélectionnés et divisés ensuite en 3 catégories : Canne à sucre, Fourrage et Friche. L'ensemble est présenté dans le Tableau 6.

TABLEAU 6 : PARCELLES RETENUES DANS LE RPG 2017.

Code culture	*Signification*	Nombre de parcelles	Surface totale (ha)	Catégorie
CSA	*Canne à sucre - autre*	24	48	Canne
CSF	*Canne à sucre - fermage*	5257	12173	Canne
CSI	*Canne à sucre - indivision*	7	48	Canne
CSP	*Canne à sucre - propriété ou faire valoir direct*	3240	9016	Canne
FAG	*Autre fourrage annuel d'un autre genre*	202	193	Fourrage
J5M	*Jachère de 5 ans ou moins*	26	14	Friche
MIE	*Maïs ensilage*	22	12	Fourrage
PPH	*Prairie permanente - herbe prédominante (ressources fourragères ligneuses absentes ou peu présentes)*	1041	6978	Fourrage
PRL	*Prairie en rotation longue (6 ans ou plus)*	254	683	Fourrage
PTR	*Autre prairie temporaire de 5 ans ou moins*	208	698	Fourrage
SBO	*Surface boisée sur une ancienne terre agricole*	8	14	Friche
SNE	*Surface agricole temporairement non exploitée*	1004	1060	Friche
SPH	*Surface pastorale - herbe prédominante et ressources fourragères ligneuses présentes*	154	642	Fourrage
SPL	*Surface pastorale - ressources fourragères ligneuses prédominantes*	7	5	Fourrage
	TOTAL	**11 454**	**31 573**	
	Sous-totaux	**8 528**	**21 286**	**Canne**
		1 888	**9 211**	**Fourrage**
		1 038	**1 088**	**Friche**

Les parcelles n'étant pas toutes renseignées dans le RPG, une deuxième couche géographique est utilisée : la Base d'Occupation du Sol (BOS) de 2016, fournie également par la DAAF Réunion. Les champs retenus dans la classification de la BOS sont « canne » et « élevage ». La catégorie « élevage » regroupe toutes les surfaces en herbe.

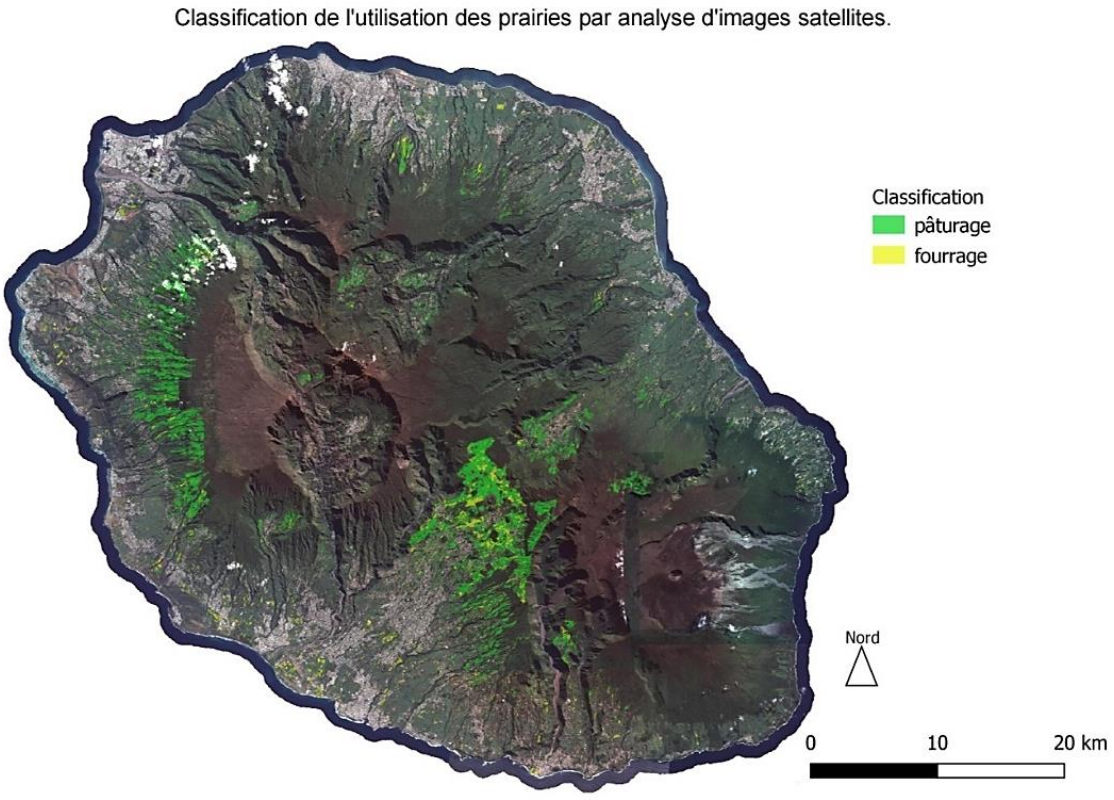


FIGURE 8 : CLASSIFICATION DE L'UTILISATION DES PRAIRIES PAR ANALYSE D'IMAGES SATELLITES (STEPHANE DUPUY, CIRAD, 2018)

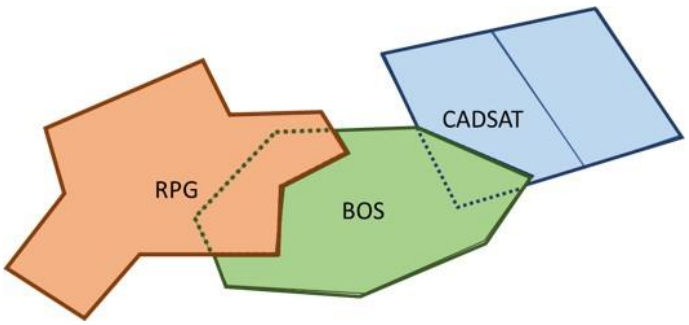


FIGURE 9 : COUCHES UTILISEES POUR LA CONSTRUCTION DU PARCELLAIRE. ***(RPG : REGISTRE PARCELLAIRE GRAPHIQUE. BOS : BASE D'OCCUPATION DU SOL, CADSAT : CADASTRE + CARTE D'OCCUPATION DU SOL PAR IMAGE SATELLITE.)***

Les couches RPG et BOS référencent de nombreuses parcelles en commun. L'idée est de repérer les parcelles référencées dans la BOS mais non référencées dans le RPG. Pour cela est utilisé l'outil de géo-traitement vecteur « Différence » du logiciel QGIS 3.6.1. Cet outil permet d'extraire les entités de la couche source (ici BOS) qui sont à l'extérieur ou chevauchent partiellement les entités de la couche de superposition (ici RPG). Les parcelles ainsi retenues sont présentées dans le Tableau 7.

TABLEAU 7 : PARCELLES RETENUES DANS LA BOS 2016.

Code culture	*Signification*	Nombre de parcelles	Surface totale (ha)	Catégorie
Canne	*Canne à sucre - autre*	443	1 632	Canne
Elevage	*Surfaces en herbe*	334	1 675	Fourrage
	Total	**789**	**3 348**	

Afin d'affiner encore la précision de la carte du parcellaire, nous cherchons des parcelles potentiellement productrices de fourrage mais non référencées, ni dans le RPG 2017 ni dans la BOS 2016. La dernière couche utilisée est donc celle de la carte d'occupation du sol 2017 (Stéphane Dupuy, CIRAD, 2018). C'est une couche raster qui identifie l'occupation du sol par l'analyse d'images satellites. Ne sont retenues que les catégories « fourrage » et « pâturage » car le RPG et la BOS semblent assez exhaustifs pour identifier les parcelles de canne à sucre (cf. Figure 8). A cette couche est superposée celle du cadastre de l'île, afin de découper la couche d'occupation du sol en parcelles.

L'analyse des parcelles du RPG a permis d'identifier des critères discriminant pour retenir ou non les parcelles de cette nouvelle couche. Sont donc retenues les parcelles cadastrales qui répondent aux critères suivants :

- Une surface comprise entre 0,18 et 100ha. (0,18 ha correspondant au premier décile des surfaces du RPG. 100ha remplace les 14ha correspondant au dernier décile des surfaces du RPG car ce dernier était jugé trop discriminant).
- Au moins 70% de la surface détectée en « fourrage » ou « pâturage »

Les parcelles retenues sont ensuite classées en 3 catégories : « fauche » lorsqu'au moins 2/3 de surface est détectée en « fourrage », « pâture » lorsqu'au moins 2/3 de la surface est détectée en « pâturage » et « mixte » lorsqu'il n'y a pas de majorité franche entre les deux (cf. Tableau 8).

La même méthode de géotraitement est utilisée pour identifier les parcelles contenues dans le CADSAT (couche cadastre + télédétection par image satellite) non superposées aux parcelles dans la couche RPGBOS. La méthode de construction de la carte du parcellaire est schématisée dans la Figure 9.

TABLEAU 8 : PARCELLES RETENUES DANS LA COUCHE CADSAT.

Code culture	*Signification*	Nombre de parcelles	Surface totale (ha)	Catégorie
Fauche	*Dominance « fourrage » télédétectée*	22	53	Fourrage
Pâture	*Dominance « pâturage » télédétectée*	49	169	Fourrage
Mixte	*Pas de dominance franche*	24	71	Fourrage
	Total	**95**	**293**	**Fourrage**

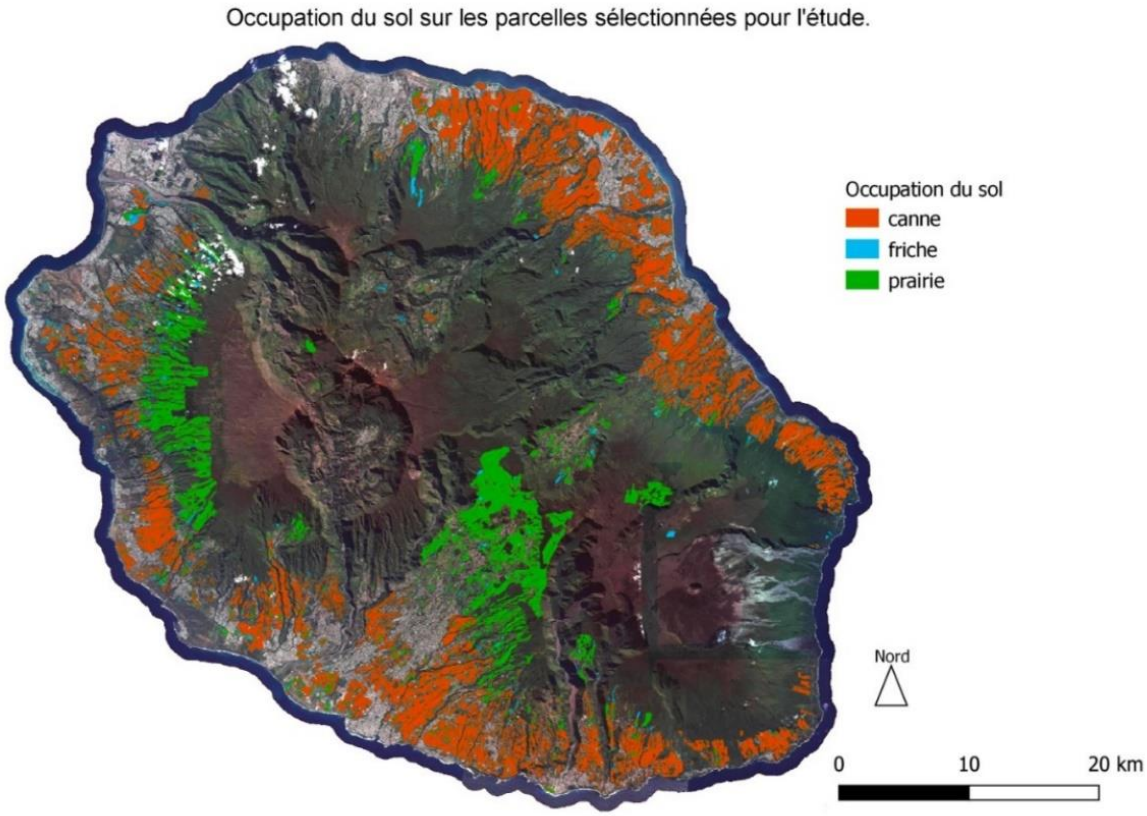


FIGURE 10 : PARCELLAIRE RETENU POUR L'ETUDE ET DIFFERENTES OCCUPATIONS DU SOL.

La couche géographique ainsi construite, appelée *parcelles_fr_reunion* correspond donc à l'ensemble des parcelles productrices ou potentiellement productrices de fourrage. Elle est présentée dans le Tableau 9.

TABLEAU 9 : ENSEMBLE DES PARCELLES RETENUES POUR LA CREATION DU PARCELLAIRE POTENTIELLEMENT FOURRAGER DE L'ILE DE LA REUNION.

Catégorie	*Signification*	Nombre de parcelles	Surface totale (ha)
Canne	*Canne à sucre*	8 971	22 918
Fourrage	*Toute surface en herbe dédiée à l'élevage*	2 235	10 959
Friche	*Parcelles considérées comme « friche »*	1 120	1 307
	Total	**12 326**	**35 184**

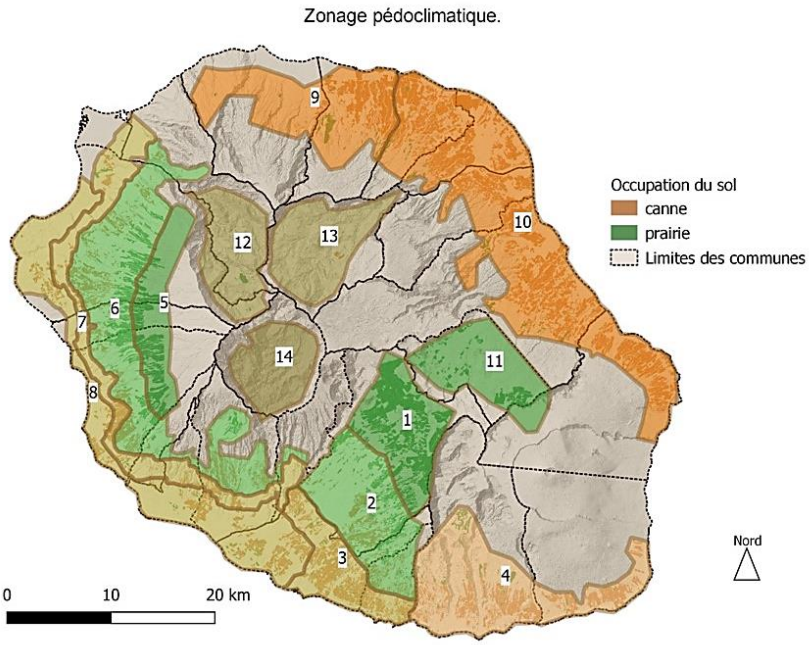
La couche géographique présente ainsi, pour chaque parcelle identifiée, un certain nombre de caractéristiques :

- Une surface en ha, soit déclarée (RPG) soit calculée avec QGIS (BOS, CADSAT).
- Une altitude et une pente, calculées par Pascal Degenne avec le logiciel OCELET.

  OCELET est une plateforme de modélisation et de simulation de dynamiques spatiales, développée au sein de l'Unité mixte TETIS (Territoire Environnement Télédétection et Information Spatiale) par des chercheurs du CIRAD.

  Les altitudes et pentes sont calculées grâce à un modèle numérique de terrain (MNT), une image fournie par l'IGN qui couvre l'île avec des pixels de 5x5m. A chaque pixel correspond une altitude. Dans le logiciel OCELET on superpose les polygones des parcelles à cette image, l'altitude est donc la moyenne des altitudes des pixels contenus dans le polygone. Pour la pente, il est affecté à chaque pixel sa différence d'altitude avec les 8 pixels voisins, ce qui permet d'obtenir une pente moyenne tous les 5 mètres. La pente de la parcelle est donc la moyenne des pentes de chaque pixel contenu dans le polygone.

- Un n°PACAGE permettant de relier les parcelles aux élevages auxquels elles appartiennent. Ce numéro n'est disponible que pour la couche RPG, soit 92,5 % des parcelles.
- La commune à laquelle elles appartiennent.
- La zone pédoclimatique et la zone logistique dans laquelle elles se trouvent. Ces zones permettent d'une part de connaître le contexte pédoclimatique dans lequel se trouve la parcelle, et d'autre part son positionnement géographique en fonction d'un zonage logistique prenant en compte, entre autres, le relief et le réseau routier. Ces zonages seront décrits dans les parties II.2 et II.3.
- Un premier élément d'indication sur l'occupation du sol : Canne à sucre, Fourrage ou Friche (cf. Figure 10).



Identifiant	Nom
1	Plaine des cafres
2	Le Tampon et Petite-île les hauts
3	Saint Pierre et les bas de Petite-île
4	Saint Joseph – Saint Philippe
5	Hauts de l'Ouest
6	Zone médiane Sud-Ouest
7	Zone basse Sud-Ouest
8	Littoral Sud-Ouest
9	Saint-Denis – Sainte Marie
10	Sainte Suzanne – Sainte Rose
11	Plaine des Palmistes
12	Mafate
13	Salazie
14	Cilaos

FIGURE 11 : ZONAGE PEDOCLIMATIQUE DE L'ILE. (SOURCE : ARP 2019)

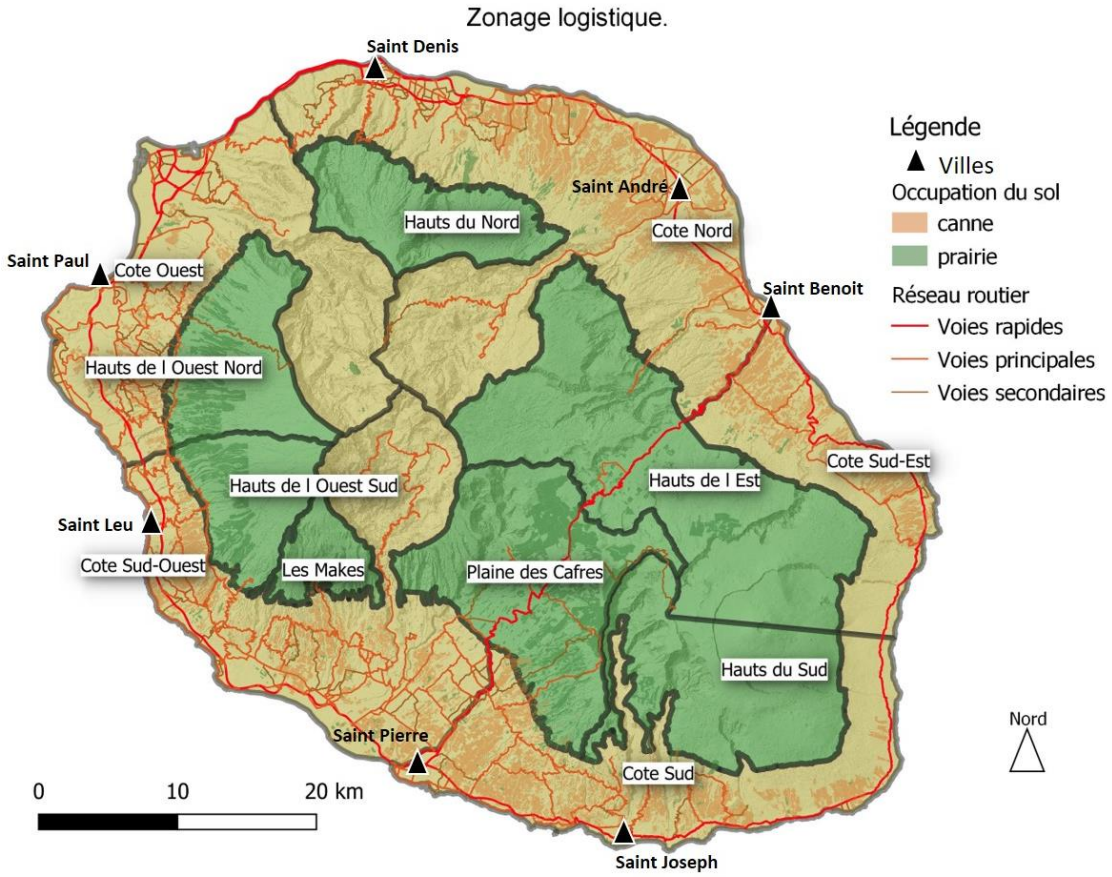


FIGURE 12 : ZONAGE LOGISTIQUE DE L'ILE DE LA REUNION. (FANNY LORRE ET JACQUES MAGNIER, 2019).

2) Un zonage pédoclimatique pour approcher la diversité des milieux.

Afin d'appréhender au mieux la production des parcelles ainsi identifiées, il est important de prendre en compte la diversité pédoclimatique de l'île et son influence sur les rendements. Ainsi, un zonage de l'île est réalisé par l'ARP en fonction des caractéristiques suivantes : topographie (tranche d'altitudes et de pentes), pédologie, climat (pluviométrie et température). Sont identifiées 11 zones pédoclimatiques ou « secteurs fourragers » puis ajoutés les trois cirques. Le zonage est présenté sur la Figure 11. Le détail des caractéristiques des zones est donné en annexe 1.

3) Un zonage logistique pour réfléchir au mieux les flux de fourrage

Dans une réflexion sur la mise en place d'une filière fourrage structurée il est important de connaître les flux, en volume et en nature, qui transitent sur l'île. Pour cela, il est décidé de construire un zonage logistique de l'île qui prenne en compte à la fois les contraintes de reliefs, les voies de transport et les productions de fourrage majoritaires.

On distingue tout d'abord les « Bas » des « Hauts » avec l'hypothèse que la frontière se trouve à la « ligne des 800 » (courbe de niveau à 800 mètres d'altitude). La zone basse est une zone de production de canne et de prairies tropicales, tandis la zone Haute est une zone de prairies de kikuyu et/ou tempérées. Nous avons donc dans les bas majoritairement des fourrages conservés (paille de canne, foin de chloris, enrubanné de bracharia). La zone haute est une zone d'herbe pâturée et de fourrage à conservation humide (enrubanné).

Les règles de construction du découpage logistique sont les suivantes :

1. Dans un premier temps, on croise le découpage administratif de la Réunion (découpage de l'île en 24 communes) avec la ligne des 800m. Les communes sont ainsi divisées en micro-zones basses et hautes.
2. Puis on rassemble ces micro-zones en tenant compte :
   - de leur proximité géographique
   - de leur appartenance aux Bas ou aux Hauts de l'île
   - de la possibilité ou non de circuler d'une zone à une autre du fait du relief et des routes.

On déroge aux règles de découpage sur les points suivants :

- A deux reprises on s'affranchit des limites administratives pour la séparation des zones des Bas : on utilise la Route Nationale 3 (RN3) au niveau de Saint-Pierre et de Saint-Benoit, deux villes où le transit routier est complexe.
- Les trois cirques de l'île sont rattachés aux zones des Bas par lesquelles on peut y accéder. On émet l'hypothèse que ces cirques sont des zones de faibles consommation et production de fourrage.
- Pour plus de cohérence au niveau du relief, les frontières du cirque de Mafate sont étendues aux remparts qui le bordent bien qu'administrativement les limites de la commune de Saint Paul s'étendent au-delà des remparts, jusqu'à l'intérieur du cirque.

On obtient ainsi un découpage de l'ile en 12 zones logistiques : 5 zones basses et 7 zones hautes, comme présentées sur la Figure 12.

TABLEAU 10 : LIENS ENTRE LES PARCELLES, LEURS FOURRAGES ET LES ALIMENTS QU'ELLES PRODUISENT.

Type_Parcelle	Description	Type_Fourrage	Description	Type_Aliment	Description
Temp_pat	Prairie tempérée pâturée	Temp_p	Graminées tempérées pâturées	herbe	Herbe sur pied (pâturée)
K_pat	Prairie kikuyu pâturée	K_p	Kikuyu pâturé	herbe	Herbe sur pied (pâturée)
Temp_fauche	Prairie tempérée fauchée	Temp_f	Graminées tempérées fauchées	enrubanné	Enrubanné d'herbe / BRE (balles rondes d'ensilage)
K_fauche	Prairie kikuyu fauchée	K_f	Kikuyu fauché	enrubanné	Enrubanné d'herbe / BRE (balles rondes d'ensilage)
Temp_MdomP	Prairie tempérée mixte à dominance pâturage	Temp_p	Graminées tempérées pâturées	herbe	Herbe sur pied (pâturée)
		Temp_f	Graminées tempérées fauchées	enrubanné	Enrubanné d'herbe / BRE (balles rondes d'ensilage)
K_MdomP	Prairie kikuyu mixte à dominance pâturage	K_p	Kikuyu pâturé	herbe	Herbe sur pied (pâturée)
		K_f	Kikuyu fauché	enrubanné	Enrubanné d'herbe / BRE (balles rondes d'ensilage)
Temp_Mequ	Prairie tempérée mixte équilibrée	Temp_p	Graminées tempérées pâturées	herbe	Herbe sur pied (pâturée)
		Temp_f	Graminées tempérées fauchées	enrubanné	Enrubanné d'herbe / BRE (balles rondes d'ensilage)
K_Mequ	Prairie kikuyu mixte équilibrée	K_p	Kikuyu pâturé	herbe	Herbe sur pied (pâturée)
		K_f	Kikuyu fauché	enrubanné	Enrubanné d'herbe / BRE (balles rondes d'ensilage)
Temp_MdomF	Prairie tempérée mixte à dominance fauche	Temp_p	Graminées tempérées pâturées	herbe	Herbe sur pied (pâturée)
		Temp_f	Graminées tempérées fauchées	enrubanné	Enrubanné d'herbe / BRE (balles rondes d'ensilage)
Trop_fauche	Prairie tropicale fauchée	Trop_f	Graminées tropicales fauchées	foin	Foin
Trop_ens	Prairie tropicale fauchée	Trop_e	Graminées tropicales ensilées	enrubanné	Enrubanné d'herbe / BRE (balles rondes d'ensilage)
Trop_pat	Prairie tropicale pâturée	Trop_p	Graminées tropicales pâturées	herbe	Herbe sur pied (pâturée)
Canne_mct	Canne à sucre coupe mécanique canne tronçonnée	Paille_c	Paille de canne	pdc	Paille de canne
Canne_mce	Canne à sucre coupée à la « coupeuse péi »				
Canne_man	Canne à sucre coupe manuelle				
Canne_fourr	Canne fourragère	Canne_f	Canne fourragère	aff_vert	Affouragement vert distribué en vrac
Mais_ens	Maïs ensilage	Mais_e	Maïs ensilé	mais	Ensilage de maïs
Friche	Zone de "friche"				

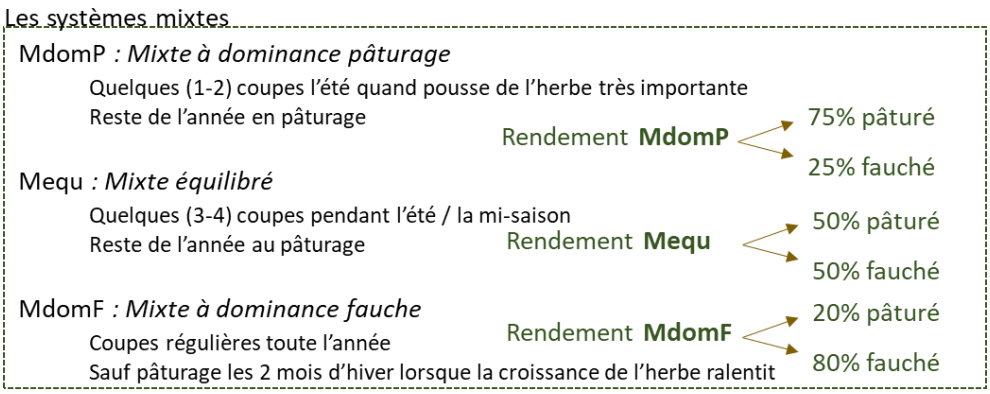


FIGURE 14 : LES SYSTEMES MIXTES D'UTILISATION DES PRAIRIES ET LA PART DU RENDEMENT POUR CHAQUE FOURRAGE PRODUIT.

II. QUANTIFICATION DE LA PRODUCTION FOURRAGERE

1) Intégration de connaissance et création d'un modèle de données

Le modèle que nous allons construire pour répondre à la problématique doit se rapprocher au plus près de la réalité. La combinaison d'études bibliographiques et d'entretiens avec les différents experts du territoire permet de co-construire le fonctionnement de ce modèle.

a. Elaboration d'une typologie des surfaces.

Une première typologie est construite afin de distinguer les différents types de surfaces pouvant avoir un débouché fourrager (cf Figure 11) Dans les surfaces à vocation directement fourragère on trouve les prairies tempérées, tropicales et kikuyu, la canne fourragère et le maïs. Les zones de savane peuvent également avoir une vocation fourragère lorsqu'elles sont pâturées, mais comme ce n'est pas toujours le cas on ne les prend pas en considération dans l'étude. On considère les surfaces en canne à sucre, bien qu'elles ne soient pas à vocation directement fourragère, et les friches qui pourraient être récupérés pour l'élevage.

La Figure 13 présente de la manière la plus exhaustive possible les types de fourrages pouvant provenir de ces différentes surfaces. Ne seront pris en compte dans l'étude que les plus courants dans les pratiques actuelles et/ou ceux que l'on peut quantifier et spatialiser avec les moyens disponibles (spécifiés en gras sur le schéma ; les pointillés sont les surfaces, liens et fourrages non considérés). Pour l'étude sont donc identifiés 6 types de fourrages, dans le cadre de nos deux stages : l'herbe pâturée, l'ensilage d'herbe sous forme d'enrubanné, le foin, l'affouragement vert, l'ensilage de maïs et la paille de canne. On les appelle communément dans notre modèle des Types_aliment.

Les prairies pouvant être utilisées soit en fauche, soit en pâture, soit en système mixte (Figure 14) on distingue différents Type_Parcelle, c'est-à-dire à la fois les espèces présentes sur la parcelle ainsi que leur utilisation, pouvant donner un ou plusieurs Type_fourrage, eux-mêmes associés à un Type_Aliment pour le bétail. Au total on obtient 18 Type_Parcelle, 8 Type_Fourrage et 6 Type_Aliment, présentés dans le Tableau 10.

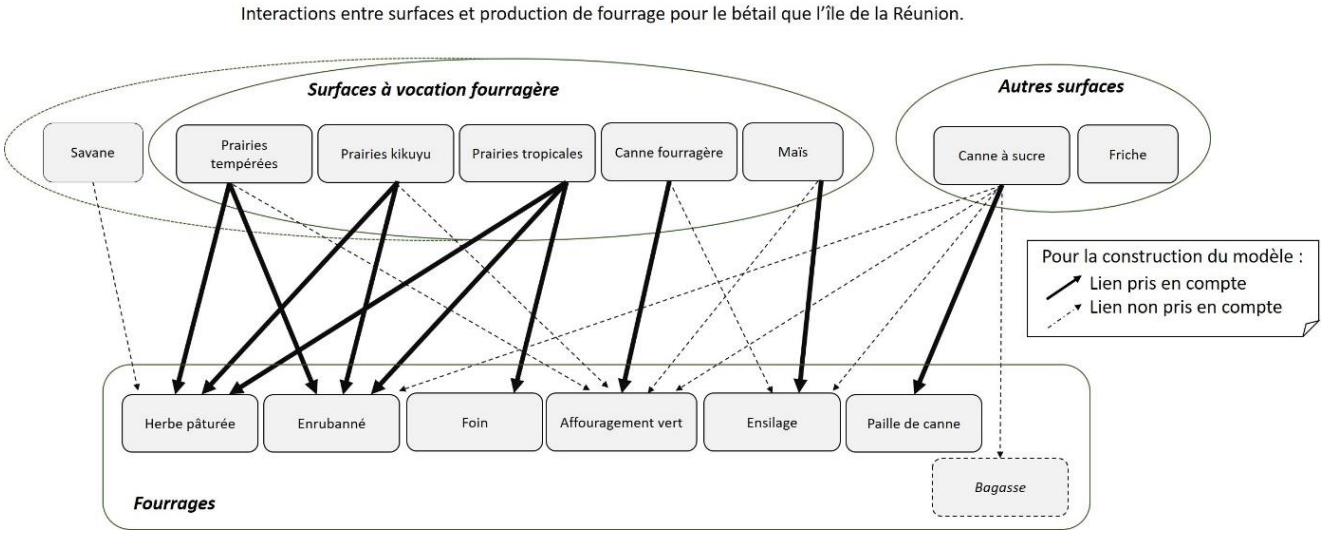


FIGURE 11 : INTERACTIONS ENTRE SURFACES ET PRODUCTION DE FOURRAGE, CHOIX DANS LA CONSTRUCTION DU MODELE.

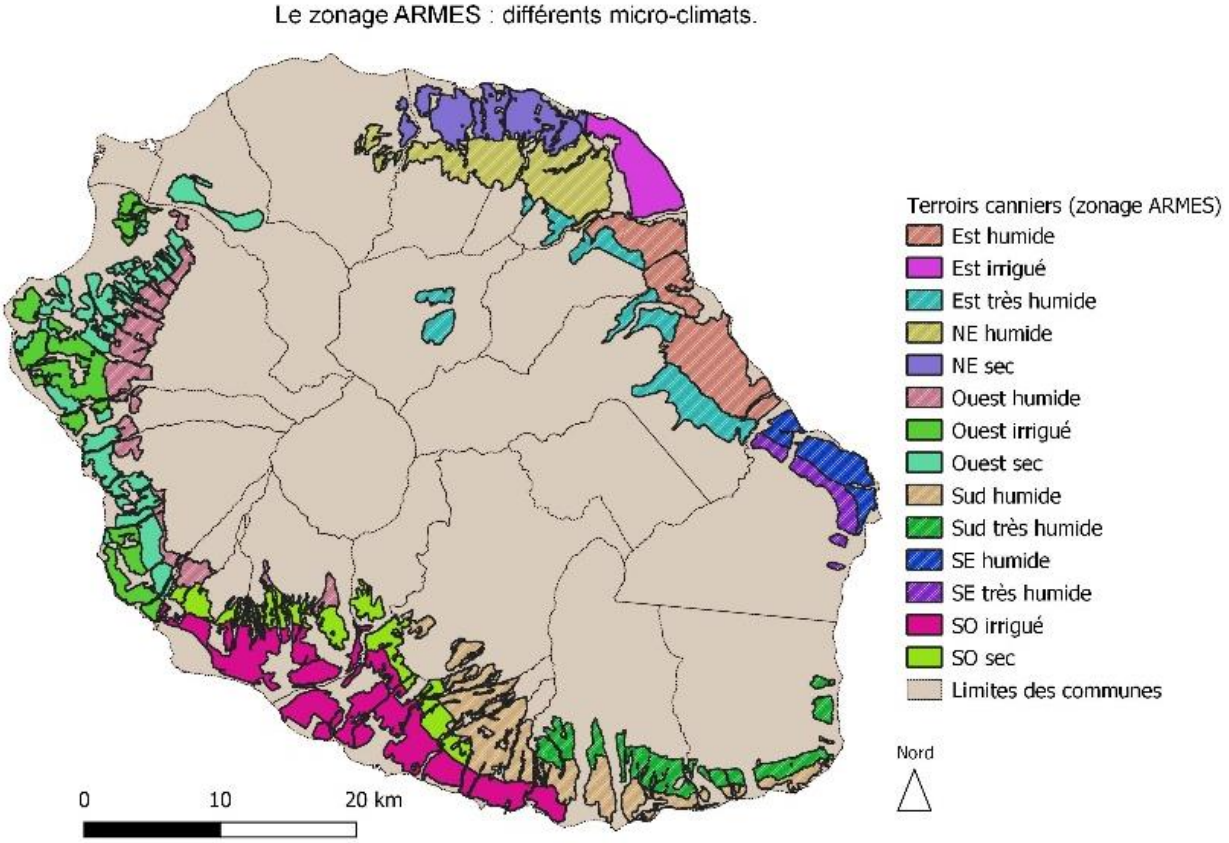


FIGURE 15 : TERROIRS CANNIERS ((DAAF 2008 : ZONAGE ARMES SIMPLIFIE) ET LIEN AVEC L'UTILISATION DES PRAIRIES TROPICALES. ZONES RAYEES : BRE DE BRACHIARIA DOMINANT, ZONES NON RAYEES : CHLORIS DOMINANT, PRODUCTION DE FOIN.

b. Elaboration d'une typologie de gestion des surfaces fourragères

Afin d'approcher la diversité des pratiques de gestion des surfaces fourragères et leur influence sur la production est ensuite réalisée une seconde typologie qui, pour chaque Type_Parcelle, identifie différents niveaux de gestion selon un « gradient d'intensification » des pratiques. Elle est présentée en annexe 2.

Ces différentes modalités de gestion sont appelées Type_Gestion. Il y a 3 Type_Gestion par Type_Parcelle de prairie. Pour les « autres ressources », canne fourragère et maïs, plus anecdotiques en surface, il existe moins de sources bibliographiques. Il a donc été décidé de n'avoir qu'un seul Type_Gestion ''standard'' pour ces cultures. Ces Type_Gestion ont été définis en combinant 3 sources :

- Des documents techniques provenant d'essais du CIRAD dans la fin des années 90 (Bigot et al. 1990 : *La canne fourragère à la Réunion. Comportement et valeur alimentaire*. ; Brunschwig *et al.* 1991 : *Le maïs ensilage à la Réunion : premiers résultats*.),
- Des dire d'experts,
- Deux enquêtes de terrain réalisées auprès de producteurs de ces cultures.

Pour la canne à sucre le raisonnement est différent, il sera présenté dans la partie II.4.

2) Attribuer les paramètres aux parcelles.

a. Les prairies tropicales.

- *Quelles espèces ?*

On affecte en général à la ligne des 800 mètres d'altitude la frontière entre les graminées tropicales (Chloris, Setaria, Brachiaria) en dessous et le kikuyu au-dessus (Grimaud *et al.*, 2005). Ainsi, les parcelles de prairies des bas, avec une altitude inférieure à 800 mètres, sont identifiées comme des prairies de graminées tropicales. Sur la zone Est cependant certaines parcelles de prairies dépassent la ligne des 800m, mais sont également des graminées tropicales car sur l'Est il n'y a pas de kikuyu ni de tempérées (Latchimy J-Y, communication personnelle, 2019).

- *Pour quelle utilisation ?*

On pose comme hypothèse, suivant les tendances générales, que sur la zone Ouest (du Port à Saint Philippe) toutes les prairies de graminées tropicales sont utilisées comme prairies de fauche, pour la production d'ensilage (BRE) ou de foin. A l'Est en revanche, de Sainte-Rose à Saint-Denis, il existe des parcelles tropicales pâturées, principalement dans les « Hauts ». Ces prairies sont identifiées par photo-interprétation et/ou analyse de la télédétection satellite.

Pour les prairies utilisées en fauche, la démarche est la suivante : dans des microclimats humides l'espèce dominante est la Brachiaria et les conditions climatiques ne sont pas favorable à la fenaison. Il est donc courant de faire de l'enrubanné. En revanche dans des microclimats secs le Chloris domine et est utilisé pour la production de foin.

Afin de connaître les différents microclimats on utilise les terroirs canniers (Zonage ARMES, DAAF 2008). En effet, les zones de prairies tropicales sont les mêmes que celles de la canne à sucre. Ces terroirs sont présentés sur la Figure 15. Les zones irriguées et sèches sont utilisées en fauche (foin) tandis que les zones humides et très humides sont utilisées en ensilage (BRE).

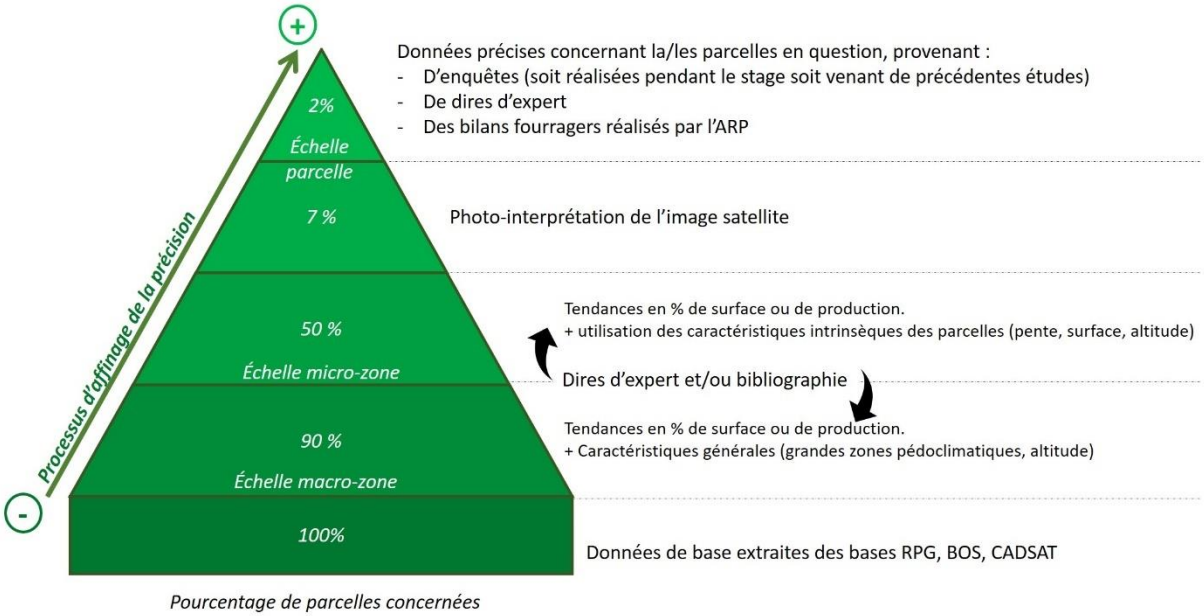


FIGURE 16 : PROCESSUS D'ATTRIBUTION DES PARAMETRES AUX PARCELLES, GRADIENT DE PRECISION ET POURCENTAGE DE PARCELLES CONCERNEES PAR CHAQUE ETAPE.

- *Quels modes de gestion ?*

Il existe peu de bibliographie sur les modes de gestion des surfaces fourragères de Bas. Les « Type_gestion » ont donc été attribués aux parcelles à dire d'expert et/ou par photo-identification (= observation visuelle de l'image satellite).

b. Les prairies des hauts.

- *Quelles espèces ?*

La majeure partie des surfaces en herbe de l'île est composée de kikuyu. Les prairies dites « tempérées » sont celles ayant bénéficié d'une amélioration foncière et d'un semis de graminées tempérées. Il est donc affecté à l'ensemble des parcelles au-dessus de 800m d'altitude le kikuyu, sauf pour les parcelles identifiées comme tempérées (par les experts du territoire, par photo-identification, ou grâce aux données d'enquêtes de précédentes études).

- *Pour quelle utilisation ?*

Ces prairies peuvent être exclusivement pâturée, exclusivement fauchées ou mixtes. Pour affecter les différentes modalités les experts de terrain donnent les grandes tendances en %, sur le territoire qu'ils maîtrisent. L'analyse de la couche d'occupation du sol (Stéphane Dupuy, CIRAD, 2018) qui distingue les surfaces pâturées et fauchées donne également une indication. La photo-interprétation de l'image satellite peut parfois donner une idée sur le mode d'utilisation de la parcelle. Enfin, certaines caractéristiques des parcelles, comme la pente et/ou la surface, donnent des indications sur les possibilités d'utilisation de la parcelle.

- *Quels modes de gestion ?*

La démarche utilisée pour définir le mode d'utilisation est la même pour définir les modes de gestion des parcelles.

c. Schéma général d'attribution des paramètres à une parcelle.

Les paramètres (Type_Parcelle et Type_Gestion) sont donc attribués aux parcelles suivant un processus d'affinage de la précision, selon les données disponibles. Ce processus est représenté sur la Figure 16.

TABLEAU 11 : NIVEAUX D'INTENSIFICATION UTILISES POUR LE CALCUL DE LA BIOMASSE PRODUITE. (VOIR LE DETAIL SUR L'ANNEXE 2)

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Pas de fertilisation	**Fertilisation d' "appoint"**	**Fertilisation poussée**
	Exemple : fertilisation organique après chaque coupe, ou une coupe sur deux. Ou une à deux fois par an sur les pâtures. Fertilisation minérale si possibilité mais non systématique.	*Exemple : fertilisation minérale (200kg/ha) et/ou organique systématique après chaque coupe, ou 3-4 fois par an sur les pâtures.*
Pas d'entretien	**Entretien moyen**	**Désherbage/entretien régulier**
	Exemple : un passage de gyrobroyeur par an (si besoin).	*Exemple : plusieurs passages de gyrobroyeur si besoin, désherbage localisé si besoin (pulvérisateur à dos).*

TABLEAU 12 : RENDEMENTS (T DE MS/HA/AN) ET POIDS DE LA SAISON (%) POUR LES DEUX TYPES DE PRAIRIES, DANS CHAQUE ZONE PEDOCLIMATIQUE. (ARP 2019)

	Poids de la saison		Rendements prairie tropicale			Rendements prairie kikuyu/tempéré		
Zone	été	hiver	niveau 1	niveau 2	niveau 3	niveau 1	niveau 2	niveau 3
Plaine des cafres	*0,57*	*0,43*	**14**	**16**	**22**	**8**	**13**	**27**
Le Tampon - Pl les hauts	*0,58*	*0,42*	**14**	**18,3**	**25**	**11**	**19**	**27**
St Pierre - Pl les bas	*0,58*	*0,42*	**17**	**25**	**35**	**-**	**-**	**-**
St Joseph -St Philippe	*0,51*	*0,49*	**17**	**25**	**35**	**11**	**19**	**27**
Haute sud ouest	*0,61*	*0,39*	**-**	**-**	**-**	**9**	**15**	**25**
Sud Ouest médiane	*0,58*	*0,42*	**13**	**16**	**20**	**9**	**15**	**27**
Sud ouest basse	*0,51*	*0,49*	**17**	**23**	**25**	**-**	**-**	**-**
Littoral Sud-Ouest	*0,51*	*0,49*	**17**	**25**	**35**	**-**	**-**	**-**
St Denis - Ste Marie	*0,61*	*0,39*	**21**	**29**	**35**	**-**	**-**	**-**
Ste Suzanne- Ste Rose	*0,61*	*0,39*	**19**	**20,5**	**25**	**-**	**-**	**-**
Plaine des Palmistes	*0,61*	*0,39*	**14**	**16**	**19**	**9**	**11**	**15**
Mafate	*0,57*	*0,43*	**-**	**-**	**-**	**6**	**9**	**12**
Salazie	*0,58*	*0,42*	**-**	**-**	**-**	**9**	**15**	**27**
Cilaos	*0,57*	*0,43*	**-**	**-**	**-**	**9**	**15**	**25**

TABLEAU 13 : POURCENTAGE DE PERTE ET DE VALORISATION DE LA BIOMASSE SELON LE TYPE D'UTILISATION DE LA PRAIRIE. (ARP 2019).

% de valorisation de la biomasse selon l'utilisation de la parcelle		
Utilisation	*Pertes*	Valorisation
Foin	*0,03*	0,97
Enrubannage	*0,10*	0,90
Récolte en vert	*0,10*	0,90
Pâturage tournant dynamique	*0,10*	0,90
Pâture et foin	*0,20*	0,80
Pâture et ensilage	*0,20*	0,80
Pâturage tournant	*0,20*	0,80
Pâturage tournant simplifié	*0,30*	0,70
Pâturage continu	*0,40*	0,60

3) Calcul de la production de chaque parcelle.

En partenariat avec l'ARP est alors construite une grille de rendements. Cette grille est ensuite présentée à différents experts du territoire (chercheurs et techniciens du CIRAD, techniciens de la coopérative SICAREVIA) pour validation.

Ces rendements dépendent de l'espèce (tropicale, kikuyu ou tempéré), de la zone pédoclimatique et du niveau d'intensification, c'est-à-dire le type de fertilisation et d'entretien (cf. Tableau 11– simplifié - et annexe 2 – détaillé -). Ils correspondent ainsi à la « biomasse nette » produite par la parcelle à l'année. Pour chaque zone pédoclimatique donnée on estime également le « poids de la saison » dans la production d'une parcelle, c'est-à-dire le pourcentage du rendement annuel alloué à chaque saison. Les valeurs de rendements et de variations saisonnières sont calculées à partir de plusieurs bases de données : les essais fertilisation menés par l'IRAT dans les années 90 et par le CIRAD de 2005 à 2012 et les essais et suivis menés par l'ARP ces dernières années (cf. Tableau 12).

Ces rendements constituent la « biomasse nette » de la prairie. Un pourcentage de perte sur cette biomasse est ensuite affecté, selon le mode de valorisation de la prairie (cf. Tableau 13). Pour chaque parcelle est ainsi calculé son rendement potentiel en prenant en compte trois paramètres : les espèces cultivées, l'influence de sa zone pédoclimatique et l'influence de son type de gestion. Cette démarche est résumée dans la Figure 17.

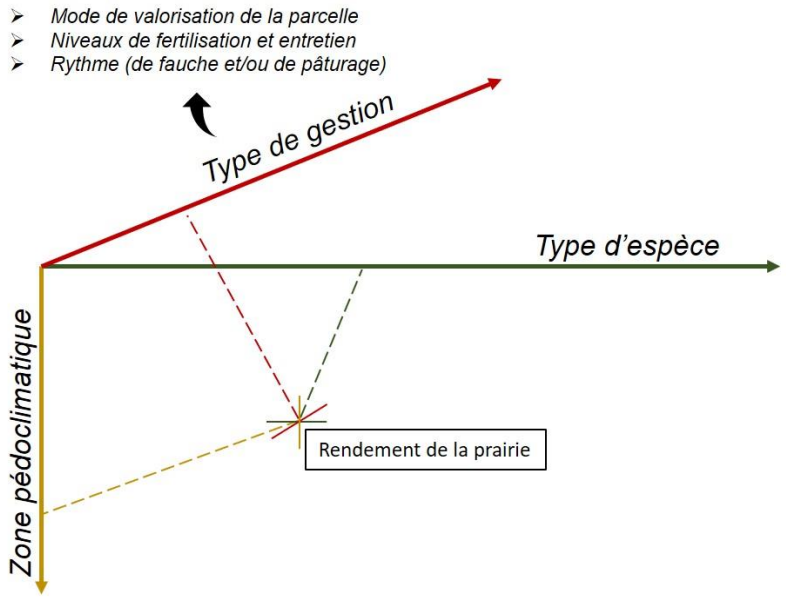


FIGURE 17 : METHODE DE CALCUL DU RENDEMENT DES PRAIRIES SELON TROIS PARAMETRES.

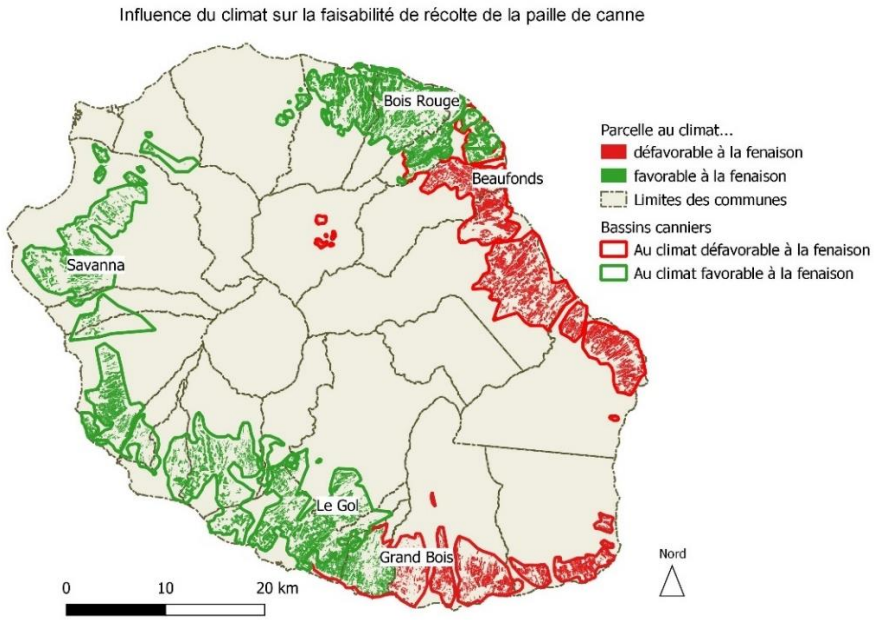


FIGURE 18 : INFLUENCE DU CLIMAT SUR LA FAISABILITE DE LA RECOLTE DE LA PAILLE DE CANNE.

TABLEAU 14 : RESIDUS LAISSES AU SOL (T MS /HA) SELON LES MODES DE COUPE ET LES VARIETES POUR UN RENDEMENT COMMERCIAL DE 100 T MB/HA. (SOURCE : GUIDE DE LA FERTILISATION, CIRAD 2007.)

Variété	Mécanique canne tronçonnée	Mécanique canne entière	Manuelle dépaillée	Moyenne
R570	17,8	7,4	11,0	12,5
R579	13,2	9,1	11,5	11,7
Moyenne	15,1	8,3	11,2	12,1

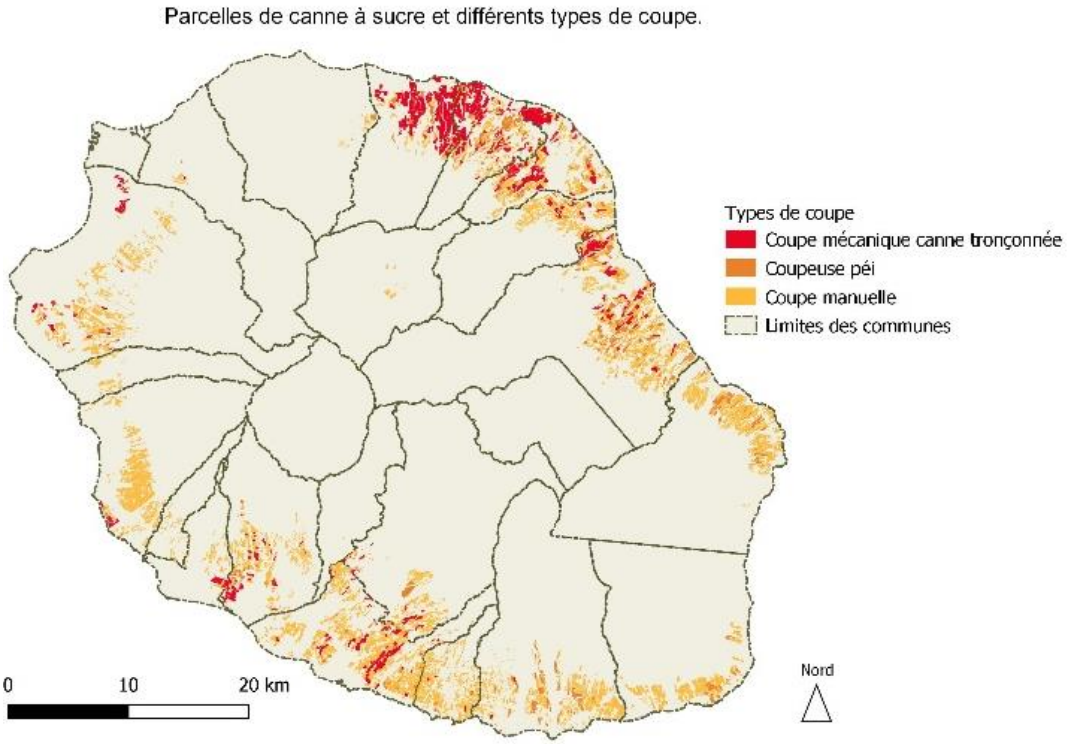


FIGURE 19 : SPATIALISATION DES DIFFERENTS TYPES DE COUPES POUR LA CANNE A SUCRE.

4) Un cas à part : la paille de canne.

La paille de canne est un résidu d'une culture non fourragère (la canne à sucre) qui peut éventuellement être exporté de la parcelle, sous forme de bottes de paille, et utilisé comme fourrage. L'estimation du gisement de paille à l'échelle de l'île ne peut donc pas se faire en suivant la méthodologie utilisée pour estimer la production des prairies.

L'estimation et la spatialisation du gisement de paille de canne ont été réalisée en partenariat avec deux acteurs majeurs de la canne à sucre à la Réunion : le groupe coopératif sucrier Tereos, et le GIE/centre de recherche ERcane. Une fois les parcelles de canne à sucre identifiées et leurs caractéristiques connues (surface, pente, altitude…) la méthodologie utilisée est la suivante.

a. Influence du climat.

Un premier paramètre à prendre en compte est celui du climat qui laisse suffisamment, ou non, de fenêtre climatique pour le processus de fenaison. L'est de l'île et le Sud de l'île ont un climat trop humide pour envisager de récolter la paille (cf. Figure 18).

b. Quantité de paille laissée au sol

La quantité de paille de canne, ou résidu au sol, dépend à la fois du rendement en canne sucrière, du type de coupe et de la variété (cf. Tableau 14). Pour pouvoir réaliser un processus de fenaison et de récolte de la paille, il faut que la parcelle soit accessible au matériel. Or, dans les parcelles coupées mécaniquement (coupe mécanique canne tronçonnée) il est possible de mettre en place une chaîne de fenaison. De plus, la quantité de paille au sol est plus élevée en coupe mécanique canne tronçonnée que pour les autres types de coupe. La paille de canne récoltée à la Réunion provient donc, dans les faits, uniquement de parcelles en coupe mécanique canne tronçonnée, accessibles au matériel et où la quantité de paille au sol est élevée (ERcane, communication personnelle, 2019). Pour ce type de coupe et pour un rendement commercial de 100T de MB on estime qu'environ 15 T de MS de résidus sont laissés au sol (cf. Tableau 14). Il a donc été décidé en partenariat avec ERcane, qui réalise des essais sur la paille de canne, de prendre pour hypothèse que :

Quantité paille au sol = 0,15 * Rendement commercial

pour les parcelles en coupe mécanique canne tronçonnée.

Concernant la variété on considère que R570 et R579 sont les variétés majoritaires. En effet, en 2018 à la récolte il y avait environ 40% de R570 et 30 à 35% de R579 (Tereos, communication personnelle, 2019).

Le groupe Tereos divise la Réunion en 17 zones. Pour chaque zone est calculé un rendement moyen en canne à sucre et un 'mix coupe' c'est-à-dire le pourcentage de production provenant des différents types de coupe (cf. annexe 3). Pour chaque zone sont donc attribués aux parcelles les rendements moyens et les différents types de coupe. Ainsi, dans chaque zone donnée et proportionnellement aux pourcentages donnés, on affecte le type « mécanique canne tronçonnée » pour les parcelles les plus plates et les plus grandes, « coupe manuelle » pour les parcelles les plus pentues et les plus petites et enfin, pour l'intermédiaire on affecte le type « coupeuse péi » (ou « coupe mécanique canne longue/entière »).

On obtient une carte des différents types de coupe à l'échelle de l'île (cf. Figure 19).

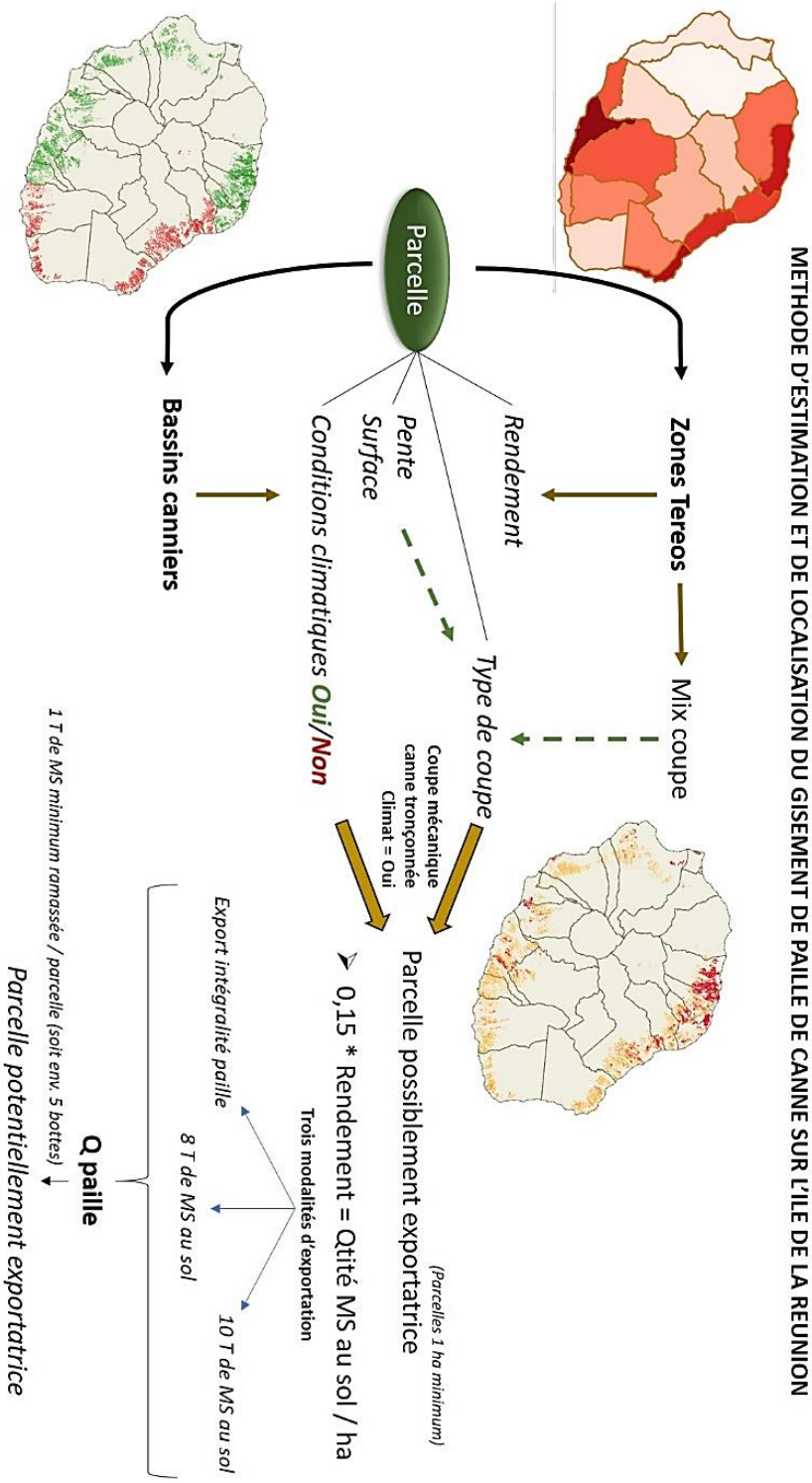


FIGURE 20 : METHODE D'ESTIMATION ET DE LOCALISATION DU GISEMENT POTENTIEL DE PAILLE DE CANNE.

c. Estimation du gisement potentiel.

Les parcelles potentiellement exportatrices sont donc celles en coupe mécanique canne tronçonnée et dans une zone climatique favorable. Elles font toutes plus d'un hectare. Trois modalités, ou choix d'exportation de la paille, sont ensuite considérées (cf. Tableau 15)

Sur les parcelles est ainsi calculée la quantité de paille de canne exportable considérant ces trois différentes modalités. Ne sont retenues que celles où il est possible de ramasser minimum 1 T de MS (soit environ 5 bottes), pour que le chantier soit rentable. L'ensemble de la démarche utilisée est résumé dans la Figure 20.

TABLEAU 15 : MODALITES D'EXPORTATION DE LA PAILLE DE CANNE.

Modalité	Définition et commentaires
Exportation de la totalité de la paille	L'intégralité du « mulch » est exporté de la parcelle et le sol laissé nu. C'est un choix souvent réalisé lors de la replantation d'une parcelle de canne.
Environ 8 T de MS laissés au sol / ha	Cette modalité semble être la plus courante mais reste une estimation puisque le réglage des machines ne permet pas forcément d'être précis sur la quantité à laisser au sol (ERcane, communication personnelle, 2019).
Environ 10 T de MS laissés au sol /ha	Les résidus de culture sont une biomasse qui peut se révéler intéressante pour des raisons agronomiques. En effet, laisser la paille au sol permet de réduire l'enherbement et constitue un fertilisant naturel. Des essais sont actuellement menés par ERcane afin de préciser la quantité minimale à laisser au champ pour que le paillis conserve ses avantages. La valeur qui ressort de ces premiers essais serait 10 T de MS / ha.

5) Balances production-consommation.

La quantification des productions permet donc d'obtenir par saison et de manière spatialisée une quantité d'aliments produits, pouvant être utilisés en élevage. Jacques Magnier, de son côté, réalise le même travail sur la quantification et la spatialisation de la consommation de ces différents aliments (Magnier, 2019).

La comparaison de nos deux études permet donc de calculer une balance, à différentes échelles (communes, zones logistiques, île…), par saison et à l'année, pour chaque type d'aliment. Cette balance permet d'analyser si la situation fourragère de tel territoire est plutôt déficitaire ou excédentaire. Elle est calculée de la façon suivante :

Production aliment x – Consommation aliment x = Balance aliment x

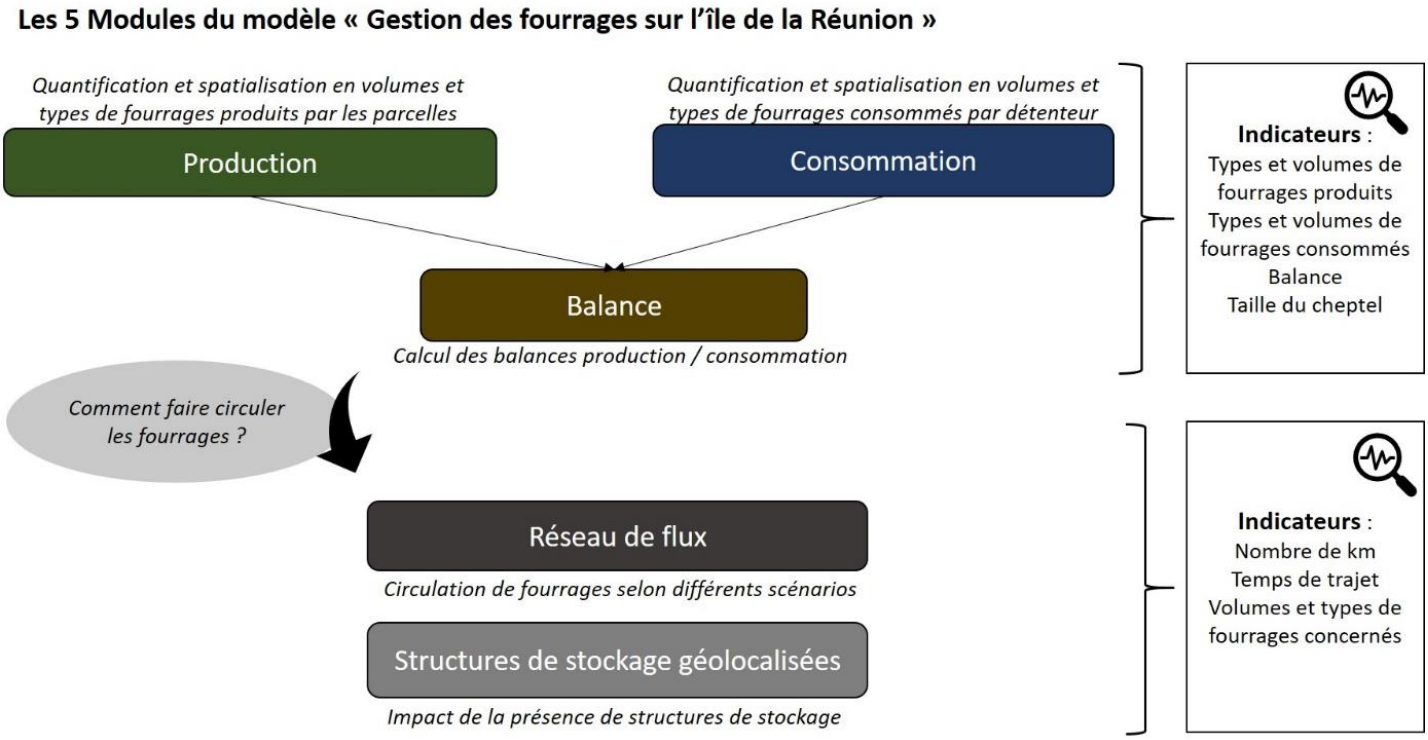


FIGURE 21 : MODELE "GESTION DES FOURRAGES SUR L'ILE DE LA REUNION"

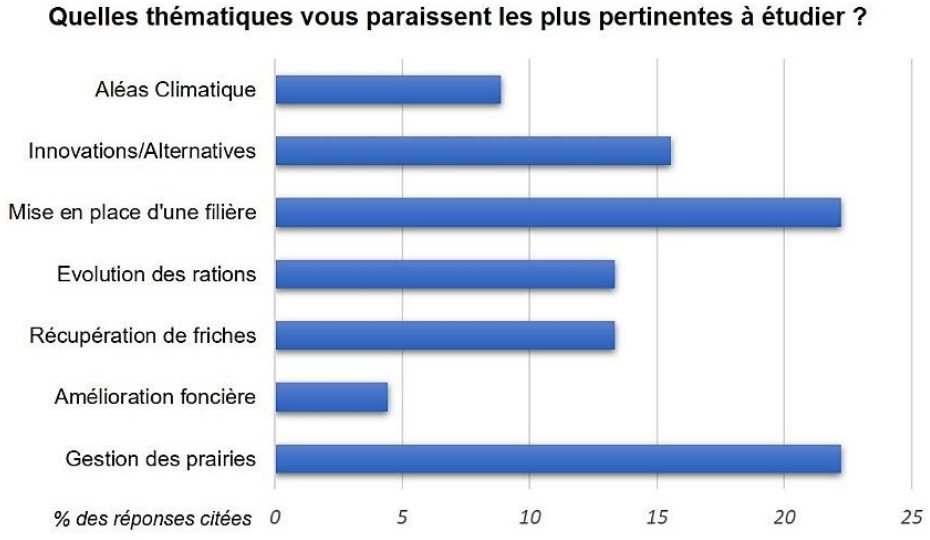


FIGURE 22 : REPONSES AU QUESTIONNAIRE SUR LES THEMATIQUES INTERESSANTES A ETUDIER/MODELISER.

III. MODELISATION ET SCENARIOS

1) Démarche de modélisation.

Un aspect important des stages est la modélisation. Un modèle est une représentation simplifiée de la réalité, ayant pour but de mieux comprendre cette réalité et aider à la prise de décision. Il sert d'une part à décrire le système étudié en résumant les données disponibles et en intégrant les connaissances existantes sur le système dans une démarche de recherche et de compréhension de son fonctionnement. Il sert d'autre part, par l'étude de scénarios de simulation, à prédire le comportement du système lorsque l'on modifie ses paramètres structurels.

Le modèle « Gestion des fourrages de l'île de la Réunion » construit par mon stage et celui de Jacques Magnier comporte 5 modules (cf. Figure 21).

- Le module de production recense et géopositionne l'ensemble des parcelles productrices ou potentiellement productrices de fourrages. Il permet de simuler la production de l'île en volumes et en types de fourrages. (Le détail des tables de ce module ainsi que de quelques requêtes SQL de calcul est présenté en annexe 4)
- Le module de consommation recense et géopositionne l'ensemble des exploitations consommatrices de fourrage. Il calcule la consommation de l'île en volumes et en types de fourrages.
- Le module Balance fait la différence entre les deux.
- Le module Réseau de flux étudie les différents flux de fourrage à l'échelle de l'île en fonction de différents scénarios de transfert (voir rapport Jacques Magnier, 2019)
- Le module Structures de stockage géolocalisés étudie l'impact sur les flux de fourrages de la mise en place de structures de stockage dans la réflexion d'une filière fourrage structurée (voir rapport Jacques Magnier, 2019)

Pour répondre à ma question de recherche, les modifications du système actuel ne concerneront que les paramètres du module « Production » et affecteront donc par conséquent les modules qui en dépendent. Il a été décidé de réaliser quelques scénarios, non exhaustifs, pouvant permettre à la fois d'apporter des éléments de réponse aux problématiques du territoire mais également de tester le fonctionnement du modèle et ses utilisations possibles. Tous ces scénarios sont calculés et modélisés sur le logiciel OCELET.

2) Scénarios.

a. Elaboration des scénarios et identification des leviers techniques.

Dans un premier temps, l'étude de la bibliographie et les enquêtes auprès des différents acteurs de l'élevage réunionnais ont permis d'identifier quelques problématiques majeures du territoire ainsi que les éventuels leviers techniques à mobiliser pour tenter d'y répondre. Dans un second temps lors de la restitution des premiers résultats de l'étude le 02 Juillet 2019, un questionnaire a été distribué aux acteurs présents afin de savoir quelles thématiques seraient, d'après eux, les plus pertinentes et intéressantes à creuser. Ce questionnaire a également été diffusé en ligne pour les acteurs non présents (cf. annexe 5). La Figure 22 présente les réponses.

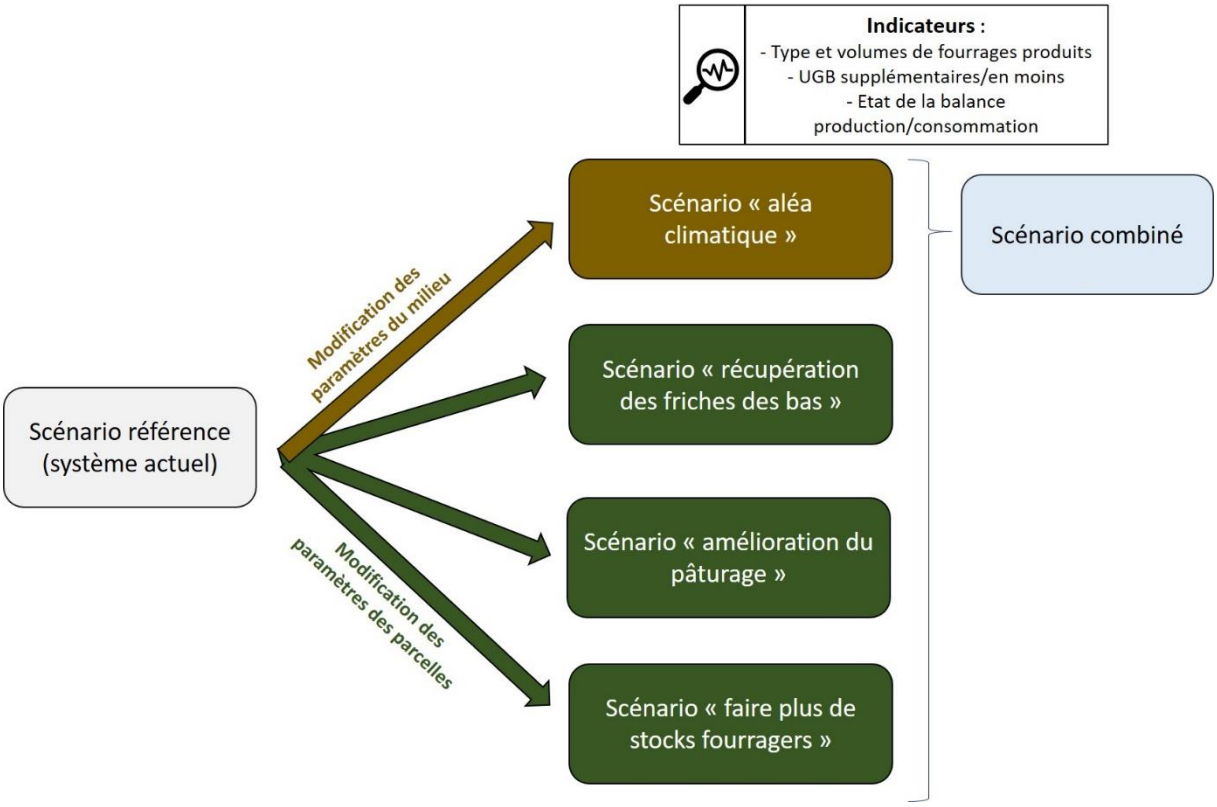


FIGURE 23 : SCENARIOS DE SIMULATION SUR LE MODULE "PRODUCTION" DU MODELE « GESTION DES FOURRAGES SUR L'ILE DE LA REUNION ».

Parmi les problématiques évoquées, pour la partie élaboration de scénarios de mon stage, on retient les suivantes :

- Le pâturage n'est pas toujours optimisé (rythmes de pâturage, constitution de stocks), particulièrement dans la zone des Hauts de l'Ouest.
- La pression foncière et l'étalement urbain dans les bas limitent les terres utilisables pour la constitution de fourrages tropicaux conservés.
- Dans certains cas de sécheresse l'île a eu recourt à l'importation de fourrages conservés.

Quatre scénarios sont ainsi élaborés (cf. Figure 23) afin d'aborder ces problématiques.

Trois de ces scénarios sont réalisés avec la mobilisation de leviers techniques sur la gestion et l'utilisation des parcelles :

- le passage de parcelles de friche en parcelles productrices de fourrages conservés (enrubanné ou foin de graminées tropicales) ;
- une amélioration des pratiques de pâturage (passage d'un pâturage continu sans fertilisation à un pâturage tournant avec une fertilisation d'appoint) ;
- une augmentation de la fauche dans les zones de prairies pour constituer des stocks sous forme d'ensilage.
  Ces deux derniers scénarios sur l'utilisation des prairies sont affectés seulement à la zone des Hauts de l'Ouest qui semble à priori la plus problématique.

Un scénario d'aléa climatique est également simulé pour analyser la résistance du système actuel (balance production/consommation) en cas de sécheresse. La sécheresse est un phénomène qui touche particulièrement l'Ouest de l'île. Les valeurs de perte de rendement en année sèche sont présentées dans le Tableau 16.

Enfin, un scénario global combinant ces quatre scénarios est simulé pour analyser la résilience en cas de sécheresse d'un système « optimisé » mobilisant des leviers techniques de gestion et d'utilisation des parcelles.

Les indicateurs utilisés pour évaluer les scénarios sont les suivants :

- Variation de la balance avec gain ou perte de fourrage, en type et volume.
- Equivalent UGB : pour donner un ordre d'idée du nombre d'animaux que l'on peut nourrir en plus ou en moins selon les scénarios. Par convention une UGB correspond à 4 750 kg MS consommés par an, incluant l'herbe pâturée et les fourrages conservés (IDELE, 2013). La table des UGB est présentée en annexe 6.

TABLEAU 16 : POURCENTAGE DE PERTES DE RENDEMENT EN ANNEES SECHES (2012-2013) PAR RAPPORT A UNE MOYENNE SUR 10 ANS. (ARP, SYNTHESE DES ESSAIS FERTILISATION CIRAD)

Niveau de fertilisation	Faible	Moyen	Elevé
Zone géographique	*(% de perte par rapport à la moyenne sur 10 ans)*		
Basse *(tropicales)*	- 7	- 13	- 14
Médiane *(kikuyu)*	- 15	- 21	- 22
Haute *(kikuyu/tempérées)*	- 14	- 15	- 18

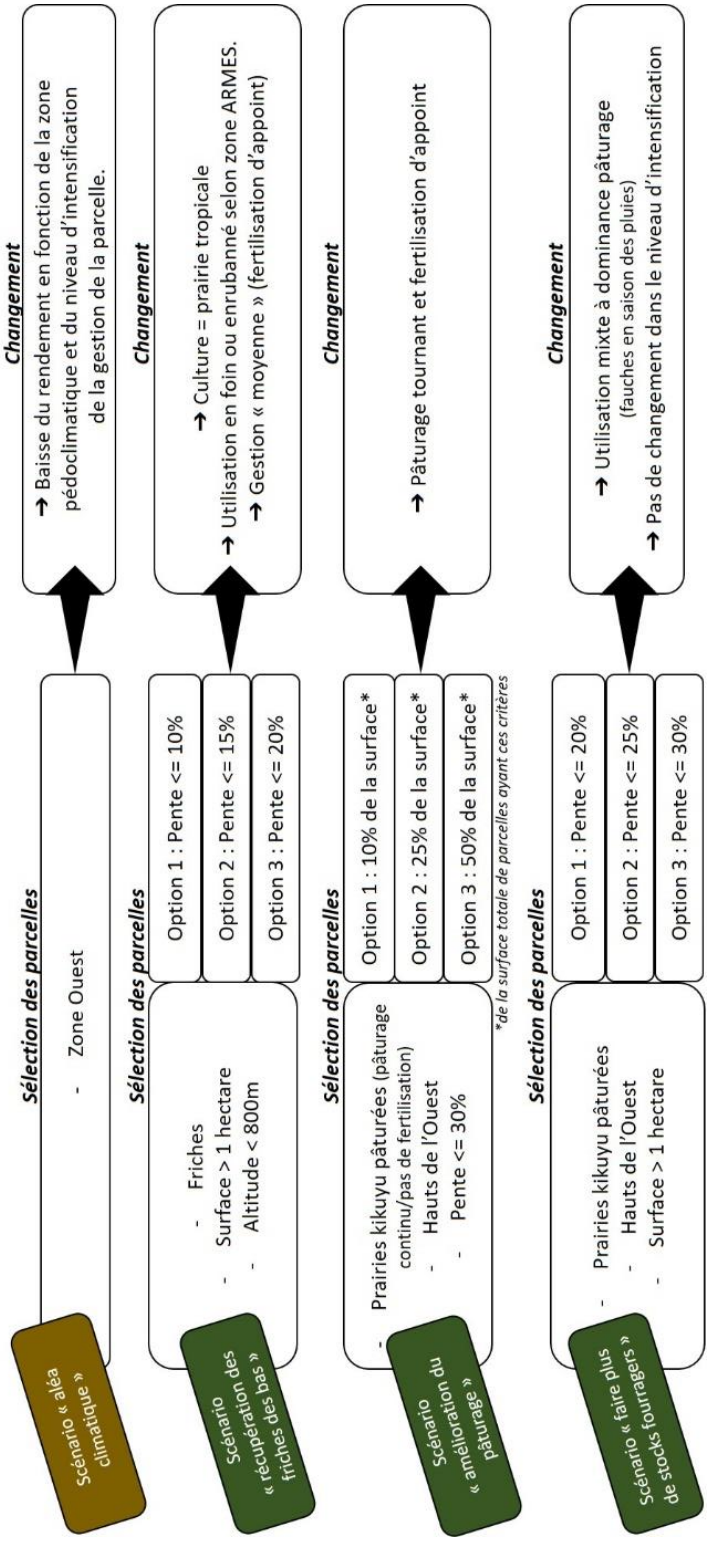


FIGURE 24 : REGLES DE SELECTION DES PARCELLES ET CHANGEMENTS ASSOCIES A CHACUN DES SCENARIOS.

b. Critères de sélection des parcelles et affectation des changements.

L'ensemble des critères de sélection des parcelles et des changements qui leurs sont affectés sont présentés sur la Figure 24, et de façon détaillée en annexe 7 pour l'écriture du script de modélisation.

Le scénario d'aléa climatique concerne toutes les parcelles de la zone Ouest de l'île, auxquelles sont affectées une baisse de rendement correspondant à leur niveau d'intensification et leur zone pédoclimatique.

Pour le scénario de récupération des friches des Bas (d'une altitude inférieure à 800m), on ne considère que les parcelles ayant une surface supérieure à 1 ha pour des raisons de viabilité économique de la fauche. Le critère discriminant pour les trois options est la pente. Plus une pente est élevée plus cela peut compliquer le défrichement, la plantation de la prairie, les travaux de fauche. Plus la pente est élevée plus ces parcelles auront potentiellement besoin de travaux d'amélioration foncière. Les trois options sont donc classées en fonction de leur facilité de défrichement et mise en place de prairies. Les parcelles sélectionnées sont passées en parcelles de fauche ou d'enrubanné de graminées tropicales selon leur zonage ARMES. Le type de gestion affecté est « standard ».

Pour le scénario d'amélioration du pâturage, on s'intéresse aux parcelles de kikuyu des Hauts de l'Ouest étant pâturées de manière continue et sans fertilisation (il n'y a que très peu de prairies tempérées dans cette zone, et elles sont généralement fauchées). Ne sont considérées que les parcelles avec une pente inférieure à 30% pour des raisons de faisabilité de mise en place de pâturage tournant (clôtures, points d'eau…) et de fertilisation (accessibilité au tracteur et à l'épandeur). Les scénarios sont testés pour différents pourcentage de cette surface éligible : 10, 25 puis 50%. Les parcelles retenues sont passées en prairies de kikuyu en pâturage tournant et avec une fertilisation d'appoint.

Le scénario d'augmentation des pratiques de stocks fourragers concerne les parcelles de kikuyu pâturées ayant une surface supérieure à 1ha (pour la viabilité économique du chantier de fauche). Comme pour celui des friches la pente est le critère discriminant pour les différentes options (avec des pentes plus élevées car la zone des Hauts de l'Ouest est une zone de fortes pentes, sur les flancs des cirques Mafate et Cilaos) qui classe les parcelles dans les différentes options selon la facilité du changement de pratique. Ce changement est un passage en utilisation mixte de la prairie, avec la réalisation de fauches pendant l'été austral. Il n'y a pas de changement concernant le « niveau d'intensification » de la prairie : pas de changement sur le rythme de pâturage ni les pratiques de fertilisation.

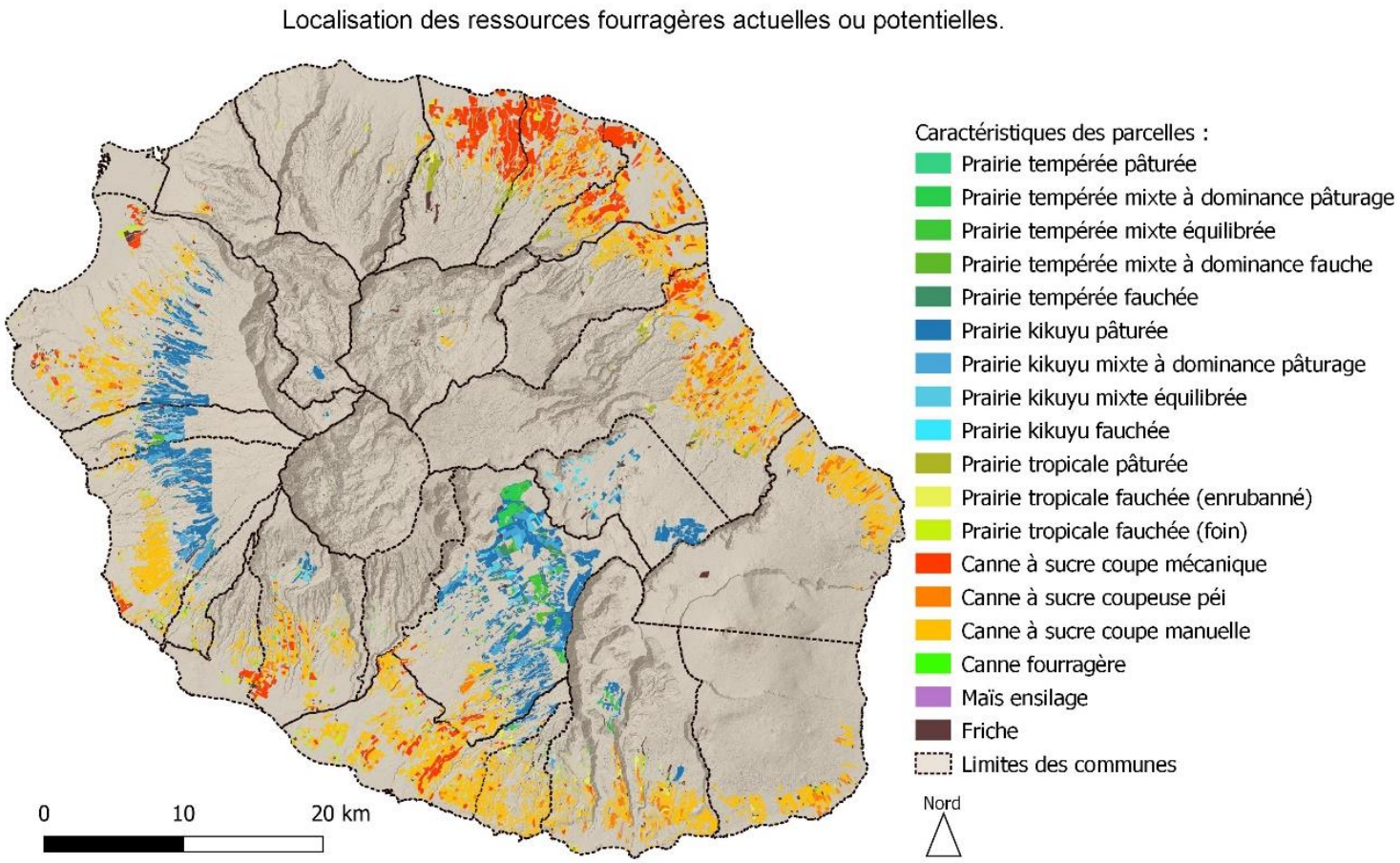


FIGURE 26 : LES SURFACES FOURRAGERES ACTUELLES OU POTENTIELLES DISTINGUEES PAR LEUR MODE D'UTILISATION.

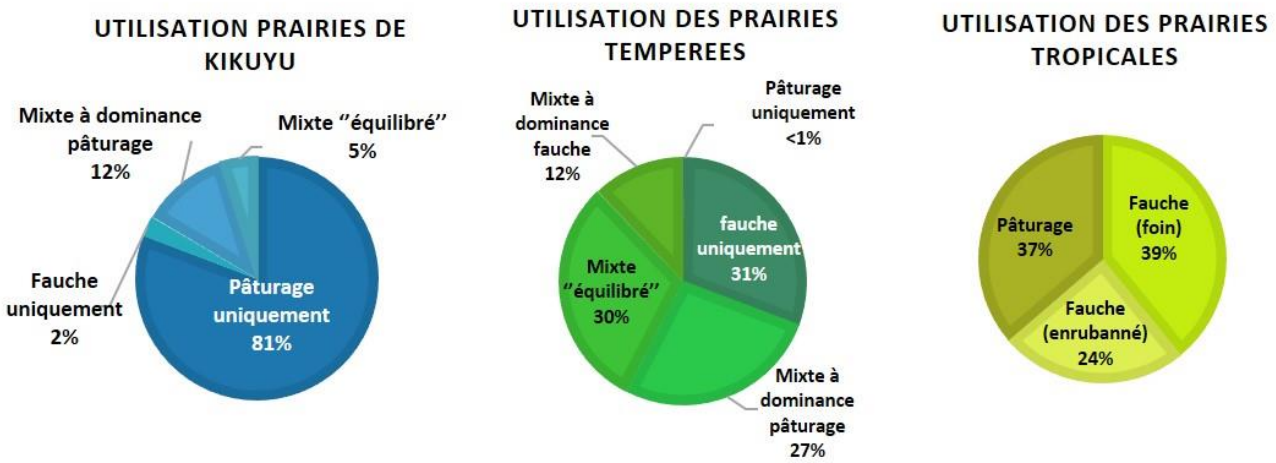


FIGURE 27 : POURCENTAGES DES DIFFERENTS MODES D'UTILISATION POUR CHAQUE TYPE DE PRAIRIES A L'ECHELLE DE L'ILE.

RESULTATS

I. LA PRODUCTION FOURRAGERE SUR L'ILE DE LA REUNION

1) Différentes surfaces fourragères et leur utilisation.

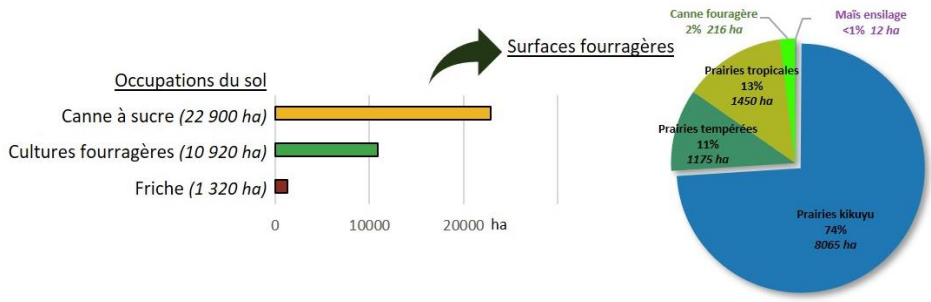


FIGURE 25 : LES DIFFERENTES SURFACES PRISES EN COMPTE DANS L'ETUDE ET LA SUPERFICIE QU'ELLES COUVRENT.

La spatialisation des parcelles productrices - ou potentiellement productrices - de fourrages a permis d'identifier les superficies couvertes pour chaque différent type de surfaces. La canne à sucre couvre 22 900 ha soit 65% de la surface totale, contre 31% pour les 10 690ha de cultures fourragères. Les friches quant à elles couvrent les 4% restants soit 1320ha. Sur les 10 690 ha de cultures fourragères on peut distinguer, par ordre d'importance : les prairies de kikuyu s'étalant sur 8 065 ha, les prairies tropicales couvrant 1 452ha, les prairies tempérées pour 1 174 ha, la canne fourragère identifiée sur 216 ha et enfin le maïs ensilage sur seulement 12ha (cf. Figure 25).

Le parcellaire obtenu après attribution des différents Type_parcelle est présenté en Figure 26. Il permet de distinguer d'une part les différents types de coupe pour la canne à sucre et d'autres part les prairies selon leur mode d'utilisation : pâture, fauche ou mixte. On remarque que les parcelles de canne à sucre coupées mécaniquement, où l'on peut théoriquement exporter la paille, se trouvent plutôt au Nord, au Sud et quelques-unes dans l'Ouest. Les prairies tempérées sont majoritairement présentes dans la région de la Plaine des Cafres tandis que les Hauts de l'Ouest et la Plaine des Palmistes comportent surtout des prairies de kikuyu. Les friches sont réparties dans l'ensemble du territoire et sont en général des parcelles de petite taille (1,16 ha). Même constat pour la canne fourragère que l'on retrouve surtout sur des petites parcelles, pentues (surface moyenne 0,63 ha et pente moyenne 24%). Le détail des différentes surfaces par commune est présenté dans le tableau en annexe 8.

La Figure 27 présente les différents modes d'utilisation pour les trois types de prairies, et leur importance par rapport à la surface totale de chaque type. Ainsi, on remarque que les prairies de kikuyu sont majoritairement en pâturage exclusif (81%) tandis que les prairies tempérées sont principalement en systèmes mixtes (69%). En effet, lorsqu'un agriculteur met en place une prairie tempérée c'est en général dans un but de réaliser des stocks fourragers (sous forme d'enrubanné) de meilleure qualité nutritive. Ces prairies sont implantées sur des parcelles naturellement adéquates pour la mécanisation (semis et travaux de fauche), ou ayant bénéficié de travaux d'amélioration foncière (applanissement de la parcelle). Pour ce qui est des prairies tropicales, on observe environ 1/3 de la surface pour chaque utilisation, avec une légère dominance de la fauche pour le foin et du pâturage (respectivement 39% et 31%).

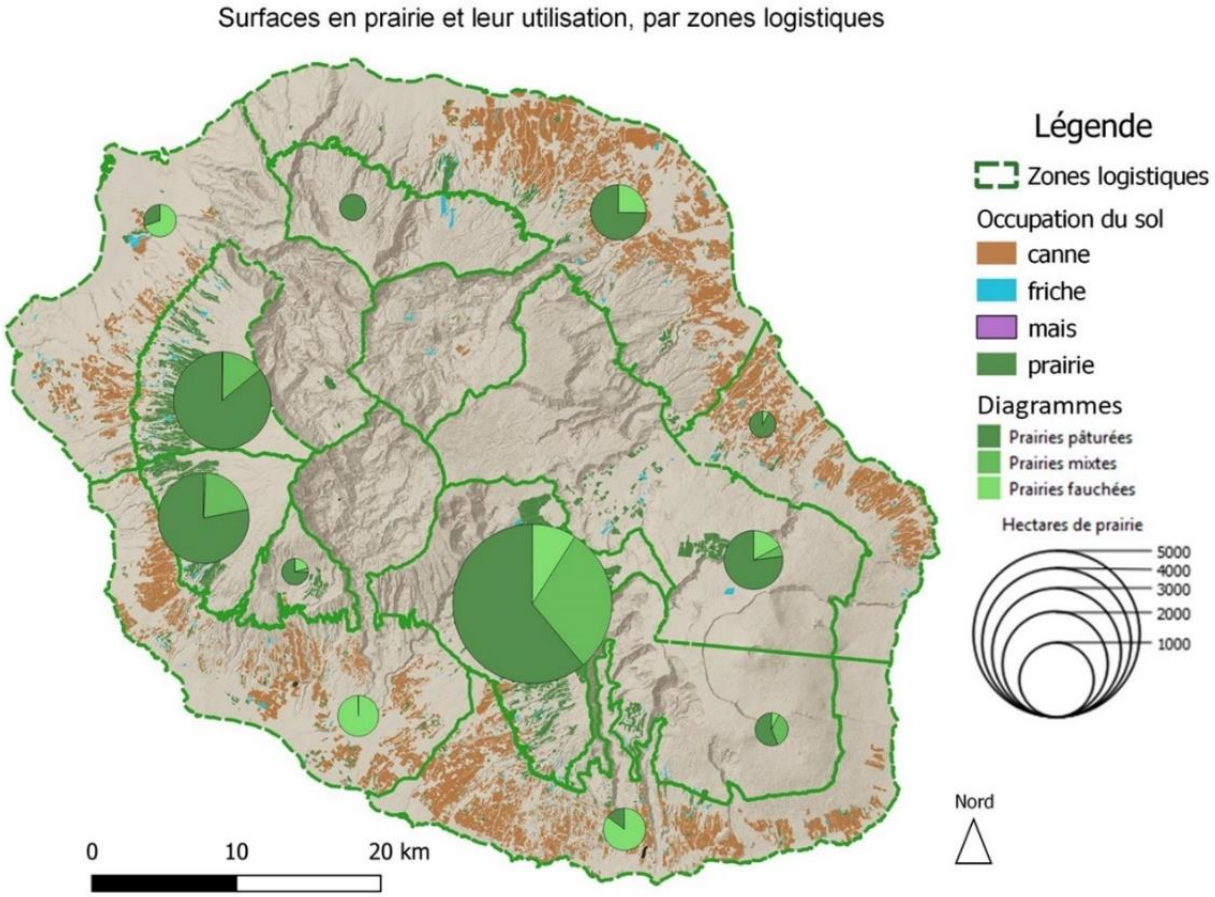


FIGURE 28 : SURFACES EN PRAIRIES ET LEURS DIFFERENTS MODES D'UTILISATION, PRESENTEES PAR ZONES LOGISTIQUES.

La Figure 28 présente les surfaces en prairie pour chaque zone logistique, ainsi que leur utilisation : soit exclusivement pâturées, soit exclusivement fauchées, soit mixtes. Dans les zones des Hauts et de l'Est, l'utilisation principale des prairies est la pâture, tandis que dans les Bas de l'Ouest et du Sud l'utilisation principale est la fauche. Si l'on compare les deux grandes zones de prairies, Hauts de l'Ouest et Plaine des Cafres, on remarque que la proportion de surface de prairies fauchées et/ou mixtes est plus importante dans la Plaine (37 %) que dans les Hauts (18 % pour les deux zones logistiques Hauts de l'Ouest Nord et Sud confondues). Cette différence de proportion est, entre autres, à mettre en corrélation avec les pentes de ces zones : 19.8 % en moyenne pour les prairies de la Plaine des Cafres et 28.9 % pour les Hauts de l'Ouest.

Lors de la restitution du 02 Juillet 2019 des « fiches thématiques » reprenant les principaux résultats ont été distribuées aux acteurs, celles concernant la production fourragère elles sont présentées en annexe 9.

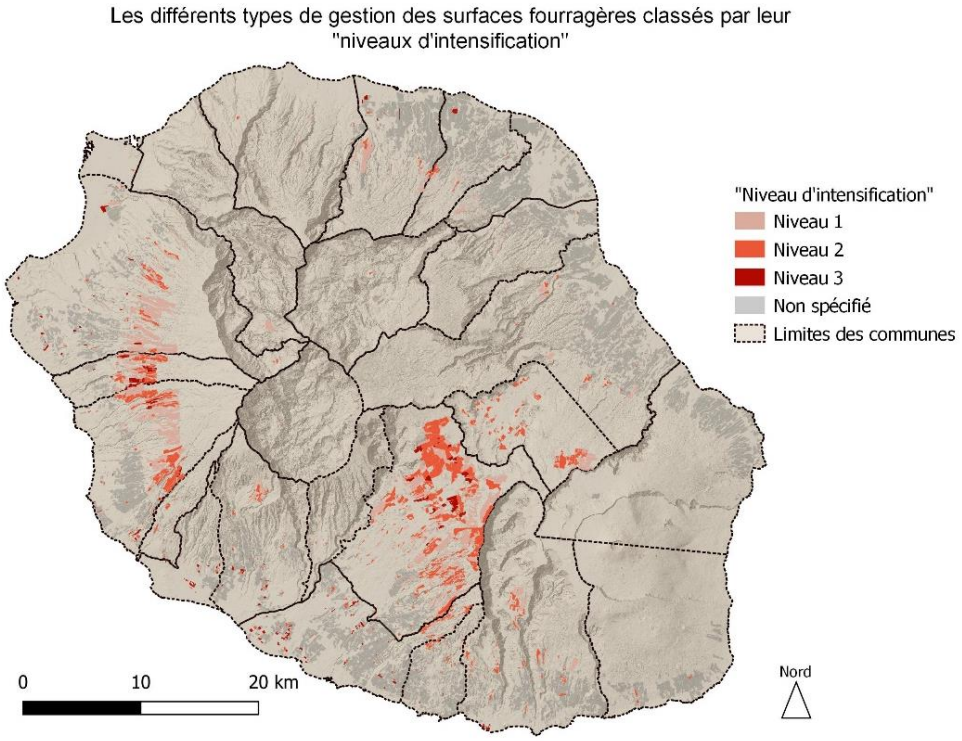


FIGURE 29 : LES DIFFERENTS TYPES DE GESTION DES PARCELLES FOURRAGERES CLASSES SELON LEURS "NIVEAUX D'INTENSIFICATION".

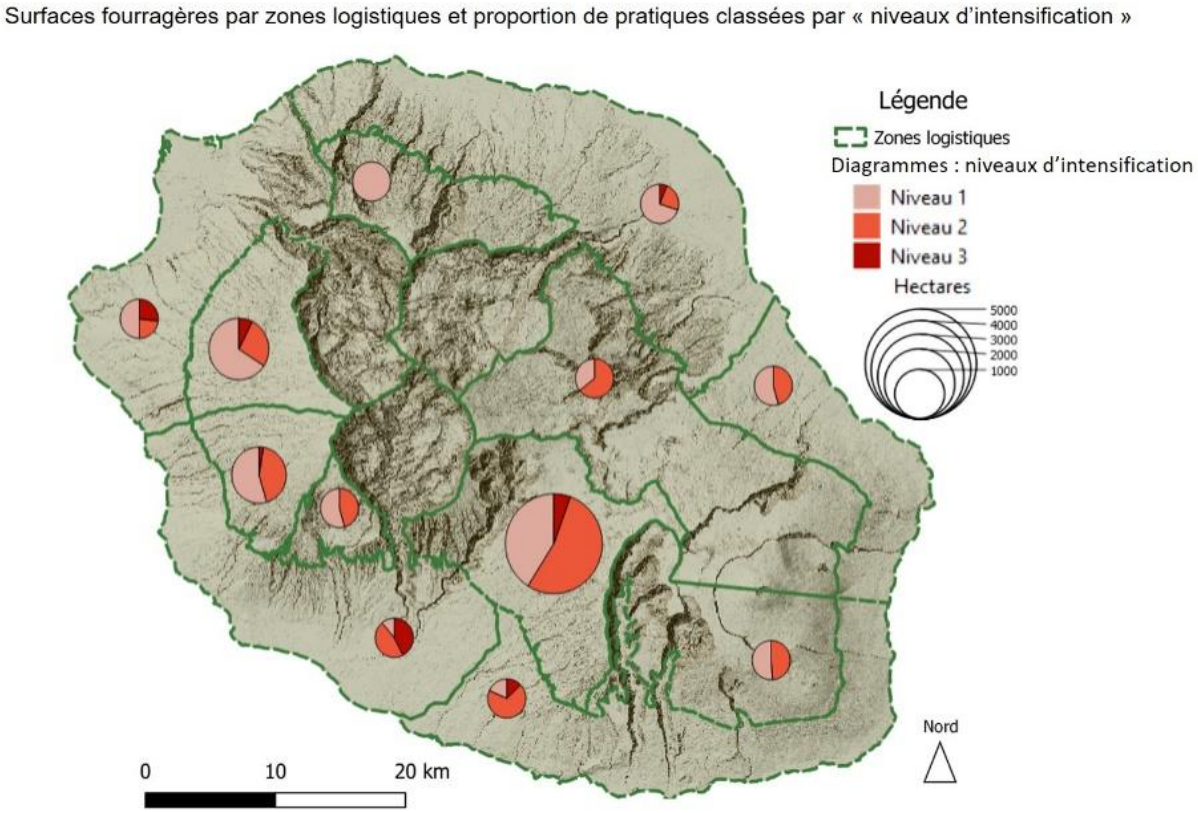


FIGURE 30 : SURFACES FOURRAGERES PAR ZONES LOGISTIQUES ET PROPORTION DE PRATIQUES CLASSEES PAR "NIVEAUX D'INTENSIFICATION".

2) Différents types de gestion des surfaces fourragères.

La Figure 29 présente les parcelles classées selon leurs niveaux d'intensification (en fonction des pratiques d'entretien et de fertilisation) : du 1 moins élevé au 3 plus élevé. Pour la canne fourragère et le maïs avec une gestion « standard » on affecte un niveau 2. Les parcelles en canne à sucre sont exclues de cette classification. La Figure 30 présente les surfaces fourragères par zone logistique ainsi que leur distribution selon leurs « niveaux d'intensification ». On distingue ainsi les zones les plus « intensives » : Côtes Sud et Sud-Ouest puis côte Ouest et Plaine des Cafres ; des zones les plus « extensives » : les Hauts et les côtes Nord et Sud-Est.

En effet, dans les zones des Bas de l'Ouest et du Sud on trouve beaucoup de troupeaux menés en « hors-sol » (bovins engraisseurs, caprins, ovins et equins) (voir étude Jacques Magnier, 2019) sur des exploitations avec peu de surface fourragère puisque ce sont des zones à forte pression foncière. De ce fait, les éleveurs auront plutôt tendance à intensifier leurs pratiques pour valoriser au maximum leurs surfaces et répondre aux besoins des troupeaux. On produit également dans ces zones du foin de chloris, une ressource limitante sur l'île en termes de volumes (voir partie Résultats.II). Les cultivateurs de chloris auront donc plutôt tendance à intensifier leurs pratiques pour disposer de plus de volume, soit pour leurs propre consommation soit pour la vente.

Concernant les Hauts on observe que ceux de l'Ouest sont principalement menés de manière extensive ce qui s'explique à la fois par les caractéristiques du milieu, telles que les fortes pentes (28,9% en moyenne), mais également par les aides PAC qui tirent les élevages vers des systèmes extensifs de montagne. Ainsi, pour contractualiser aux aides ICHN par exemple il faut avoir un chargement inférieur à 2 UGB.ha. On trouve sur cette zone majoritairement des élevages bovins allaitants, menés au pâturage (Jacques Magnier, 2019). A contrario, sur la Plaine des Cafres, le milieu est plus favorable à des pratiques de gestion plus intensives (notament par une pente moyenne plus faible : 19,8%). C'est sur cette zone que se trouve la plus forte concentration d'élevages laitiers (Jacques Magnier, 2019), menés le plus souvent en hors-sol avec de forts chargements sur de petites surfaces, en moyenne 3UGB/ha (ARP, 2019) d'où une intensification de l'utilisation des prairies.

Les pâtures sont menées principalement en extensif, pour 65%, et seulement 1% en intensif (cf. Tableau 17). Pour les prairies mixtes elles sont surtout gérées avec un niveau 2, standard, pour 72%. Même constat pour les prairies de fauche, 57% sont gérées avec un niveau standard, mais 37% sont gérées de manière intensive.

TABLEAU 17 : NIVEAUX D'INTENSIFICATION SUR LES SURFACES EN PRAIRIES PATUREES, MIXTES ET FAUCHEES A L'ECHELLE DE L'ILE

Type de prairie	Pâture	Mixte	Fauche	Total
Surface totale	**7 057**	**2 136**	**1 497**	**10 690**
niveau 1	65 %	18 %	12 %	48 %
niveau 2	34 %	72 %	57 %	45 %
niveau 3	1 %	10 %	31 %	7 %

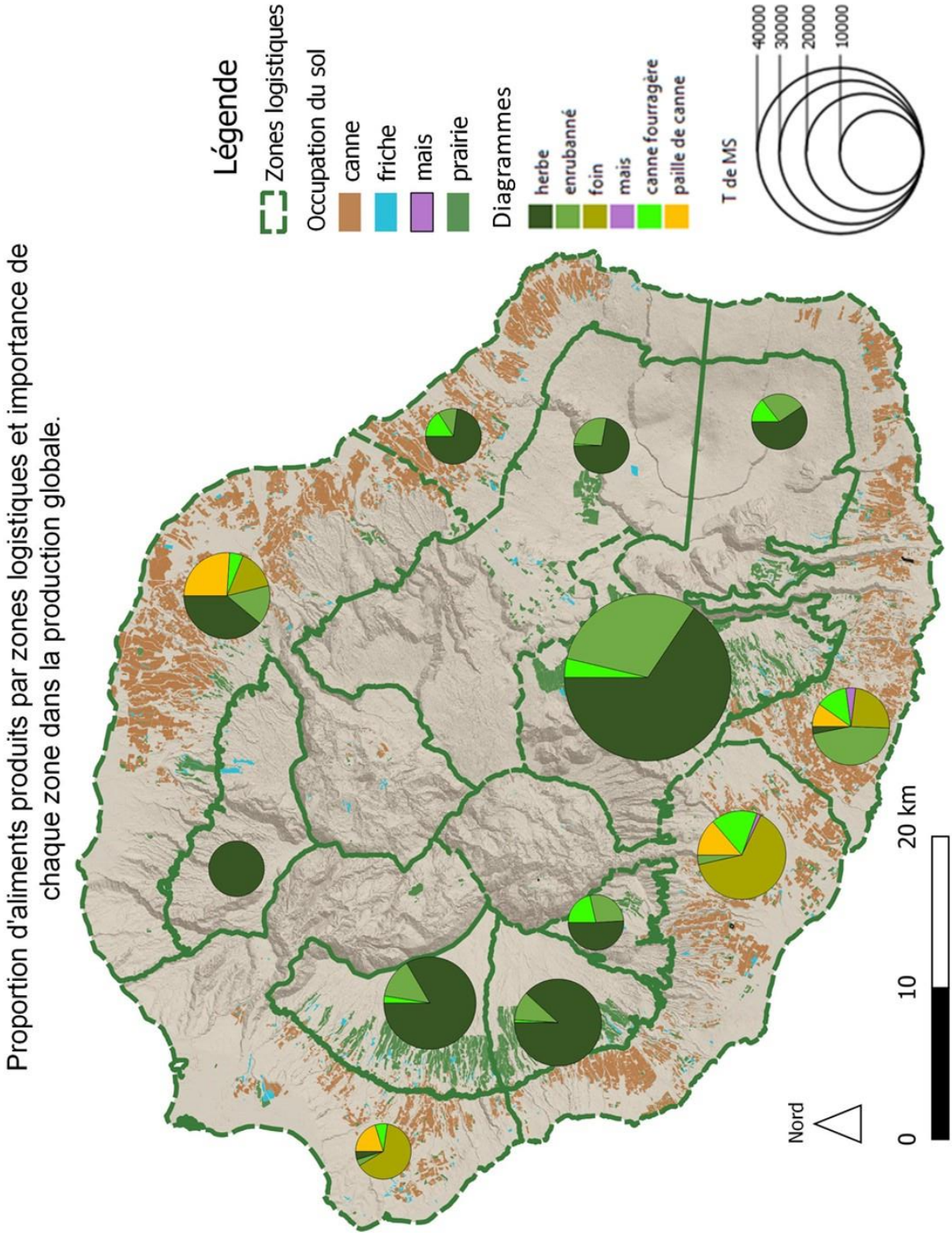


FIGURE 31 : PRODUCTIONS D'ALIMENTS DANS LES DIFFERENTES ZONES LOGISTIQUES.

3) Productions des différents fourrages

TABLEAU 18 : PRODUCTION DES DIFFERENTS TYPES D'ALIMENTS A DESTINATION DU BETAIL SUR L'ILE DE LA REUNION, EN TONNES DE MATIERE SECHE PAR ANNEE ET PAR SAISON.

Aliment produit		Herbe pâturée	Enrubanné	Foin	Canne fourragère	Paille de canne	Maïs ensilage	Total
Production annuelle	T de MS	**60 682**	**25 067**	**14 395**	**6 978**	**6 375**	**557**	**114 054**
	% par rapport à la production totale	**53 %**	**22 %**	**13 %**	**6 %**	**5,6 %**	**0,4%**	
Dont été	T de MS	*31 816*	*17 914*	*7 801*	*3 898*	*3 187*	*287*	*64 903*
	% par rapport à la production annuelle de l'aliment	*52 %*	*71 %*	*54 %*	*56 %*	*50 %*	*52 %*	*57 %*
Dont hiver	T de MS	*28 866*	*7 153*	*6 594*	*3 080*	*3 188*	*270*	*49 151*
	% par rapport à la production annuelle de l'aliment	*48 %*	*29 %*	*46 %*	*44 %*	*50 %*	*48 %*	*43 %*

Concernant la production en tonnes de matière sèche de chaque aliment produit sur l'île par an et par saison, on remarque que la plus grosse production en termes de volume est l'herbe, dont la variation saisonnière est de 52% en été et 48% en hiver (Tableau 18). Pour ce qui est de l'enrubanné, qui correspond à 22% de la production fourragère de l'île ce sont 71% qui sont produits en été. Le foin est en troisième place avec 13% de la production, dont 54% est produite en été. La canne fourragère est estimée à 6% de la production, dont 56% en été. Enfin, la paille de canne représente 6% de l'île. La campagne de canne s'étalant de Juillet à Décembre la récolte de paille est divisée entre 3 mois d'été et 3 mois d'hiver.

a. Localisation de la production

La Figure 31 présente la production en tonnes de matière sèche de chaque zone logistique ainsi que la proportion de chaque aliment. La Plaine des Cafres, située au centre sur la carte, est la zone la plus productrice avec plus de 4 000 T de MS, dont majoritairement de l'herbe. Les zones des Hauts sont productrices d'herbe et d'enrubanné tandis que dans les zones des Bas on trouve surtout des fourrages conservés de graminées tropicales, de la paille de canne et de la canne fourragère.

b. Les « autres cultures fourragères »

- Maïs ensilage.

Le maïs est très anecdotique en surface puisque seulement 12 ha sont déclarés à la PAC en 2017. L'entretien mené auprès d'un éleveur (cf. Photographie 8) dont le système est basé uniquement sur le maïs a permis de tirer quelques observations : c'est une culture ultra-productive dans les conditions météorologiques adaptées (ici Saint-Joseph à 200 m d'altitude) puisqu'elle lui permet d'atteindre 17 T de MS/coupe/ha avec 3 coupes /ha/an soit 51 T de MS/ha/an. Avec 7ha de maïs il nourrit à l'année 90 bovins à l'engraissement, sans achat de fourrages extérieurs. C'est donc une culture qui peut permettre une certaine autonomie fourragère dans un contexte de faible disponibilité de foncier.

Photographie 8 : Jacques Magnier, Jean K'bidy et Jean Philippe Choisis devant un maïs age de 2,5 mois, quasiment pret pour la recolte. (Fanny Lorre, 2019)

Photographie 9 : Canne fourragere agee de 2 mois, prete pour la recolte. Hauts de petite ile. (fanny Lorre, 2019)

Cependant, c'est une culture gourmande en fertilisation (dans notre exemple 60 T de fumier/ha/coupe) et en mécanisation (préparation du sol – labour –, désherbage, fertilisation, récolte). Elle peut également être gourmande en produits phytosanitaires, pour le désherbage et pour la lutte contre les bioagresseurs et les phytopathogènes, bien que du fait de sa faible présence sur l'île elle ne soit pas trop touchée par ces phénomènes. Elle nécessite des terrains plats, une forte charge de travail et une forte technicité. Enfin, le « risque cyclone » est réel, il est nécessaire de semer en conséquence pour caler les cycles de croissance en dehors de la période cyclonique (Janvier-Mars) mais il peut arriver que des conditions climatiques soient trop néfastes et fassent verser le maïs, contraignant alors l'éleveur à ramasser la parcelle à la main si les plantes sont encore valorisables.

- Canne fourragère.

Seulement 216ha de canne fourragère sont déclarés au RPG de 2017. Ce sont des parcelles de petite taille (0,63 ha en moyenne) et généralement très pentues (24% en moyenne). Peu d'éleveurs déclarent leurs surfaces en canne fourragère pour plusieurs raisons :

- Ce sont souvent des récoltes informelles sur les bords de routes, de chemins, ou de parcelles d'autres cultures.
- Il n'existe pas d'aide à la culture de la canne fourragère.
- Il n'y a pas de « case » propre à la canne fourragère dans les formulaires de déclaration de la PAC. Ces surfaces sont donc déclarées en prairie temporaire, en canne à sucre, ou le plus souvent en « FAG : Fourrage annuel d'un autre genre ».

Une approche pour estimer la surface en canne fourragère de l'île et de prendre la consommation en « affouragement vert » estimée par notre étude. On l'estime à environ 33 600 T de MS consommées sur l'île à l'année (Jacques Magnier, 2019), majoritairement de la canne fourragère mais aussi de la canne à sucre et du « tout-venant » c'est-à-dire la végétation glanée sur les bords de route, dans les ravines, etc… Si ces 33 600 tonnes n'étaient que de la canne fourragère cela représenterait 1 200 ha* de surface en canne fourragère à l'échelle de l'île. [**avec une moyenne de rendement 28 T de MS/ha/an (moyenne des rendements potentiels dans les 14 zones pédoclimatiques de l'île, cf. annexe 10)*]

L'enquête auprès d'un éleveur dont le système est basé en grande partie sur la canne fourragère a permis d'identifier quelques spécificités concernant cette culture. Situé dans les Hauts de Petite-Île à 800 m d'altitude il atteint des rendements de 6 à 7 T de MS/ha/coupe sur ses cannes fourragères, avec 4 coupes en été (cycles d'1,5 mois) et 3 coupes en hiver (cycles de 2 mois, cf. Photographie 9). La ration de ses animaux (bovins et ovins à l'engraissement) est basée sur un affouragement vert quotidien d'un mélange canne fourragère – canne à sucre broyé. La croissance de la canne fourragère ralentissant en hiver, il complète avec une plus grande part de canne à sucre qui, elle, a une forte biomasse pendant cette saison. Comme ses parcelles sont accessibles en tracteur il peut fertiliser, à raison de fumier « à volonté » (quantité non précisée) 2 à 3 fois par an et d'environ 100 kg/ha d'engrais minéral une fois dans l'année, mais non systématique. C'est une culture, d'après lui, peu exigeante en termes d'entretien et de fertilisation mais coûteuse en main d'œuvre puisqu'il lui faut la récolter et la broyer chaque jour pour la distribuer en affouragement vert. Une alternative à cette contrainte est de l'utiliser en ensilage, comme pour le maïs, mais les faibles surfaces que possèdent généralement les éleveurs, ainsi que le manque d'espace de stockage, freinent cette pratique.

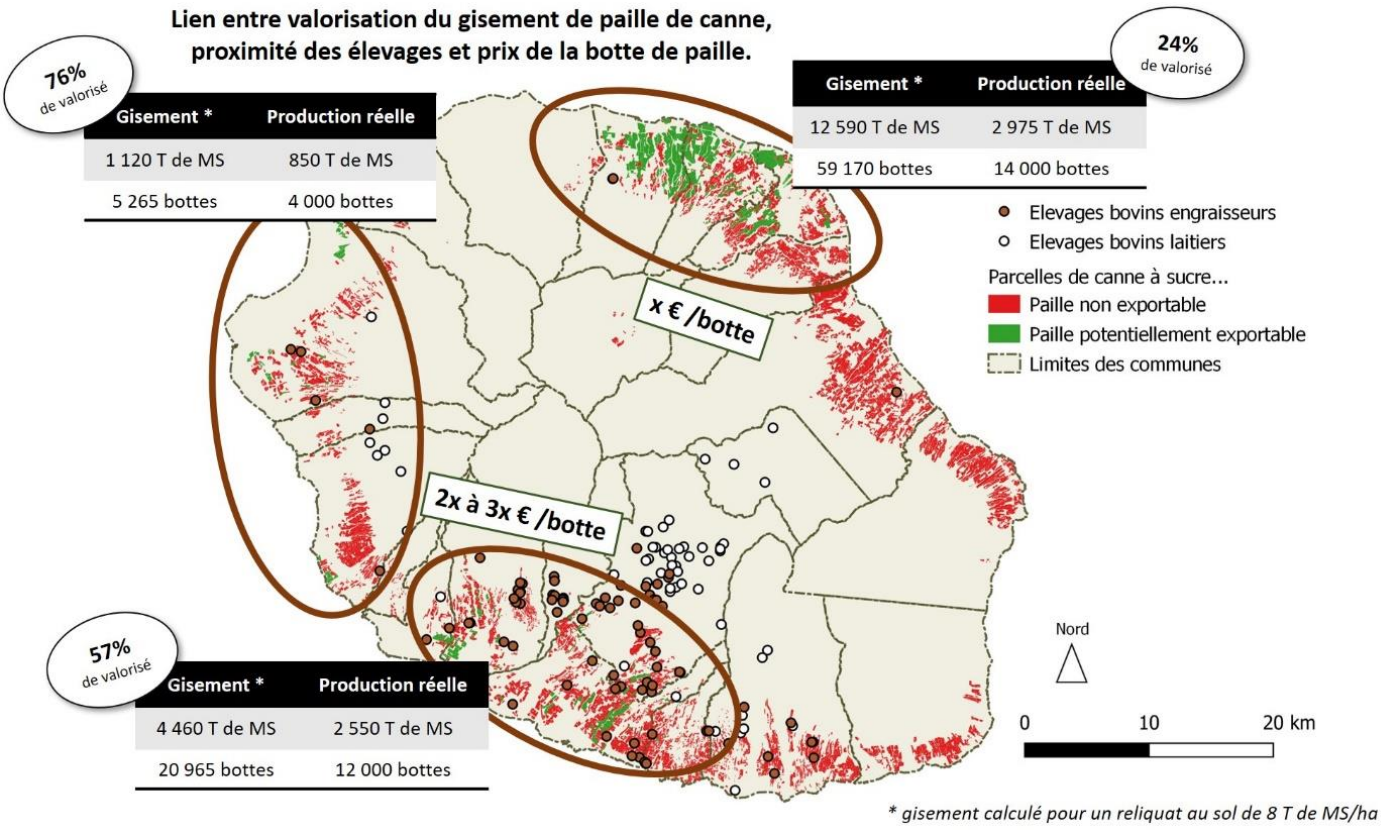


FIGURE 32 : LIEN ENTRE VALORISATION DU GISEMENT DE PAILLE DE CANNE, PROXIMITE DES ELEVAGES ET PRIX DE LA BOTTE DE PAILLE.

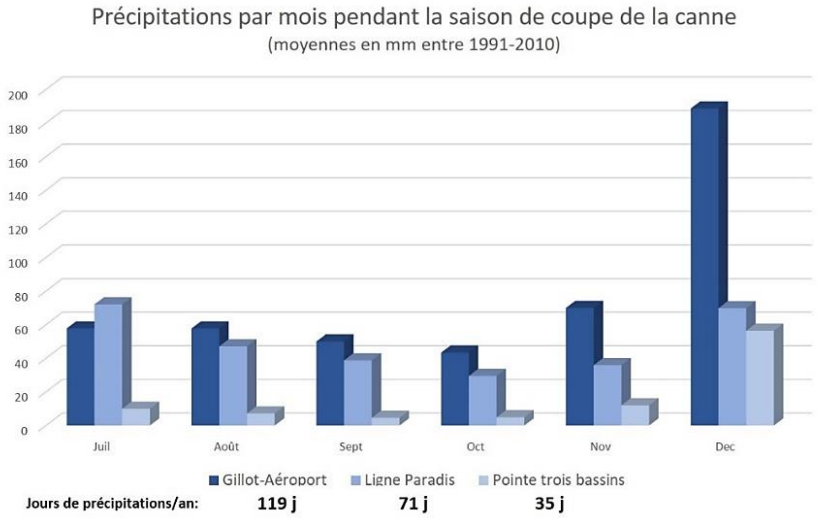


FIGURE 33 : PRECIPITATIONS PAR MOIS PENDANT LA SAISON DE COUPE DE LA CANNE DANS LES ZONES PRODUCTRICES DE PAILLE DE CANNE (SOURCE : METEO FRANCE)

c. La paille de canne

- Gisement potentiel

Le gisement potentiel de l'île en paille de canne selon trois différentes modalités d'exportation est présenté dans le Tableau . Le gisement varie donc entre 50 495 T de MS en cas d'export total et 10 008 T de MS en cas de respect d'un reliquat au sol de 10 T de MS / ha. Dans le cas d'un reliquat de 8 T de MS au sol /ha le gisement est de 18 173 T de MS soit environ 85 400 bottes (Cf. Tableau 19).

TABLEAU 19 : GISEMENT POTENTIEL EN PAILLE DE CANNE RECOLTABLE A L'ECHELLE DE L'ILE EN FONCTION DES DIFFERENTES MODALITES D'EXPORTATION DE LA PAILLE.

Modalité d'exportation	Export de l'intégralité de la paille	Reliquat de 8 T de MS au sol /ha	Reliquat de 10 T de MS au sol /ha
Surface récoltable	4 040 ha	4 040 ha	3 850 ha
Gisement potentiel en T de MS	50 495	18 173	10 008
Gisement potentiel en équivalent bottes de paille	237 091	85 413	47 038

- Production réelle.

Ce gisement n'est en réalité pas entièrement exploité, pour différentes raisons. Les planteurs n'acceptent pas forcément d'exporter la canne pour des considérations agronomiques, pour la disponibilité du matériel et l'organisation logistique, pour des raisons de viabilité économique, et enfin pour cause de fenêtres climatiques insuffisantes pour la fenaison. La récolte de la paille sur l'île est faite par un nombre réduis de planteurs et/ou d'entrepreneurs et on l'évalue à 30 000 bottes de 250kg (à 85% de MS) ramassées par an soit environ 6 375 T de MS. Pour la campagne 2018 la production des 30 000 bottes se caractérise comme ceci (Ercane, communication personnelle, 2019) :

- Zone Nord : 14 000 bottes
- Zone Sud-Ouest : 12 000 bottes
- Zone Ouest : 4 000 bottes.

La Figure 32 présente le pourcentage de valorisation du gisement potentiel, selon la modalité ''Reliquat de 8T de MS/ha'' qui est la plus courante sur le terrain. Dans la zone Nord où la botte de paille est payée 2 à 3 fois moins cher que dans l'Ouest, pour cause d'éloignement par rapport aux élevages, on ne valorise que 24% du potentiel. En revanche, on observe que dans les zones à proximité des élevages (Ouest et Sud-Ouest) où le prix payé à la botte est plus élevé (ERcane et Tereos, communication personnelle, 2019), on valorise plus de 50% du gisement potentiel de paille de canne.

Il faut également mettre en parallèle le facteur climatique qui est un élément essentiel de la réussite de la fenaison. La Figure 33 présente le cumul des précipitations mensuelles pendant la période de coupe de la canne, ainsi que le nombre de jours de précipitations à l'année, dans les différentes zones : Pointe des trois bassins (Ouest), Ligne Paradis (Sud-Ouest) et Gillot Aéroport (Nord). Les conditions climatiques semblent donc particulièrement favorables dans la zone Ouest, où l'on valorise en effet les trois quarts du gisement potentiel.

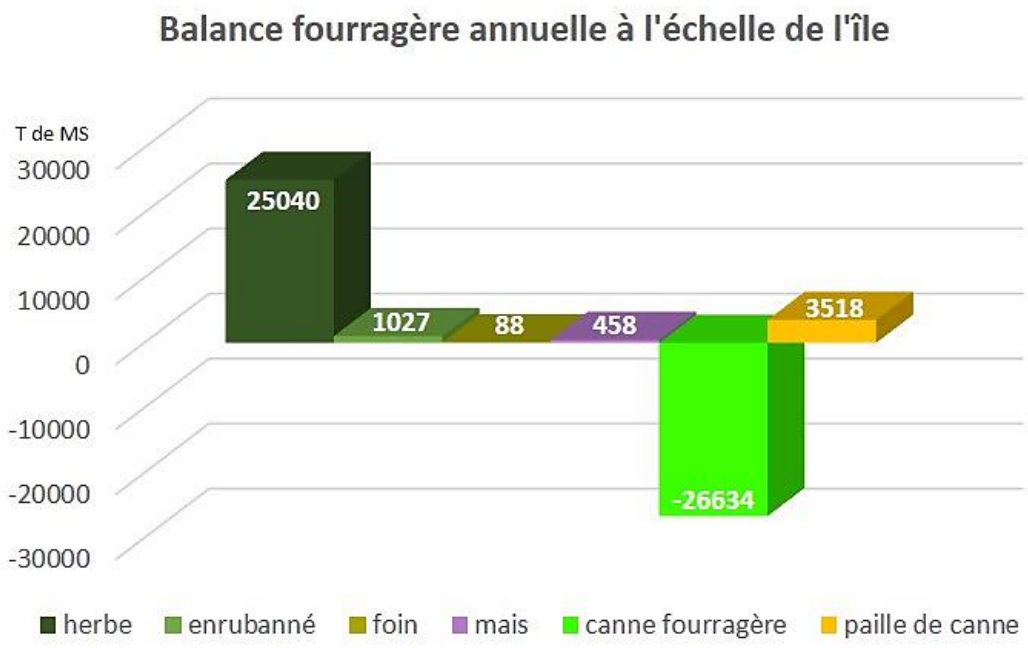
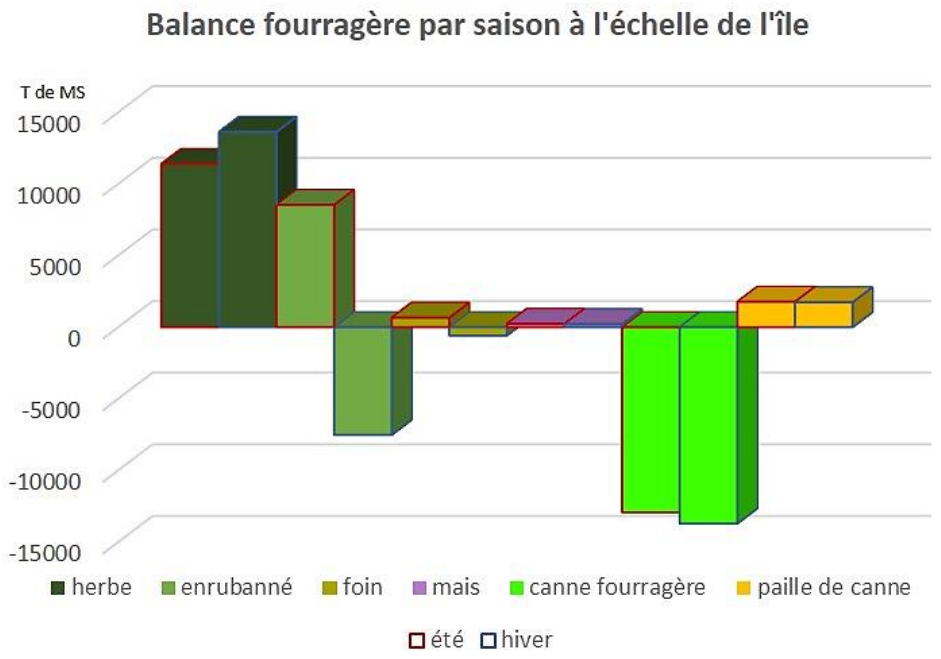


FIGURE 34 : BALANCE DES DIFFERENTS FOURRAGES A L'ECHELLE DE L'ILE SUR UNE ANNEE.



Aliment / Balance (T de MS)	herbe	enrubanné	foin	mais ensilage	canne fourragère	paille de canne
Eté	11401	8546	669	238	-12927	1779
Hiver	13639	-7519	-581	220	-13706	1740

FIGURE 35 : BALANCE FOURRAGERE A L'ECHELLE DE L'ILE PAR SAISON.

II. A L'ECHELLE DE L'ILE : COMPARAISON ENTRE PRODUCTION ET CONSOMMATION

La comparaison entre production et consommation (Jacques Magnier, 2019) des différents fourrages à l'échelle de l'île permet d'identifier les zones d'excédent ou de déficit puis d'envisager les flux de fourrages entre zones (voir Jacques Magnier 2019).

Sur la balance fourragère à l'échelle de l'île (Figure 34), on observe un excédent d'environ 25 000 T de MS d'herbe, non consommée. Le déficit de plus de 26 000 T de MS de canne fourragère s'explique par le manque de surfaces déclarées utilisées pour le calcul face au total d' «affouragement vert» calculé par l'étude de la consommation. En effet, il existe beaucoup de récoltes informelles des bords de routes ou de cultures de canne fourragère et autres ressources sur des bords de parcelles ou des parcelles non déclarées. Concernant les fourrages conservés, on observe pour chacun un léger excédent, allant de 3 500 T pour la paille de canne à seulement 88 T pour le foin. De manière générale, on peut remarquer une sous-valorisation de l'herbe et un très léger excédent de fourrages conservés, donc peu de marge de sécurité.

La Figure 35 présente la balance fourragère de l'île par saison. On peut remarquer que pour les fourrages conservés (foin et enrubanné) la balance est excédentaire pendant l'été, saison où les fauches sont plus fréquentes, ce qui permet de faire des stocks pour l'hiver, déficitaire. En été la balance de l'herbe est un peu moins excédentaire qu'en hiver car pendant cette période une partie de l'herbe est utilisée en fauche.

TABLEAU 20 : SURFACES FOURRAGERES ET EFFECTIFS ANIMAUX PAR ZONES LOGISTIQUES.

Zone logistique		Surfaces à vocation fourragère (hors canne à sucre)		Effectifs animaux		
id	Nom	ha de SFP	% de l'île	UGB	% de l'île	Chargement UGB/ha de SFP
1	Hauts de l'Ouest – Sud	1565	14 %	1967	7,6 %	1,3
2	Côte Sud-Ouest	392	4 %	3335	12,2 %	8,5
3	Hauts du Nord	33	0,3 %	40	0,2 %	1,2
4	Hauts de l'Est	655	6 %	720	2,8 %	1
5	Hauts de l'Ouest - Nord	1820	17 %	2354	9 %	1,3
6	Côte Nord	600	5 %	2304	8,9 %	3,8
7	Côte Sud-Est	92	1 %	273	1 %	3
8	Côte Ouest	212	2 %	1871	7,2 %	3
9	Hauts du Sud	213	2 %	344	1,3 %	1,6
10	Côte Sud	385	4 %	2775	10,7 %	7,2
11	Plaine des Cafres	4827	44 %	9766	37,5 %	2
12	Les Makes	126	1 %	277	1,1 %	2,2
.	Total	10 920	.	26 026	.	2,4

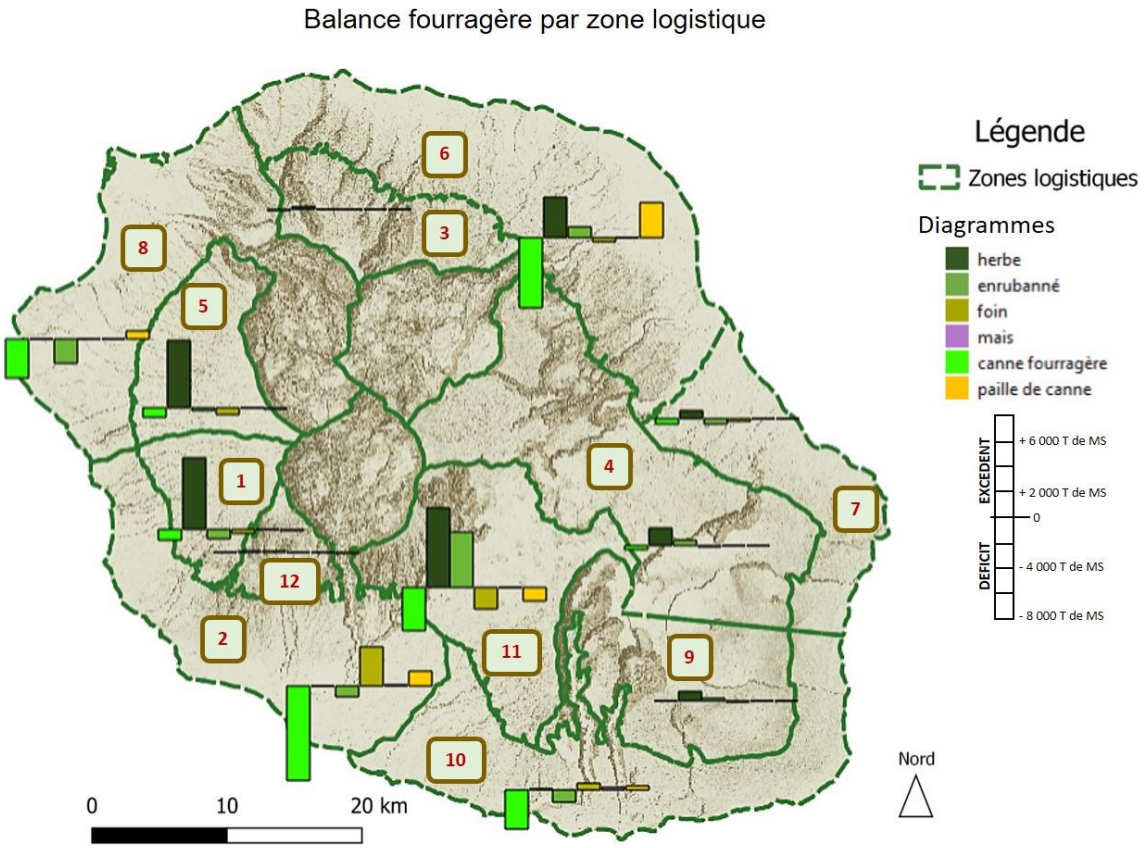
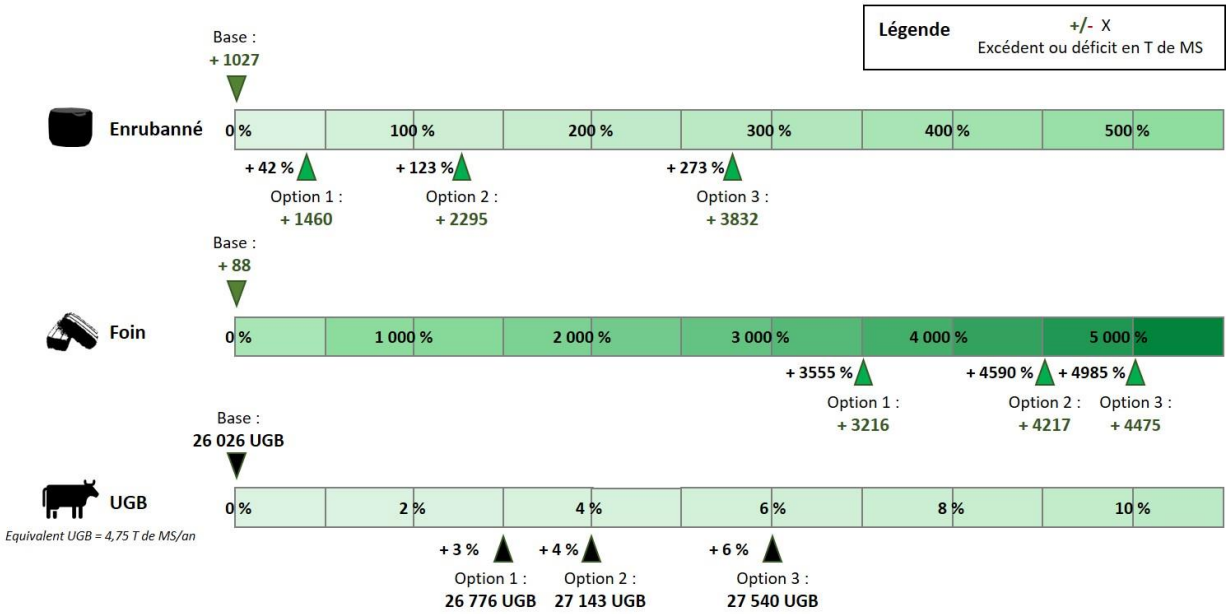


FIGURE 36 : BALANCES DES FOURRAGES PAR ZONE LOGISTIQUE.

Impact de la récupération des friches sur la balance de fourrages conservés à l'échelle de l'île



Option	1 *Parcelles pente < 10%*	2 *Parcelles pente < 15%*	3 *Parcelles pente < 20%*
Surface concernée	162 ha	247 ha	371 ha

FIGURE 37 : IMPACT DE LA RECUPERATION DES FRICHES DES BAS SUR LA BALANCE DE FOURRAGES CONSERVES A L'ECHELLE DE L'ILE DE LA REUNION

L'analyse des balances par zones fourragères (cf. Figure 36) permet d'identifier les zones d'excédent et de déficit des différents fourrages. On remarque ainsi que certaines zones telles que les Hauts du Nord, Est et Sud sont globalement en équilibre, ainsi que la côte Sud-Est et Les Makes. Ce sont des zones à faibles effectifs d'animaux et faibles surfaces fourragères (cf. Tableau 20, page précédente) avec des chargements relativement bas, inférieurs à 2 UGB/ha (sauf pour les zones 7 et 12).

Les autres zones des Hauts (Hauts de l'Ouest Nord et Sud - 5 et 1 -, Plaine des Cafres - 11 -) sont globalement excédentaires en herbe et déficitaires en foin et paille de canne. Les zones des Bas sont excédentaires en paille de canne et la zone 2 est excédentaire en foin. Le détail des balances par zone logistique à l'année est présenté en annexe 11, par saisons en annexe 12, il n'y est pas pris en compte la canne fourragère/affouragement vert en raison du biais surfaces recensées/surfaces réelles évoqué plus haut.

III. SCENARIOS D'EVOLUTION ET IMPACT DE LA MOBILISATION DE LEVIERS TECHNIQUES

L'étude du système tel qu'il fonctionne actuellement a permis d'identifier des leviers techniques pouvant être mis en œuvre pour améliorer son état. Les scénarios d'évolution suivants servent à prédire le comportement de notre système lorsque l'on modifie ses paramètres structurels.

1) LEVIERS TECHNIQUES SUR LA GESTION DES SURFACES

a. Récupération des friches des Bas pour la production de fourrages conservés

La Figure 37 présente les gains en tonnes de matière sèche et en équivalent UGB de la récupération de friches des Bas pour la production de fourrages conservés. Ces gains sont représentés par rapport à la balance Production/Consommation de l'île. Les trois options sont classées selon la facilité de récupération de ces friches, jugée en fonction de leurs pentes.

Sur la balance de l'enrubanné on observe un gain de 42 à 273 % par rapport à l'excédent actuel de 1 027 T de MS, et pour le foin un gain entre 3 555% et 4 985 % par rapport à l'excédent actuel chiffré à 88 T de MS. Ces évolutions de quantité de fourrage se traduisent par un nombre d'UGB supplémentaire chiffré entre 750 et 1 514 UGB. Il existe donc une marge de manœuvre élevée dans la récupération des friches des Bas pour améliorer la sécurité fourragère de l'île en termes de fourrages conservés.

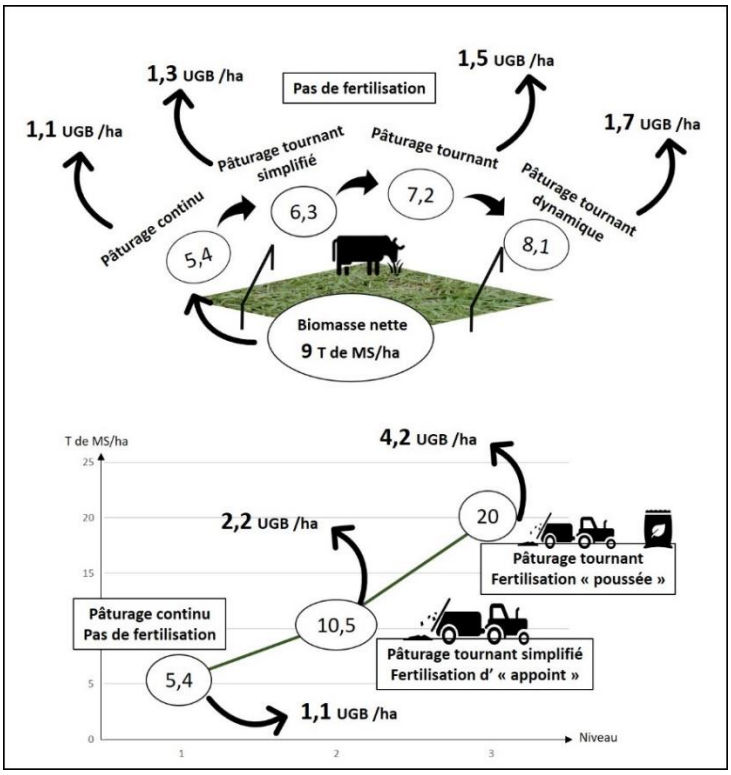
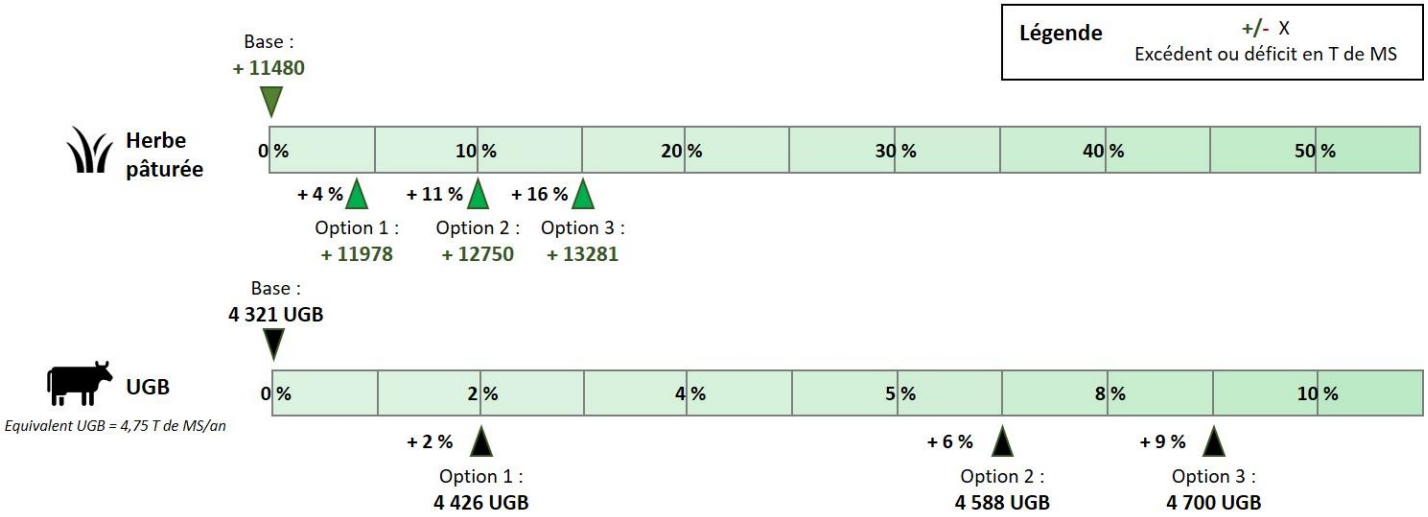


FIGURE 38 : NOMBRE D'UGB POUVANT ETRE NOURRIS SUR UN HECTARE DE PRAIRIE EN FONCTION DE LA VITESSE DE ROTATION DU PATURAGE SEULE PUIS DE LA VITESSE DE ROTATION DU PATURAGE COMBINE A UNE INTENSIFICATION DE LA FERTILISATION.

Impact de l'amélioration du pâturage sur la balance en herbe dans les Hauts de l'Ouest.



Option	1 *10% de la surface*	2 *20% de la surface*	3 *50% de la surface*
Surface concernée	116 ha	288 ha	576 ha

FIGURE 39 : IMPACT DE L'AMELIORATION DES PRATIQUES DE GESTION DU PATURAGE SUR LA BALANCE EN HERBE DES HAUTS DE L'OUEST.

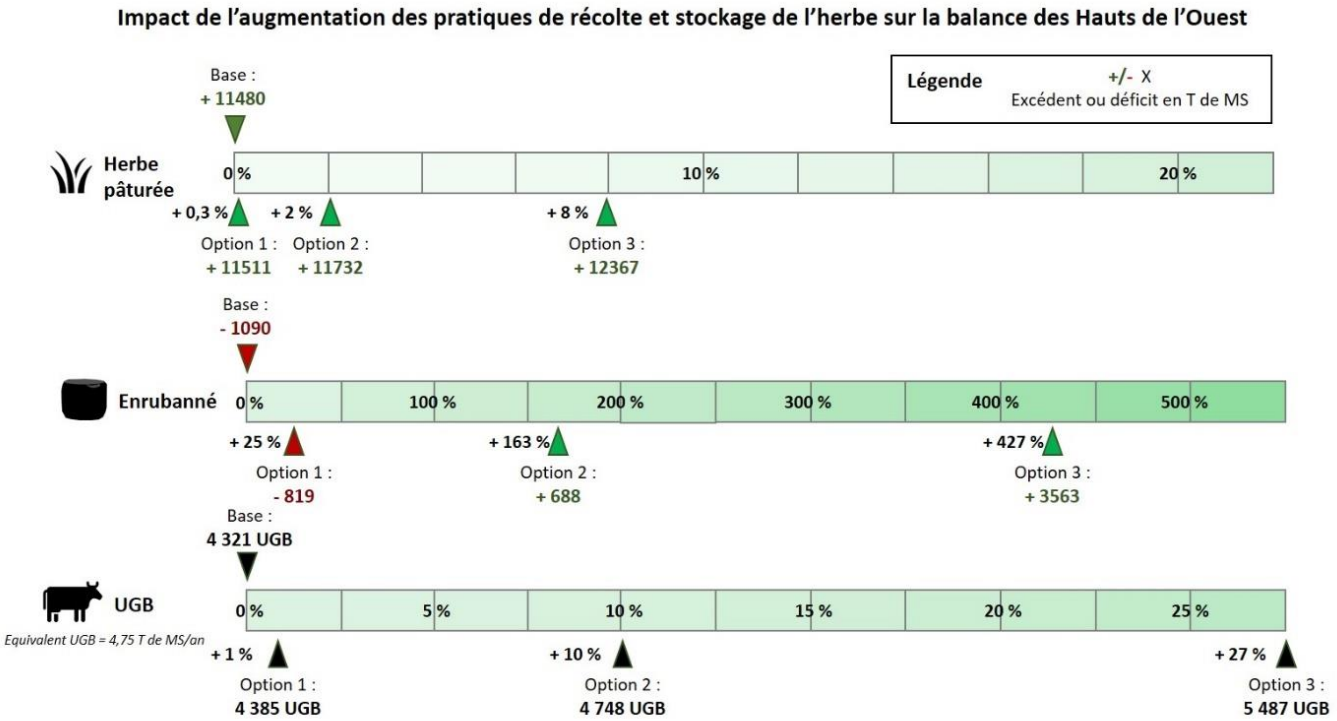
a. Amélioration de la gestion du pâturage dans les Hauts de l'Ouest

La zone des Hauts de l'Ouest est souvent prise pour exemple pour illustrer la problématique du déficit fourrager. En étudiant la balance de cette zone (Hauts de l'Ouest Nord + Sud) on remarque un déficit en fourrages conservés et un excédent d'herbe. On en déduit donc une sous-valorisation du pâturage et un manque de récolte de l'herbe. Dans le système actuel, avec un excédent d'herbe chiffré à 11 480 T de MS on pourrait nourrir 2 417 UGB supplémentaires au pâturage.

Les techniciens, éleveurs et autres acteurs impliqués dans cette zone souhaitent savoir les gains en herbe possibles si l'on améliorait la gestion du pâturage dans cette zone. En effet, sur les 3 370 ha de prairies (kikuyu et un peu de tempérées) de la zone, 58 % sont conduits de manière extensive, en pâturage continu sans entretien ni fertilisation.

La Figure 38 présente le nombre d'UGB par ha pouvant être nourris à l'année d'une part sans fertilisation, seulement par le fait de la gestion de la rotation du pâturage, d'autre part en combinant une augmentation de la vitesse de rotation et la mise en place de pratiques de fertilisation. On remarque que, sans changer les pratiques de fertilisation mais en augmentant la vitesse de rotation on passe d'une valorisation de 60% de la biomasse nette de la prairie en pâturage continu à une valorisation de 90% avec un pâturage tournant dynamique. Ces gains se traduisent par un nombre d'UGB à l'hectare passant de 1,1 à 1,7. En changeant à la fois les pratiques de gestion de la rotation et de fertilisation on peut passer de 1,1 UGB/ha à 4,2 UGB/ha.

Les gains en herbe dans des scénarios d'amélioration des pratiques de pâturage à l'échelle de la région sont présentés sur la Figure 39. On applique les changements sur trois différents pourcentages de la surface en prairies menées en pâturage continu, sans fertilisation, avec une pente inférieure à 30%. Ces prairies sont passées en pâturage tournant avec fertilisation d'appoint. Les gains en herbe obtenus se traduisent, selon les différentes modalités, par une augmentation des UGB entre 105 et 379.



Option	1 *Pente < 20%*	2 *Pente < 25%*	3 *Pente < 30%*
Surface concernée	105 ha	718 ha	1 969 ha

FIGURE 40 : IMPACT DE L'AUGMENTATION DES PRATIQUES DE RECOLTE ET DE STOCKAGE DE L'HERBE SUR LA BALANCE DES HAUTS DE L'OUEST

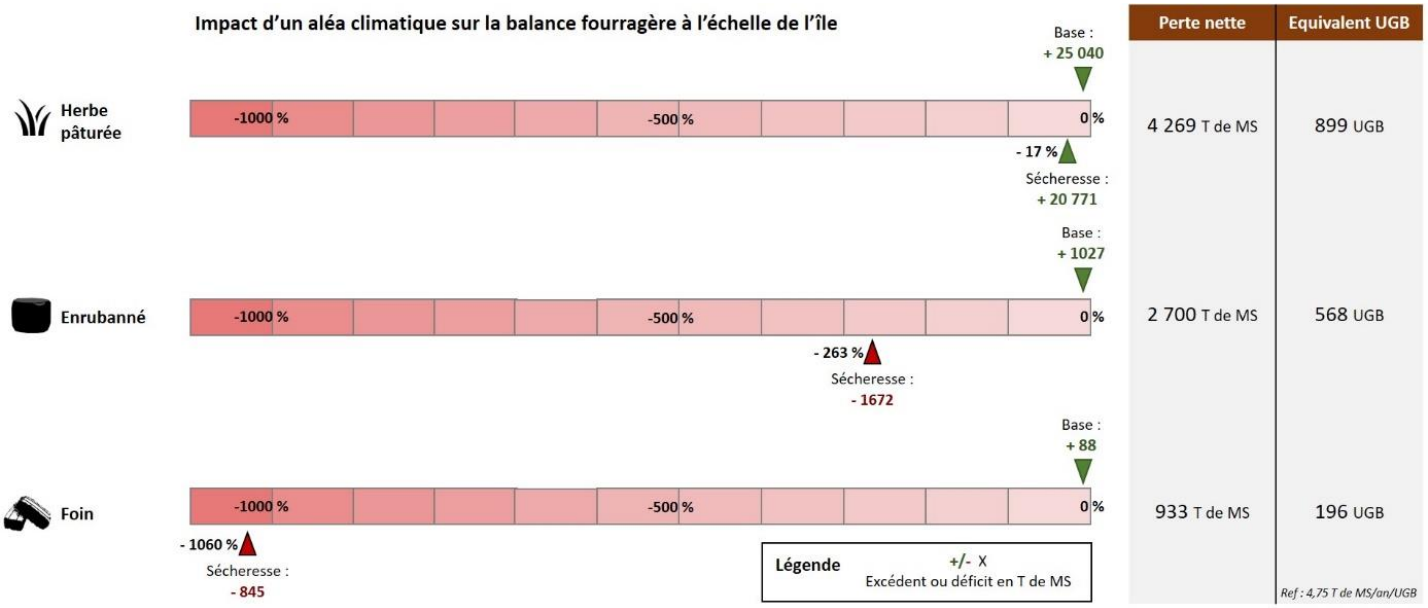


FIGURE 41 : IMPACT D'UN ALEA CLIMATIQUE SUR LA BALANCE FOURRAGERE ANNUELLE A L'ECHELLE DE L'ILE

b. Augmentation des pratiques de fauche dans les Hauts de l'Ouest

Les Hauts de l'Ouest (zones logistiques Hauts de l'Ouest Nord et Sud) sont déficitaires en fourrages conservés, notamment en raison d'une récolte et d'un stockage insuffisants. La Figure 40 présente l'impact de la mise en place de pratiques de récolte de l'excédent d'herbe pendant l'été. Les trois options sont classées en fonction de la facilité de mise en place de ces pratiques, jugée en fonction de la pente des parcelles. Le gain sur la balance d'enrubanné est de 25 à 427 %. L'autosuffisance de la zone est atteinte à partir de l'option 2, qui permet de nourrir 427 UGB grâce au gain net de fourrage produit (enrubanné et herbe confondus). En effet, la mise en place de ces pratiques augmente également la production de l'herbe car la fauche stimule la repousse des plantes, limite les zones de refus et la propagation des mauvaises herbes.

2) Simulation d'un alea climatique

Simuler un aléa climatique permet d'évaluer la résistance du système face à une contrainte extérieure. Ici est choisi le cas d'une sécheresse sur l'Ouest de l'île pendant l'été.

Ce scénario est évalué seulement sur les fourrages provenant des prairies. En effet, le maïs est considéré comme trop anecdotique et il n'existe pas assez de références sur son comportement en année sèche. Pour la canne fourragère, il n'existe pas non plus de références sur le sujet, et l'estimation de la surface couverte par cette culture dans notre modèle est trop faible comparée à ce qui semble la réalité. C'est le même constat pour la paille de canne (pas de références sur le sujet).

On observe sur la Figure 41 que l'impact est plus important sur l'herbe avec une perte de 899 UGB, mais la balance étant largement excédentaire elle n'est baissée que de 15%. En revanche, l'île devient déficitaire en enrubanné et en foin, avec une perte respectivement de 568 et 196 UGB.

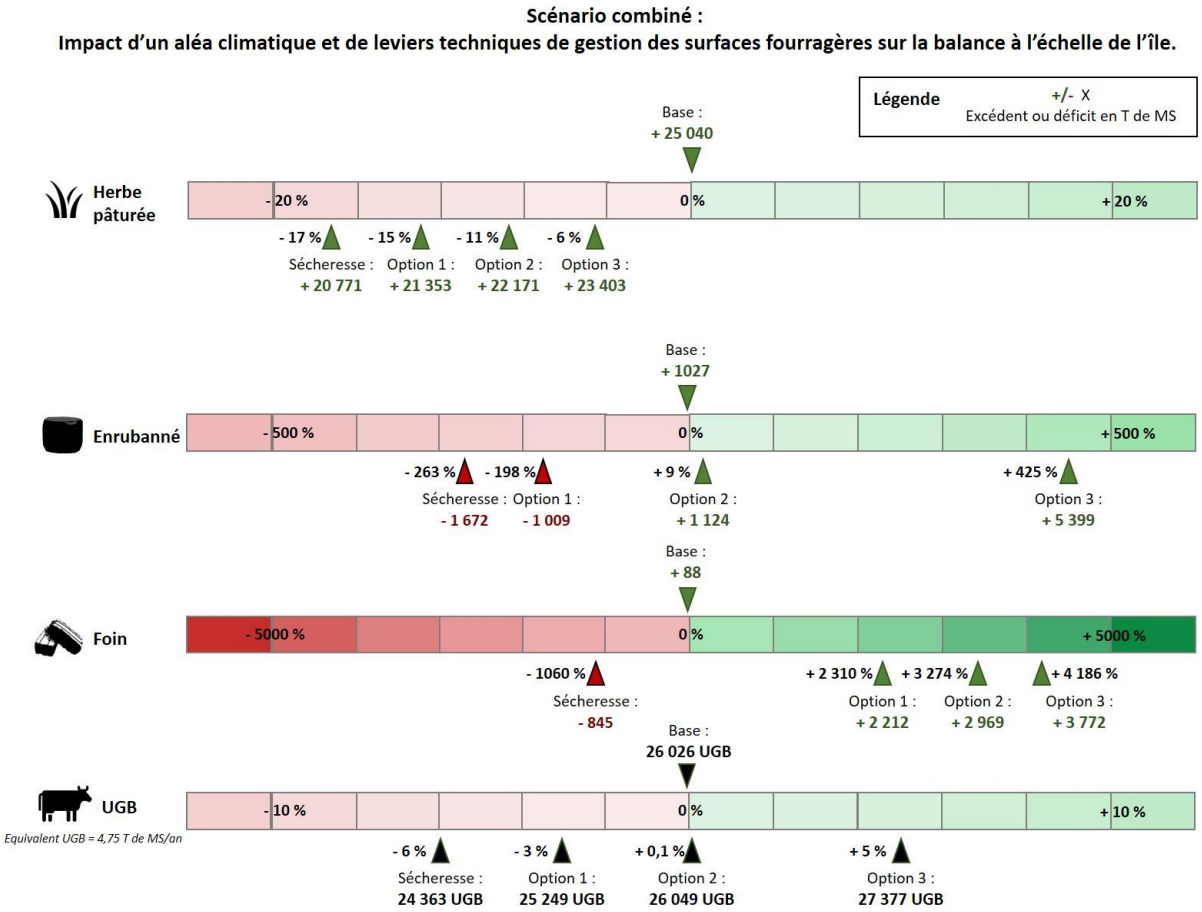


FIGURE 42 : IMPACT D'UN ALEA CLIMATIQUE ET DE LEVIERS TECHNIQUES DE GESTION DES SURFACES FOURRAGERES SUR LA BALANCE ANNUELLE A L'ECHELLE DE L'ILE

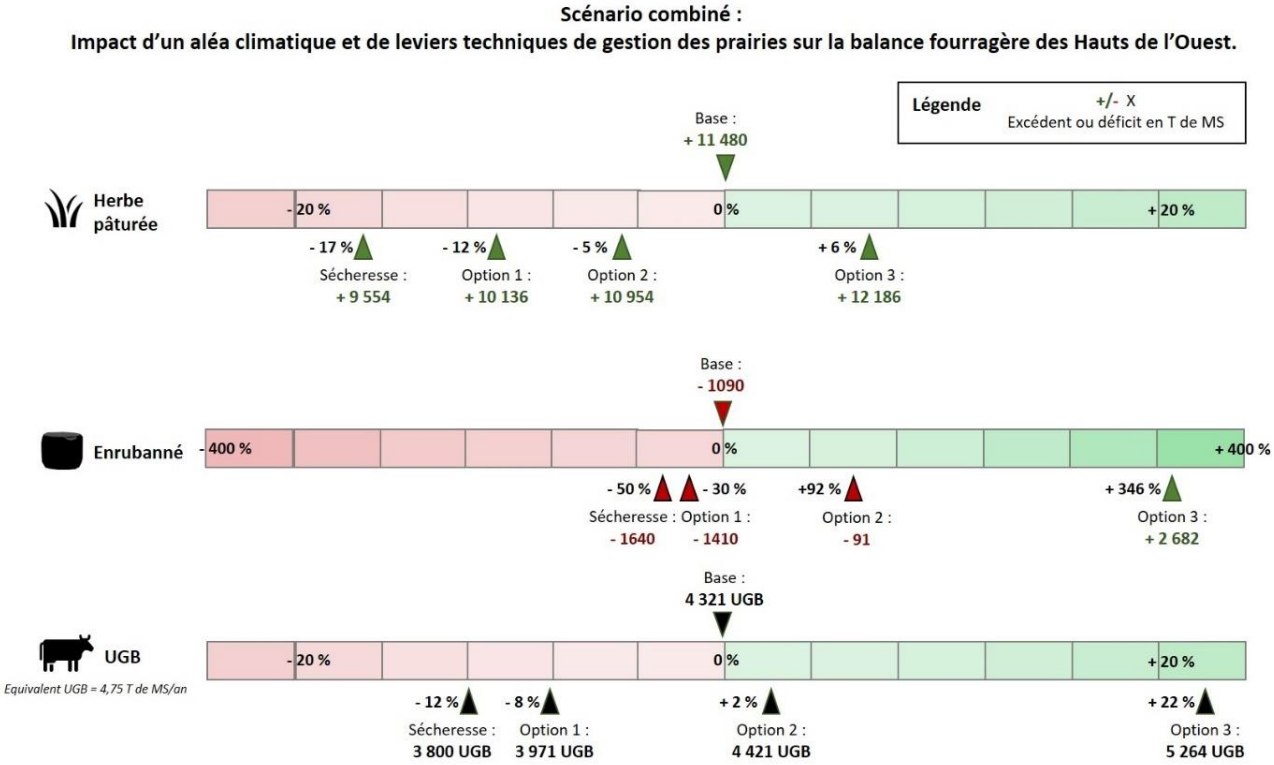


FIGURE 43 : IMPACT D'UN ALEA CLIMATIQUE ET DE LEVIERS TECHNIQUES DE GESTION DES PRAIRIES SUR LA BALANCE FOURRAGERE DES HAUTS DE L'OUEST

3) SCENARIO COMBINE : ALEA CLIMATIQUE ET MOBILISATION DE LEVIERS TECHNIQUES

La simulation des 4 scénarios à la fois permet d'analyser si les leviers techniques mobilisés peuvent permettre d'améliorer la résistance du système en cas d'aléa climatique.

a. A l'échelle de l'île.

La Figure 42 présente l'impact de la mobilisation combinée des trois leviers techniques sur une année ayant subi un aléa climatique sur la balance fourragère à l'échelle de l'île. Une option ''x'' est la combinaison de chacune des options ''x'' des trois scénarios d'application de leviers techniques. On peut remarquer que l'île ne redevient autosuffisante qu'à partir de la combinaison des options 2 des différents leviers. La combinaison des options 3 permet d'améliorer la situation initiale de l'île, même en cas de sécheresse, avec 1 351 UGB supplémentaires pouvant être nourris.

b. Zoom sur une région : les Hauts de l'Ouest.

Si l'on ne s'intéresse qu'à la zone des Hauts de l'Ouest (cf. Figure 43) on peut remarquer que la perte en UGB dans le cas d'une année sèche se chiffre à 521 soit 12 % du cheptel de la zone. La perte en herbe est de 17% par rapport à la situation initiale, mais l'herbe reste en excédent dans la zone. En revanche, l'enrubanné initialement déficitaire est d'autant plus déficitaire en année sèche. Ce n'est qu'à partir de la combinaison des options 3 que la zone est autosuffisante en enrubanné, tout en gagnant de l'herbe comparé à sa situation initiale. Cette combinaison permet de gagner 943 UGB supplémentaires soit 22% du cheptel initial.

PHOTOGRAPHIE 10 : TROUPEAU ALLAITANT AU PATURAGE, EN HIVER, DANS LES HAUTS DE L'OUEST.
(FANNY LORRE, 2019)

PHOTOGRAPHIE 11 : TROUPEAU ALLAITANT AU PATURAGE, EN ETE DANS LES HAUTS DE L'OUEST.
(FANNY LORRE, 2019)

DISCUSSION

I. RETOUR SUR LA PROBLEMATIQUE ET LES HYPOTHESES

La situation fourragère à la Réunion comporte des caractéristiques qui peuvent mettre en péril l'autonomie de l'île et ainsi la pérennité des élevages, des filières et de l'économie locale.

On observe à la fois une sous-valorisation de la ressource en herbe, un flux tendu pour les fourrages conservés, et une importance parfois sous-estimée de la récolte du « tout-venant ». On constate également une faible résistance du système face à un aléa climatique. De plus, la spécialisation importante de ce territoire insulaire, pour des raisons logistiques et politiques, entraîne des déséquilibres de production fourragère entre différentes zones, d'où une dépendance aux échanges de fourrages entre zones. Le thème des échanges entre zones, ou flux, est abordé et détaillé dans le rapport de Jacques Magnier, 2019.

1) Constats et leviers proposés

a. Une sous-valorisation de la ressource en herbe.

L'herbe semble sous-valorisée, ce qui s'explique par une combinaison de facteurs. Une grande partie des pâtures est menée en pâturage extensif, sans fertilisation ni entretien, avec des chargements inférieurs aux potentiels. Il en résulte à la fois un gâchis de la ressource et une détérioration de la qualité du fourrage ingéré. La fauche en été est un moyen de valoriser cet excédent et de constituer des stocks pour anticiper un déficit fourrager hivernal.

Le premier levier proposé pour une meilleure valorisation des prairies est l'amélioration de la gestion des pâtures, par la mise en place d'un pâturage tournant combiné à une fertilisation d'appoint et de l'entretien, pour limiter les refus et les mauvaises herbes.

Parmi les différents scénarios d'évolution proposés ce levier semble être le plus aisé à mettre en place. En effet, augmenter le rythme de rotation et le chargement instantané est une solution pour améliorer la productivité des prairies mais aussi la valorisation de la ressource existante (Cf. Photographie 10). Cependant, cela nécessite la mise en place d'infrastructures telles que des clôtures et des points d'eau, et une charge de travail plus élevée. Les systèmes optimisés de pâturage nécessitent également de la technicité et beaucoup de réflexion car, contrairement à des systèmes « fermés » (par ex : bovins en bâtiment avec une ration complète distribuée quotidiennement), ils nécessitent de constants ajustements en fonction du comportement de la ressource et des animaux, soumis à des facteurs de variabilité extérieurs tel que le climat.

Fertiliser les prairies n'est pas toujours possible, ni légitime. Les prairies à la Réunion sont très pentues et souvent non mécanisables (Cf. Photographie 11). De plus, dans les conditions climatiques réunionnaises l'efficacité des fertilisants peut être limitée : ils peuvent s'évaporer lors des fortes chaleurs, et être lessivés par les fortes pluies, non sans impact sur l'environnement. De plus, sur des prairies multi espèces la fertilisation azotée est néfaste pour les légumineuses. Augmenter la productivité d'une prairie ne passe donc pas forcément par la fertilisation, mais plutôt par une meilleure valorisation de la ressource existante.

PHOTOGRAPHIE 12 : CHANTIER D'ENRUBANNAGE DANS LES HAUTS DE L'OUEST. (FANNY LORRE, 2019)

Un autre levier proposé, qui peut être complémentaire au levier précédent, est celui de la mise en place de pratiques de fauche de l'excédent d'herbe en été. Cela permettrait d'augmenter l'autosuffisance en fourrages conservés des élevages et des microrégions, de valoriser la ressource excédentaire de la saison humide et de faire du report de stock pour anticiper le déficit fourrager de la saison sèche.

Cependant, la mise en place de la fauche nécessite un investissement en matériel (cf. Photographie 12). Celui-ci peut être limité par l'organisation collective entre les éleveurs et la mise en place de CUMA (coopératives d'utilisation du matériel agricole). A La Réunion il y a peu de CUMA pour le matériel de prairie (ARP, communication personnelle, 2019) et les éleveurs ne disposant pas des moyens mécaniques font appel aux deux ETA qui interviennent dans les territoires des Hauts (BRL, 2017).

Faucher ne peut se faire que sur des parcelles mécanisables, et les prairies réunionnaises sont très pentues, pierreuses et avec du microrelief (buttes, fossés). Pour rendre des parcelles mécanisables, il existe des aides à l'amélioration foncière financées par le FEADER dans le cadre du dispositif d'aides « gestion fourragère en production animale » à la hauteur de 75% pour des créations de prairies et de 50% pour les équipements rattachés (clôtures, …). L'ARP aide les éleveurs dans les démarches de contractualisation de ces aides. L'amélioration foncière peut donc être une solution pour les éleveurs pour tendre vers plus d'autonomie fourragère. Cela reste cependant un bouleversement de l'écosystème par le changement de la morphologie du relief et des espèces végétales, qui modifie le réseau hydrographique et peut nuire à la biodiversité locale.

Enfin, de manière générale comme le montrent de nombreuses études, il semble que les éleveurs de bovins produisent à la hauteur de leurs besoins (BRL, 2017 ; Scherrer, 2018) sans forcément chercher à optimiser leurs exploitations. Ils sont dans des systèmes extrêmement dépendants des subventions du fait des forts soutiens financiers dont ils bénéficient, et ce depuis le début des plans de développement (Marble et al. 2018). Pour une grande majorité des acteurs rencontrés lors de cette étude il existe un verrou d'ordre politico-économique au changement de pratique et à l'innovation dans les élevages de l'île. D'une part, les subventions et le contexte économique permettent aux éleveurs des situations suffisamment confortables pour ne pas chercher à optimiser leurs systèmes, et d'autre part certaines aides peuvent se révéler contre-productives (par ex : les aides ICHN qui limitent le chargement à l'hectare).

b. Un flux tendu pour les fourrages conservés.

L'étude de la balance à l'échelle de l'île montre une faible marge de sécurité au niveau des fourrages conservés : enrubanné et foin. En cas d'aléa climatique l'île serait fortement touchée au niveau de ses stocks, d'où la nécessité d'importer, comme cela fût le cas en 2012 et 2013 (Chambre d'Agriculture, 2013).

Un levier proposé est celui de récupérer les friches des Bas pour la production d'enrubanné et de foin de graminées tropicales. Il semble exister une forte marge de progression pour ce levier.

Ces friches sont des parcelles déclarées par des agriculteurs en tant que « Surface agricole temporairement non exploitée », « Surface boisée sur une ancienne terre agricole » ou identifiées comme friches par photo-interprétation. Ce sont donc des

PHOTOGRAPHIE 13 : BOVIN "HORS-FILIERE" AU PIQUET, CIRQUE DE MAFATE. (FANNY LORRE, 2019)

PHOTOGRAPHIE 14 : CAPRINS "HORS-FILIERE" AU PIQUET, CIRQUE DE MAFATE. (FANNY LORRE, 2019)

parcelles qui appartiennent à des propriétaires, n'ayant pas forcément le désir de les exploiter pour la production de fourrage. D'autant plus que les parcelles sélectionnées, bien qu'avec des pentes relativement faibles (de < 10% à < 20%) devront, avant d'être productives, être défrichées et nécessiteront pour certaines des travaux d'amélioration foncière. Le levier de récupération des friches semble donc pouvoir augmenter significativement l'autosuffisance de l'île mais reste compliqué à mettre en œuvre sur le terrain.

c. Le « tout-venant » : une ressource importante et souvent sous-estimée.

Notre étude illustre l'importance en volume du glanage du « tout-venant » : canne fourragère, canne à sucre et végétation des bords de routes et de parcelles. La Réunion ayant un climat tropical humide particulièrement favorable à la pousse des végétaux, il existe un gisement de biomasse important dans cette végétation sauvage ou semi-sauvage.

On estime à 33 600 T de MS cette végétation, souvent récoltée et distribuée en affouragement vert, ou prélevée directement par l'animal au piquet (cf. Photographie 13 et Photographie 14). Elle s'utilise particulièrement dans les petits élevages « diffus » (ou « hors-filière », terme utilisé dans cette étude) mais aussi dans certains élevages bovins engraisseurs et ovins/caprins. Ce chiffre est proche de celui de la consommation d'herbe pâturée, estimée à 35 600 T de MS. En comparaison la consommation d'enrubanné s'élève à 24 000 T de MS et celle de foin à seulement 14 300 T de MS (Jacques Magnier, 2019).

On remarque donc d'une part le poids de l'élevage « diffus », petits élevages de quelques têtes, et d'autre part leur dépendance à la récolte de ce « tout-venant ». Ce système d'alimentation traditionnel est certes coûteux en termes de temps de travail et de main d'œuvre mais permet à ces petits élevages, pour qui l'achat et le stockage de fourrages sont techniquement et économiquement compliqués, de survivre tout en valorisant une ressource locale accessible à tous.

d. Une dépendance aux flux due à une spécialisation des territoires

Notre étude montre les flux qui existent entre chaque zone, provoqués par une forte spécialisation des territoires. Les volumes transportés sont importants (Jacques Magnier, 2019). Cette spécificité montre la potentialité de mettre en place une filière fourrage organisée. Elle pourrait permettre à la fois de centraliser et administrer ces flux de la manière la plus optimale possible, pour réduire les coûts dus au transport et à la spéculation, et permettre un approvisionnement facilité et plus accessible aux élevages. Une filière organisée permettrait également de remettre la qualité au centre des préoccupations (sujet qui préoccupe les filières, notamment les filières bovin engraisseur et équine qui se sont plaintes de la qualité générale des fourrages réunionnais) en pratiquant par exemple des prix incitatifs à la qualité. A l'échelle de l'île, cela permettrait à la fois de réduire la dépendance aux aliments concentrés importés, et d'améliorer les performances individuelles des animaux.

Pour conclure, le disponible fourrager sur l'île de la Réunion est à la fois influencé par la gestion des surfaces fourragères, mais aussi par d'autres facteurs tels que le climat et les modèles dominants de systèmes d'élevages. Il existe des leviers techniques concernant les pratiques de gestion qui pourraient permettre d'améliorer l'autosuffisance de l'île et sa résistance en cas d'aléas climatique. Mais ces leviers ne sont qu'une partie de la solution

PHOTOGRAPHIE 15 : LEUCAENA DANS LE PAYSAGE DE SAVANE DU CAP LA HOUSSAYE. (FANNY LORRE, 2019)

et la problématique doit être réfléchie à plus grande échelle que celle de la parcelle. La mise en place d'une filière structurée pourrait permettre de sécuriser l'approvisionnement des élevages et de mettre en meilleure adéquation l'offre et la demande en fourrage. Il existe également d'autres pistes d'amélioration, tels que la diversification des ressources, des solutions technologiques de séchage, ou une transition des systèmes d'élevage vers une meilleure valorisation de la ressource disponible. Certaines perspectives d'amélioration, non exhaustives, sont développées dans la partie suivante. C'est l'ensemble des leviers techniques et de ces solutions qui doit être considéré, dans une démarche systémique prenant en compte toutes les caractéristiques du contexte local.

2) Réflexions sur l'élevage à la Réunion et perspectives.

a. Diversifier les ressources.

- Maïs ensilage.

L'utilisation du maïs en ensilage peut être une piste pour des élevages à faible foncier. Les inconvénients agronomiques et environnementaux de cette monoculture pourraient être limités en pratiquant le non-labour et le semis direct sous couvert de luzerne ou autre légumineuse. Le fourrage obtenu serait ainsi plus équilibré car plus riche en protéines, ce qui permettrait de diminuer l'utilisation de concentrés et de correcteurs azotés. Cette solution mériterait des études et essais sur sa faisabilité agronomique et technique dans les différents microclimats réunionnais.

- Banque fourragère et arbres fourragers.

Le concept de banque fourragère, en Afrique subsaharienne et subhumide, est une parcelle de quelques ha où l'on cultive une légumineuse fourragère. Elle est pâturée quelques heures par jour pendant la saison sèche par les animaux aux plus forts besoins (en gestation et en lactation). Elle permet de constituer un complément fourrager pendant la période critique de la pousse de l'herbe (Klein *et al.* 2014).

Pour lutter contre le déficit fourrager hivernal de nombreux pays aux contextes pédoclimatiques sensiblement semblables à celui de La Réunion ont également recours aux arbres fourragers. Ainsi, dans les Caraïbes et certains pays d'Amérique du sud on trouve des « banques de protéines » : des espèces d'arbres légumineuses, *Gliricidia* ou *Leucaena* par exemple, permettant de produire entre 20 et 30 T de MS/ha avec une concentration entre 200 et 300g de protéines / kg MS (pour une densité de 15 à 20 000 pieds par ha). Ces arbres ont donc une productivité supérieure aux légumineuses herbacées, ils sont moins sensibles aux pathogènes et résistent mieux à la sécheresse, grâce à leurs système racinaire profond (Archimède *et al.* 2008).

En Australie, particulièrement dans les zones tropicales et subtropicales avec une saison sèche prononcée, il est commun d'utiliser des arbres ou arbustes en tant que fourrage complémentaire. Cette ressource est parfois la seule ressource en énergie et en azote pendant les périodes sèches. L'espèce *Leucaena* est l'arbuste le plus utilisé, en Australie et dans le reste du monde, ses feuilles étant très riches en nutriments pour les ruminants (Shelton *et al*. 2014). C'est un arbre ayant besoin de températures chaudes pour se développer (25-30°C), sa limite étant 500m d'altitude dans des latitudes entre +/- 10 et 25° (la Réunion est située à -21°) (Jones, 1979). C'est un arbre présent sur le littoral de l'île, notamment dans les zones de Savanes (Tangama, 2018) (cf. Photographie 15).

Les arbres fourragers peuvent être utilisés aussi bien directement prélevé par les animaux (plantés en haie ou dans la prairie) ou en affouragement vert, frais ou sec. En

plus d'un rôle purement nutritif ces arbres protègent le sol contre l'érosion pluviale et éolienne. Ils contribuent à l'amélioration de la fertilité du sol par la dégradation de leurs racines superficielles et par la fixation de l'azote atmosphérique, dans le cas des légumineuses, qui devient de l'azote assimilable par les racines des autres plantes (Kalinganire *et al.* 2006).

Gilles MANDRET dans son étude « Mission d'appui sur la gestion des ressources fourragères et des compléments alimentaires en élevage cervidé à l'île Maurice » proposait déjà en 1996 de développer ou mettre en place, sur l'île voisine de la Réunion, des « pâturages ligneux » comme solution au déficit fourrager ayant lieu de Septembre à Novembre, avec un impact fortement négatif sur la croissance des animaux et provoquant de forts taux de mortalité. Il suggère d'utiliser des légumineuses arbustives, telles que *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan*, *Gliricidia sepium* et *Calliandra calothyrsus,* sous forme de haie ou dispersées dans les prairies. Ces quatre fabacées sont présentes sur l'île de la Réunion.

b. Une complémentarité entre canne à sucre et élevage.

Notre étude montre que le gisement de paille de canne à l'échelle de l'île n'est pas exploité à son maximum, pour diverses raisons. Cependant, avec l'incitation à diminuer l'utilisation d'intrants et de produits phytosanitaires d'où le développement de pratiques plus agroécologiques, on peut imaginer que de moins en moins de planteurs accepteront d'exporter la paille, excellent mulch, de leurs parcelles. Un critère important à prendre en compte lorsque l'on s'intéresse à la récolte de la paille de canne est la valorisation économique, facteur essentiel dans le choix de mettre en œuvre une chaine de récolte de la paille. C'est donc aussi le prix payé à la botte qui déterminera les évolutions de la production.

La paille de canne est un aliment majeur dans certains systèmes laitiers et engraisseurs. Le plus gros acheteur de paille étant la coopérative laitière SICALAIT qui la redistribue ensuite à ses éleveurs. Sa valeur alimentaire est moindre : moins de 1,5% d'Azote et moins de 0,4 UF (Archimède *et al*. 2011). Elle présente néanmoins l'intérêt d'être très riche en fibre, aspect important pour des systèmes où l'apport d'aliments concentrés est très élevé. En effet, les élevages laitiers sont très dépendants aux aliments concentrés, importés et vendus par un unique acteur, l'URCOOPA. Ces aliments représentent environ la moitié de la ration en poids de matière sèche, allant ainsi de 10 à 16 kg MS/vache/jour (Marble *et al.* 2018). Dans ce type de ration, le fourrage doit être particulièrement fibreux pour permettre le processus de rumination.

D'autres complémentarités entre élevage et canne à sucre existent. La bagasse, co-produit de l'industrie sucrière, est utilisée comme fourrage à La Réunion dans des élevages laitiers ou engraisseurs. C'est un résidu fibreux obtenu après extraction du jus de la tige des cannes, la fraction la plus « pauvre » en termes de valeur alimentaire. Certains essais indiquent même que les animaux utiliseraient plus d'énergie à digérer la bagasse brute qu'ils n'en extraient (Kirk et al 1962). Pour améliorer son utilisation digestive il existe des traitements tels que l'hydrolyse naturelle par des champignons, en laissant le tas de bagasse à l'air libre pendant 6 à 12 mois. Même si la valeur énergétique est légèrement augmentée, la valeur azotée reste très faible. Son utilisation doit donc s'accompagner de compléments riches en azote, énergie et vitamines très digestibles, d'où un cout de ration élevé (Archimède *et al.* 2008).

PHOTOGRAPHIE 16 : CANNE A SUCRE RECOLTEE POUR L'AFFOURAGEMENT EN VERT D'UN TROUPEAU DE BOVIN A L'ENGRAISSEMENT, EN HIVER, SAINT JOSEPH. (FANNY LORRE, 2019)

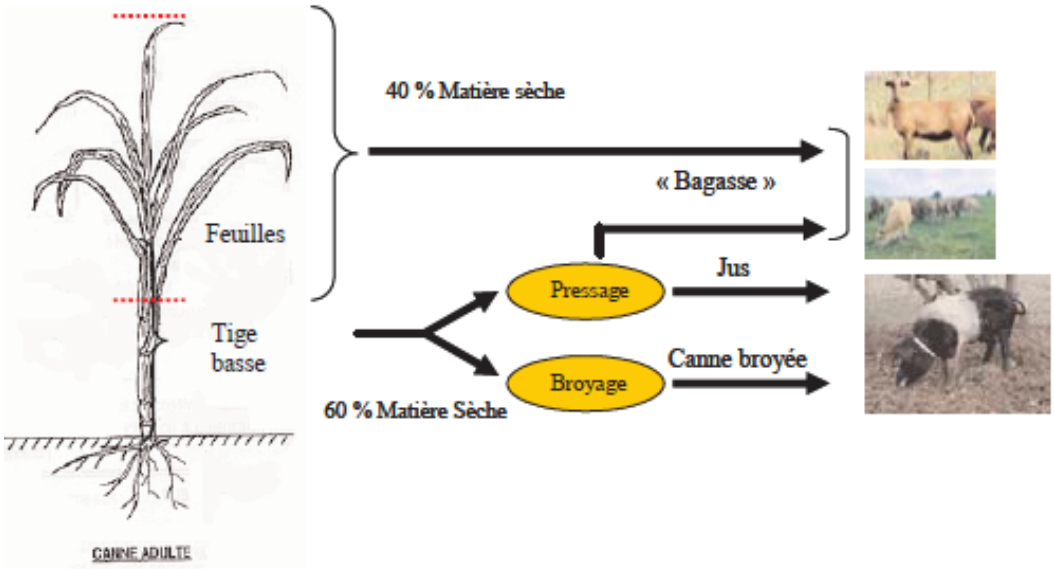


FIGURE 44 : UTILISATION DE LA CANNE A SUCRE EN ELEVAGE, LA COMPLEMENTARITE ENTRE RUMINANTS ET MONOGASTRIQUES. SOURCE : ARCHIMEDE ET AL. 2008

Paille de canne et bagasse sont pauvres en énergies car riches en fibres indigestibles. Ainsi, bien qu'elles représentent une opportunité de valoriser la ressource disponible sur l'île et s'intégrer dans une économie circulaire, elles ne devraient représenter qu'une solution de soutien en cas de déficit fourrager, ou être distribuées en petite quantité journalière, mais ne pas être considérées comme le fourrage de base dans la ration (Archimède *et al.* 2008). Des fourrages comme un foin et/ou un ensilage d'herbe de qualité, au même titre que l'affouragement vert, sont plus à privilégier dans ces systèmes hors-sols. Plus équilibrés et de meilleure qualité nutritive ils peuvent permettre de diminuer la part de concentrés importés, tout en améliorant les performances du troupeau.

D'autres utilisations de la canne à sucre en élevage sont possibles. Son intérêt pour l'alimentation animale est qu'elle est très riche en énergie et très productive (rendements entre 50 et 100 T de MS à La Réunion). De plus, elle est disponible pendant la saison sèche quand les autres ressources fourragères viennent à manquer (cf. Photographie 16). Contrairement aux autres fourrages dont la valeur alimentaire décroit avec l'âge, celle de la canne à sucre augmente ce qui fait d'elle une réserve fourragère sur pied. Dans des régions telles que les Antilles ou la Guyane, la canne représente une « banque d'énergie » pour permettre aux ruminants de passer la saison sèche (Archimède *et al.* 2008). Ruminants et monogastriques ont des aptitudes complémentaires pour tirer profit des deux fractions principales de la plante (fibres et sucre). Dans des exploitations diversifiées, de type poly-élevages avec potentiellement un atelier culture de canne pour la filière sucre on peut donc très bien valoriser cette ressource (cf. Figure 44).

c. Le séchage en grange : produire du fourrage de meilleure qualité et s'affranchir des contraintes climatiques.

Le climat Réunionnais n'étant pas toujours clément pour la fenaison des fourrages, la technologie du séchage en grange pourrait être une opportunité pour s'affranchir de la contrainte climatique et produire des fourrages de meilleure qualité.

Les séchoirs en grange, qui se développent rapidement dans de nombreux pays européens, peuvent être de différentes formes : séchage en vrac ou en botte, alimentés par des panneaux solaires ou une énergie fossile… Ces différents types correspondent aux différents besoins et contextes dans lesquels ils sont utilisés. Ils permettent de récolter un fourrage plus humide, réduisent la durée de préfanage au champ et le risque de détérioration par la pluie, en plus de limiter la chute des feuilles et d'éliminer le danger d'incendie par la combustion spontanée (House *et al.* 2011).

Dans le contexte Réunionnais, des dispositifs de séchage en grange collectifs seraient une opportunité dans le cadre de la mise en place d'une filière fourrage organisée. D'après les acteurs concertés, dans le cadre de la réunion de restitution du 2 Juillet 2019, cette technologie serait plutôt appropriée dans les Bas de l'île pour le foin. Elle permettrait de récolter au bon stade, de limiter les pertes causées par la pluie et de fournir un fourrage de meilleure qualité. Dans les zones où l'on produit de l'enrubanné pour cause de climat trop humide, il serait préférable, d'après eux, de rester sur ce système car les conditions climatiques et matérielles sont de toute façon limitantes pour le stockage du foin une fois séché.

PHOTOGRAPHIE 17 : PRAIRIE DE FAUCHE D'UNE EXPLOITATION LAITIERE DE LA PLAINE DES CAFRES. (FANNY LORRE 2019)

d. Repenser les systèmes de production pour mieux s'adapter à la ressource.

Dans une dynamique de bioéconomie circulaire et d'autonomie de l'île, valoriser l'excédent d'herbe par une meilleure optimisation du pâturage et produire des fourrages conservés de meilleure qualité pourraient être une opportunité de transition des systèmes d'élevage, notamment pour la filière lait et les filières d'engraissement bovins et ovins.

- Filière lait : des systèmes avec moins d'apport de concentrés.

L'élevage laitier à la Réunion a diminué de près de 54% en 15 ans et la production régionale stagne. Cette crise tient son origine de la dégradation des prix réels du lait et du processus de sélection des exploitations, plus grandes et mieux équipées, qu'elle induit (Marble *et al.* 2018).

La filière réunionnaise diffère de celle de métropole par l'histoire de son développement. Elle a été mise en place très récemment (années 60-70) dans un contexte initial de très faible production (Marble *et al.* 2018), et sans tradition laitière dans la population locale, tandis que les coopératives laitières métropolitaines ont été mises en place dans des bassins laitiers historiques, souvent de tradition fromagère. Présenté notamment comme un outil de lutte contre l'exode rural, son développement a fait partie intégrante de politiques d'aménagement du territoire (Mandret *et al.* 2000).

Le mot d'ordre de ce développement a toujours été l'intensification. Il présente des similitudes avec le modèle productiviste « breton » mais se caractérise par une intensification plus poussée, avec un recours accru aux concentrés achetés (importés) que l'on estime à 600g/L de lait contre 128 à 166 g/L en Bretagne (IDELE, 2015), ceux-ci se substituent en partie à l'herbe et à l'ensilage de maïs des « systèmes bretons ». Malgré ce fort apport de concentrés dans une dynamique d'intensification la production moyenne par lactation est de 6 500 L, toutes races confondues, à la Réunion (EDE Réunion, 2013) contre 7 650 L en Bretagne en 2014, toutes races confondues, et 9 280 L pour la race Prim' Holstein (DRAAF Bretagne, 2016).

La dépendance totale des éleveurs laitiers vis-à-vis des importations d'aliments constitue une source de fragilité. Repenser les systèmes laitiers actuels vers des systèmes avec plus de fourrage dans les rations, et de bonne qualité, voire vers des systèmes pâturant quand le foncier est disponible, permettrait d'accroître l'autonomie des élevages et de la filière.

La Réunion n'a jamais eu de quota laitier, cherchant toujours une augmentation de la production laitière à défaut de recherche d'une augmentation de la valeur ajoutée (Marble *et al.* 2018). La recherche de valeur ajoutée est pourtant, avec la réduction des charges une des clés de la transition agroécologique et de la résilience des exploitations (Claveirole, 2016). Elle est dans l'air du temps en métropole, avec le développement des AOP et autres signes de qualité ou d'origine, notamment dans des zones telles que les zones de montagne où l'élevage est, comme à la Réunion, un pilier de l'aménagement du territoire et du maintien du tissu rural.

Cependant, la filière laitière réunionnaise est organisée autour d'un unique opérateur de collecte qui structure et administre l'ensemble de la filière, de l'amont à l'aval. Les éleveurs adhérents ont pour obligation contractuelle de livrer la totalité du lait produit à la coopérative, ce qui limite les tentatives individuelles de valorisation alternative (Marble *et al.* 2018) telles que la vente directe ou en circuit-court, la transformation à la ferme, ou

Photographie 18 : Troupeau ovin en batiment, saint joseph. (Fanny Lorre, 2019)

Photographie 19 : Cas rare d'un troupeau d'ovins au paturage, hauts de l'ouest. (Fanny Lorre, 2019)

toute autre démarche de création de valeur ajoutée. Le label « agriculture biologique » est également inexistant pour le lait réunionnais, en raison du coût des aliments et du manque de chaîne de transformation.

- Filières viande : engraisser à l'herbe, pourquoi pas ?

Sur l'île de la Réunion, pour des raisons historiques et logistiques, l'engraissement se fait majoritairement en bâtiment (cf. Photographie 18). Engraisser les animaux réunionnais, bovins ou ovins, à l'herbe, ou du moins augmenter la part d'herbe dans la ration, serait une piste pour développer des systèmes d'élevage plus économiquement et écologiquement performants, tout en valorisant cette ressource disponible sur l'île (cf. Photographie 19). L'engraissement à l'herbe en métropole, bien qu'encore très minoritaire, se développe notamment dans des régions de montagne et semi-montagne, comme dans le Massif Central (ADAPA, 2012).

L'engraissement à l'herbe requiert de l'observation et de la méthode car il nécessite d'adapter la période d'engraissement à la pousse de la ressource pâturée, fluctuante. La clé pour finir les animaux au pâturage réside dans une gestion optimale de ses ressources fourragères pour apporter qualité et quantité aux animaux. Valoriser l'herbe au bon stade et adapter sa conduite du troupeau sont les secrets d'une bonne finition au pâturage (ADAPA, 2012). Il faut donc caler le cycle d'engraissement sur celui de la forte pousse de l'herbe, l'été, et optimiser le pâturage tournant par un chargement instantané important et une durée de pâturage courte.

La durée de finition peut varier car elle est basée sur une ressource alimentaire à plus forte variabilité temporelle qualitative et quantitative. L'engraissement à l'herbe prend parfois plus de temps qu'un engraissement à l'auge. Ce temps supplémentaire est compensé par l'économie de charge du pâturage face à l'achat d'aliments concentrés.

Cependant, cela nécessite de revoir l'organisation de la filière viande, accepter la variabilité de conformation des animaux et la variabilité de disponibilité de la ressource sur l'année (de nombreux animaux arrivant à maturité en même temps, à la fin de l'été). L'idée n'étant pas d'arrêter l'engraissement « traditionnel » à base d'affouragement vert/de fourrage conservé et de concentrés mais bien de le compléter avec un engraissement à l'herbe là où la ressource est disponible.

La production réunionnaise doit rester compétitive face aux produits d'importations en se démarquant, et l'une des solution est de s'inscrire dans une démarche d'identification et de certification de ces produits agricoles (Appellation d'origine protégée - AOP, Indications géographiques protégées - IGP - ou autres signes officiels de qualité et d'origine) qui *« visent à assurer des qualités gustatives voire nutritionnelles et des liens avec les territoires ; pouvant aussi intégrer des critères environnementaux. »* (Claveirole, 2016) La coopérative SICAREVIA possède déjà un label « BŒUF PAYS » pour mettre en avant sa production, uniquement sur un aspect d'origine locale *« le bœuf pays est un bovin né, élevé, abattu et transformé à la Réunion »* et sur les valeurs éthiques de la coopérative *« produits issus d'une coopérative qui respecte ses éleveurs, ses animaux et son environnement naturel »* (boeufpays.re).

Pour être correctement valorisé et reconnu l'engraissement à l'herbe peut donc s'inscrire dans une démarche de qualité, avec l'image justifiée d'un mode d'élevage respectueux de l'environnement et du bien-être animal, d'autant plus dans une époque où les attentes sociétales sur ces thématiques sont croissantes. De plus, les qualités organoleptiques de la viande peuvent être mises en avant auprès des consommateurs.

PHOTOGRAPHIE 20 : ATELIER SUR LE PATURAGE TOURNANT, ORGANISE PAR L'ARP DANS UNE EXPLOITATION DES HAUTS DE L'OUEST. (FANNY LORRE, 2019)

TABLEAU 21 : COMPARAISON DES RESULTATS DE LA PRODUCTION DE FOURRAGE AVEC L'ETUDE BRL 2017

	Production totale (T de MS)	*Surface (ha)*	**Production détaillée** (T de MS)		*Surfaces détaillée (ha)*	
BRL 2017	106 665	*10 775*	Pâturée	64 548	Pâture	*8 069*
			Fauchée	44 044	Fauche	*2 676*
Lorré 2019	107 860	*10 920*	Herbe sur pied	60 682	Pâturage	*7 057*
			Fourrages conservés	39 462	Mixte	*2 136*
					Fauche	*1 497*
			Total prairies	100 144	Total prairies	*10 690*
			Canne fourragère	6 978	Canne fourragère	*216*
			Maïs ensilage	557	Maïs	*12*

Chez les ovins comme chez les bovins, par exemple, l'alimentation à l'herbe fraîche augmente leur composition en acides gras polyinsaturés dont les Oméga 3 (ADAPA, 2012).

e. De nombreux acteurs impliqués et des moyens financiers importants.

Une des forces du contexte Réunionnais est la présence importante, sur un petit territoire, de différents organismes et instituts dans la recherche, le développement, le transfert et le conseil (cf. Photographie 20). La Réunion bénéficie également de masses financières importantes à allouer aux différents projets menés par ces acteurs qui travaillent main dans la main et en partenariat avec les éleveurs : un atout pour le développement d'initiatives favorables à un élevage plus économiquement, environnementalement et socialement performant. Les nombreux acteurs que nous avons sollicités ont assisté à notre réunion de restitution le 02 Juillet 2019, les échanges qui ont eu lieu étaient constructifs et de bon augure pour la poursuite du projet de mise en place d'une filière structurée (cf. annexe 13).

II. INTERETS DE L'ETUDE, LIMITES ET PROPOSITIONS D'AMELIORATION

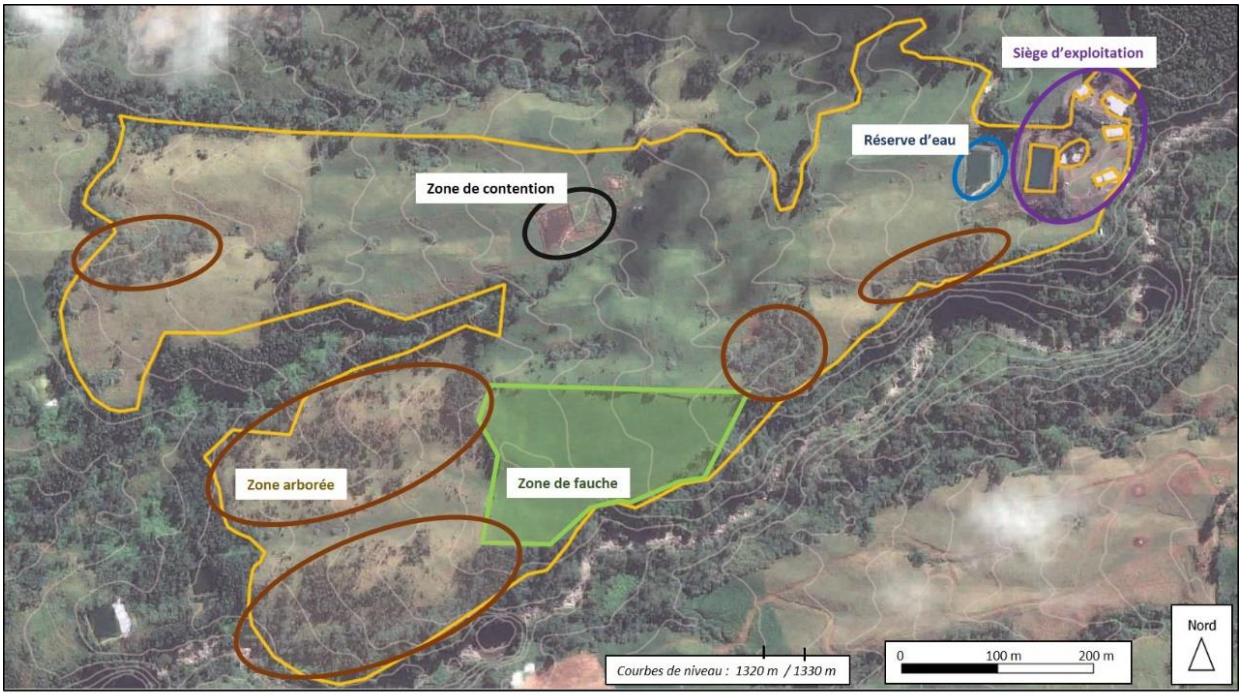
1) Comparaison avec d'autres études

Notre étude apporte de nouvelles connaissances détaillées sur les volumes des différents fourrages produits et consommés sur l'île de la Réunion.

Myriam Allo (2015) dans son étude globale sur les productions et besoins de biomasses de l'agriculture et de l'élevage à la Réunion avait calculé la production de fourrage. Elle évaluait alors à 138 550 T de MS la production des prairies, tous fourrages confondus car il paraissait alors « impossible de séparer les surfaces en herbe selon leur utilisation ». Son parcellaire était basé sur la BOS de 2014 avec une surface d'environ 12 000 ha, et la production des prairies était calculée en affectant des rendements moyens selon des tranches d'altitude. Dans notre étude, qui prend en compte les différents modes d'utilisation des prairies ainsi que ceux de gestion de ces surfaces, la production des prairies (herbe, enrubanné et foin) s'élève à 100 140 T de MS. En comptant le maïs ensilage et la canne fourragère, non considérés par Allo 2015, on obtient 107 860 T de MS.

L'étude BRL 2017 calcule une production des prairies selon une méthodologie relativement similaire à celle d'Allo 2015, mais en prenant en compte des différences de rendements plus fines entre quatre différentes « zones climatiques » (Nord, Sud, Est et Ouest), et deux types d'utilisation, pâture et fauche. La comparaison entre BRL 2017 et notre étude, pour le thème de la production fourragère, est présentée sur le Tableau 21. Les ordres de grandeurs des résultats sont similaires, cependant, comme pour l'étude Allo 2015 la canne fourragère et le maïs ensilage n'étaient pas pris en compte dans BRL 2017.

Pour la paille de canne, l'étude Allo 2015 calculait une quantité de 203 856 T de MS de « paille théoriquement disponible pour l'élevage », en considérant que la paille pouvait être exportée de l'intégralité parcelles de canne à sucre de l'île. Notre étude calcule un gisement de paille théoriquement exportable et disponible pour l'élevage entre 50 495 et 10 008, selon les différentes modalités de reliquat au sol. L'étude BRL 2017 approchait la disponibilité en paille de canne via les déclarations d'achat/vente des coopératives SICALAIT et SICAREVIA, elle calculait alors une quantité de 940 T de MS. Grâce aux 30 000 bottes tracées par ERcane on sait aujourd'hui que la disponibilité de paille de canne est d'environ 6 000 T de MS.



Surface parcelle = 25,3 ha **Surface en prairie pâturée** = 25,3 – fauche – zones arborées – contention – exploitation – eau = 16,5 ha

FIGURE 45 : EXEMPLE DE DIVERSITE INTRA-PARCELLAIRE DANS UNE PARCELLE DES HAUTS DE L'OUEST (COMMUNE DE SAINT LEU)

2) Limites de la méthodologie et perspectives d'amélioration

« By definition, models are imperfect representations of real systems, but they provide considerable insight into system behaviour. » (Barbosa et al. 2012)

a. Elaboration du parcellaire

L'une des premières limites de notre modèle est le parcellaire. On ne prend pas en compte la diversité intra-parcellaire. En effet, à l'intérieur d'une parcelle déclarée par un agriculteur, considérée comme une entité uniforme, il peut y avoir une forte diversité de milieux : à la fois des zones d'herbe et des zones de bosquet, une partie seulement peut être fauchée et le reste pâturé, une partie peut être très pentue tandis qu'une autre sera plate, etc… (cf. Figure 44) Notre modèle affecte à l'entièreté du polygone un mode de gestion et un rendement uniforme, ce qui peut induire une sous- ou une surestimation du potentiel de production.

Pour limiter le risque de surestimation de la production, il aurait pu être intéressant de calculer sur des échantillons représentatifs de chaque type de parcelles un pourcentage moyen de surface dite « non productive » (bosquets, zones de contention, siège d'exploitation, etc…) et appliquer ce pourcentage à l'ensemble des parcelles du même type (même zone pédoclimatique, mêmes espèces, même gestion…).

Pour les scénarios d'évolution comprenant une mise en place de pratiques de fauche et/ou de fertilisation il avait été évoqué une solution pouvant permettre de mieux prendre en compte la diversité intra-parcellaire. L'idée serait de redécouper chaque parcelle en micro-parcelles de pente homogène et d'appliquer les changements de pratique uniquement sur celles suffisamment plates pour le passage des machines.

Pour le biais des surfaces arborées à l'intérieur des parcelles productrices il existe également une piste d'amélioration : redécouper les parcelles en identifiant zones arborées / zone herbacées grâce à l'analyse de la couverture du sol par image satellite (Stéphane Dupuy, CIRAD). L'important excédent d'herbe calculé à l'échelle de l'île serait probablement moins élevé si l'on identifiait mieux les zones réelles de production d'herbe en intra-parcellaire.

Un autre biais du parcellaire est celui qui concerne la canne fourragère, comme évoqué précédemment, mais potentiellement d'autres fourrages. Il manque toujours, malgré l'utilisation de trois couches SIG différentes et notamment de la CADSAT (cf. partie I.1) du Matériel & Méthode), les zones de récolte informelle et de nombreuses parcelles et micro-parcelles non-déclarées.

b. Typologie des surfaces et des modes de gestion

Par définition, un modèle est une simplification de la réalité, c'en est donc une représentation imparfaite. La difficulté est de trouver un équilibre entre les modèles hyperspécialisés, qui risquent de ne pas rentabiliser l'investissement de modélisation, et les modèles généralistes, qui sont sensés tout faire mais risquent de ne rien faire bien (Lurette, 2018).

La construction d'une typologie des surfaces fourragères et des modes de gestion de ces surfaces se veut représentative de la diversité des ressources et des pratiques. Cependant, le principe même de réduire cette diversité en une typologie la réduit considérablement. Avec les moyens et le temps disponibles, mais également les connaissances existantes il aurait été compliqué d'affiner plus la représentation de cette diversité dans le modèle. Cependant, la classification des pratiques selon trois niveaux - correspondants à la fois à une augmentation du rythme d'utilisation (fauches et/ou rotation), à une augmentation de la fertilisation et une augmentation de l'entretien - est réducteur quant aux possibilités qui existent réellement sur le terrain.

En effet, par exemple, une pâture peut être fortement fertilisée mais avoir un rythme de pâturage trop lent et un chargement trop faible, ne valorisant donc pas la ressource à l'optimum. A contrario, une prairie non fertilisée mais conduite avec un chargement et un rythme bien adapté, sera mieux valorisée. Ce genre de pratique est plutôt à promouvoir, dans le cadre de la transition agroécologique. Nous aurions donc pu, à la fois pour s'approcher mieux de la réalité du terrain mais aussi pour tester des scénarios d'évolution plus agroécologiques, décliner la typologie en un plus grand nombre de modalités, avec ou sans fertilisation.

c. Affectation des paramètres aux parcelles

L'approche « à la parcelle » a été définie lors de la construction du projet. Cette approche, bien qu'intéressante et permettant d'aborder un niveau de détail précis, est critiquable sur certains points. En effet, les paramètres structurels ont été affectés aux parcelles, dans une majorité des cas, suivant de grandes tendances - ou généralités - concernant des macro-zones ou micro-zones (cf. Figure 16, Matériel & Méthode). De plus, ces grandes tendances viennent soit du ressenti d'un seul expert soit d'une seule étude scientifique. Il existe donc un double biais dans l'affectation des paramètres aux parcelles.

d. Limites dans le calcul de la production

En plus des limites évoquées précédemment il existe aussi un biais pour le calcul de la production par rapport aux rendements et aux poids des saisons dans les rendements annuels (cf. Tableau 12). Ces valeurs proviennent d'essais sur des parcelles expérimentales, elles ne représentent donc pas forcément de manière la plus exhaustive et précise la réalité du terrain, bien qu'elles aient été jugées cohérentes et justes par les experts du territoire.

La connaissance du comportement des espèces fourragères sur le terrain sera meilleure dans quelques années grâce à l'observatoire de la pousse de l'herbe, débuté en 2017 par un partenariat ARP-CIRAD dans le cadre du « RMT Prairies Demain » national. Cet observatoire permettra notamment d'affiner la part du rendement à allouer à chaque saison pour les différentes zones pédoclimatiques. En effet, par exemple, dans notre étude il est calculé un fort excédent d'herbe en hiver dans les Hauts de l'Ouest. Or, sur le terrain, les éleveurs se plaignent du manque d'herbe hivernal qui les pousse à complémenter leurs animaux avec du fourrage conservé. Les bilans fourragers mis en place par l'ARP en 2019 et réalisés auprès de nombreux élevages, toutes filières confondues, permettront également d'approfondir les connaissances à la fois sur les pratiques des éleveurs et sur le comportement des espèces fourragères.

La sous-valorisation de l'herbe est réelle, mais par la combinaison de tous les biais évoqués dans cette partie on peut penser qu'elle est peut-être surestimée dans notre étude. Cependant, l'analyse de la balance fourragère à l'échelle de l'île montre une marge de sécurité faible concernant les fourrages conservés. Si la production de fourrages conservés est elle aussi surestimée, comme pour l'herbe, cette marge de sécurité est d'autant plus faible. A noter qu'il existe aussi des biais dans le calcul de la consommation de fourrages (voir étude Jacques Magnier, 2019).

Une approche seulement quantitative

Notre approche est purement quantitative. Or on sait qu'il faut raisonner l'alimentation animale en volume mais aussi en qualité. La qualité du fourrage étant fondamentale pour assurer le bon fonctionnement du rumen et de la digestion, chez les polygastriques, mais également très importante chez les équidés. Il aurait été intéressant d'intégrer une dimension qualitative à notre étude, même en se contentant de peu de critères tels que les UFL/kg de MS et les protéines brutes (en % MS). Dans le temps imparti et le manque de connaissances existantes sur le territoire, il aurait été compliqué d'intégrer cette dimension. Cependant, cela reste à l'avenir une piste d'amélioration du modèle que nous avons construit.

Finalement, il s'agit d'une étude exploratoire visant à établir un état des lieux de la situation fourragère à la Réunion. La mobilisation de nombreux acteurs de terrain et l'exploration bibliographique a permis de synthétiser les différentes données et connaissances existantes et d'identifier, voire compléter, les manquantes. La méthodologie comporte certes des limites, mais c'est la première étude de ce genre qui aille autant dans le détail, aux niveaux volumes et spatialisation, de l'offre et la demande en fourrage sur l'île. Le modèle construit fonctionne, il permet de simuler des scénarios d'évolution et de donner à l'ensemble des acteurs des pistes de réflexion. De ce fait, cette étude permet bien d'alimenter une réflexion globale sur la mise en place d'une filière fourrage.

De plus, la méthodologie développée ici pour le contexte des fourrages à la Réunion est applicable à d'autres territoires et pour répondre à d'autres questions ayant attrait à la bioéconomie circulaire et à l'optimisation de la valorisation des biomasses, comme dans le projet GABIR.

PHOTOGRAPHIE 21 : VACHE ALLAITANTE DANS UNE PRAIRIE DES HAUTS DE L'OUEST. (FANNY LORRE, 2019)

CONCLUSION

Notre étude a permis de synthétiser les différentes connaissances existantes sur les systèmes fourragers réunionnais, et de construire un modèle permettant à la fois de représenter le fonctionnement du système actuel avec un niveau détail jusqu'alors non atteint, mais aussi de simuler différents scénarios d'évolution, permettant d'alimenter une réflexion multi-acteurs sur la mise en place d'une filière fourrage structurée.

Nous avons montré certaines particularités du système fourrager réunionnais. D'une part l'herbe sur pied, pourtant ressource la plus produite sur l'île, semble sous-valorisée. D'autre part les fourrages conservés, foin et enrubanné, cruciaux pour combler les périodes de déficit fourrager et alimenter les élevages en système hors-sols et à faible disponibilité foncière, sont en flux tendu et viennent à manquer en cas de sécheresse. Il existe donc deux enjeux majeurs pour améliorer l'autosuffisance fourragère de l'île, sa résistance face à un aléa climatique, et l'optimisation de l'utilisation de ses biomasses : mieux valoriser l'herbe disponible en adaptant les pratiques de pâturage et réaliser plus de stocks fourragers, dans les Hauts mais aussi dans les Bas.

Les leviers techniques simulés dans cette étude permettraient d'améliorer l'autosuffisance fourragère. Ils restent certes compliqués à mettre en place, mais montrent bien qu'il existe des marges de manœuvre pour améliorer la situation.

Pour diverses raisons notamment historiques et politico-économiques, les systèmes d'élevage Réunionnais se sont construits sans forcément être tout à fait adaptés au contexte pédoclimatique. L'organisation actuelle de l'élevage pourrait être re-réfléchie dans une démarche plus agroécologique pour mieux s'adapter à la ressource disponible, avant de chercher à produire plus en intensifiant les pratiques.

Ce genre de questionnement et de recherche n'est pas limité au contexte de l'île. La méthodologie employée pourrait servir de modèle à l'échelle d'autres territoires, voire de pays entiers. En effet, l'autosuffisance et l'économie circulaire deviennent des sujets centraux dans les réflexions agricoles, environnementales et sociétales actuelles.

INDEX

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de la Réunion, relief et zones d'élevage. (Lorré, 2019)
Figure 2 : Carte des précipitations à la Réunion, + corrélation altitude et zonage thermique. (source : météo France)
Figure 3 : Distribution altitudinale de la diversité des graminées des systèmes prairiaux réunionnais d'après Grimaud et al. (2005)
Figure 4 : Evolution de la qualité de l'herbe et de la Quantité d'herbe journalière ingérée et digérée, selon le stade de pâturage. (source : arp, 2019)
Figure 5 : Le compromis entre rendement (t de ms/ha) et qualité (uf/kg de ms et pdi/kg de ms) du fourrage récolté. (source : gnis-pédagogie)
Figure 6: Evolution des paramètres chez les graminées tempérées et le kikuyu pâturé au cours de l'année entre saison chaude (été austral) et saison fraîche (hiver austral) d'après Grimaud et al. (2005).
Figure 7 : Démarche méthodologique de l'étude "Gestion des fourrages sur l'île de la Réunion".
Figure 8 : Classification de l'utilisation des prairies par analyse d'images satellites (Stéphane DUPUY, Cirad, 2018)
Figure 9 : Couches utilisées pour la construction du parcellaire. *(RPG : Registre Parcellaire Graphique. BOS : Base d'Occupation du Sol, CADSAT : Cadastre + Carte d'occupation du sol par image satellite.)*
Figure 10 : Parcellaire retenu pour l'étude et différentes occupations du sol.
Figure 11 : Zonage pédoclimatique de l'île. (Source : ARP 2019)
Figure 12 : Zonage logistique de l'île de la Réunion. (Fanny Lorré et Jacques Magnier, 2019).
Figure 14 : Les systèmes mixtes d'utilisation des prairies et la part du rendement pour chaque fourrage produit.
Figure 13 : Interactions entre surfaces et production de fourrage, choix dans la construction du modèle.
Figure 15 : Terroirs canniers ((DAAF 2008 : Zonage ARMES simplifié) et lien avec l'utilisation des prairies tropicales. Zones rayées : BRE de Brachiaria dominant, Zones non rayées : Chloris dominant, production de foin.
Figure 16 : Processus d'attribution des paramètres aux parcelles, gradient de précision et pourcentage de parcelles concernées par chaque étape.
Figure 17 : Méthode de calcul du rendement des prairies selon trois paramètres.
Figure 18 : Influence du climat sur la faisabilité de la récolte de la paille de canne.
Figure 19 : Spatialisation des différents types de coupes pour la canne à sucre.
Figure 20 : Méthode d'estimation et de localisation du gisement potentiel de paille de canne.
Figure 21 : Modèle "Gestion des fourrages sur l'île de la Réunion"
Figure 22 : Réponses au questionnaire sur les thématiques intéressantes à étudier/modéliser.
Figure 23 : Scenarios de simulation sur le module "production" du modèle « gestion des fourrages sur l'île de la réunion ».
Figure 24 : Règles de sélection des parcelles et changements associés à chacun des scénarios.
Figure 26 : Les surfaces fourragères actuelles ou potentielles distinguées par leur mode d'utilisation.
Figure 27 : Pourcentages des différents modes d'utilisation pour chaque type de prairies a l'échelle de l'île.
Figure 25 : Les différentes surfaces prises en compte dans l'étude et la superficie qu'elles couvrent.
Figure 28 : Surfaces en prairies et leurs différents modes d'utilisation, présentées par zones logistiques.
Figure 29 : Les différents types de gestion des parcelles fourragères classes selon leurs "niveaux d'intensification".
Figure 30 : Surfaces fourragères par zones logistiques et proportion de pratiques classées par "niveaux d'intensification".
Figure 31 : Productions d'aliments dans les différentes zones logistiques.
Figure 32 : Lien entre valorisation du gisement de paille de canne, proximité des élevages et prix de la botte de paille.
Figure 33 : Précipitations par mois pendant la saison de coupe de la canne dans les zones productrices de paille de canne (source : météo france)
Figure 34 : Balance des différents fourrages a l'échelle de l'ile sur une année.
Figure 35 : Balance fourragère à l'échelle de l'île par saison.
Figure 36 : Balances des fourrages par zone logistique.
Figure 37 : Impact de la récupération des friches des bas sur la balance de fourrages conserves a l'échelle de l'île de la réunion

Figure 38 : Nombre d'ugb pouvant être nourris sur un hectare de prairie en fonction de la vitesse de rotation du pâturage seule puis de la vitesse de rotation du pâturage combine a une intensification de la fertilisation

Figure 39 : Impact de l'amélioration des pratiques de gestion du pâturage sur la balance en herbe des hauts de l'ouest.
Figure 40 : Impact de l'augmentation des pratiques de récolte et de stockage de l'herbe sur la balance des hauts de l'ouest
Figure 41 : Impact d'un aléa climatique sur la balance fourragère annuelle à l'échelle de l'île
Figure 42 : Impact d'un aléa climatique et de leviers techniques de gestion des surfaces fourragères sur la balance annuelle à l'échelle de l'île
Figure 43 : Impact d'un aléa climatique et de leviers techniques de gestion des prairies sur la balance fourragère des hauts de l'ouest
Figure 44 : Utilisation de la canne à sucre en élevage, la complémentarité entre ruminants et monogastriques. Source : Archimède et al. 2008
Figure 45 : Exemple de diversité intra-parcellaire dans une parcelle des hauts de l'ouest (commune de Saint Leu)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif de l'importance des occupations du sol sur la sau réunionnaise. (sources : AgriPéi 2018 ; chambre d'agriculture.)
Tableau 2 : Cas d'études 2019, GABIR. (source : COPIL GABIR 05/03/19)
Tableau 3 : Effectifs d'animaux en filière et hors filière sur l'ile de la réunion. Jacques Magnier 2019.
Tableau 4 : Les trois types de prairies présentes sur l'île de la Réunion selon différentes altitudes, leurs surfaces et utilisations principales. Sources : Grimaux et al. (2002) ; Mandret et al. (2000) ; Leuleux, (2017).
Tableau 5 : Valeurs nutritives moyennes estimées des principaux fourrages réunionnais d'après Mandret et al. (2000).
Tableau 6 : Parcelles retenues dans le RPG 2017.
Tableau 7 : Parcelles retenues dans la BOS 2016.
Tableau 8 : Parcelles retenues dans la couche CADSAT.
Tableau 9 : Ensemble des parcelles retenues pour la création du parcellaire potentiellement fourrager de l'île de la Réunion.
Tableau 10 : Liens entre les parcelles, leurs fourrages et les aliments qu'elles produisent.
Tableau 11 : Niveaux d'intensification utilisés pour le calcul de la biomasse produite. (voir le détail sur l'annexe 2)
Tableau 12 : Rendements (T de MS/ha/an) et poids de la saison (%) pour les deux types de prairies, dans chaque zone pédoclimatique. (ARP 2019)
Tableau 13 : Pourcentage de perte et de valorisation de la biomasse selon le type d'utilisation de la prairie. (ARP 2019).
Tableau 14 : résidus laissés au sol (T MS /ha) selon les modes de coupe et les variétés pour un rendement commercial de 100 T MB/ha. (Source : Guide de la fertilisation, CIRAD 2007.)
Tableau 15 : Modalités d'exportation de la paille de canne.
Tableau 16 : Pourcentage de pertes de rendement en années sèches (2012-2013) par rapport a une moyenne sur 10 ans. (ARP, synthèse des essais fertilisation cirad)
Tableau 17 : Niveaux d'intensification sur les surfaces en prairies pâturées, mixtes et fauchées a l'échelle de l'île
Tableau 18 : Production des différents types d'aliments à destination du bétail sur l'île de la réunion, en tonnes de matière sèche par année et par saison.
Tableau 19 : Gisement potentiel en paille de canne récoltable à l'échelle de l'île en fonction des différentes modalités d'exportation de la paille.
Tableau 20 : Surfaces fourragères et effectifs animaux par zones logistiques.
Tableau 21 : Comparaison des résultats de la production de fourrage avec l'étude BRL 2017

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : Le littoral, paysage façonné par la culture de la canne à sucre. (Fanny Lorre, 2019)
Photographie 2 : Vaches laitières dans une exploitation a la plaine des cafres. (Fanny Lorré, 2019)
Photographie 3 : Troupeau laitier a la plaine des cafres (Fanny Lorré 2019)
Photographie 4 : Prairie de kikuyu dans les hauts de l'ouest, en été. Les taches jaunes sont provoquées par le puceron *Sipha Flava*, un ravageur présent sur l'île depuis le début de l'année 2018. (Fanny Lorré, 2019)
Photographie 5 : "Broyeuse Pei" et broyat d'un mélange canne fourragère/canne à sucre distribué a dans une exploitation d'engraissement de bovins.
Photographie 6 : Bœufs de type Moka (race locale) et charrette remplie de végétaux pour l'affouragement des animaux, en centre-ville de Saint Pierre. (Benjamin Neau, 2019)
Photographie 7 : Résidus de culture ou "paille de canne" après la récolte de la canne a sucre (Fanny Lorre 2019)
Photographie 8 : Jacques Magnier, Jean K'bidy et Jean Philippe Choisis devant un maïs âgé de 2,5 mois, quasiment prêt pour la récolte. (Fanny Lorré, 2019)
Photographie 9 : Canne fourragère âgée de plus de 2 mois, prête pour la récolte. Hauts de petite île. (fanny Lorré, 2019)
Photographie 10 : Troupeau allaitant au pâturage, en hiver, dans les hauts de l'ouest. (Fanny Lorre, 2019)
Photographie 11 : Troupeau allaitant au pâturage, en été dans les hauts de l'ouest. (Fanny Lorre, 2019)
Photographie 12 : Chantier d'enrubannage dans les hauts de l'ouest. (Fanny Lorré, 2019)
Photographie 13 : Bovin "hors-filière" au piquet, cirque de Mafate. (Fanny Lorré, 2019)
Photographie 14 : Caprins "hors-filière" au piquet, cirque de Mafate. (Fanny Lorré, 2019)
Photographie 15 : Leucaena dans le paysage de savane du cap la Houssaye. (Fanny Lorré, 2019)
Photographie 16 : Canne à sucre récoltée pour l'affouragement en vert d'un troupeau de bovin à l'engraissement, en hiver, Saint Joseph. (Fanny Lorré, 2019)
Photographie 17 : Prairie de fauche d'une exploitation laitière de la plaine des cafres. (Fanny Lorré 2019)
Photographie 18 : Troupeau ovin en bâtiment, saint joseph. (Fanny Lorre, 2019)
Photographie 19 : Cas rare d'un troupeau d'ovins au pâturage, hauts de l'ouest. (Fanny Lorre, 2019)
Photographie 20 : Atelier sur le pâturage tournant, organise par l'arp dans une exploitation des hauts de l'ouest. (Fanny Lorre, 2019)
Photographie 21 : Vache allaitante dans une prairie des hauts de l'ouest. (Fanny Lorré, 2019)

ANNEXES

- **Références bibliographiques**
- **Annexe 1** : Caractéristiques des zones pédoclimatiques (hors cirques). (ARP, 2019).
- **Annexe 2** : Typologie de gestion des surfaces fourragères et niveaux d'intensification.
- **Annexe 3** : Rendements et types de coupes pour la canne à sucre.
- **Annexe 4** : Fonctionnement du module « Production de fourrage ».
- **Annexe 5** : Questionnaire distribué aux acteurs lors de la réunion de restitution.
- **Annexe 6** : Table de conversion des UGB.
- **Annexe 7** : Critères de sélection des parcelles et règles pour l'élaboration des scénarios.
- **Annexe 8** : Inventaire des différents types de surfaces (hectares) par communes.
- **Annexe 9** : Fiches thématiques distribuées aux acteurs lors de la réunion de restitution.
- **Annexe 10** : Rendements par zones pédoclimatiques pour la canne fourragère.
- **Annexe 11** : Détail de la balance fourragère des zones logistiques sur l'année.
- **Annexe 12** : Détail de la balance fourragère des zones logistiques par saisons.
- **Annexe 13** : Compte-rendu de la réunion de restitution du 02 Juillet 2019.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADAPA : ALAMONE, D. et COURTY, S. Engraisser des bovins au pâturage : et si la viande poussait dans nos prés ? *Agriculture Durable de Moyenne Montagne.* (2012)

ALARY, V., MESSAD, S., TACHÉ, C., *et al.* Approche de la diversité des systèmes d'élevage laitiers à La Réunion. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* vol. 55, no 4, p. 285-297. (2002)

ALLO, M. Estimations des productions et des besoins de biomasse d'origine agricole à l'échelle territoriale : Cas des interactions entre agriculture et élevage à la Réunion. Mémoire de fin d'étude Bordeaux Science Agro, CIRAD (2015)

ARCHIMEDE H., GARCIA G., *et al.* Guide d'utilisation de la canne à sucre et de ses coproduits en alimentation animale*. INRA Centre Antilles-Guyane & University of the West Indies, Trinidad and Tobago.* (2008)

ARCHIMÈDE, H., XANDE, X., GOURDINE, J. L., *et al.* La canne à sucre et ses co-produits dans l'alimentation animale. *Innovations Agronomiques*, vol. 16, p. 165-179. (2011)

ARP : Association Réunionnaise de Pastoralisme. Site web. [En ligne] https://arp.re/ [consulté le 10/02/2019].

BARASSIN, J. La vie quotidienne des colons de l'île Bourbon à la fin du règne de Louis XIV: 1700-1715. Académie de la Réunion (1989).

BARBOSA, P., LETOURNEAU, D., et AGRAWAL, A. Insect outbreaks revisited. *Oxford : Wiley-Blackwell*, 2012.

BERTILE, W. Les Hauts de La Réunion. Étude géographique. *Cahier du Centre Universitaire de La Réunion*, vol. 9, p. 16-67. (1978)

BESSIERE M., BARAT X. Fondements, implantation et gestion du pâturage tournant dynamique*. Innov-eco2 et AG2M*. (2014)

BIGOT, A, BRUNSCHWIG, P., et FONTAINE, O. La canne fourragère à la Réunion. Comportement et valeur alimentaire. (1990)

BLANFORT, V., & THOMAS P. Gestion raisonnée des prairies en intégration avec l'environnement : bilan de deux années de suivi en exploitations 1995-96. (1996)

BLANFORT, V. Agroécologie des pâturages d'altitude à l'île de la Réunion : pratiques d'éleveurs et durabilité des ressources herbagères dans un milieu à fortes contraintes. (1998)

BRL and SCP AgriPéi 2030 : L'agriculture réunionnaise de demain. Etude de définition d'un modèle agricole et d'une stratégie d'actions. (2018)

BRUNSCHWIG, P. Le maïs ensilage à la Réunion : premiers résultats. *Saint-Pierre, Réunion, Cirad-Elevage, Synthèses et études spécifiques, 10p.* (1991)

Bœuf Pays SICAREVIA : bœufpays.re [En ligne] [consulté le 29.08.2019]

CHOISIS, J-P., GRIMAUD, P., LASSALLE, C. 'Pratiques d'élevage dans les exploitations bovines allaitantes conduites sur pâturage dans les Hauts de la Réunion.', *INRA productions animales, 22, pp. 345–354*. (2009)

CHARVET, S. Pratiques d'alimentation des caprins allaitants à La Réunion. Mémoire de fin d'Etude ENSAT. CIRAD (2012)

Chambre d'Agriculture Réunion. Chiffres clés de l'agriculture réunionnaise. [En ligne] http://www.reunion.chambagri.fr/spip.php?article10 [Consulté le 10/07/2019]

Chambre d'Agriculture Réunion. « Dossier Sécheresse » *La Réunion agricole, n° 30*, Décembre 2013.

Chambre d'Agriculture Réunion, EDE. Résultats du contrôle laitier de l'année 2013.

CLAVEIROLE, C. La transition agroécologique : défis et enjeux. *Journal officiel de la république française.* (2016)

Clicanoo.re *« Pas d'élevage sans fourrage ! »* 18 Mai 2002. [En ligne] https://www.clicanoo.re/node/382175 [consulté le 10/07/2019].

DELATTRE, F. Analyse des pratiques et stratégies de gestion des stocks fourragers chez les éleveurs de bovins laitiers de la Réunion. Mémoire de fin d'étude AGROPARISTECH. CIRAD (1996)

DIJOUX, A. Gestion de la paille de canne sur le territoire de la Côte Ouest, projet GIROVAR. *Chambre d'agriculture. Mai 2011. 29p*. (2011)

DINTINGER, J., REYNAUD, B., & BARBET-MASSIN, V. Opération n. 72102. Sélection et vulgarisation de cultivars de maïs améliorés pour la production d'ensilage à la Réunion. Rapport d'exécution de la première phase : 1996-1997. (1997)

DRAAF Bretagne. Chiffres clés des productions animales. *Tableaux de l'Agriculture Bretonne.* (2016)

FONTAINE, O., NIOBE, D., SHITALOU, E., *et al.* Hindouisme et sacrifice de boucs à l'île de La Réunion. *Ethnozootechnie*, vol. 85, p. 45-54. (2009)

FUSILLIER, J.-L., CHOISIS, J.-P. and PIRAUX, M. 'Le modèle d'exploitation agricole familiale réunionnais face à l'accroissement des contraintes foncières et économiques', *Cahiers Agricultures, 15, pp. 542–548.* (2006)

GERBAUD, S. 'Etude d'un processus de construction et d'appropriation d'outils : le cas du programme de gestion raisonnée des prairies à La Réunion'. (2004)

GILIBERT J. Productions fourragères en plein champ à la Réunion : qualités et quantités. *Saint Denis, Réunion, Chambre d'agriculture, 147 p.* (1981)

Gnis-pedagogie.org : Dossier plantes prairiales. [En ligne] https://www.gnis-pedagogie.org/fourragere-choix-espece.html [Consulté le 09/08/2019]

GRIMAUD, P. and THOMAS, P. 'Diversité des rations à base de graminées et gestion des prairies en élevage bovin sur l'ile de la Réunion.', *Fourrages, 169, pp. 65–78*. (2002)

GRIMAUD, P ; MICHON, A ; THOMAS, P ; BARBET-MASSIN, V. Guide technique pour la création, la gestion et la valorisation des prairies à la Réunion. (2005)

GUERRIN, F. et PAILLAT, J-M. Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité. Cas de la gestion des effluents d'élevage à l'île de la Réunion. *Montpellier, France*, (2002).

HOSTIOU, N., TOURRAND, J-F., HUGUENIN, J., *et al.* La diversité de gestion des systèmes herbagers en Amazonie. Cas des élevages bovins brésiliens. *Fourrages, vol. 187, p. 377-392.* (2006)

HOUSE, H., HAWKINS, B. Fiche technique : le séchage du foin en grange. *Commande n° 11-024W AGDEX 120/736 Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales, Ontario.* (2011)

IDELE. Référentiel bovin viande île de la Réunion, (2013).

IDELE. Systèmes bovins lait – cas concret 2014 en Bretagne*, Institut de l'Elevage, 50p*. (2015)

JEAN, B.. Paysans de la Réunion. *Aix en Provence, Cersoi/puam*, (1984).

JONES, RJ. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. *World Animal Review 31, 13-23*. (1979)

KALINGANIRE, A., ANNONCIATA, U., BREHIMA, K. *et al.* Installation et gestion de plantations agroforestières. *World Agroforestry Centre, ICRAF Notre technique no. 2*. 2006

KIRK, W. G., PEACOCK, F. M., DAVIS, George K., *et al.* Utilizing bagasse in cattle fattening rations. *Bulletin. Florida Agricultural Experiment Station, no 641*. (1962)

KLEIN, H.D., GRIMAUD, P. L'amélioration des ressources fourragères en Afrique subsaharienne subhumide. *Etude de cas n°4 publiée en complément de l'ouvrage Les cultures fourragères ED. Quae.* (2014)

LACROIX, S. Étude du fonctionnement des élevages bovins naisseurs à la Réunion, Réunion. *Mémoire de fin d'étude ISTOM, CIRAD* (2001)

LAGABRIELLE, E., METZGER, P., MARTIGNAC, C., *et al.* Les dynamiques d'occupation du sol à La Réunion (1989-2002). *M@ ppemonde*, no 86. (2007)

LASSALLE, C.. Analyse des relations entre la conduite de troupeaux bovins allaitants et leurs performances zootechniques, dans les Hauts de la Réunion*. Mémoire de fin d'étude AGROPARISTECH* , *CIRAD* (2007).

LEULEUX M. (BRL Ingénierie) ETUDE PROSPECTIVE SUR LA RESSOURCE FOURRAGERE Rapport définitif. (2017)

LURETTE A., MOULIN C.-H. Cours d'introduction : modélisation des systèmes d'élevages. *Montpellier SupAgro,* (2018).

MARBLE, Y., AUBRON, C., VIGNE, M. Le développement des Hauts de la Réunion par l'élevage bovin laitier : un modèle à bout de souffle. *Géocarrefour, vol 92, no 92/3* (2018)

MAGNIER, J. Construction et simulation de scénarios d'organisation d'une « filière fourrage » à la Réunion. *Mémoire de fin d'Etude ESA. INRA-CIRAD* (2019)

MANDRET, G., BLANFORT, V., HASSOUN, P., *et al.* L'élevage bovin à la Réunion. Synthèse de quinze ans de recherche. *Collection Repères, Cirad/INRA/Région Réunion/CAH, île de la Réunion, France, 350p*, (2000).

METZGER, P. 'Les enjeux de la question urbaine dans l'aménagement régional à l'île de la Réunion', *pp. 361–372.* (2004)

MUNSCH, J. Facteurs d'élevage associés à l'infertilité des vaches et à la mortalité des broutards avant sevrage dans les élevages allaitants naisseurs de l'île de la Réunion. *Mémoire de fin d'étude ENITA-Clermont-Ferrand, CIRAD* (2009)

METEO FRANCE, 2000. Zonage Pluviométrique, [En Ligne]. [Consulté le 01/03/2019]

POUZET, D., LETOURMY, P., et LEGIER, P. Evaluation de la fertilité des sols réunionnais cultivés, à partir des conseils en fertilisation de canne à sucre (2003).

PROUVOT, S. Modèle de gestion intégrée d'une ressource animale locale en voie de disparition et de son territoire*. Mémoire de fin d'étude, Université Aix Marseille. Cirad* (2012)

RITA Martinique L'ensilage de canne à sucre, une solution économe pour disposer d ' un fourrage de qualité pendant le Carême. (2015)

SAINT MACARY, H., MEDOC, J. M., & CHABALLIER, P. Systèmes de culture de la Réunion. Typologie, spatialisation et éléments pour un référentiel. CIRAD. (2003)

SCHERRER, L. Caractérisation des élevages bovins allaitants réunionnais par leurs pratiques et stratégies fourragères en vue d'améliorer le suivi et le conseil de ces exploitations. *Mémoire de fin d'étude, ISTOM. CIRAD* (2017)

SHELTON, H.M., BREWBAKER, J.L. *Leucaena leucocephala* – The most widely used forage tree legume. *Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International. Wallingford, UK*, p. 15 (1994)

TANGAMA, M. Gestion des savanes de La Réunion : caractérisation de la végétation, suivi des effets des feux dirigés et mesure de la qualité fourragère des espèces dominantes de la savane du Cap La Houssaye. *Mémoire de fin d'étude, Université UPEC, CIRAD – Université de La Réunion.* (2018)

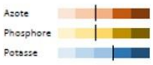
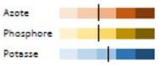
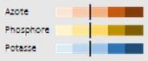
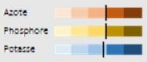
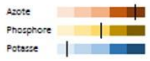
VIALLARET, A. - IDELE Référentiel technico-économique SYSTÈMES BOVINS-LAIT. (2017)

VIGNE, M. Gestion Agricole des Biomasses à l ' échelle de la Réunion : Description Synthétique du Projet. (2016)

WANQUET, C. Histoire d'une révolution : La Réunion 1789-1803, *vol. 3.* (1981)

YOSSI, H., KAYA, B., TRAORE, C.O., *et al*. Les haies vives au Sahel. Etat des connaissances et recommandations pour la recherche et le développement. *ICRAF Occasionnal Paper n°6 Nairobi : World Agroforestry Centre*.(2006)

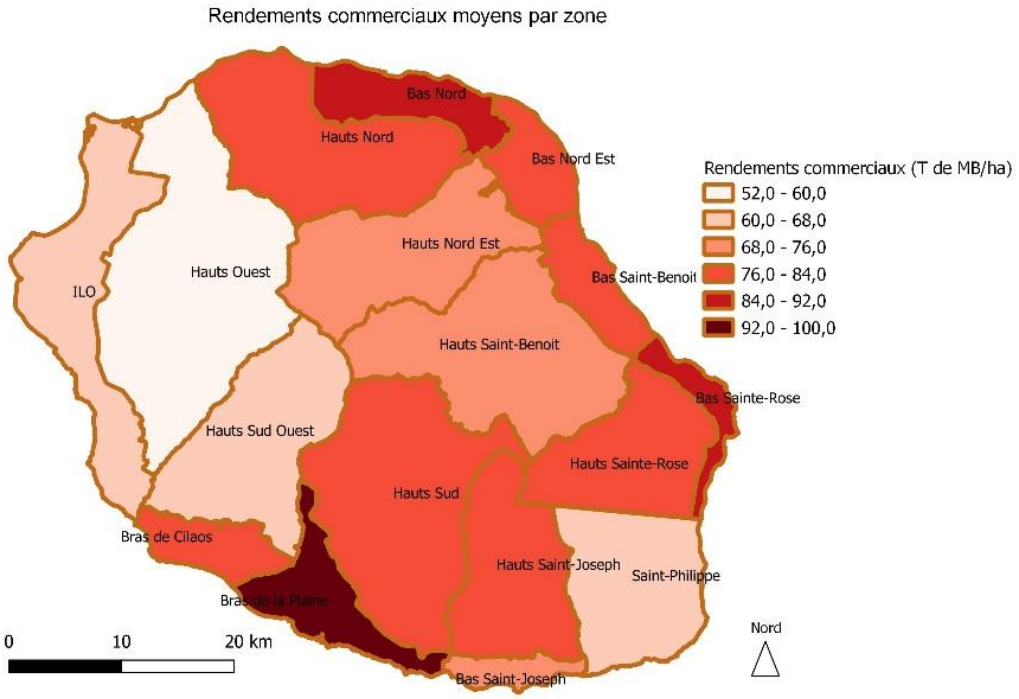
Annexe 1 : Caracteristiques des zones pedoclimatiques (hors cirques). (ARP, 2019)

Id	Nom de la zone	Altitude	SOLS			CLIMAT		
			Types de sol	pH	Composition	Pluvio-métrie	Température	ETP
1	Plaine des Cafres	1300 à 2000 m	Andosols perhydratés	Moyen acide à acide (5 à 6)		1324 mm/an	14 ° C	87 mm/mois
2	Le Tampon et Petite île les Hauts	400 à 1300 m	Vertiques et Bruns andiques, quelques sols andiques perhydratés dans les hauts	Moyen acide à très acide (<5 à 6)		1303 mm/an	19 °C	86 mm/mois
3	Saint Pierre et les Bas de Petite Île	0 à 500 m	Bruns andique, quelques sols bruns et ferrallitiques sur le littoral	Moyen acide à très acide (<5 à 6)		862 mm/an	23 °C	107 mm/mois
4	Saint Joseph – Saint Philippe	0 à 1500 m	Andiques perhydratés, vertiques et bruns andiques	Moyen acide à acide (5 à 6)		2664 mm/an	22 °C	102 mm/mois
5	Hauts de l'Ouest	1200 à 1900 m	Andiques perhydratés	Moyen acide à acide (5 à 6)		1028 mm/an	15 °C	63 mm/mois
6	Sur-Ouest zone médiane	400 à 1200m	Gradiant des hauts vers les bas : Vertiques, bruns ansiques, bruns.	Moyen acide à acide (5 à 6)		945 mm/an	20 +C	82 mm/mois
7	Sur-Ouest zone basse	100 à 600m	Bruns et bruns andiques, ferrallitiques à l'Etang Salé	Moyen acide à acide (5 à 6)		745 mm/an	23 °C	98 mm/mois
8	Littoral Sud-Ouest	0 à 400m	Bruns	Moyen acide à acide (5 à 6)		531 mm/an	24 °C	110 mm/mois
9	Saint Denis – Sainte Marie	0 à 1200m	Ferrallitiques, Bruns et Bruns andiques. Vertiques dans les Hauts	Moyen acide à très acide (<5 à 6)		1 878 mm/an	24 °C	118 mm/mois
10	Sainte Suzanne – Sainte Rose	0 à 700m	Andiques perhydratés et vertiques, quelques sols bruns andiques et ferrallitiques	Acide à très acide (<5 à 5,5)		3 230 mm/an	22 °C	97 mm/mois
11	Plaine des Palmistes	800 à 1600m	Andiques perhydratés	Très acide (<5)		3 410 mm/an	16 °C	76 mm/mois

ANNEXE 2 : TYPOLOGIE DE GESTION DES SURFACES FOURRAGERES ET NIVEAUX D'INTENSIFICATION.

Typologie de gestion des surfaces fourragères		
Type_parcelle	**niveau_int***	**Description**
Temp_p	1	Pâturage continu ou tournant très lent (> 10 jours sur une parcelle, rotation > 45 jours). Chargement < 1 UGB/ha
	2	Pâturage tournant lent (de 7 à 10 jours sur une parcelle, rotations de 30 jours environ) Chargement 1 - 2 UGB/ha
	3	Pâturage tournant (temps séjour inférieur à 7 jours, rotation 15 à 20 jours selon saison) Chargement > 2 UGB/ha
K_p	1	Pâturage continu ou tournant très lent (> 10 jours sur une parcelle, rotation > 45 jours). Chargement < 1 UGB/ha
	2	Pâturage tournant lent (de 7 à 10 jours sur une parcelle, rotations de 30 jours environ) Chargement 1 - 2 UGB/ha
	3	Pâturage tournant (temps séjour inférieur à 7 jours, rotation 15 à 20 jours selon saison) Chargement > 2 UGB/ha
Temp_f	1	2 fauches maximum, en été
	2	3-4 fauches en été
	3	6 – 7 fauches tout au long de l'année
K_f	1	2 fauches maximum, en été
	2	3-4 fauches en été
	3	4-5 fauches, principalement en été, quelques unes en hiver si herbe disponible
Temp_MdomP	1	1 fauche en été quand surplus d'herbe, pâturage continu ou tournant très lent le reste de l'année
	2	1 à 2 fauches l'été quand surplus d'herbe. Reste de l'année pâturage tournant lent
	3	Plus de 2 fauches l'été, pâturage tournant le reste de l'année.
K_MdomP	1	1 fauche en été quand surplus d'herbe, pâturage continu ou tournant très lent le reste de l'année
	2	1 à 2 fauches l'été quand surplus d'herbe. Reste de l'année pâturage tournant lent
	3	Plus de 2 fauches l'été, pâturage tournant le reste de l'année.
Temp_Mequ	1	3 fauches maximum pendant l'été. Pâturage continu ou trounant très lent le reste de l'année
	2	3-4 fauches pendant l'été. Reste de l'année pâturage tournant lent
	3	4 à 5 fauches pendant l'été et la mi-saison. Pâturage tournant le reste de l'année.
K_Mequ	1	3 fauches maximum pendant l'été. Pâturage continu ou tournant très lent le reste de l'année
	2	3-4 fauches pendant l'été. Reste de l'année pâturage tournant lent
	3	4 fauches pendant l'été et la mi-saison. Pâturage tournant le reste de l'année.
Temp_MdomF	1	3 - 4 fauches de Septembre à Juin. Pâturage continu ou tournant très lent pendant Juillet-Août.
	2	4 - 5 fauches de Septembre à Juin. Pâturage tournant lent pendant Juillet-Août.
	3	6 – 7 fauches de Septembre à Juin. Pâturage tournant pendant Juillet-Août.
Trop_f	1	5-6 coupes étalées sur l'année
	2	7-8 coupes étalées sur l'année
	3	8-10 coupes étalées sur l'année
Trop_e	1	4-5 coupes étalées sur l'année
	2	5-6 coupes étalées sur l'année
	3	7-8 coupes étalées sur l'année
Trop_p	1	Pâturage continu ou tournant très lent (> 10 jours sur une parcelle, rotation > 45 jours). Chargement < 1 UGB/ha
	2	Pâturage tournant lent (de 7 à 10 jours sur une parcelle, rotations de 30 jours environ) Chargement 1 - 2 UGB/ha
	3	Pâturage tournant (temps séjour inférieur à 7 jours, rotation 15 à 20 jours selon saison) Chargement > 2 UGB/ha
Canne_fourr	standard	Coupes régulières à la main ou à la « coupeuse péi » (cycle de 6 semaines de croissance), fertilisation d'appoint (organique) si parcelle accessible mais non systématique.
Mais_ens	standard	3 récoltes /an dans les Bas (cycle d'environ 3 mois de croissance) ou 1 voire 2 récoltes /an dans les Hauts (cycle d'environ 6 mois de croissance), fertilisation organique après chaque coupe (jusqu'à 60T de fumier/ha/coupe). Herbicide de prélevée au moment du semis.
Niveaux d' « intensification »		
* niveau_int	1	Pas de fertilisation
		Pas d'entretien
	2	Fertilisation d'appoint. Sur les prairies pâturées fertilisation organique 1 à 2 fois par an (ex : lisier 25 à 30m3/ha/apport). Sur prairies de fauche fertilisation organique (ex : lisier 25 à 30m3/ha/apport) à chaque coupe ou une coupe/2, parfois une fertilisation minérale si possibilité mais non systématique (ex : 200kg/ha/apport)
		Entretien sur les pâtures : Un passage de gyrobroyeur si besoin avant l'hiver pour détruire les refus de l'été et lutter contre les mauvaises herbes telles que le rumex. Un passage de désherbant localisé (pulvérisateur à dos) si grave problème de mauvaise herbe (sur "marie-érintée", jonc ou bringelier) Sur les fauches : un passage de gyrobroyeur après une fauche si soucis de mauvaises herbes.
	3	Fertilisation "poussée". Sur les prairies pâturées fertilisation organique (ex : lisier 25 à 30m3/ha/apport) et/ou minérale (ex : 200kg/ha/apport) en sortie de parcelle des animaux 2 à 3 fois par an, mais adaptée au chargement de l'exploitation pour ne pas être débordé par une trop forte pousse de l'herbe. Sur les prairies de fauche fertilisation quasi-systématique après chaque fauche, organique ou minérale.
		Entretien sur les pâtures : Jusqu'à4 passages de gyrobroyeur par an, après sortie des animaux, si besoin (soucis mauvaises herbes ou refus), ou passage d'un désherbant localisé (pulvérisateur à dos) sur les zones à problème. Sur les fauches : passage de gyrobroyeur si besoin après une fauche. Mais souvent le rythme de fauche/pâture permet de limiter les mauvaises herbes.

ANNEXE 3 : RENDEMENTS ET TYPES DE COUPES POUR LA CANNE A SUCRE.



Rendements commerciaux moyens par zones (Tereos, 2019).

Rendements moyens et pourcentage du type de coupe par zone (Tereos, 2019).

id_zone	Nom	Rdt moyen T MB/ha	*% coupe manuelle*	*% coupeuse péi*	*% coupe mécanique canne entière*
1	Bas Nord	85	*22%*	*12%*	*66%*
2	Hauts Nord	79	*35%*	*16%*	*49%*
3	Bas Nord Est	82	*59%*	*8%*	*33%*
4	Hauts Nord Est	71	*72%*	*11%*	*17%*
5	Bas Saint Benoit	83	*61%*	*24%*	*16%*
6	Hauts Saint Benoit	75	*76%*	*23%*	*1%*
7	Bas Sainte Rose	86	*86%*	*14%*	*0%*
8	Hauts Sainte Rose	77	*86%*	*14%*	*0%*
9	Saint Philippe	68	*87%*	*13%*	*0%*
10	Bas Saint Joseph	76	*78%*	*21%*	*1%*
11	Haut Saint Joseph	77	*83%*	*16%*	*1%*
12	Bras de la Plaine	100	*84%*	*4%*	*12%*
13	Hauts Sud	80	*81%*	*5%*	*14%*
14	Bras de Cilaos	80	*63%*	*8%*	*29%*
15	Hauts Sud-Ouest	68	*82%*	*7%*	*11%*
16	ILO **	62	*86%*	*3%*	*11%*
17	Hauts Ouest **	52	*91%*	*4%*	*5%*

*** Pour l'Ouest de l'île, les rendements des parcelles en coupe mécanique semblent être significativement plus élevés que la moyenne de la microrégion, et plutôt proches de ceux du Bras de Cilaos. Est donc affecté dans notre modèle un rendement de 80 T de MB/ha à ces parcelles (Tereos, communication personnelle, 2019).*

ANNEXE 4 : FONCTIONNEMENT DU MODULE « PRODUCTION DE FOURRAGE »

I. Les tables et couches SIG (QGIS/PostgreSQL).

Nom table	*Description*	Nom colonne	*Description*
parcelles_fr_reunion	*Ensemble des parcelles de l'île et leurs caractéristiques*	id	*Identifiant parcelle*
		geom	*Forme (multipolygone) et localisation de la parcelle*
		surf	*Surface en ha*
		code_culture	*Code provenant de la couche SIG de base (RPG, Bos ou CADSAT)*
		altitude	*Altitude moyenne de la parcelle*
		pente_pour	*Pente moyenne de la parcelle en %*
		pacage	*Numéro pacage pour les parcelles provenant de la couche RPG*
		culture	*premier niveau de classification : canne, prairie, friche, maïs*
		culture_2	*Deuxième niveau de classification : canne, tropical, tempéré, kikuyu, maïs, friche*
		id_type_parcelle	*Troisième niveau de classification : indique le mode d'utilisation de la parcelle (fauche, pâture, mixte… pour les prairies) ou le type de coupe de la canne à sucre.*
		Id_type_parcelle	*Quatrième niveau de classification : indique le « niveau d'intensification » ou « niveau de gestion » de la parcelle, du plus au moins intensif.*
		commune	*Commune d'appartenance de la parcelle*
		id_zone_pedo	*Zone pédoclimatique où se trouve la parcelle*
		id_zlog	*Zone logistique où se trouve la parcelle*
		id_armes	*Zone ARMES où se trouve la parcelle (ne concerne que certaines parcelles)*
		niveau_int	*Le « niveau d'intensification » auquel correspond le type de gestion de la parcelle*
zones_pedoclimatiques table (non SIG) : table_zones_pedo	*Liste des zones pédoclimatiques ainsi que leurs géométries.*	id_zone_pedo	*identifiant de la zone pédoclimatique*
		geom	*Multipolygone de la zone*
		surf_zone	*Surface couverte par la zone*
		code_zone	*Code de la zone*
		nom_zone	*Nom de la zone*
zones_logistiques table (non SIG) : table_zones_log	*Liste des zones logistiques ainsi que leurs géométries.*	id_zlog	*L'identifiant de la zone logistique*
		geom	*Multipolygone de la zone*
		nom_zlog	*Nom de la zone*
zones_armes	*Zonage ARMES : zonage des bas (initialement pour la canne à sucre) qui identifie plusieurs microclimats.*	id_armes	*Identifiant de la zone*
		geom	*Multipolygone*
		ident	*Nom de la zone*
type_parcelle	*Les différents types de parcelle (occupation du sol et indication sur son utilisation)*	id_type_parcelle	*Identifiant du type de parcelle*
		type_parcelle	*Nom*
		Description	*Description du type de parcelle*
type_fourrage	*Les différents types de fourrage*	id_fourrage	*Identifiant du type de fourrage*
		type_fourrage	*Nom*
		id_aliment	*Identifiant de l'aliment produit par ce type de fourrage*
type_aliment	*Les différents types d'aliment à destination des animaux*	id_aliment	*Identifiant du type d'aliment*
		type_aliment	*Nom*
table_saison	*Les saisons considérées dans l'étude*	id_saison	*Identifiant de la saison*
		saison	*Nom de la saison*
		duree_jours	*Durée de la saison en jours*
type_gestion	*Les différents types de gestion associés aux types de parcelles*	id_type_gestion	*Identifiant du type de gestion*
		id_type_parcelle	*Identifiant du type de parcelle auquel il appartient*
		description	*Description du type de gestion*
		niveau_int	*« Niveau d'intensification » (1, 2, 3) du type de gestion.*
table_lien	*Table indiquant par type de parcelle, par saison, le pourcentage du rendement alloué aux différents types de fourrage que la parcelle produit.*	id	*Identifiant du lien (une situation donnée)*
		id_type_parcelle	*Identifiant du type de parcelle concerné*
		type_parcelle	*Nom du type de parcelle*
		id_saison	*Identifiant de la saison concernée*
		id_zone_pedo	*Identifiant de la zone pédoclimatique dans laquelle on exprime ce lien.*
		id_fourrage	*Identifiant du fourrage produit*
		prct_rdt	*Pourcentage du rendement alloué à ce type de fourrage dans la situation considérée*
table_rdt	*Table reprenant l'ensemble des rendements possibles par saison pour chaque combinaison de [zone pédoclimatique – type de gestion – type de parcelle]*	id	*Identifiant de la situation*
		id_type_gestion	*Identifiant du type de gestion concerné*
		id_zone_pedo	*Identifiant de la zone pédoclimatique dans laquelle se trouve la situation*
		id_saison	*Identifiant de la saison donnée*
		rdt	*Rendement (en T de MS/ha) pour la situation donnée*
		niveau_int	*« Niveau d'intensification » correspondant*

I. Requêtes SQL (sous PostgreSQL).

Vues nécessaires à toute requête.		
Nom	***Description***	***Requête SQL***
vue_lien	*Vue intermédiaire :* *Indique pour chaque parcelle un certain nombre de caractéristiques ainsi que les types de fourrages et d'aliment qu'elle produit, avec l'indication du pourcentage de rendement alloué à chacun des fourrages, pour chaque saison.*	CREATE VIEW fanny.vue_lien AS (SELECT parc.id, parc.surf, parc.id_zone_pedo, parc.id_zlog, parc.commune, parc.id_type_gestion, lien.id_type_parcelle, lien.type_parcelle, fou.id_fourrage, fou.id_aliment, lien.id_saison, lien.prct_rdt FROM fanny.parcelles_fr_reunion parc, fanny.table_lien lien, fanny.type_fourrage fou WHERE ((parc.id_type_parcelle = lien.id_type_parcelle) AND (lien.id_fourrage = fou.id_fourrage) and (parc.id_zone_pedo = lien.id_zone_pedo))) ;
vue_prod	*Indique pour chaque parcelle sa production en T de MS par type de fourrage et type d'aliment, pour chaque saison.*	CREATE VIEW fanny.vue_prod AS (SELECT pal.id, pal.id_saison, pal.id_zone_pedo, pal.id_zlog, pal.id_fourrage, pal.id_aliment, ((pal.surf * rdt.rdt) * pal.prct_rdt) AS prod FROM fanny.vue_lien pal, fanny.table_rdt rdt WHERE ((rdt.id_type_gestion = pal.id_type_gestion) AND (rdt.id_zone_pedo = pal.id_zone_pedo) AND (rdt.id_saison = pal.id_saison))) ;

Liste (non exhaustive) de requêtes utilisables…		
Nom	***Description***	***Requête***
sumprodannee	*Indique la production de chaque zone (logistique), à l'année, pour chaque type d'aliment.*	CREATE VIEW fanny.sumprodannee AS (SELECT p.id_zlog, p.id_aliment, sum(p.prod) AS sumprod FROM fanny.vue_prod p WHERE (p.id_saison = '3') GROUP BY p.id_zlog, p.id_aliment order by p.id_zlog)
sumprodsaisons	*Indique la production de chaque zone (logistique), à l'année, pour l'hiver et l'été.*	CREATE VIEW fanny.sumprodsaisons AS (SELECT p.id_zlog, p.id_saison, p.id_aliment, sum(p.prod) AS sumprod FROM fanny.vue_prod p WHERE (p.id_saison in ('1', '2')) GROUP BY p.id_zlog, p.id_saison, p.id_aliment order by p.id_zlog)
sumprodile	*Indique la production de l'île, par aliment, à l'année.*	CREATE VIEW fanny.sumprodile AS (SELECT p.id_aliment, sum(p.prod) AS sumprod FROM fanny.vue_prod p WHERE (p.id_saison = '3') GROUP BY p.id_aliment order by p.id_aliment)
sumprod_fou_ile	*Indique la production de chaque type de fourrage, à l'année, pour l'ensemble de l'île.*	CREATE VIEW fanny.sumprod_fou_ile AS (SELECT p.id_fourrage, sum(p.prod) AS sumprod FROM fanny.vue_prod p WHERE (p.id_saison = '3') GROUP BY p.id_fourrage order by p.id_fourrage)
surf_id_parc	*Indique la surface de chaque type_parcelle sur l'île.*	CREATE VIEW fanny.surf_idparc AS (SELECT p.id_type_parcelle, sum(p.surf) AS sumsurf FROM fanny.parcelles_fr_reunion p GROUP BY p.id_type_parcelle ORDER BY p.id_type_parcelle);

ANNEXE 5 : QUESTIONNAIRE DISTRIBUE AUX ACTEURS LORS DE LA REUNION DE RESTITUTION.

EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

FILIERE FOURRAGE STRUCTUREE : VOTRE AVIS NOUS INTERESSE.

Nom et/ou organisme :	
Quelles thématiques vous paraissent les plus pertinentes à étudier ?	**Avez-vous des idées de scénario à tester pour ces thématiques ?**
☐ Gestion des prairies	
☐ Amélioration foncière	
☐ Récupération des friches	
☐ Evolution des rations	
☐ Mise en place d'une filière fourrage	
○ Acteurs	
○ Logistique (bâtiments, …)	
○ Statut	
☐ Innovations/Alternatives	
○ Séchage en grange	
○ Développement nouveaux fourrages/nouvelles pratiques	
☐ Aléas climatiques	
☐ Autres :	
Avez-vous un autre commentaire à nous faire partager ?	
Merci pour votre participation.	

ANNEXE 6 : TABLE DE CONVERSION DES UGB.

Table de conversion des UGB alimentaires annuelles.

Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2014.

Bovins race laitière	
	Coef UGB
Vaches laitières	1.00
Génisses - 1 an	0.30
Génisses 1 à 2 ans	0.60
Génisses + 2 ans	0.80
Génisses -1 an vêlage précoce	0.30
Génisses 1-2ans vêlage précoce	0.75
Taureaux reproducteurs	1.00
Boeufs -1 an	0.30
Boeufs 1-2 ans	0.60
Boeufs + 2 ans	0.80
Jeunes bovins -1 an	0.30
Jeunes bovins 1-2 ans	0.75

Bovins race à viande	
	Coef UGB
Vaches allaitantes	0.85
Vaches finition	1.10
Veaux femelles avant sevrage	0.20
Veaux sous la mère femelles	0.20
Veaux Aveyron	0.40
Veaux mâles avant sevrage	0.20
Génisses - 1 an	0.40
Génisses 1-2 ans	0.60
Génisses + 2 ans	0.80
Génisses 24-28 mois finition	0.90
Génisses 30-36 mois finition	0.95
Mâles - 1 an	0.45
Mâles 1-2 ans	0.60
Mâles 2-3 ans	0.80
Mâles + 3 ans	1.00
Taureaux reproducteurs	1.00
Taureaux finition	1.20
Boeufs -1 an	0.45
Boeufs 1-2 ans	0.60
Boeufs 2-3 ans	0.80
Boeufs + 3 ans	1.00
Boeufs 24-36 mois en finition	1.00

Ovins viande	
	Coef UGB
Brebis	0.15
Agnelles - 6 mois	0.05
Agnelles 6 mois et +	0.07
Béliers - 6 mois	0.05
Béliers 6 mois et +	0.15
Mâle castré de +12 mois	0.15
Agneaux de boucherie	0.05

Ovins lait	
	Coef UGB
Brebis	0.15
Agnelles	0.03
Béliers	0.15

Caprins	
	Coef UGB
Chèvres + Chevreaux	0.17
Chevrettes	0.09
Boucs	0.17
Chevreaux	0.09

Equins	
	Coef UGB
Juments lourdes non suitée	0.79
Pouliches lourdes avt sevrage	0.57
Pouliches lourdes sevrées -1an	0.75
Pouliches lourdes 1 à 2 ans	0.90
Pouliches lourdes +2 ans	0.94
Poulains M lourds avt sevrage	0.57
Poulains M lourds sevrés -1 an	0.75
Poulains M lourds 1 à 2 ans	0.90
Etalons Lourds	1.02
Juments selle non suitées	0.66
Pouliches selle avt sevrage	0.48
Pouliches selle sevrées -1 an	0.54
Pouliches selle 1 à 2 ans	0.78
Pouliches selle + 2 ans	0.87
Poulain M selle avt sevrage	0.48
Poulains M selle sevrés -1an	0.54
Poulains M selle 1 à 2 ans	0.87
Etalons selle	0.83
Poulains jusqu'au sevrage	0.57

ANNEXE 7 : CRITERES DE SELECTION DES PARCELLES ET REGLES POUR L'ELABORATION DES SCENARIOS

- **Scénarios « Récupération des friches des Bas pour la production de fourrages conservés »**

<table>
<tr><th rowspan="2">Option</th><th colspan="5">D'abord…</th><th colspan="2">Puis…</th></tr>
<tr><th colspan="4">critères parcelles (parcelles_fr_reunion)</th><th>changement</th><th>critère parcelle</th><th>changement</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="3">culture = 'friche'</td><td rowspan="3">surf > 1</td><td rowspan="3">altitude < 800

zone_pedo not in ('12', '13', '14')</td><td>pente_pour <= 10</td><td rowspan="3">culture = 'prairie' and culture_2 = 'tropical'</td><td rowspan="3">id_armes in ('11', '12', '5', '13', '8', '4')
———————
id_armes in ('3', '6', '7', '1', '2', '10', '14', '9')</td><td rowspan="3">id_type_parcelle = '5' and id_type_gestion = '14' and niveau_int = '2'
———————
id_type_parcelle = '15' and id_type_gestion = '44' and niveau_int = '2'</td></tr>
<tr><td>2</td><td>pente_pour <= 15</td></tr>
<tr><td>3</td><td>pente_pour <= 20</td></tr>
</table>

- **Scénarios « Amélioration du pâturage dans les Hauts de l'Ouest »**

<table>
<tr><th>Option</th><th colspan="3">critères parcelles (parcelles_fr_reunion)</th><th></th><th>changement</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="3">id_zlog in ('5', '1')</td><td rowspan="3">id_type_parcelle = '2'
id_type_gestion = '4'</td><td rowspan="3">pente_pour <= 30</td><td>Sélectionner x parcelles pour atteindre (environ) 10% de la surface totale de parcelles ayant ces critères.</td><td rowspan="3">id_type_gestion = '5' and niveau_int = '2'</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Sélectionner x parcelles pour atteindre (environ) 25% de la surface totale de parcelles ayant ces critères.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Sélectionner x parcelles pour atteindre (environ) 50% de la surface totale de parcelles ayant ces critères.</td></tr>
</table>

- **Scénario « Faire plus de stock dans les Hauts de l'Ouest »**

<table>
<tr><th>Option</th><th colspan="4">critères parcelles (parcelles_fr_reunion)</th><th>changements</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="3">id_zlog in ('1', '5')</td><td rowspan="3">id_type_parcelle = '2'</td><td>pente_pour <= 20</td><td rowspan="3">surf => 1</td><td>if niveau_int = '1' :
id_type_parcelle = '7' and id_type_gestion = '19'</td></tr>
<tr><td>2</td><td>pente_pour <= 25</td><td>if niveau_int = '2' :
id_type_parcelle = '7' and id_type_gestion = '20'</td></tr>
<tr><td>3</td><td>pente_pour <= 30</td><td>if niveau_int = '3' :
id_type_parcelle = '7' and id_type_gestion = '21'</td></tr>
</table>

- **Scénario « Aléas climatique – sécheresse - en été dans l'Ouest de l'île »**

<table>
<tr><th colspan="3">Critères (table_rdt)</th><th>Changement (diminution du rendement)</th></tr>
<tr><td rowspan="9">id_saison = '1'</td><td rowspan="3">id_zone_pedo in ('7', '8', '3', '4')</td><td>niveau_int = '1'</td><td>rdt * 0.93</td></tr>
<tr><td>niveau_int = '2'</td><td>rdt * 0.87</td></tr>
<tr><td>niveau_int = '3'</td><td>rdt * 0.86</td></tr>
<tr><td rowspan="3">id_zone_pedo in ('2', '6', '14')</td><td>niveau_int = '1'</td><td>rdt * 0.85</td></tr>
<tr><td>niveau_int = '2'</td><td>rdt * 0.79</td></tr>
<tr><td>niveau_int = '3'</td><td>rdt * 0.78</td></tr>
<tr><td rowspan="3">id_zone_pedo in ('1', '5', '12')</td><td>niveau_int = '1'</td><td>rdt * 0.86</td></tr>
<tr><td>niveau_int = '2'</td><td>rdt * 0.85</td></tr>
<tr><td>niveau_int = '3'</td><td>rdt * 0.82</td></tr>
</table>

Annexe 8 : Inventaire des differents types de surfaces (hectares) par communes

Type parcelle / Commune	Tempéré pâturé	Tempéré fauché	Tempéré mixte	Kikuyu pâturé	Kikuyu fauché	Kikuyu mixte	Tropical fauché	Tropical ensilé	Tropical pâturé	Friche	Maïs ensilage	Canne fourragère	Canne à sucre	Total
Bras Panon	0	0	0	0	0	0	0	3	10	43	0	3,2	970	1029
Cilaos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0,24	1,6	0	8
La Possession	0	0	0	54	0	0	0	0	0	9	0	0,0	47	110
Le Port	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0,0	0	3
Le Tampon	0	347	674	2839	73	725	4	28	0	117	0	41,5	764	5614
L'Entre-deux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,0	4	14
Les Avirons	0	0	0	0	0	13	9	3	0	14	0	16,7	92	147
L'Etang Salé	0	0	0	0	0	0	41	0	0	21	0	2,9	226	291
Petite île	0	0	0	0	4	4	3	39	0	45	0	14,7	996	1105
Plaine des palmistes	0	0	0	501	112	38	0	0	0	43	0	2,3	0	696
Saint André	0	0	0	0	0	0	1	0	54	52	0	0,5	1753	1861
Saint Benoit	0	0	0	0	0	0	0	31	163	107	0	7,3	3176	3484
Saint Denis	0	0	0	0	0	0	12	2	8	3	0	2,9	75	103
Saint Joseph	4	10	60	161	5	14	14	114	0	96	7,41	27,9	1659	2172
Saint Leu	0	10	0	1219	0	320	52	16	0	73	0,29	16,1	1314	3021
Saint Louis	0	2	0	87	23	6	41		0	63	3,85	29,3	1187	1441
Saint Paul	0	0	0	1112	2	86	122	11	0	229	0	9,7	1675	3246
Saint Philippe	0	0	0	0	0	0	0	16	0	48	0	4,7	871	940
Saint Pierre	0	0	17	81	0	13	201	34	0	58	0	5,2	2841	3248
Sainte Marie	0	0	0	0	0	0	35	32	245	117	0	2,0	1630	2061
Sainte Rose	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	0	0,0	1573	1665
Sainte Suzanne	0	0	0	0	0	0	17	19	61	23	0	0,2	1867	1988
Salazie	0	0	0	10	0	0	0	0	0	31	0	6,4	43	91
Trois Bassins	0	0	53	449	0	114	3	2	0	31	0	11,2	149	813
Total	4	370	803	6513	217	1333	557	352	540	1320	12	216	22914	35151

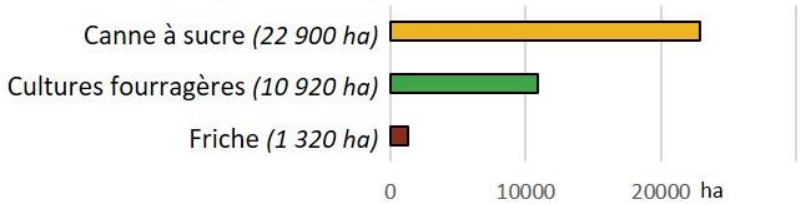
Annexe 9 : Fiches thematiques distribuees aux acteurs lors de la reunion de restitution

EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

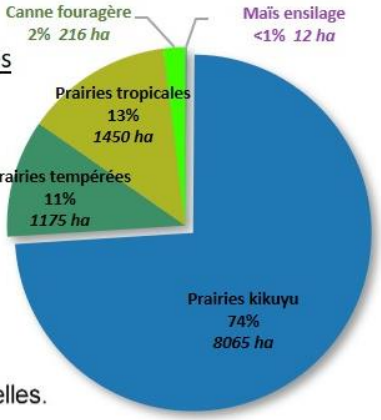
Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

PARCELLAIRE DETAILLE ET PRODUCTIONS DE L'ÎLE.

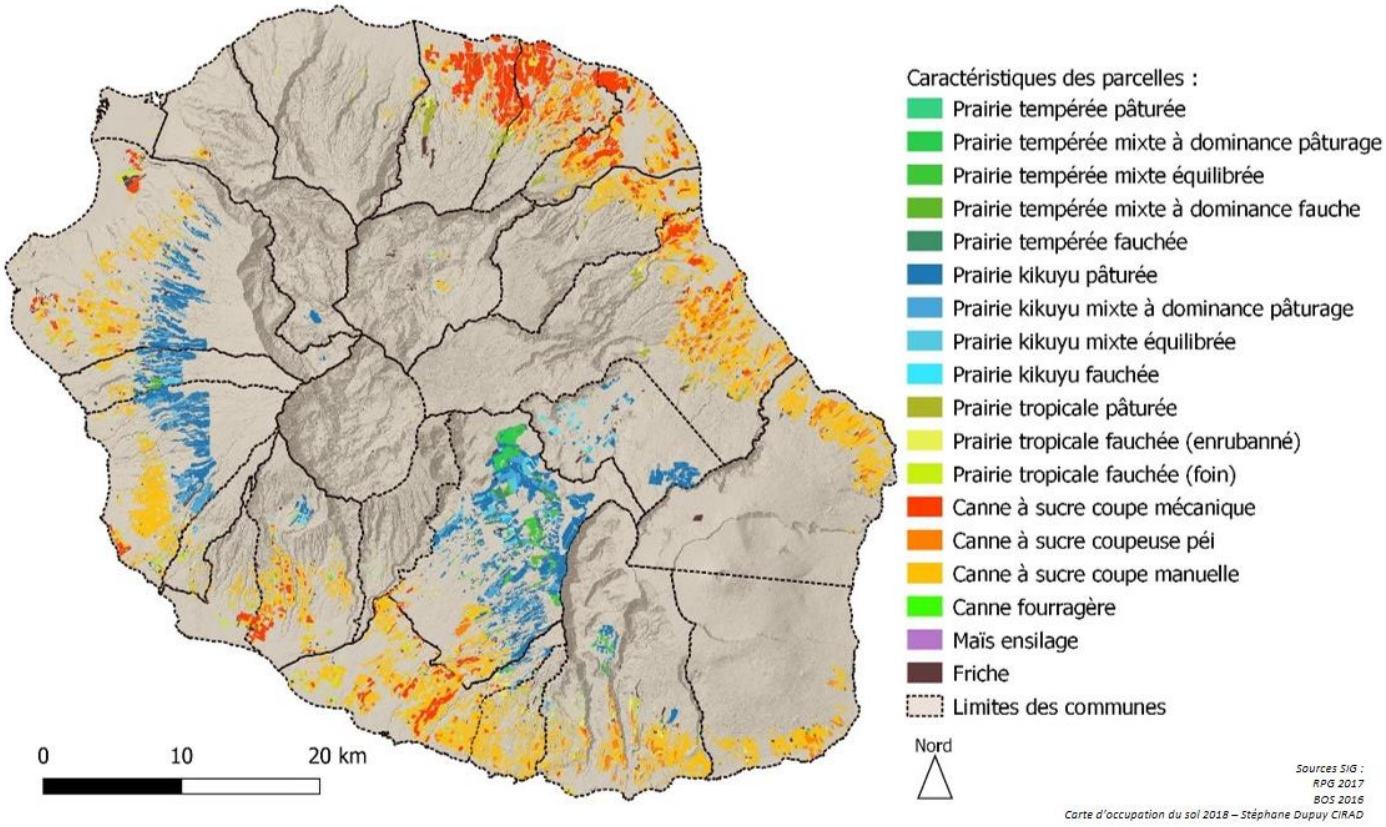
Occupations du sol



Surfaces fourragères



Localisation des ressources fourragères actuelles ou potentielles.



Production de fourrages par an

Aliment	Herbe	Enrubanné	Foin	Canne fourragère	Maïs ensilage	Paille de canne
T de MS	**60 680**	**25 070**	**14 395**	**6 980**	**560**	**6 375**

ERcane 2019

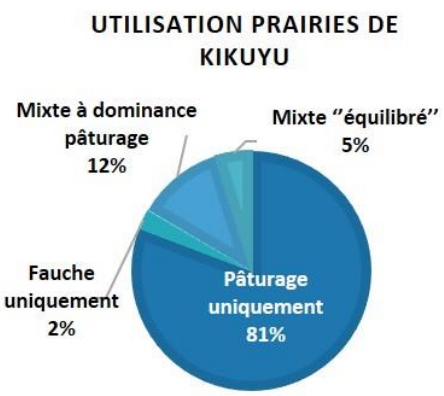
PARTENAIRES MOBILISÉS :

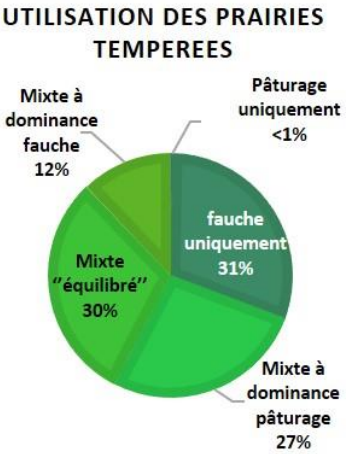
EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

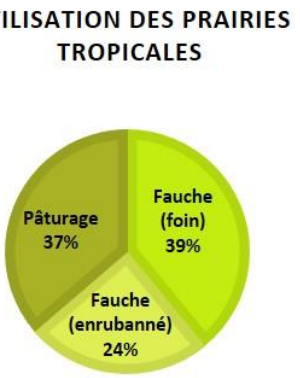
Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

LES PRAIRIES A LA REUNION.

➢ Différents modes d'utilisation des prairies...

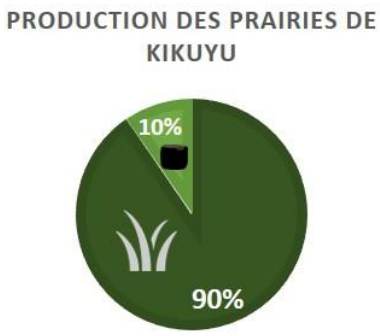


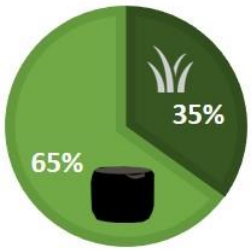


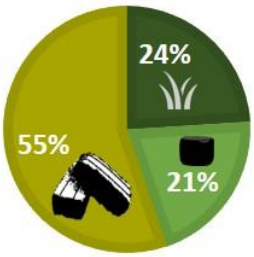


➢ ... Pour différents type de fourrages produits

Herbe pâturée | Enrubanné | Foin

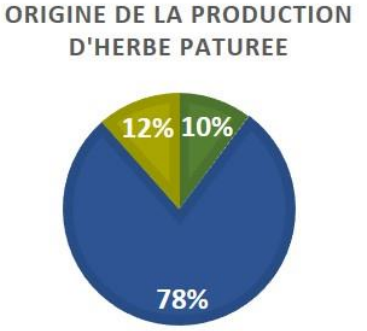


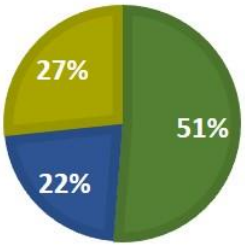


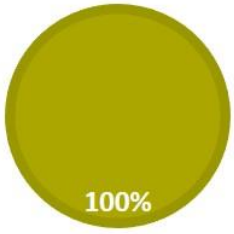


➢ Origine des différents types de fourrage.

Kikuyu | Tempéré | Tropical







PARTENAIRES MOBILISÉS :

EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

LE MAÏS ET LA CANNE FOURRAGERE.

Maïs ensilage.

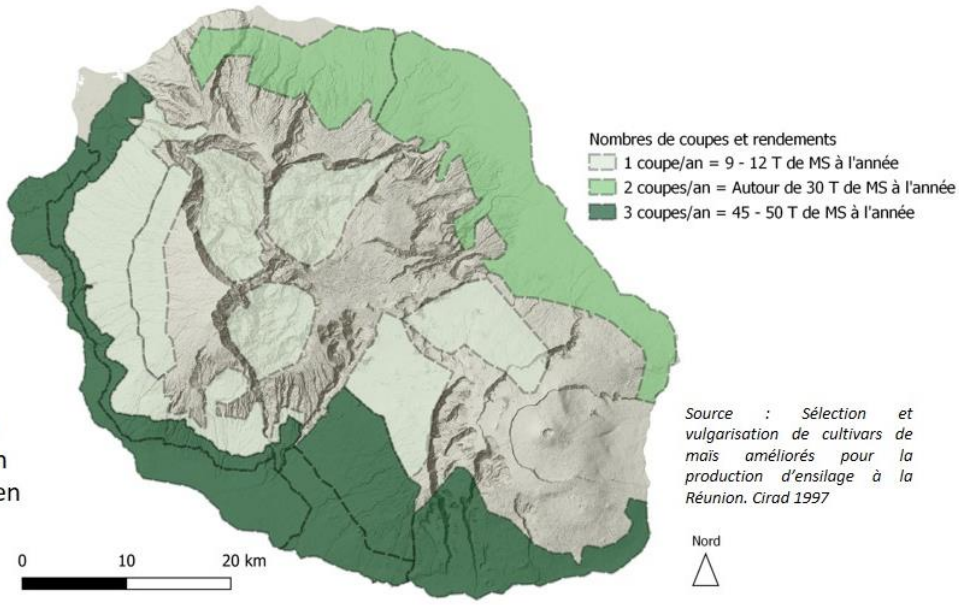
12 ha
déclarés au RPG 2017

Une culture **très productive**, pouvant permettre une certaine **autonomie alimentaire** sur peu de surface

Mais :

- Risque cyclone
- Gourmande en fertilisation
- Gourmande en mécanisation
- Potentiellement gourmande en produits phytosanitaires

Rendements potentiels en maïs ensilage.



Source : Sélection et vulgarisation de cultivars de maïs améliorés pour la production d'ensilage à la Réunion. Cirad 1997

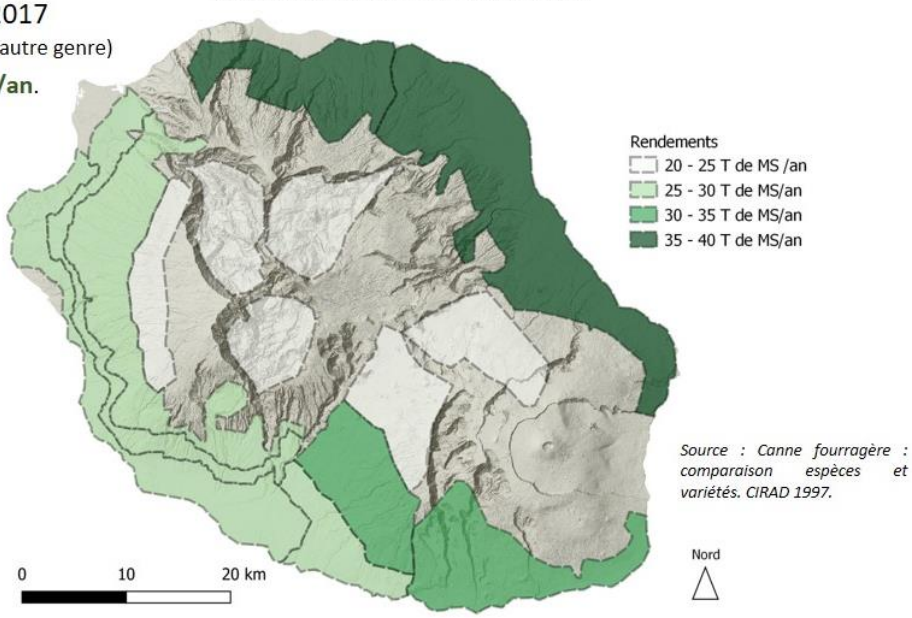
Canne fourragère.

216 ha déclarés au RPG 2017
(surtout en ''FAG'' : Fourrage annuel d'un autre genre)
Soit environ **7 000 T de MS /an**.

Toutes les surfaces ne sont pas déclarées à la PAC.

On estime à **33 600 T de MS** d' « **affouragement vert** » consommés par an sur l'île
(canne fourragère, canne à sucre, végétation des bords de route, etc…)

Rendements potentiels en canne fourragère.



Source : Canne fourragère : comparaison espèces et variétés. CIRAD 1997.

PARTENAIRES MOBILISÉS :

EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

ESTIMATION DU GISEMENT DE PAILLE DE CANNE.

La canne à la Réunion :
- **22 900 ha**
- 8 970 parcelles

Export de la paille possible sur

4 000 ha
320 parcelles

Où :
- Parcelle accessible au matériel (coupée mécaniquement)
- Climat adéquat pour la fenaison
- Quantité de paille suffisante (« viabilité » économique)

Production de bottes possible si…

- *Export de l'intégralité de la paille* — 237 000
- Pratique commune — *Reliquat de paille au sol = 8 T de MS/ha* — 85 400
- *Reliquat de paille au sol = 10 T de MS/ha.* — 47 000

Conserver la paille au sol permet de :
- Limiter l'enherbement
- Apporter de la matière organique

Production actuelle

30 000

Soit seulement **35%** du gisement potentiel*

- Valorisation économique insuffisante
- Choix du planteur
- Fenêtres climatiques limitées

Lien entre valorisation du gisement de paille de canne, proximité des élevages et prix de la botte de paille.

76% de valorisé

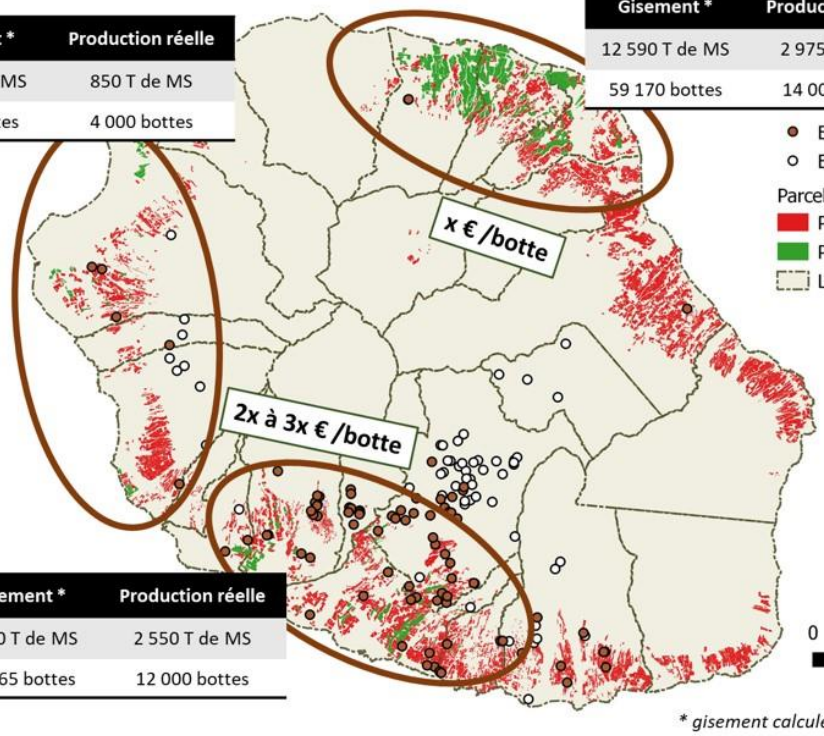
Gisement *	Production réelle
1 120 T de MS	850 T de MS
5 265 bottes	4 000 bottes

24% de valorisé

Gisement *	Production réelle
12 590 T de MS	2 975 T de MS
59 170 bottes	14 000 bottes

57% de valorisé

Gisement *	Production réelle
4 460 T de MS	2 550 T de MS
20 965 bottes	12 000 bottes



* *gisement calculé pour un reliquat au sol de 8 T de MS/ha*

PARTENAIRES MOBILISÉS :

cirad — Tereos — ercane

EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

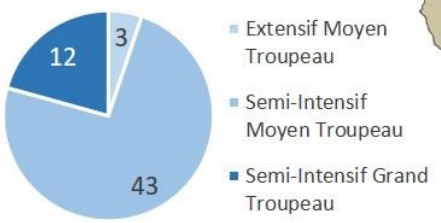
Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

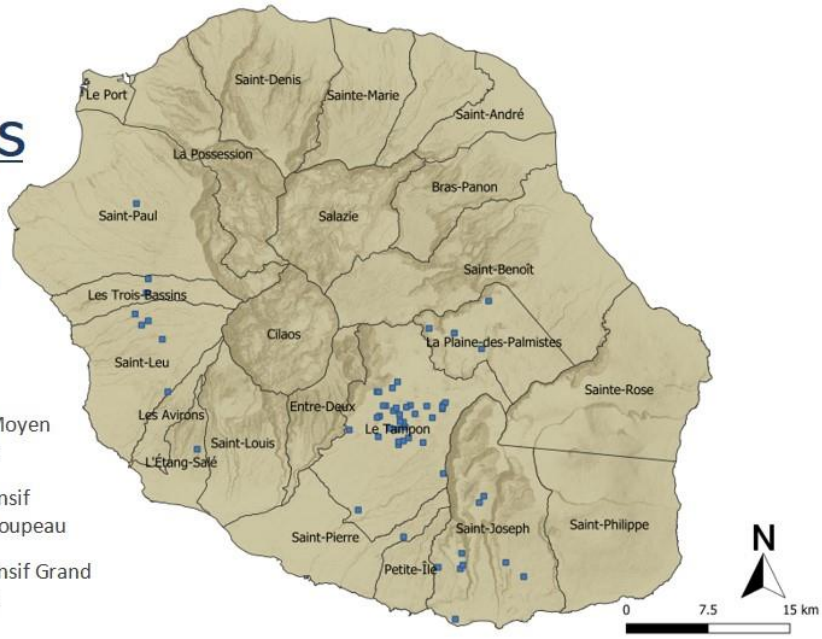
FILIÈRE LAITIÈRE

EXPLOITATIONS

58 élevages laitiers à la Réunion

3 catégories distinguées :



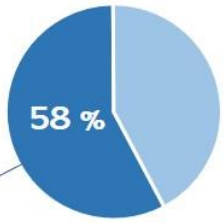


CHEPTEL

4527 têtes répertoriées

soit une moyenne de 78 têtes par élevage

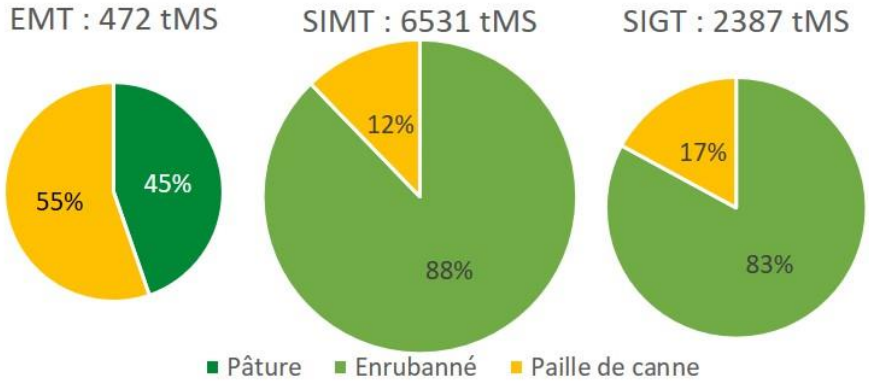
dont **2611** vaches laitières



BESOINS EN FOURRAGES en tMS par catégorie

Un besoin total annuel de **9390** tMS

Dont 7710 tMS (82%) d'enrubanné



PARTENAIRES MOBILISÉS :

EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

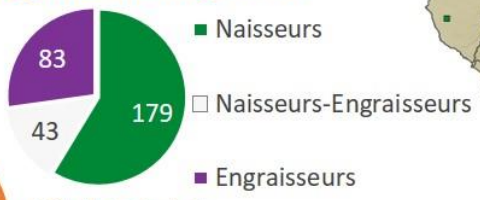
Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

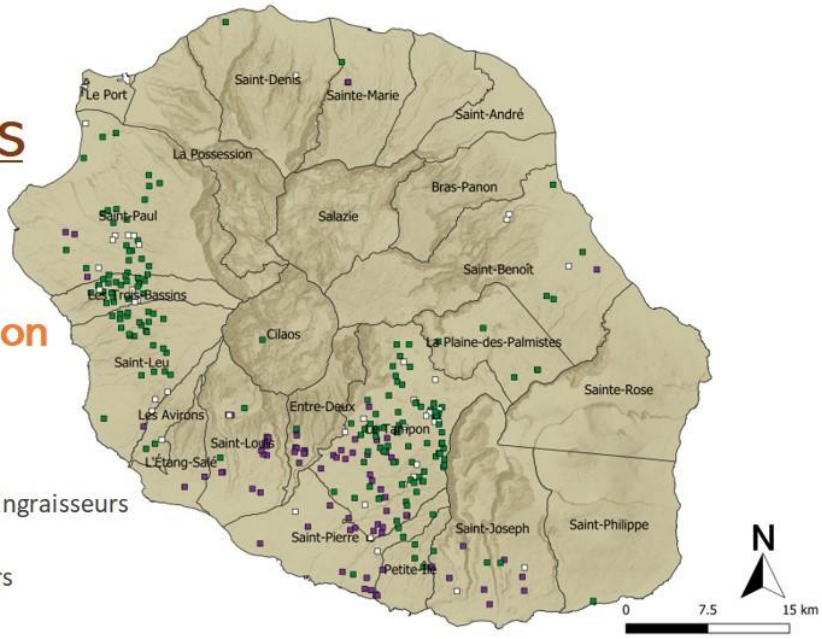
FILIÈRE ALLAITANTE

EXPLOITATIONS

305 élevages de bovins viande en filière à la Réunion

3 catégories distinguées :





CHEPTEL

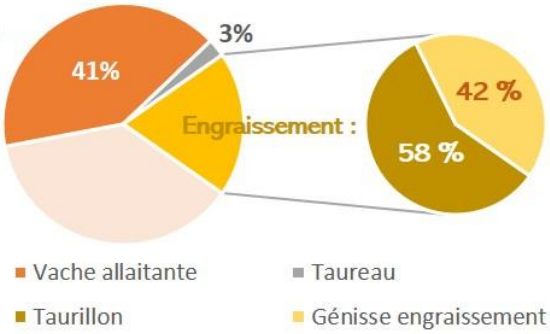
15541 têtes répertoriées

dont **6350** vaches allaitantes,

375 taureaux reproducteurs,

1750 taurillons,

1267 génisses à l'engraissement

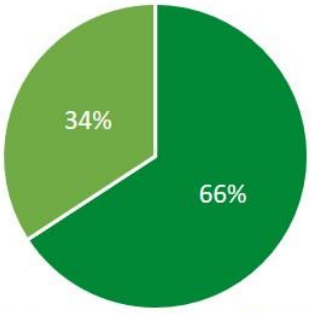


BESOINS EN FOURRAGES en tMS par catégorie

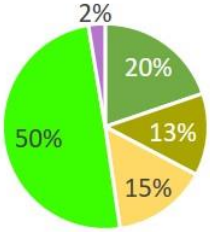
Un besoin total annuel de **39888** tMS

Dont 23677 tMS (59%) d'herbe paturée

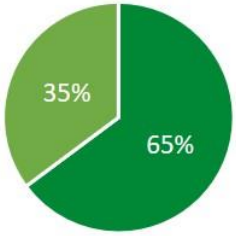
Naisseurs : 27554 tMS



Engraisseurs : 3780 tMS



Naisseurs-Engraisseurs : 8554 tMS



Pâture · Enrubanné · Foin · Paille de canne · Affouragement en vert · Ensilage Maïs

PARTENAIRES MOBILISÉS :

Sica Révia · Urcoopa · Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt

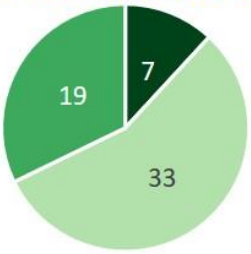
EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

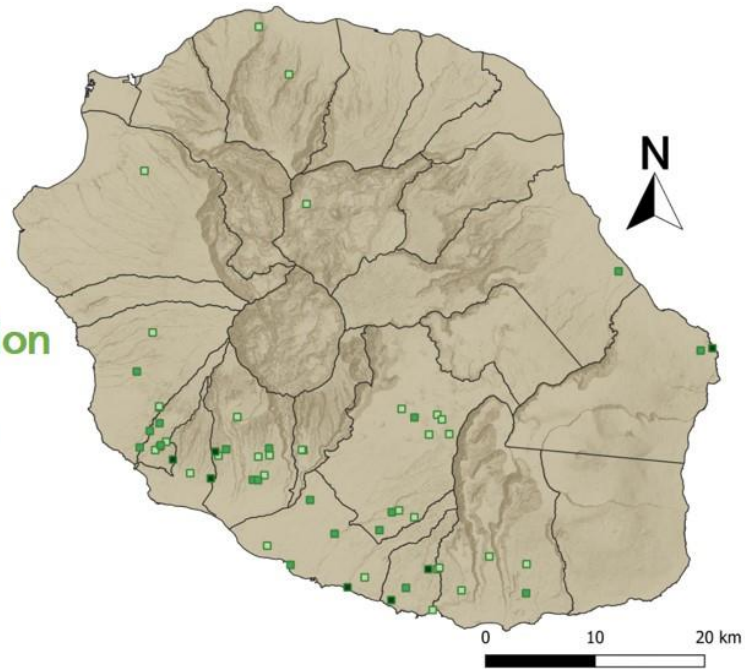
Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

FILIÈRE PETITS RUMINANTS

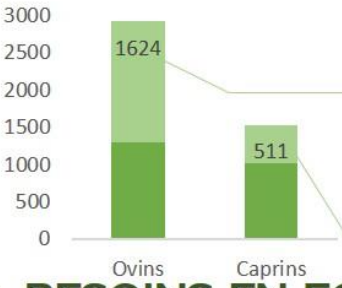
EXPLOITATIONS

59 élevages de petits ruminants à la Réunion





CHEPTEL



2920 têtes ovines répertoriées

dont **1624** brebis

1530 têtes caprines répertoriées

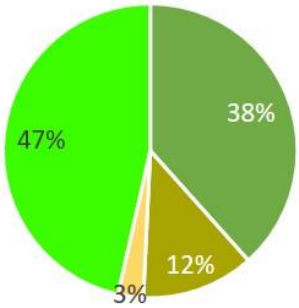
dont **511** chèvres

BESOINS EN FOURRAGES en tMS par production

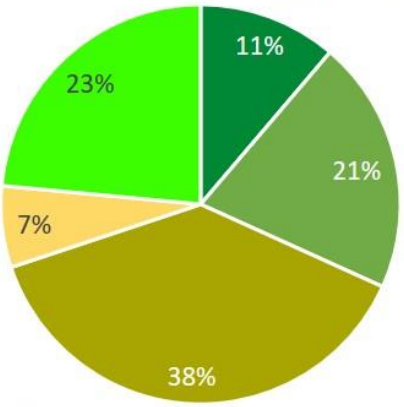
Un besoin total annuel de **2437** tMS

Dont 1058 tMS (43%) de foin

Caprins : 1476 tMS



Ovins : 3082 tMS



Pâture · Enrubanné · Foin · Paille de canne · Affouragement en vert

PARTENAIRES MOBILISÉS :

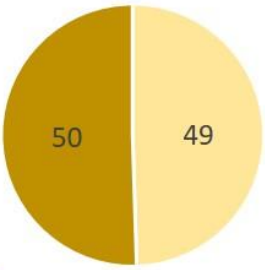
EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

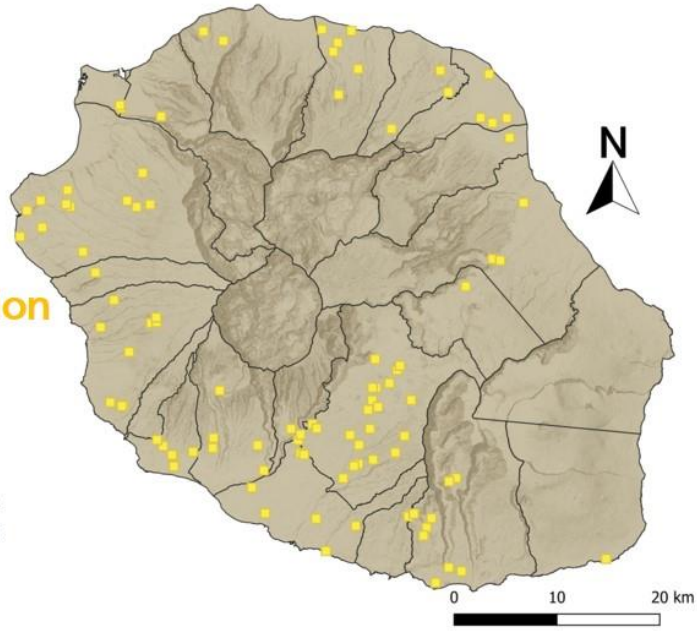
Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

FILIÈRE ÉQUINE

EXPLOITATIONS

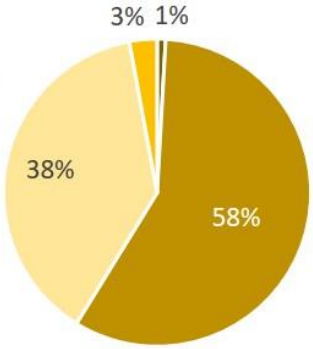
99 structures équestres identifiées à la Réunion





CHEPTEL

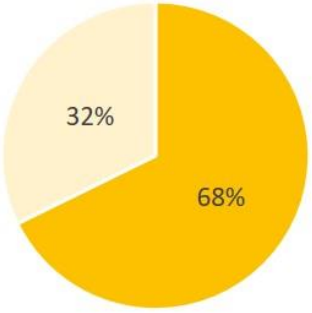
1434 équidés répertoriés pour un cheptel total estimé à **2250** têtes



BESOINS EN FOURRAGES en tMS

Un besoin total annuel de **6204** tMS

considéré 100% en foin

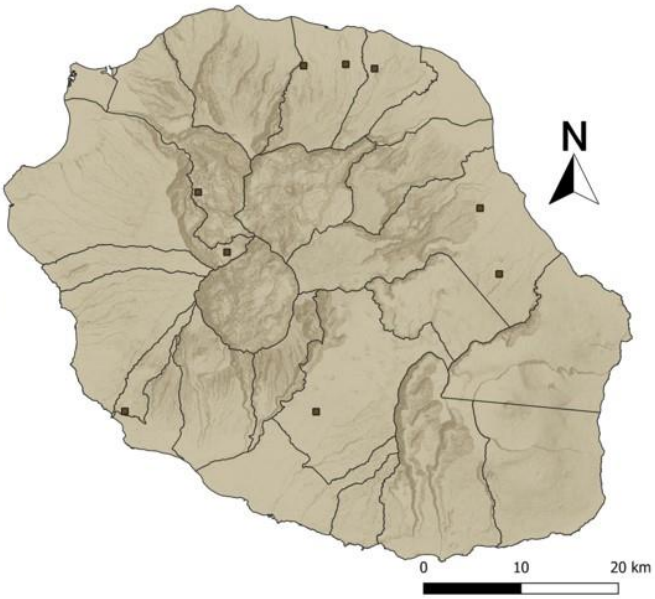


PARTENAIRES MOBILISÉS :

EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

FILIÈRE CERVIDÉS



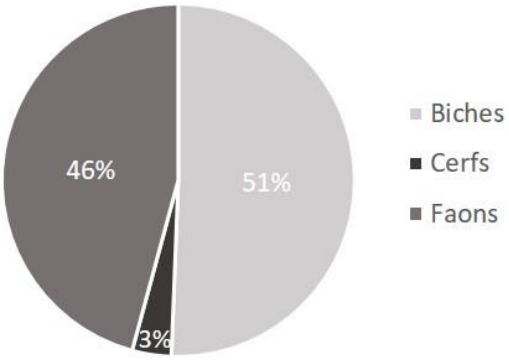
EXPLOITATIONS

9 élevages de cervidés identifiés à la Réunion

CHEPTEL

2230 cervidés répertoriés

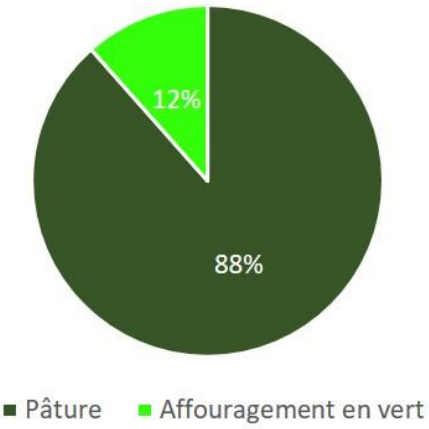
sur des cheptels très hétérogènes : entre 40 et 800 têtes selon les exploitations



BESOINS EN FOURRAGES en tMS

Un besoin total annuel de **832** tMS

Dont 736 tMS (88%) d'herbe pâturée



PARTENAIRES MOBILISÉS :

EVALUATION DU DISPONIBLE FOURRAGER ET DE LA CONSOMMATION EN FOURRAGES SUR L'ÎLE DE LA REUNION

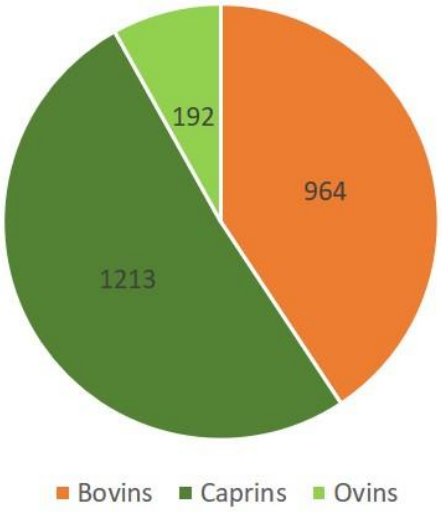
Fanny LORRE, Jacques MAGNIER. 2019

L'ÉLEVAGE HORS FILIÈRE

LIEUX DE DÉTENTION

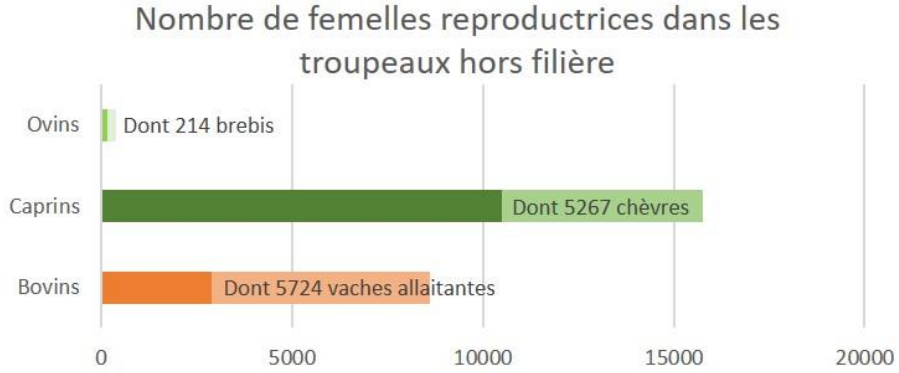
2969 détenteurs d'animaux d'élevages herbivores hors filière* à la Réunion

* non adhérent aux coopératives d'élevage (SICALAIT, SICARÉVIA, OVICAP)



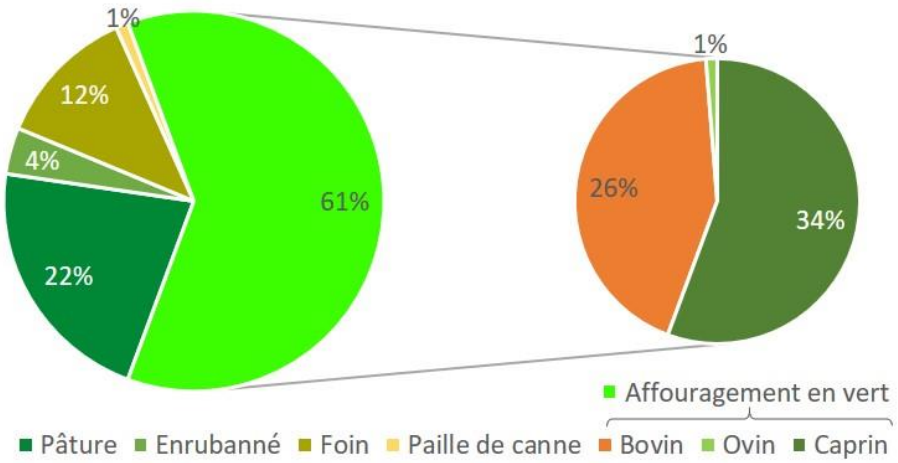
CHEPTELS

24776 têtes hors-filière répertoriés



BESOINS EN FOURRAGES en tMS

Un besoin total annuel de **49322** tMS



PARTENAIRES MOBILISÉS :

ANNEXE 10 : RENDEMENTS PAR ZONES PEDOCLIMATIQUE POUR LA CANNE FOURRAGERE

Zone	id_zone	poids_saison (%)		Rendement* en T de MS
		été	hiver	
Plaine des cafres	1	0,57	0,43	20
Tampon et Petite Ile les hauts	2	0,58	0,42	35
Saint pierre et Petite Ile les bas	3	0,58	0,42	30
Saint Joseph - Saint Philippe	4	0,51	0,49	35
Hauts de l'Ouest	5	0,61	0,39	20
Médiane Sud-Ouest	6	0,58	0,42	30
Basse Sud-Ouestt	7	0,51	0,49	30
Littoral Sud-Ouest	8	0,51	0,49	30
St Denis - St Marie	9	0,61	0,39	40
St Suzanne - St Rose	10	0,61	0,39	40
Plaine des Palmistes	11	0,61	0,39	20
Mafate	12	0,57	0,43	20
Salazie	13	0,58	0,42	20
Cilaos	14	0,57	0,43	20

**Extrapolation du document BIGOT, A, BRUNSCHWIG, P., et FONTAINE, O. La canne fourragère à la Réunion. Comportement et valeur alimentaire. (1990). Pour un type de gestion ''standard'' : coupes régulières à la main ou coupeuse péi – cycle de 6 semaines -, fertilisation organique d'appoint si parcelles accessibles, mais non systématique.*

ANNEXE 11 : DETAIL DE LA BALANCE FOURRAGERE DES ZONES LOGISTIQUES SUR L'ANNEE

PRODUCTION						
zone_log	enrubanné	maïs ensilage	foin	herbe pâturée	paille de canne	TOTAL
1	1268	0	0	10322	0	11590
2	415	179	7779	5	1650	10028
3	0	0	0	339	0	339
4	1162	0	0	3128	0	4290
5	1867	0	0	11022	0	12889
6	1703	0	1726	4460	2975	10864
7	131	0	0	847	0	978
8	158	0	2704	202	850	3915
9	610	0	0	1386	0	1996
10	4271	378	2186	288	900	8023
11	13175	0	0	28120	0	41295
12	306	0	0	563	0	869
TOTAL	25066	557	14395	60683	6375	107076

CONSOMMATION						
zone_log	enrubanné	maïs ensilage	foin	herbe pâturée	paille de canne	TOTAL
1	2101	0	337	4391	134	6963
2	1332	0	4551	10	393	6286
3	0	0	18	71	4	93
4	621	0	169	1675	84	2549
5	2124	0	566	5473	133	8296
6	736	0	2166	1121	50	4073
7	631	0	239	114	4	988
8	2185	0	2633	187	136	5141
9	301	0	141	592	40	1074
10	5294	99	1611	90	506	7600
11	8583	0	1803	21503	1185	33074
12	131	0	73	416	188	808
TOTAL	24039	99	14307	35643	2857	76945

BALANCE						
zone_log	enrubanné	maïs ensilage	foin	herbe pâturée	paille de canne	TOTAL
1	-833	0	-337	5931	-134	4627
2	-917	179	3228	-5	1257	3742
3	0	0	-18	268	-4	246
4	541	0	-169	1453	-84	1741
5	-257	0	-566	5549	-133	4593
6	967	0	-440	3339	2925	6791
7	-500	0	-239	733	-4	-10
8	-2027	0	71	15	714	-1226
9	309	0	-141	794	-40	922
10	-1023	279	575	198	394	423
11	4592	0	-1803	6617	-1185	8221
12	175	0	-73	147	-188	61
TOTAL	1027	458	88	25040	3518	30131

ANNEXE 12 : DETAIL DE LA BALANCE FOURRAGERE DES ZONES LOGISTIQUES PAR SAISONS

PRODUCTION

zone_log	Saison	enrubanné	maïs ensilage	foin	herbe pâturée	paille de canne	TOTAL
1	E	1179	0	0	5747	0	6926
	H	89	0	0	4575	0	4664
2	E	241	94	4090	3	825	5253
	H	174	85	3689	2	825	4775
3	E	0	0	0	207	0	207
	H	0	0	0	132	0	132
4	E	745	0	0	1872	0	2617
	H	417	0	0	1256	0	1673
5	E	1599	0	0	5987	0	7586
	H	268	0	0	5035	0	5303
6	E	1039	0	1053	2719	1488	6299
	H	664	0	673	1741	1488	4566
7	E	80	0	0	517	0	597
	H	51	0	0	330	0	381
8	E	92	0	1424	115	425	2056
	H	66	0	1280	87	425	1858
9	E	494	0	0	524	0	1018
	H	116	0	0	862	0	978
10	E	2280	193	1234	147	450	4304
	H	1991	185	952	141	450	3719
11	E	9980	0	0	13659	0	23639
	H	3195	0	0	14461	0	17656
12	E	185	0	0	319	0	504
	H	121	0	0	244	0	365
TOTAL		25066	557	14395	60683	6375	107076

CONSOMMATION

zone_log	Saison	enrubanné	maïs ensilage	foin	herbe pâturée	paille de canne	TOTAL
1	E	443	0	168	2754	65	3430
	H	1658	0	169	1637	69	3533
2	E	666	0	2269	5	196	3136
	H	666	0	2282	5	197	3150
3	E	0	0	9	35	2	46
	H	0	0	9	36	2	47
4	E	249	0	84	897	42	1272
	H	372	0	85	778	42	1277
5	E	397	0	282	3345	66	4090
	H	1727	0	284	2128	67	4206
6	E	328	0	1080	599	25	2032
	H	408	0	1086	522	25	2041
7	E	306	0	119	66	2	493
	H	325	0	120	48	2	495
8	E	1093	0	1313	93	68	2567
	H	1092	0	1320	94	68	2574
9	E	139	0	70	306	20	535
	H	162	0	71	286	20	539
10	E	2646	49	803	45	252	3795
	H	2648	50	808	45	254	3805
11	E	3090	0	899	12013	577	16579
	H	5493	0	904	9490	608	16495
12	E	11	0	36	257	94	398
	H	120	0	37	159	94	410
TOTAL		24039	99	14307	35643	2857	76945

BALANCE

zone_log	Saison	enrubanné	maïs ensilage	foin	herbe pâturée	paille de canne	TOTAL
1	E	736	0	-168	2993	-65	3496
	H	-1569	0	-169	2938	-69	1131
2	E	-425	94	1821	-2	629	2117
	H	-492	85	1407	-3	628	1625
3	E	0	0	-9	172	-2	161
	H	0	0	-9	96	-2	85
4	E	496	0	-84	975	-42	1345
	H	45	0	-85	478	-42	396
5	E	1202	0	-282	2642	-66	3496
	H	-1459	0	-284	2907	-67	1097
6	E	711	0	-27	2120	1463	4267
	H	256	0	-413	1219	1463	2525
7	E	-226	0	-119	451	-2	104
	H	-274	0	-120	282	-2	-114
8	E	-1001	0	111	22	357	-511
	H	-1026	0	-40	-7	357	-716
9	E	355	0	-70	218	-20	483
	H	-46	0	-71	576	-20	439
10	E	-366	144	431	102	198	509
	H	-657	135	144	96	196	-86
11	E	6890	0	-899	1646	-577	7060
	H	-2298	0	-904	4971	-608	1161
12	E	174	0	-36	62	-94	106
	H	1	0	-37	85	-94	-45
TOTAL		1027	458	88	25040	3518	30131

ANNEXE 13 : COMPTE-RENDU DE LA REUNION DE RESTITUTION DU 02 JUILLET 2019.

COMPTE-RENDU DE RÉUNION

Thème : GABIR – Evaluation du disponible fourrager et des besoins en fourrages sur l'île de la Réunion
Date : 02/07/2019
Lieu : SICA REVIA

Présents :
CIRAD, INRA, DAAF, Chambre Agri., ARP, FRCA, SICA REVIA, BRLi, URCOOPA, TEREOS

Absents :
OVICAP, SICALAIT

Ordre du jour :

Restitution du cas d'étude fourrages du projet GABIR

Cette étude de cas vient compléter des questionnements suite aux résultats de l'étude BRL
Elle avait pour objectif de compléter les données dans l'optique de la mise en place d'une banque fourragère pour modéliser les données et permettre des simulations en jouant sur un ou plusieurs critères.
Ce travail va permettre d'alimenter l'étude qui va suivre sur la banque de données. Le 1er COPIL devrait se tenir d'ici 1 mois.
Elle s'appuie sur une demande de l'ARP et des coops pour améliorer l'autonomie des stocks fourragers et sur le volet biomasses et économie circulaire du projet GABIR
Elle permet de répondre aux attentes : Qu'est ce qui est produit ? Quels sont les besoins ? Vers quoi peut-on évoluer ?

Présentation :
L'étude a permis de cartographier avec précision les parcelles et les élevages :
- Ce qu'il y a sur la parcelle (variété), comment c'est géré (mode d'exploitation)
- Où sont les élevages de ruminants des filières organisés et hors filières organisées
- Quelle logistique mettre en place pour une potentielle filière fourrages : 12 zones ont été définies et des propositions pour positionner les bâtiments de stockage ont été faites

Cela a permis de faire une estimation assez précise des tonnages produits et consommés par zone et de faire des balances fourragères des déficits et excédents. On constate une sous-valorisation globale des pâtures et notamment de gros excédents des pâtures dans les hauts de l'Ouest.
Le calcul de flux théoriques tient compte des réseaux de proximité, d'un flux aléatoire et des réseaux professionnels.
16600 T de foin et 24600 T d'enrubanné sont produits annuellement et la consommation de ces productions est quasi-totale.
Ces flux ont permis d'identifier où transitent les fourrages et où positionner des bâtiments de stockages
Globalement, les flux de foin vont des bas vers les hauts, idem pour canne et inverse pour enrubannage.
Des exemples de scénarios ont été étudiés, notamment pour les Hauts de l'Ouest avec une valorisation à environ 40 % par les animaux. Les leviers techniques sont intéressants sur la gestion des prairies (entre pâturage continu à pâturage tournant), notamment en combinant mode de pâture et fertilisation les leviers.
Des fiches récapitulatives ont été réalisées et 2 rapports vont être faits au second semestre.

Échanges :
La qualité du travail mené est saluée par l'ensemble des partenaires présents.
Pour mener cette étude, les responsables des Coops, la DAAF, la CA, l'ARP, eRcane et TEREOS ont été sollicités.
Les organismes ont bien joué le jeu, notamment la SICA REVIA et OVICAP qui se sont fortement mobilisés, ainsi que TEREOS, mais la SICALAIT n'a pas répondu aux sollicitations.
Demande de BRLi de rencontrer le CIRAD pour revoir l'ensemble des données et hypothèses pour mener à bien son étude sur la banque de fourrages.
Sur la balance fourragère, les productions sont basées sur les potentiels, mais qu'ils ne sont pas acquis en raison d'une mauvaise gestion et des pratiques qui induisent une sous valorisation de la prairie et une production qui diminue.
Les estimations sont parties des effectifs, puis des calculs rations par espèces et déduction de l'affouragement en vert.
Il manque le lien exploitation/parcelles, on peut dire l'exploitation consomme tant de fourrages pour son troupeau mais pas l'exploitation produit tant de fourrages. Il y aurait eu un intérêt de faire la balance à l'échelle de l'exploitation mais si c'est possible sur certaines filières organisées, ça ne l'est pas pour l'ensemble des exploitations car il manque des données.

Il serait intéressant de connaître le potentiel mécanisable sur les prairies à excédent.
La question du séchage du foin est posée : intérêt, comment, où ?

L'amélioration du pâturage tournant apparaît comme un fort levier dans les hauts de l'Ouest.
Les élevages de la SICA REVIA sont tous classés avec 3 niveaux, on pourrait envisager d'améliorer les pratiques par le conseil pour faire remonter ceux qui sont en niveau 3 au niveau 2.
La contrainte des chargements ICHN est mise en avant comme pouvant être bloquante sur les changements de pratiques dans les Hauts de l'Ouest.
Dans les Hauts de l'Ouest, il est également souligné la problématique récolte et mécanisation car il n'y a plus d'ETA, pas de CUMA ou elles ne fonctionnent pas bien.
Il pourrait être intéressant de travailler en zonage, par exemple avec le GIEE des Hauts de l'Ouest sur des changements de pratiques en lien avec les leviers identifiés dans l'étude. Faire un cas pratique permettrait d'avoir des résultats concrets et de re-affiner le modèle.

Echanges autour de la nécessité de montrer pour convaincre les agriculteurs : si pas de groupes témoins, difficulté de changer les pratiques. L'optimisation des surfaces, passe par un visuel économique. Intérêt de travailler sur la ration ? Voir si on diminue le niveau de concentrés ? On ne pourra baisser la quantité de concentrés que si on arrive à apporter à la ration du fourrage de qualité.
Il y a un gros travail d'accompagnement à faire, d'où l'intérêt de mettre en place une banque fourragère car les pratiques ne vont pas changer d'un coup. Intérêt banque de fourrage, sur qualité et lissage des coûts sur l'année

.