



# CREATION D'UN OBSERVATOIRE DE LA POUSSE DE L'HERBE

Sur l'île de La Réunion

**Thomas COGRANNE**

Mémoire d'Ingénieur  
97<sup>ème</sup> promotion

Avril 2018

## **Résumé**

L'île de La Réunion doit faire face à des pénuries de fourrages en saison sèche et accumule des pousses excédentaires lors de la saison chaude. Les prairies gérées par les agriculteurs de manières très extensives, n'expriment pas leurs pleins potentiels de productions. Pour accompagner les éleveurs dans une démarche de conduite optimisée des pâturages le CIRAD (Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique et de Développement) et l'ARP (Association Réunionnaise de Pastoralisme) ont commencé à codévelopper un observatoire de la pousse de l'herbe sur l'île de La Réunion. Cet observatoire aura pour but de communiquer régulièrement des bulletins d'informations gratuits sur les dynamiques de croissance du fourrage en temps réel. Cet observatoire permettra corrélativement de compiler les données relatives aux dynamiques annuels de croissance du fourrage. Pour construire ce projet plusieurs étapes sont nécessaires. Une cartographie spécifique de l'île sera incontournable pour définir précisément l'emplacement des prairies et les zones d'intérêts, et conséquemment de pouvoir y rechercher des exploitations de référence.

Ensuite la rédaction d'un protocole sera nécessaire. Pour construire ce protocole, différents observatoires de la pousse de l'herbe métropolitains ont été contactés, suivies d'importantes recherches bibliographiques.

Le protocole rédigé et validé, un test de faisabilité technique et économique sera effectué sur le terrain pour procéder aux ajustements de protocole indispensables, en milieu tropical.

Fiabilisé et efficient, le protocole franchi l'étape du terrain, la transmission des données de recherche des techniciens jusqu'aux éleveurs peut débiter

Mots-clés : fourrage, observatoire de la pousse de l'herbe, île de La Réunion, kikuyu, herbomètre

## **Abstract**

The Réunion Island must face a lack of forage during the dry season, and an over growth during the hot and raining season. Pastures, managed by the farmers in an extensive way of production, will not show their entire potential of production. To help the farmer steering the pasture at their optima, the CIRAD and the ARP have begun to codevelop an observatory for the growth of the forage.

One of the goals of This observatory will be to communicate in real time on the growth of the grass on the (entire) island. It will permit to have new knowledge about the dynamics of development of the different forage on the island.

To build such an observatory there are three mains stages. The cartography of the pasture. Finding interesting areas to place reference farms and writing a protocol.

For this observatory, also a lot of fore work contacting metropolitan observatory and a lot of bibliography must be done. When the protocol is finished, it will be tested directly in the fields and adjusted if necessary.

Once the protocol validated, the transmission of the data from the research(observatory) to the technicians and the farmers can start.

Keywords: forage, observatory of the growth of grass, Réunion Island, disk mater

## Remerciements

En premier lieu, je remercie vivement ma maîtresse de stage, Julia Vuattoux, pour son excellent suivi tout au long du stage. Ta bienveillance, ton infinie patience, tes nombreux éclaircissements et la pertinence de tes remarques m'ont été d'une grande aide.

Un grand merci aux gens de l'ARP, qui m'ont immédiatement fait confiance du début à la fin du projet. Je pense particulièrement à Maëva Miralles-Bruneau, qui a suivi le projet de près., Emanuel Legendre pour sa perspicacité et son optimisme à toute épreuve, David Forget et Fabien Dutreuil pour leurs conseils pratiques et leurs informations sans égales. Ainsi que Floriane Fages pour les discussions sans fin, les exténuantes randonnées, les amicaux moments partagés.

Je dois remercier particulièrement Yoann Pellier, sans qui, toutes ces journées de terrain passées à récolter et mesurer l'herbe, n'auraient pas eu la même saveur, et toutes les heures de déplacement, pas la même musique.

Je dois, évidemment, remercier singulièrement Mme Claudon, tutrice aguerrie, pour m'avoir accompagné dans mes questionnements durant le stage et, par sa détermination sans faille, de m'avoir aidé à franchir ces dernières étapes escarpées...

Je remercie également l'ensemble des équipes du CIRAD St Pierre qui m'ont permis de travailler efficacement tout en passant des moments formidables : Guylain Grange, Cyprien Alexandre, Estelle Laboureur, Emmanuel Tillard...

De grands remerciements à l'ensemble des stagiaires croisés durant le stage, spécialement : Tom, Lucie, Margaux, Mélissa, Elise, Hamza, Lou, Ahmed, Juliette, Julien, Pierre-Gilles, Dalya, François, Vivien et Dems. Tous les moments passés ensemble ont sublimé ce stage.

Je ne dois pas oublier aussi mes 5 colocataires. Se dégageant de la maison, le très bon mélange entre l'ambiance de travail et les moments de détente, nous a permis de bien fonctionner ensemble.

Un remerciement spécial à mes parents, Thalia et Régis, qui m'ont soutenu vaillamment tout au long de ses 5 années d'études et qui ont encore eu, sans rechigner, le courage de me relire.

Je remercie enfin le CIRAD de l'opportunité qu'ils m'ont donné, d'avoir cette expérience, ardue certes, mais inoubliable sur l'île de La Réunion.

## **Sommaire**

### **PARTIE 1 : CONTEXTE**

1. La Réunion : Des plaines tropicales aux prairies d'altitude
2. L'élevage bovin, bien implanté dans les Hauts de l'île
3. Les observatoires de la pousse de l'herbe
4. Le projet ECLIPSE

### **PARTIE 2 : CADRE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE**

1. Définition de zone d'intérêt
2. Ecriture du protocole
3. Test de faisabilité du protocole

### **PARTIE 3 : RESULTATS**

1. Etude cartographique
2. Ecriture du protocole
3. Test de faisabilité du protocole
4. Charge de travail

### **PARTIE 4 : DISCUSSION ET PROPOSITIONS**

1. Amélioration du protocole
2. Transmission des résultats
3. Agrandissement sur toute l'île du protocole
3. Regards Critique et Perspectives

## **Sigles et abréviations**

AFP : Association Foncière Pastorale

ARP : Association Réunionnaise de Pastoralisme

ARTISTS : Equipe CIRAD de Télédétection, systèmes d'information, techniques de simulations et analyses spatiales.

BOS : Base d'Occupation des Sols

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CA : Chiffre d'Affaires

CIRAD : Centre International de Recherche Agronomique et de Développement

DAO : Dessin Assisté par Ordinateur

$\Delta$  : Delta

DRAAF : Direction Régionale de l'Agriculture de l'Alimentation et de la Forêt

F1, F2 et F3 : Ferme 1, Ferme 2 et Ferme 3

GDS : Groupement de Défense Sanitaire

GEP : Google Earth Pro

ha : hectare

IDELE : Institut de l'élevage

IGN : Institut Géographique Français

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

IRAT : Institut de Recherche Agronomique Tropical

LAI : Leaf Area Index

MS : Matière Sèche

QGIS : Quantum GIS

RITA : Réseau d'Innovation et de Transfert Animal

RMTPD : Réseau Mixte Technologique Prairie Demain

SAU : Surface Agricole Utile

SCECR : Société Coopérative d'Élevage et de Culture de la Réunion

SFP : Surface Fourragère Principale

SICALAIT : Société d'Intérêt Collectif Agricole LAIT

SICAREVIA : Société d'Intérêt Collectif Agricole REunion VIAnde

SIG : Système d'Information Géographique

$\sum$  TEMP : Somme des températures

SUADER : Service d'Utilité Agricole et de Développement de l'Élevage Réunionnais

TAF : Travaux d'Aménagement Foncier

TMS : Taux de Matière Sèche

tMS : Tonne de Matière Sèche

VSC : Volontariat de Service Civique

## **Introduction**

L'élevage bovin sur l'île de La Réunion s'est considérablement développé et organisé à partir des années 70, grâce en grande partie au plan d'aménagement des Hauts. Ce plan avait pour but de remettre en valeur les Hauts de l'île qui sont des zones historiquement moins développées. Ces zones cumulent des contraintes climatiques et topographiques très importantes. De nos jours, le plan a réussi à faire de l'élevage laitier et naisseur allaitant un secteur important.

Les performances des exploitations sont très hétérogènes. L'amélioration de celles-ci s'avère indispensable pour réussir à suivre les objectifs d'augmentation des cheptels fixés par les filières laitière et allaitante. La pression foncière empêchant l'extension des prairies, l'augmentation de la production de fourrage doit être faite par une amélioration des rendements. L'autonomie fourragère des exploitations est un des freins majeurs actuels à l'augmentation du cheptel puisque la saison sèche voit des pousses d'herbe réduites au minimum ce qui empêche de réelle augmentation de troupeaux. C'est dans ce cadre que le Réseau Innovation et Transfert Animal (RITA) a vu le jour. Ce RITA a deux objectifs amélioration des performances sanitaires et l'alimentation et les fourrages destinés aux troupeaux. L'ARP (Association Réunionnaise de Pastoralisme) gère le pôle alimentation qui répond à trois problématiques précises :

- La mise à jour des connaissances techniques
- Le développement d'un outil de diagnostic et d'aide à la décision sur les prairies
- La mise en place d'un réseau de parcelles de référence sur toutes l'île

Pour répondre à une partie de ces objectifs l'ARP et le CIRAD ont mené conjointement une étude de juin 2017 à décembre 2017, dont le but final était création d'un observatoire de la pousse de l'herbe. Cette structure permet de répondre à deux objectifs parallèles : une mise à jour des connaissances sur les dynamiques de croissance des fourrages sur l'île de La Réunion et la mise en place d'un réseau de parcelles dans des fermes de références dispersées dans toute l'île pour pouvoir mesurer les différentes dynamiques de pousse d'herbe.

La première partie du mémoire présentera le contexte particulier de l'élevage sur l'île de La Réunion, ainsi que les observatoires de la pousse de l'herbe métropolitains. Elle mènera à la formulation d'une problématique ainsi que des hypothèses pour y répondre.

La seconde partie sera une présentation de la méthodologie suivie par ce travail qui a permis de créer un observatoire de la pousse de l'herbe Réunionnais.

La troisième partie exposera les résultats issus de la méthodologie et enfin la dernière partie parlera des diverses propositions faites pour améliorer le protocole de mesure ainsi qu'une discussion sur l'ensemble du stage.

## **Partie 1 : Contexte**

### **I. La Réunion : Des plaines tropicales aux prairies d'altitude**

#### **1. Historique de l'île du point de vue de l'élevage Bovin**

Contrairement à la majorité des îles de l'océan Indien, La Réunion n'était pas habitée avant l'arrivée des colons européens. L'île a servi d'escale dès le 17<sup>ème</sup> siècle pour les navigateurs sur la route des Indes. Vers 1650, le premier plan d'introduction de bovins est mis en place dans le but de ravitailler les bateaux au cours de leurs navigations. Des flibustiers s'installent peu après mais concentrent leurs activités d'élevage sur les porcs et les volailles, bien plus faciles à produire sans connaissance agricole spécifique. Le 18<sup>ème</sup> siècle voit l'arrivée massive de population passant d'un millier au début du siècle à environ 50000 personnes en 1768. Une grande partie de cette population est sous le régime de l'esclavage essentiellement pour l'agriculture. Alors que ce modèle esclavagiste concentre tous ses efforts sur la canne à sucre, l'élevage est négligé car moins lucratif (MANDRET, 2000).

Au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle les premières politiques d'aide à l'élevage tentent de se mettre en place. Cela se révèle peu fructueux, l'île restant toujours entièrement dépendante des importations alimentaires. Durant la première guerre mondiale, les importations seront interrompues, entraînant une prise de conscience de la nécessité d'une nouvelle politique d'encouragement de l'élevage. La Société coopérative d'élevage et de culture de la Réunion (Scecr) sera créée en 1934. Elle a pour but d'introduire la génétique bovine européenne dans les troupeaux insulaires, principalement de la race Brune des Alpes. C'est un échec, la Scecr ne parvenant qu'à vendre 13 veaux en trois ans. En 1940, la laiterie de la Providence est créée avec un troupeau de Brunettes des Alpes et de Pie Noires. Première réussite, les ventes de jeunes reproducteurs s'étalent sur 10 ans.

En 1946, la départementalisation donne un souffle nouveau à l'économie de l'île. Grâce à la « solidarité nationale » d'importants budgets sont injectés dans l'île. La Réunion connaît une prospérité explosive, la population augmente de 70% en 20 ans du fait d'une nouvelle politique de santé. L'élevage reste malgré tout le dernier secteur de l'agriculture particulièrement en retard derrière la canne à sucre et le géranium. Dans les années 60, la mécanisation de l'agriculture entraîne la disparition des animaux de trait. Les effectifs du cheptel bovin chutent à nouveau (MANDRET, 2000).

Au cours des années 70, la crise du géranium libère les territoires du haut de l'île. La canne à sucre, ne pouvant être cultivée à ces altitudes, l'élevage trouve une opportunité de développement. C'est le début de la professionnalisation des exploitations. La Sicalait (Société d'intérêt collectif agricole lait), l'Institut de recherches agronomiques tropicales (Irat) ainsi que le service d'utilité agricole et de développement de l'élevage réunionnais (Suader) seront créés pour accompagner les éleveurs. Malgré cette professionnalisation, les élevages restent modestes. En 1973, 86% des éleveurs ont moins de 5 têtes de bétail (MANDRET, 2000).

Aujourd'hui, l'agriculture occupe 42 813 ha, 17% de l'île. Les pertes annuelles en superficie diminuent, passant de 654 ha/an entre 1990 et 2000 à 88 ha/an entre 2000 et 2010. La Réunion reste tout de même le DOM avec la plus grande surface agricole (DIRECTION DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET LA REUNION, 2011a). Le nombre d'exploitations est de 7623 en 2010, une baisse de 20% en 10 ans. Les petites exploitations (moins de 25000€ de CA) sont plus touchées par cette diminution, 35% de leurs effectifs ayant disparus. Cela se transcrit dans la surface moyenne qui a augmenté de 16% entre 2000 et 2010. Les exploitations moyennes et grandes ne représentent que 50% des exploitations et réalisent plus de 85% de la production brute (DIRECTION DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET LA REUNION, 2011a).

Avec 57% de la SAU (Surface Agricole Utile) cultivée la canne à sucre reste la pierre angulaire de l'agriculture réunionnaise. Une baisse de 20% de la surface est tout de même observable sur les trois dernières décennies. C'est une culture tournée vers l'exportation ne permettant pas une amélioration de la garantie de la sécurité alimentaire pour les réunionnais (DIRECTION DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET LA REUNION, 2011b).

A contrario, la filière fruits et légumes locaux fournit 70% du marché du frais et donc contribue fortement à baisser les importations. Le taux de couverture des produits transformés à base de fruits et légumes est infiniment moins bon puisque seulement 5% des produits transformés sont élaborés sur l'île.

Sur le secteur de l'élevage, une structuration globale réunissant les services amont et aval ainsi qu'une volonté politique croissante de faire progresser la production locale ont réussi à générer de-taux d'approvisionnement satisfaisants. Les œufs et la viande fraîche de porc sont produits intégralement sur la Réunion. Mais pour la viande bovine le taux d'approvisionnement tombe à 30% (DIRECTION DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET LA REUNION, 2011b).

Sur la carte ci-dessous (Figure 1) on observe la répartition des productions. On voit que l'élevage (vert clair) est principalement situé dans les Hauts de l'île, tandis la canne à sucre (rouge) dans les bas de l'île.

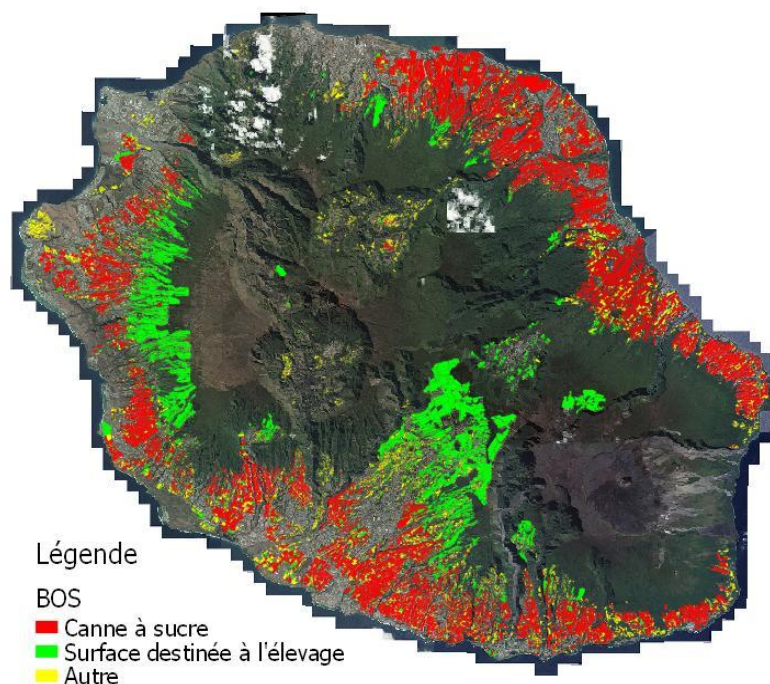


Figure 1 : Carte de l'occupation des sols de la réunion (BOS, 2011)



## 2. Un contexte géomorphologique et pédologique particulier

L'île de la Réunion fait partie de l'archipel des Mascareignes, elle en est la plus récente. Cet archipel a été créé par un même panache mantellique (ou point chaud). Depuis 500 000 ans ce point chaud alimente le piton de la Fournaise à l'Est de l'île. Le Piton des Neiges, éteint depuis 12 000 ans, a émergé de l'océan il y a 3 millions d'années environ. A la suite d'effondrements tectoniques et d'érosions, trois cirques sont apparus sur les flancs du Piton des neiges. Ils ont la particularité d'avoir des reliefs abrupts et d'être isolés du reste de l'île (Figure 2).



Figure 2 : Carte du relief de la Réunion (Conseil Régional de la Réunion)

Il y a plusieurs types de sol sur l'île mais les andosols représentent 80% de la surface de l'île. Ces sols se forment dans des cendres volcaniques. Les roches magmatiques sont altérées par un processus d'hydrolyse acide produisant des minéraux allophanes. Ces minéraux se lient avec la matière organique la rendant peu minéralisable. Agronomiquement, ce sont des sols acides avec une faible disponibilité en azote, riches en phosphore total mais paradoxalement pauvres en phosphore assimilable. L'exploitation agricole de ces sols entraîne une évolution rapide de l'horizon de surface augmentant le risque d'érosion déjà élevé (MANDRET, 2000). En effet, du fait du relief marqué 30% de la SAU a une pente supérieure 17,5%. L'exploitation en prairie permet de limiter le risque érosif. La fertilisation doit être surveillée car des carences nutritives sont fréquentes.

## 3. Un climat bipolaire entre sécheresse et cyclone

La Réunion possède un climat très contrasté du fait de son orientation et de son relief abrupt. L'île se situe sur le 21° parallèle dans la zone des climats tropicaux. Cette situation lui procure des températures moyennes annuelles élevées, qui sont néanmoins adoucies par l'effet tampon de l'océan. L'altitude joue énormément et le gradient thermique adiabatique est de  $-0,7^{\circ}\text{C}$  par 100 mètres

verticaux. Les courbes isothermiques suivent donc le relief. Il ne gèle cependant que rarement dans les « Hauts » de l'île (Figure 3).

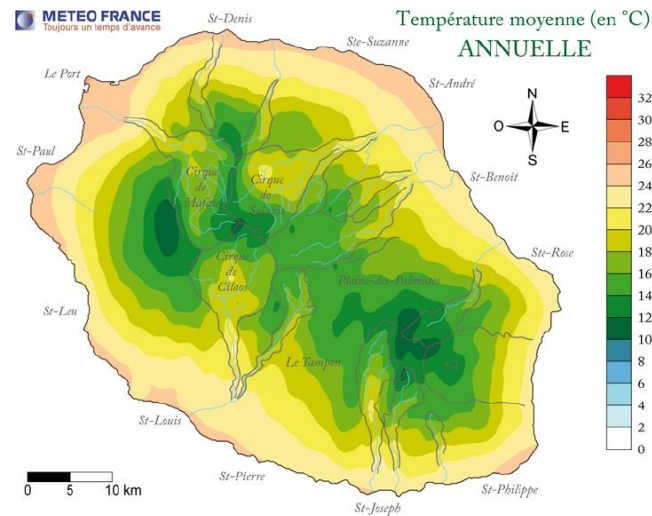


Figure 3 Carte Isotherme sur une moyenne de 30 ans de la Réunion (Météo France, 2016)

L'île est également placée dans la zone cyclonique de l'océan indien. Les cyclones sont formés de vents très violents (jusqu'à 300km/h) et de pluies torrentielles. La Réunion possède plusieurs records de pluviométrie par unité de temps, par exemple 1144mm d'eau sont tombés à Foc-Foc en 12h (METEO-FRANCE, 2014). Ces précipitations extrêmes combinées à un relief abrupt entraînent une érosion importante.

Rocher isolé au milieu de l'océan, l'île n'est pas protégée des alizés soufflant d'Est en Ouest. Cela procure à l'île une véritable asymétrie climatique. Ces vents chargés d'humidités rencontrent le relief escarpé de la Réunion. En se refroidissant avec l'altitude l'humidité se condense et finit par précipiter. Conséquemment, la Côte-au-vent possède des pluviométries intenses et à contrario la Côte-sous-le-vent est relativement sèche (Figure 4).

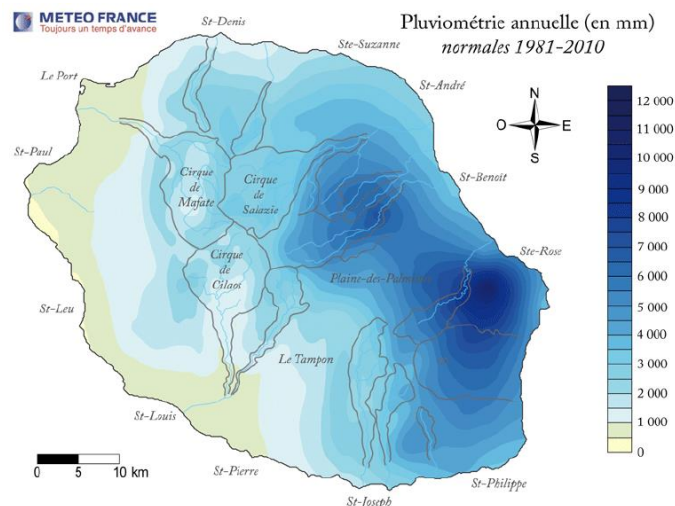


Figure 4 : Carte Isohyète normales sur 30 ans de La Réunion (Météo France, 2016)

On note également la formation de brise de mer et de brise de terre due au courant d'air ascendant et descendant au-dessus de l'île. Ces vents sont à l'origine des couvertures nuageuses saturant régulièrement les « Hauts » provoquant une pluviométrie abondante. La Figure 5 illustre parfaitement cette situation. En effet, la photographie pris en direction du Sud-Est montre le front nuageux arrivant

de la plaine des Palmistes à l'ouest. Ce phénomène se répète presque tous les jours. Les vents humides remontent le goulot naturel qui débouche sur la plaine des Palmistes et se condensent en montant en



*Figure 5 : Arrivée de la couverture nuageuse par l'est de la plaine des Cafres vue depuis le Dimitile (Crédit photo : Thomas Cogranne)*

altitude. Les masses nuageuses nouvellement formées se répandent ensuite dans la matinée sur la plaine des Cafres. Cela assure aux prairies d'altitude un apport régulier d'eau.

Des variations sur l'année sont discernables : une saison sèche et froide de mai à novembre, une saison humide et chaude de janvier à mars. Les mois d'avril et décembre sont des mois de transition.

#### 4. Etat des lieux des acteurs.

Il est important de faire un état des lieux sur les filières réunionnaises. En effet, les structures agricoles sont en situation de monopoles. La Figure 6 permet d'illustrer la situation. Il est possible d'observer que les filières sont bien organisées de l'amont à l'aval. Les agriculteurs sont suivis à toutes les étapes de la production.

Dans ce système, il faut noter que les éleveurs n'ont pas beaucoup de choix de leurs fournisseurs ou acheteurs. Cela réduit les possibilités technico-économiques des agriculteurs. Très peu d'éleveurs osent se lancer dans l'agriculture hors-filière.

Cependant, il faut noter que les prix de vente par les filières « traditionnelles » sont élevés. En comparaison, pour la filière viande, en 2012, le prix pour un jeune bovin réunionnais est de 4,66€/kg/vifs (CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA REUNION, 2012b) tandis qu'un jeune bovin charolais en métropole seulement 2,50€/kg/vif (INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2012), soit une majoration de 86%. Pour la filière lait, en 2012, le prix moyen Réunionnais se situe aux alentours de 610€ pour mille litres (CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA REUNION, 2012a) tandis que en France métropolitaine le prix était en moyenne sur l'année à 314 € pour mille litres (AGRESTE, 2013), soit une majoration de 94%. Les prix à La Réunion sont donc presque doublés. Pour expliquer cela, les aides sur le prix du lait réunionnais seront présentées ci-dessous.

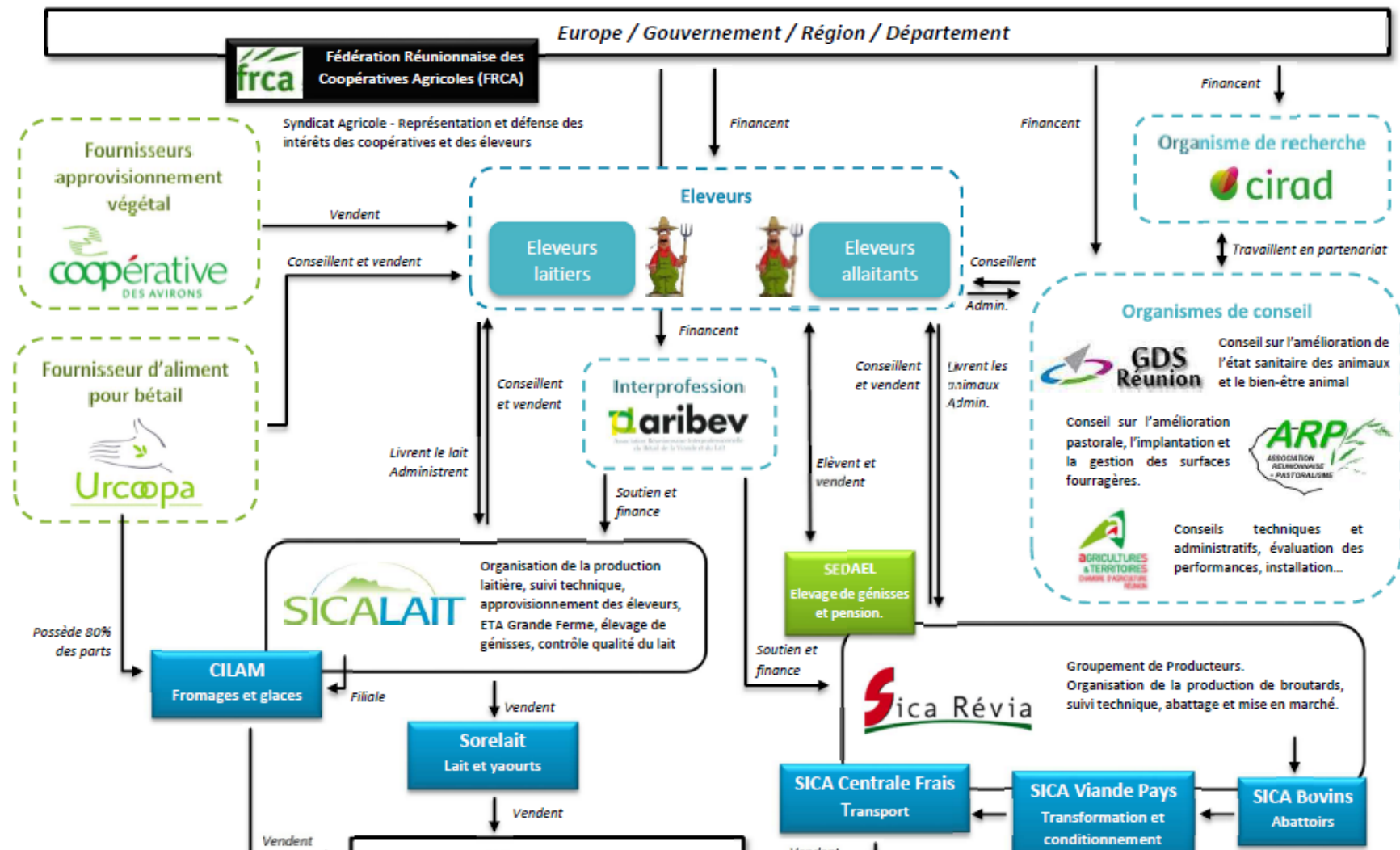


Figure 6 : Schéma résumant les relations entre les acteurs (FAGES, 2017)



Tout d'abord le fonds de développement de l'élevage laitier aide à couvrir le surcoût dû à la collecte. L'aide s'élève à 51,94 €/ 1000L. Puis vient l'aide du programme d'options spécifiques à l'éloignement et à l'insularité (POSEI) s'élève à 110 €/ 1000L.

Ensuite vient l'aide « Cœur pays » pour soutenir les produits d'origines locales. Cette aide est dégressive par tranche de production (Tableau 1).

Tableau 1 : Les aides "Cœur pays"

Tranche	Aides
De 0 à 250 000 L	62 € / 1000 L
De 250 000 à 300 000 L	40 € / 1000 L
De 300 000 à 400 000 L	30 € / 1000 L
De 400 000 à 500 000 L	20 € / 1000 L
Plus de 500 000 L	10 € / 1000 L

Les petites exploitations ont un soutien supplémentaire par tranche également (Tableau 2).

Tableau 2 : Les aides pour les petites exploitations

Tranche	Aides
<= 50 000 L	50 € / 1000 L
> 50 000 L et <= 100 000 L	30 € / 1000 L
> 100 000 L et <= 150 000 L	15 € / 1000 L
> 150 000 L et <= 200 000 L	10 € / 1000 L

Au prix du lait s'ajoute également des primes lors de l'abattage des animaux. Les fonds d'aides viennent de l'Union Européenne et de l'Etat Français.

## **II. L'élevage bovin, bien implanté dans les Hauts de l'île**

### **1. Typologie des élevages**

Comme exposé, la tradition d'élevage est assez récente dans l'île. Majoritairement, les élevages bovins ont été créés dans les années 70.

La production laitière est essentiellement installée dans la plaine des Cafres (66%) et dans les Hauts de Saint-Joseph (22%). En 2015, elle est composée d'environ 2900 vaches laitières réparties en 75 élevages laitiers. Les objectifs de la filière pour 2025 sont de 3700 vaches laitières. L'éleveur laitier moyen possède 38 vaches en majorité des Prim'Holstein dans un système plutôt intensif. Les vaches sont nourries avec 8 à 12 kg de concentrés par jour. Une lactation moyenne produit 6500 kg de lait et les exploitations livrent en moyenne 236000 litres de lait par an (DIRECTION DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET LA REUNION, 2015; DELABY, 2017; BRL, 2017a).

La production allaitante est structurée par le plan d'aménagement des Hauts. Les éleveurs naisseurs sont dans les Hauts (principalement Plaine des Cafres et Hauts de l'Ouest) tandis que les engraisseurs sont localisés dans les bas, où ils profitent de la proximité de la culture de la canne à sucre et du foin de chloris, comme fourrage. Le cheptel est composé de 6500 mères, l'objectif de la filière est de 8500 mères à l'horizon 2025. Il y a environ 400 élevages allaitants de plus de 5 vaches. 61% des éleveurs possèdent moins de 6 vaches tandis que 18% des éleveurs concentrent les deux tiers du cheptel. Les élevages allaitants sont composés génétiquement de croisement entre la Limousine et la Blonde d'Aquitaine. Les prairies non mécanisables des Hauts de l'île sont valorisées de façon peu intensive



(DIRECTION DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET LA REUNION, 2015; DELABY, 2017; BRL, 2017a).

Les objectifs de croissance, cité ci-dessus, ne concernent que les élevages en filières (SICAREVIA pour la filière allaitante et SICALAIT pour la filière laitière). Les animaux hors filières constituent un cheptel d'environ 5600 animaux.

## 2. Une production fourragère adaptée à l'île

### a) Production

#### *Les différentes prairies*

L'Union des AFP (maintenant ARP), a énormément travaillé dans la création, l'amélioration et la gestion des prairies, permettant une augmentation de 10% de la surface fourragère principale. Les surfaces dédiées à l'élevage sont de 10750 ha (BOS 2014) soit 25% de la SAU de l'île. La SFP se détaille en trois parties ; les prairies permanentes, 74%, les cultures fourragères, 17% les landes et parcours, 9%. La répartition de la flore suit un gradient d'altitude comme le montre le schéma de GRIMAUD et THOMAS (2002) (Figure 7).

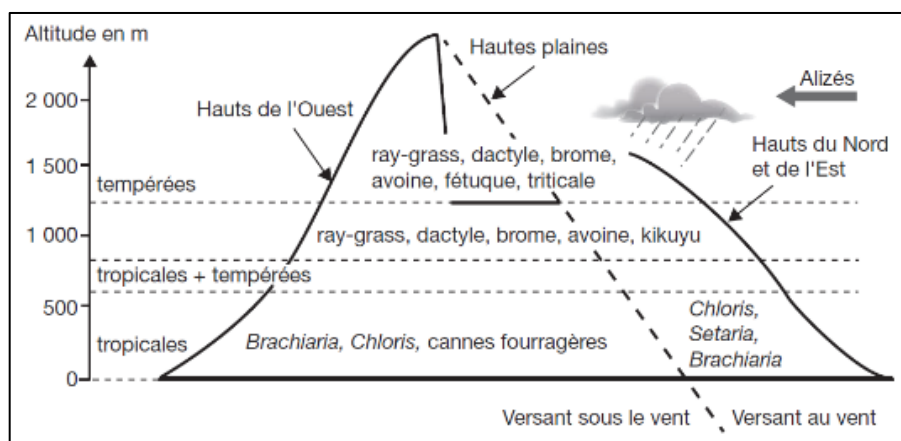


Figure 7 : Distribution floristique selon les climats (GRIMAUD and THOMAS, 2002)

En répercussion de ce gradient écologique quatre typologies de prairie sont cultivées :

- Les prairies composées d'espèces tropicales (hors kikuyu). Situées dans les bas de l'île, elles sont appelées prairies tropicales basses. Ces prairies cultivées sur 1500 ha sont composées principalement de Chloris, de Setaria et de Brachiaria. Souvent irriguées pour maximiser les potentiels de rendements toute l'année, elles sont uniquement fauchées (7 à 9 cycles par ans) avec un rendement moyen de 20 tonnes de MS par ha/an et un potentiel de production de 25 tMS/ha/an (BRL, 2017b). Le chloris, *Chloris gayana*, est une graminée venant du sud de l'Afrique. Pérenne et tropical il est exclusivement utilisé dans les bas de l'île, dont il est l'espèce majoritaire. Cela permet de combler les déficits d'herbe dans les hauts lors de la période sèche. La croissance moyenne varie entre 15 et 30 tonnes par hectare, il a été observé des croissances jusqu'à 40 tonnes/hectares sur des prairies irriguées du littoral. Il pousse en formant des grosses touffes (BARBET-MASSIN et al., 2004). C'est espèces peuvent croître jusqu'à plus de 1000 mètres cependant elles ne sont semées et exploitées que jusqu'à 700m (800m dans certaines cas) (BRL, 2017a). C'est prairies sont exploitées de façon intensives avec 7 à 9 coupes par an et un apport important d'azote (500 unités).

- Les prairies de kikuyu, *Pennisetum clandestinum*. C'est une graminée pérenne venant du Kenya. La plante est prostrée avec un port stolonifère et rhizomateux, elle forme un tapis de 30 à 40 cm de haut (parfois 70 cm). Son mode d'exploitation le plus approprié est le pâturage. Il peut également être enrubbanné mais d'autres herbes se conservent mieux et ont de meilleures valeurs alimentaires. Il résiste très bien au surpâturage et a l'avantage d'être antiérosif, un atout évident dans ces prairies abruptes de l'île (HUSSON et al., 2012). Le kikuyu très agressif, contrôle de nombreuses espèces. De plus, il a l'avantage d'avoir une forte pérennité, certaines prairies ont été implantées il y a 20 ans. C'est la graminée la plus cultivée sur l'île avec environ 8000 ha situés majoritairement dans les hauts de l'île. Elles sont pâturées à 95% du temps. Le rendement en pâture est en moyenne de 8 tMS/ha/an avec 7 à 9 passages, la production sur prairie fauchée est de 12 tMS/ha/an avec en moyenne 5 à 6 coupes. Le rendement potentiel est de 20 tMS/ha/an.



Figure 8 : Prairie de kikuyu dans les hauts de l'Ouest (Crédit photo : Julien Apaloo)

- Les prairies composées d'espèces tempérées. Situées dans les hauts de l'île, ces prairies composées principalement de ray-grass, de dactyle, du brome, de fétuque et de triticale sont présentes sur 1000 ha. Fauchées à 80% du temps, les rendements sont identiques aux prairies de kikuyu. Elles sont cultivées en altitude (au-delà de 800m), elles sont toujours mélangées entre-elles et quelquefois utilisées en sur-semis sur du kikuyu (malgré qu'il soit étouffant). Le ray-grass supporte bien les sols acides de la Réunion et le dactyle, lui, supporte bien les fortes chaleurs et les sécheresses. Ces deux espèces sont donc très fortement appréciées des agriculteurs réunionnais. La fétuque élevée est quant à elle cultivée à la plaine des Palmistes où sa grande résistance aux éléments (notamment aux inondations et aux températures) et son habilité à se dessécher rapidement sont appréciées (BARBET-MASSIN et al., 2004).
- Les prairies naturelles sont les plus rares puisque on ne les retrouve que sur 400 ha. Elles sont dominées par la flouve odorante et la houlque laineuse (BARBET-MASSIN et al., 2004). Uniquement pâturées, leurs productions avoisinent les 8 tMS/ha/an. Elles sont en diminution, progressivement remplacées par des prairies plus productives (BRL, 2017b).



Le kikuyu avec sa résistance au pâturage et au climat réunionnais compose donc la grande majorité des prairies (80%). Cela est particulièrement visible sur la Figure 9

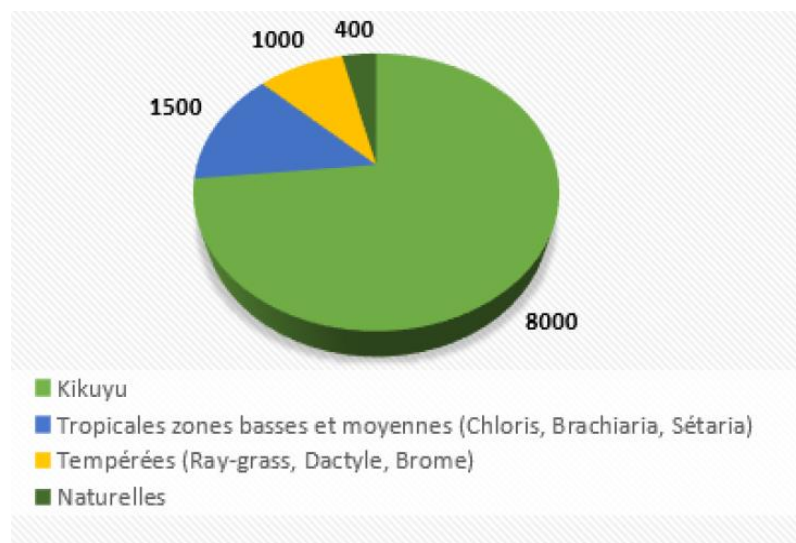


Figure 9 : Surface couverte en hectare par les différents types de couverts à La Réunion (BRL, 2017b)

b) Répartition de la production

Sous ces latitudes, les prairies produisent toute l'année du fourrage. Cependant un infléchissement de la production de fourrage peut être observé pendant l'hiver froid et sec qui se déroule de juin à octobre (Figure 10).

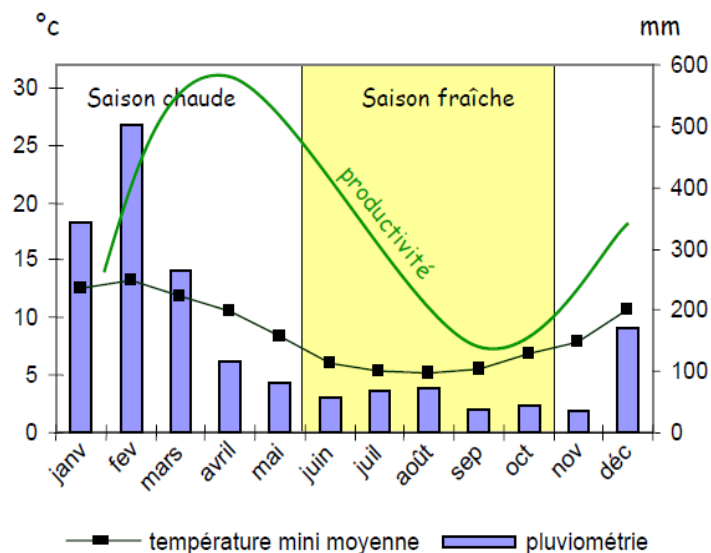


Figure 10 : Production fourragère selon la saison (Source : (BARBET-MASSIN et al., 2004)

Lors des périodes de pénuries herbagères, les rations sont compensées par achat de paille de canne, de bagasse (sous-produit de la canne à sucre) ou de foin. En effet, les conditions climatiques rendent difficile la récolte des fourrages. Il est possible d'observer sur la Figure 10 que le pic de production se

situé en été. Or l'été est également la période humide, les pluies sont quasi quotidiennes (Figure 12, Figure 11, Figure 13, Figure 14)

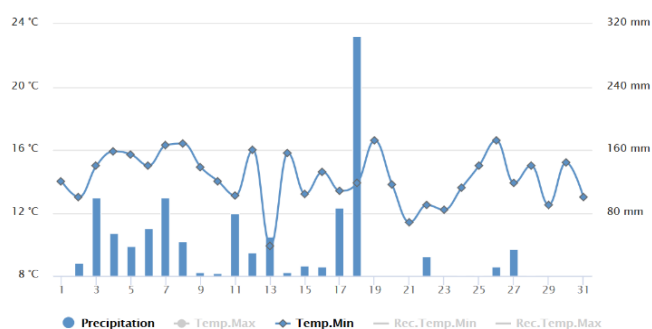


Figure 11 : Graphique des précipitations et températures minimums de Janvier 2018 à la plaine des Cafres (Météo France, 2018)

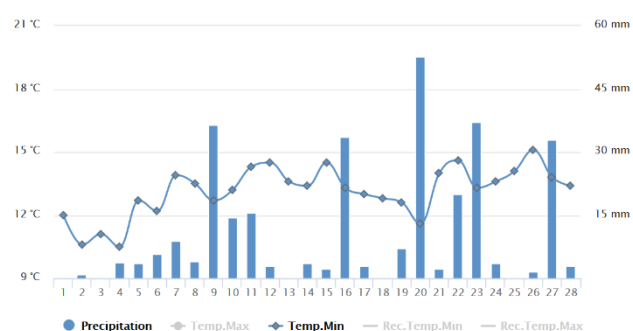


Figure 12 : Graphique des précipitations et températures minimums de Février 2018 à la plaine des Cafres (Météo France, 2018)

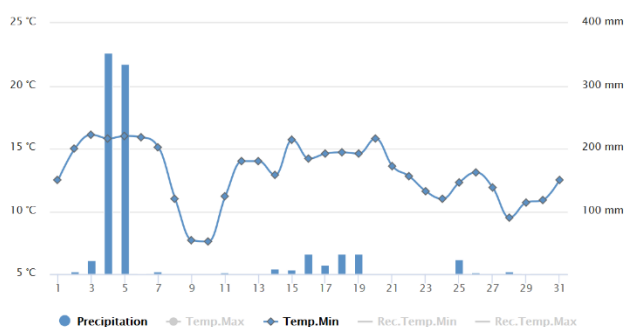


Figure 14 : Graphique des précipitations et températures minimums de Mars 2018 à la plaine des Cafres (Météo France, 2018)

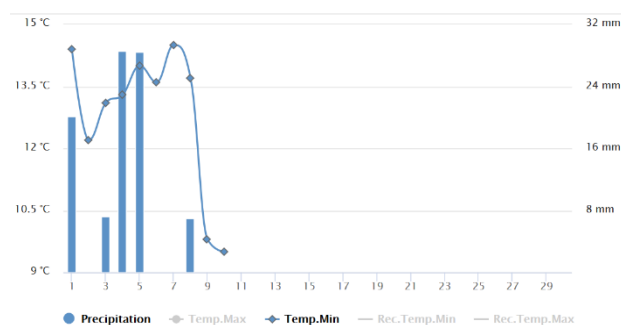


Figure 13 : Graphique des précipitations et températures minimums du 1er au 10 Avril 2018 à la plaine des Cafres (Météo France, 2018)

Les quatre graphiques montrent que sur les 102 premiers jours de l'année il a plu 2355,9mm. Soit en moyenne 23mm par jour. Il est également possible de relever seulement 30 jours sans pluies. Il faut tout de même relever que l'année 2018 a été particulièrement humide avec plusieurs passages de cyclone. Cependant cela illustre bien la situation insulaire lors de la saison humide. Ces pluies fréquentes rendent la mise en place des techniques de conservations des fourrages de qualité (foin/ensilage/enrubanné) très complexes.

L'hiver le problème s'inverse, les pluies viennent à manquer et la température devient assez froide pour ralentir considérablement la pousse des fourrages. Certaines années, le manque de fourrage est tellement important, que des importations de foin ont été faites pour assurer un approvisionnement de l'île.

### c) Conservation et stockage des fourrages.

Sur l'île de La Réunion, l'enrubannage est la méthode la plus utilisée pour conserver les fourrages (MANDRET, 2000). Pour réussir un enrubannage les fourrages doivent être séchés. Le seuil minimum de 50% de matière sèche doit être atteint. Par temps parfait (20°C, 50% hygrométrie et un vent à 1 m/s) le séchage prend 2 jours (ARVALIS, 2011). Comme vu, au-dessus, les conditions de séchage à La Réunion sont loin d'être parfaites. De plus, les balles d'enrubanné sont stockées sur les champs à

défaut de sites de stockage couverts. Le rude climat affecte les balles qui se dégradent rapidement et perdent leurs qualités alimentaires.

d) Répartition de la production selon des microrégions

En plus de la répartition temporelle une répartition spatiale de la production est également présente. La production des prairies de kikuyu varie du simple au double. Les prairies de l'Ouest produisent de 6 à 8 tonnes de matière sèche tandis que les prairies du Nord produisent environ 12tMS, les rendements maximums sont donc atteints dans le Nord de l'île. Les rendements en chloris ne varient pas selon la microrégion (Nord/Sud/Est/Ouest) car ce sont des prairies du littoral et sont quasi systématiquement irriguées. (BRL, 2017a)

e) Utilisation des concentrés

Pour faire face au manque de fourrage en hiver, il est courant de compléter les rations avec des concentrés. Cet usage est répandu sur l'île de La Réunion, notamment en élevage laitier (CHOISIS, GRIMAUD et LASALLE, 2009). Dans la ration, il n'est pas rare de voir la part de concentré dépasser la moitié de la matière sèche (GRIMAUD et THOMAS, 2002). Cette proportion élevée de concentrés entraîne une augmentation des risques sanitaires. Ces utilisations massives de concentrés provoquent un nombre conséquent de cas d'acidose et d'entérotoxémie (BRUNSCHWIG, LANCELOT et ZANELLA, 2009). Cette utilisation crée également une dépendance des fermes aux marchés extérieurs. Ces concentrés fabriqués avec des matières premières importées, sont donc sensibles à la volatilité des cours internationaux (BRUNSCHWIG, LANCELOT et ZANELLA, 2009). En métropole, en partie pour limiter les coûts d'alimentations, des observatoires de la pousse de l'herbe ont été créés pour mieux connaître les dynamiques de pousse de l'herbe et ainsi améliorer le pâturage.

### **III. Les observatoires de la pousse de l'herbe**

#### **1. Principe d'un observatoire de l'herbe.**

Le principe fondateur des observatoires de la pousse de l'herbe repose sur un réseau de fermes de référence sur lesquelles la hauteur d'herbe est mesuré hebdomadairement. La différence de hauteurs entre deux semaines est convertie en une croissance exprimée en kilogramme de matière sèche par hectare et par jour (kgMS/ha/j). Cette conversion peut être faite quand la densité volumique de l'herbe est connue. Celle-ci s'exprime en kilogramme de matière sèche par centimètre de hauteur d'herbe (kgMS/cm).

Recueillir ces données est très couteux en temps et nécessite de nombreux techniciens déployés sur le terrain. Une fois toutes les informations connues, un bulletin hebdomadaire est édité. Il informe sur la croissance de l'herbe ainsi que d'autres indicateurs utiles à la gestion des prairies. Des conseils sont également prodigués aux travers de ces bulletins.(BATTEGAY, 2015)

## 2. Les observatoires de la pousse de l'herbe en France métropolitaine

Les premiers observatoires en France ont été créés il y a environ 20 ans en France. Aujourd'hui on dénombre 9 réseaux régionaux et 12 réseaux départementaux répartis dans toute la France comme la Figure 15 le montre.



Figure 15 : Répartition des Observatoires de la pousse de l'herbe (en vert : Réseau Régional, en jaune : Réseau Départemental, en bleu : Mesures Arrêtées, en orange : Pas de mesures. Source (BATTEGAY, 2015)

Par ailleurs, le nombre de fermes de référence varie énormément d'un réseau à l'autre. Certains réseaux fonctionnent avec moins de 5 fermes tandis que d'autres comptent plus d'une dizaine de fermes. Le nombre de parcelles suivies par département varie significativement. En majorité, les observatoires départementaux mesurent entre 25 et 50 parcelles. L'observatoire de Mayenne mesure lui plus de 100 parcelles. Ces différences peuvent en partie s'expliquer par le nombre et la structure des organismes impliqués dans les observatoires. On retrouve souvent des partenaires multiples comme des Chambres d'Agriculture, des EDE, des organismes de contrôle laitier, des lycées agricoles, des fermes expérimentales, des stations INRA ou même Arvalis. La Figure 16 montre bien les différences que l'on peut retrouver sur le territoire métropolitain.

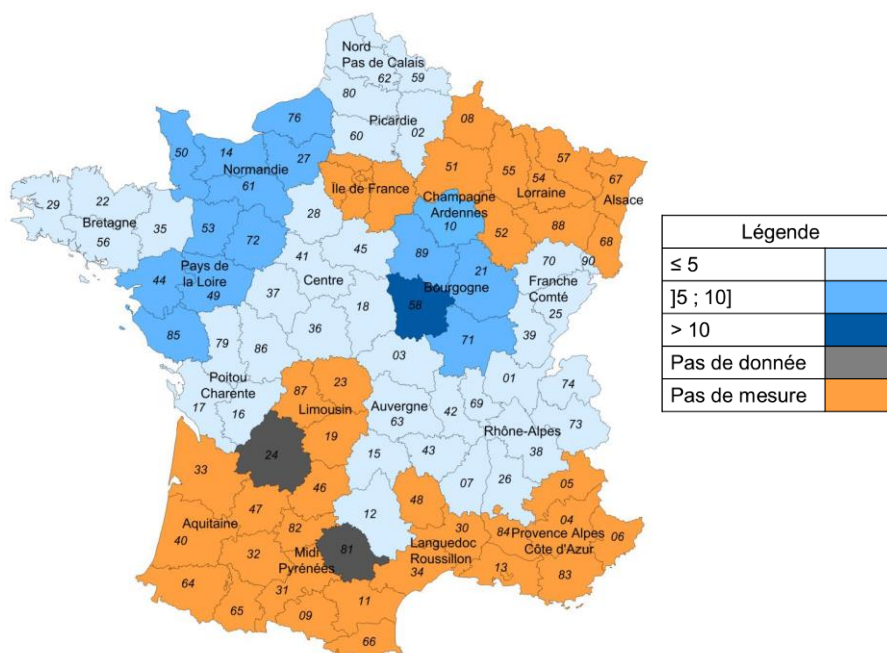


Figure 16 : Nombre de fermes de références par département. Source (BATTEGAY, 2015)

### 3. Points positifs et négatifs d'un observatoire

De nombreux points positifs découlent de la création d'un observatoire de la pousse de l'herbe. Le dispositif permet d'accroître les connaissances et de développer des références locales et des repères sur le pâturage. Le contact hebdomadaire des techniciens avec les éleveurs, lors des mesures, permet de connaître leurs préoccupations et donc d'ajuster les conseils aux plus proches des attentes des agriculteurs.

Les mesures hebdomadaires réalisées par les techniciens leur permettent des progrès techniques dans la gestion des fourrages. L'acquisition de ces mêmes repères, par les agriculteurs, leur permet une meilleure gestion des prairies. Les bulletins publiés servent aussi aux autres activités des instituts, notamment les formations. Ils donnent des supports concrets pour appuyer leurs propos, les fermes de références présentes dans le réseau peuvent également servir pour appuyer des formations.

Les données récoltées peuvent servir à démontrer la perte de production en cas d'incident climatique, auprès des assurances. Les bulletins publiés servent également de support de communication et de « publicité » pour le pâturage et l'institut qui les publient.

Au cours de ce travail, certains de ces observatoires ont été contactés. Tous les témoignages corroborent cette idée. Mme Guibert (Observatoire du département Pays de la Loire) affirme clairement : « C'est un support de conseil dont on n'aurait du mal à se passer ». Mr Braconnier : (Observatoire de Saône et Loire) « Il est désormais possible de faire réellement du conseil prairial ».

Ces témoignages ont toutefois fait remonter des points négatifs : le dispositif est très chronophage et il ne peut établir que des constats.

## **IV. Le projet ECLIPSE**

### **1. Les organismes partenaires**

#### **a) Le CIRAD**

Le CIRAD (Centre coopératif pour la Recherche Agronomique pour le Développement) est présent sur l'île depuis 1962. Il travaille sous la tutelle du Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche et le Ministère des affaires étrangères et du développement international. Le CIRAD bénéficie des aides de l'Etat et de l'Union Européenne pour répondre à des appels d'offres. Le CIRAD est également missionné pour des expertises scientifiques. Les domaines de compétence du CIRAD sont vastes : la sécurité alimentaire, la gestion des ressources naturelles, la lutte contre les inégalités, la réduction de la pauvreté ou encore les problématiques des changements climatiques. Le CIRAD travaille dans plus 100 pays dans lesquels sont mis en place des coopérations avec les institutions locales.

Le CIRAD Réunion-Mayotte est un des pôles de l'institution, il est dirigé par Eric Jeuffrault. A La Réunion, il est présent sur deux sites. L'un à St Denis accueillant la direction et les recherches sur les pathologies émergentes dans l'océan pacifique ainsi que la sécurité des aliments. L'autre, à St Pierre est divisé en trois pôles. Un pôle expérimentation et légumes, un pôle protection des plantes et un pôle élevage. Sur l'île de La Réunion le CIRAD emploie environ 180 personnes équivalent plein temps, 55 chercheurs, 125 techniciens et employés divers, complétés de 70 personnes non permanentes et accueillies (VSC/Stagiaire).

#### **b) L'Association Réunionnaise de Pastoralisme (ARP)**

L'ARP est née en 2007 de la fusion des AFP (Associations Foncières Pastorales). L'accompagnement des éleveurs, notamment dans l'implantation des prairies, la gestion de leurs systèmes fourragers et la valorisation des fourrages produits sont ses principales missions. Pour les réaliser l'ARP fonctionne en étroite collaboration avec les organismes de l'interprofession (coopératives et instituts de recherche principalement).

La structure travaille autour de trois axes le conseil et l'expertise, la vente de semences fourragères tropicales et tempérées et la structuration de la filière.

Le conseil et expertise s'organise en deux parties. Un service d'aide technique et administrative, dans le cadre du Plan de Développement Rural à La Réunion 2014-2020, pour la création et le suivi des dossiers de demande d'aides à la création de prairie (Travaux d'aménagement Foncier (TAF)) et à l'achat d'équipements. Une fois les dossiers acceptés, l'ARP propose la gestion de la maîtrise d'œuvre des TAF. Les TAF vont de l'épierrage et l'ouverture de voiries à l'arasement de buttes et la construction d'ouvrages bétonnés.

L'ARP importe des semences puis les revend à ses adhérents. Cela permet aux agriculteurs d'accéder à des semences diverses et de qualité.

L'ARP est financée par l'Europe, l'Office de Développement de l'Economie Agricole des Département d'Outre-Mer et le département Réunion. L'association est composée de 5 personnes.

En 2015, un Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole (RITA) sur les productions animales a vu le jour pour améliorer les performances des exploitations réunionnaises en donnant aux conseillers techniques et aux éleveurs les outils nécessaires. Ce RITA s'organise autour de points prioritaires : le point sanitaire, porté par le Groupement de Défense Sanitaire (GDS) et le point alimentation et fourrage porté par l'ARP.

Dans le point alimentation et fourrage trois actions prioritaire ont été déterminées :

- La mise à jour des connaissances techniques
- Le développement d'un outil de diagnostic et d'aide à la décision sur les prairies
- Mise en place d'un réseau de parcelles de référence sur toute l'île.

Le développement d'un outil de diagnostic et d'aide à la décision sur les prairies a déjà été menée par le biais d'un stage, le travail sur les deux autres points est assuré par le recrutement d'un technicien.

## 2. La mise en place du projet ECLISPE

### a) Objectifs

Le CIRAD coordonne le projet ECLIPSE (Emerging Crop-Livestock Production System adapted to a changing Environment) regroupant des acteurs des pays de l'océan Indien. Le projet a deux objectifs principaux. Cette étude s'insère dans ce projet.

Tout d'abord « Définir des stratégies régionales d'adaptation des systèmes d'élevage de ruminants aux changements environnementaux et socio-économiques grâce à de la recherche, de l'expérimentation et des pilotages innovants des itinéraires techniques et des modes de conduite des troupeaux efficaces »

Et augmenter « les échanges de compétences et d'informations » dans l'océan Indien grâce au réseau ARChE\_Net.

Le projet ECLIPSE s'appuie sur 7 axes de travail (Figure 17). Le travail présenté ici s'insère dans l'axe 1 qui s'intéresse aux développements d'outils permettant la qualité et la quantité des fourrages disponibles pour l'élevage.

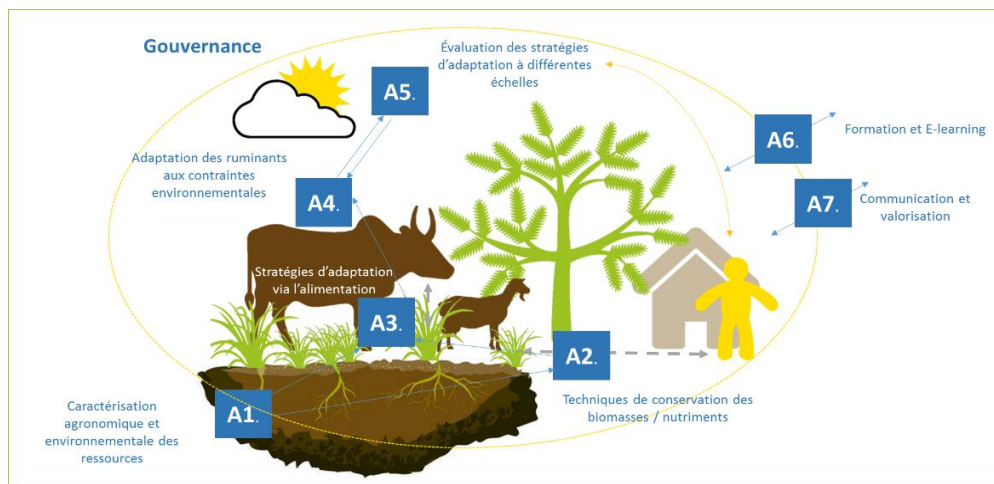


Figure 17 : Schéma des axes de travail du projet ECLIPSE

Le projet travaille sur les différents axes grâce à des 5 outils précis. La technologie SPIR (Spectrométrie dans le Proche Infra-Rouge) permet grâce à des appareils portatifs des évaluations rapides sur le terrain de la qualité des fourrages, fertilisants organiques et de la fertilité des sols. La mise en pratique de cet outil nécessite des travaux importants de calibration avec les méthodes traditionnelles de laboratoire. Le projet a investi dans deux appareils portatifs. Un système de gestion de base de données a été créé pour aider au suivi des élevages de ruminants. Une thèse en télédétection pour valider les modèles sol-climat de chaque pays et calculer les biomasses présentes dans les prairies. C'est un travail complémentaire de celui-ci, car moins précis, souffrant d'une grande dépendance aux aléas climatiques et aux satellites mais il permet de travailler sur de plus grande surface. Le dernier outil développé en cours de développement est une base de données communes à tous les pays du

projet. La base de données compile les conditions climatiques, les rendements fourragers, les caractéristiques pédologiques, les valeurs nutritionnelles des aliments, les performances et les caractéristiques des animaux, les valeurs des fertilisants organiques et les données économiques des exploitations.

Ces outils sont tous en cours de développement dans les différents pays avec plus ou moins d'avancement.

#### b) Partenariat et Financement

Le projet ECLIPSE a développé 24 partenariats dans 7 pays différents. Il est possible de retrouver les partenaires dans les pays suivants : l'Australie, l'Afrique du Sud, l'île de la Réunion (France), l'Inde, Madagascar, le Mozambique et l'Union des Comores.

Des projets sont proposés par les partenaires des différents pays. Les projets sont ensuite analysés par l'équipe de coordination qui valide les projets ou non. Les projets validés sont soutenus financièrement par l'Union Européenne, l'Etat Français, la région Réunion et le CIRAD.

A La Réunion, le projet est réalisé en collaboration avec l'ARP, qui a proposé l'observatoire de la pousse de l'herbe. C'est dans ce cadre que le projet d'observatoire de la pousse de l'herbe a vu le jour. En effet, il permet parallèlement de mettre à jour les connaissances techniques sur les cycles de croissance des prairies de La Réunion, leurs productions de biomasse annuelles et les méthodes de pâturages efficaces mais également d'avoir un réseau étendu de parcelles de référence sur l'ensemble de l'île de la Réunion.

### 3. Mise en place d'un observatoire

Comme vu au-dessus, les éleveurs ont du mal à constituer des stocks de fourrages nécessaires pour nourrir le bétail pendant la saison hivernale. Les techniques de gestion des prairies ne sont pas optimales. Les rendements obtenus sont inférieurs aux rendements potentiels. Il existe un manque de connaissance sur les dynamiques de pousses et des densités volumiques des fourrages tropicaux sur l'île de La Réunion qui pourraient permettre d'améliorer les pratiques des agriculteurs réunionnais.

C'est dans ce contexte que le projet d'observatoire de la pousse de l'herbe est né. En effet, cet observatoire de la pousse de l'herbe permettrait de surmonter plusieurs difficultés. Il pourra donner aux éleveurs des conseils adaptés à la gestion des fourrages à court terme et à moyen terme au travers des bulletins hebdomadaires. L'observatoire permettra de créer également une réelle dynamique autour des fourrages. Cette dynamique sera l'occasion pour de nombreux agriculteurs de s'intéresser à l'herbe. De plus, au travers de l'observatoire des mesures précises seront prises et permettront de mieux connaître les fourrages tropicaux.

Plusieurs problèmes se posent pour pouvoir créer un tel observatoire à La Réunion. Tout d'abord, le climat, c'est un climat tropical très varié et qui change complètement selon la situation de la prairie sur l'île. De plus, les fourrages implantés ne sont pas les mêmes que dans les observatoires métropolitains actuels. En particulier le kikuyu qui du fait de son port en tapis pourra poser des problèmes. Enfin, l'observatoire devra pouvoir produire et transmettre des références fourragères.

**Cette étude a donc pour objectif de déterminer la faisabilité d'un observatoire de la pousse de l'herbe et d'initier sa mise en place.**



Pour cela plusieurs axes de travail seront développés. D'une part le développement de cet observatoire devra passer par une étude cartographique de l'île afin de définir des zones d'intérêt de mesure de l'herbe. D'autre part un protocole devra ensuite être développé pour pouvoir quantifier la pousse de l'herbe. Le protocole sera testé sur sa faisabilité et réajusté si nécessaire pour être efficient.

Plusieurs hypothèses peuvent alors être émises :

- 1/ Il est possible de définir des zones d'intérêt de mesure de l'herbe pour constituer l'observatoire.
- 2/ Il est possible d'élaborer un protocole de quantification de la pousse de l'herbe adapté au contexte réunionnais.
- 3/ L'observatoire ainsi mis en place sera capable de produire des références fourragères.

## Partie 2 : Méthodologie

### 1. Objectif

Pour réussir à répondre à la problématique dans sa globalité, trois missions ont été réalisées de front. Chaque mission a nécessité sa propre méthodologie.

D'une part un travail cartographique a été mené. Il a permis de dégager des zones climatiquement homogènes avec des croissances fourragères cohérentes.

D'autre part, le développement un protocole de mesure de la croissance de l'herbe adapté à l'île de la Réunion a été nécessaire. Pour ce faire, des entretiens ont été réalisés avec des techniciens s'occupant d'observatoires de la pousse de l'herbe déjà en place en métropole ainsi qu'avec des spécialistes en fourrages.

Pour terminer, un test de faisabilité de protocole a été réalisé pour vérifier que celui-ci était bien conforme et fonctionnel.

Ci-dessous, un schéma méthodologique (Figure 18) résume la démarche suivie.

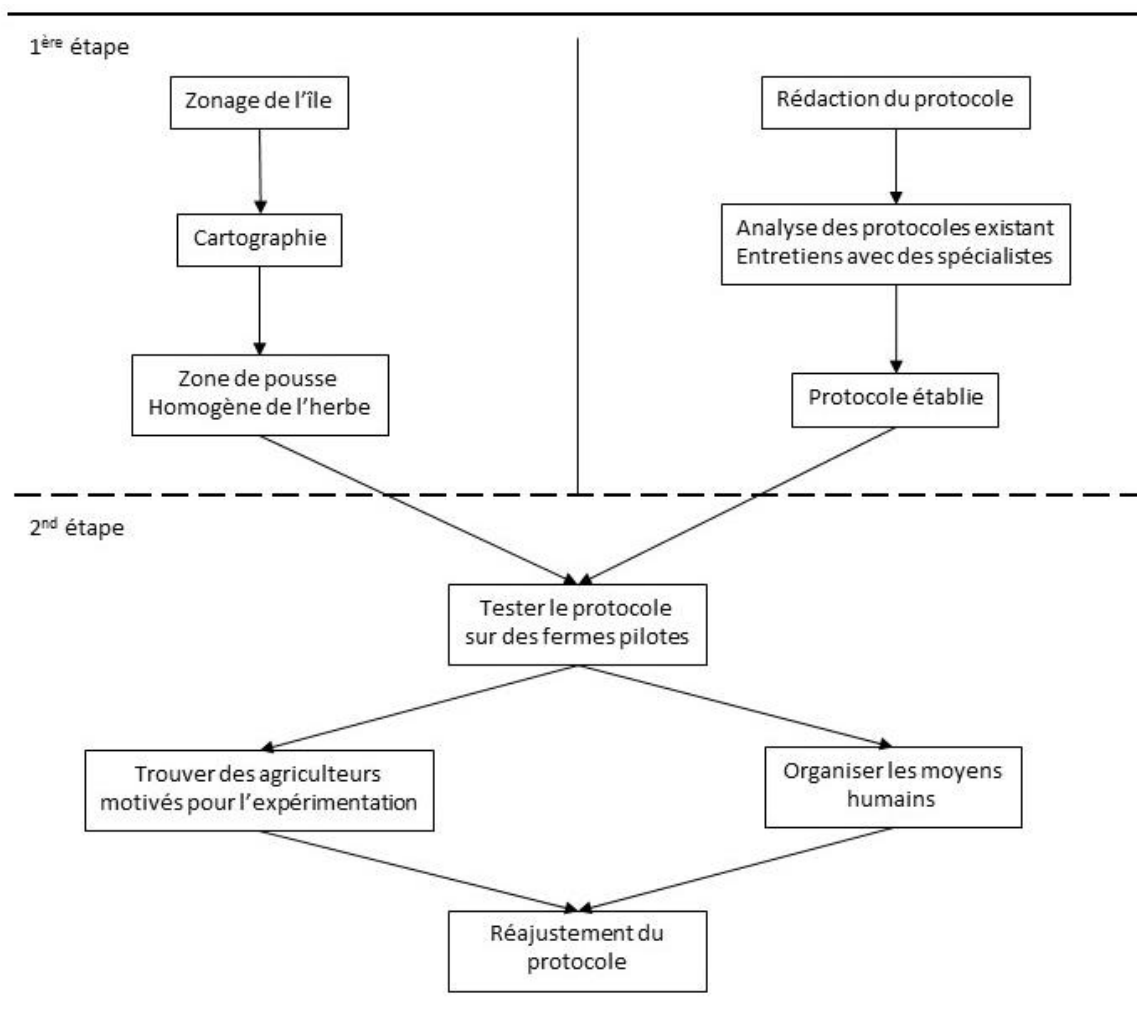


Figure 18 : Schéma méthodologique

# **I. Définition de zone d'intérêt**

## **1. Documents utilisés**

Pour réaliser l'étude cartographique, ont été utilisé le logiciel Quantum GIS (QGIS), version 2.18.11 ainsi que le logiciel Google Earth Pro (GEP). QGIS est un Système d'Information Géographique (SIG) distribué sous licence publique générale. Un SIG permet de gérer de nombreux formats d'information comme des vecteur, des rasters ou des bases de données et permet de les afficher en 2D sous forme de cartes afin d'en simplifier la visualisation. (QGIS, 2018). GEP est quant à lui un logiciel permettant la visualisation de la planète grâce à des photos aériennes et satellitaires. Il génère également des visualisations 3D, qui permettent une perception précise des reliefs insulaires si particuliers.

Les données vecteurs sont considérées comme des entités primitives graphiques. Dans un SIG elles peuvent être représentées par des points, des arcs, des nœuds, des lignes et des polygones. Elles permettent de retranscrire dans l'univers des SIG n'importe quelle entité du monde réel. Par exemple, des parcelles, des routes, des clôtures, des maisons sont des entités qui sont très souvent représentées sous forme de données vecteurs.

Les données rasters sont des images matricielles. L'image est divisée en petits rectangles réguliers qui sont appelés pixels. Chaque pixel de l'image possède des coordonnées propres ainsi qu'une valeur. La valeur est généralement une grandeur physique. Par exemple, les isohyètes et isothermes sont des rasters très employés.

Les bases de données peuvent être intégrées dans QGIS. Si elles sont géoréférencées, elles seront transformées en données vecteurs points. Chaque point représente une entité de la base de données, une table attributaire y est liée et permet de ne pas perdre de données.

Pour pouvoir afficher des cartographies, les données sont reliées à un système de coordonnées servant de référentiel et permettant de replacer tout point du globe dans l'interface de l'application.

Dans le logiciel chaque jeu de donnée est stocké et lu sous forme de couche (shape). L'interface du logiciel permet d'afficher simultanément plusieurs couches.

L'ARP, l'unité ARTISTS du CIRAD, l'IGN, des données libres ainsi que les connaissances et les avis des techniciens de l'ARP ont permis construire les couches nécessaires à ce travail.

Les couches utilisées sont les suivantes :

- La Base Occupation des sols 2016 (BOS). Editée par la DRAAF La Réunion, elle permet de projeter les emplacements des prairies de l'île.
- Les stations météorologiques (Météo France / CIRAD / BRGM) avec, sur 11 ans, la pluviométrie et la température. Les données ont servi à construire des isohyètes et isothermes.
  - Isohyète : Il a été construit à partir des médianes des pluies annuelles. La base de données fournie par ARTISTS a été nettoyée : toutes les années où des données étaient manquantes, ont été supprimées. Nous avons utilisé l'outil d'interpolation de QGIS. Puis le raster a été classé tous les 250 mm de 0 à 4750 mm puis une seule classe de 5000 à 10000 (aucune prairie n'est présente dans cette amplitude).
  - Isotherme : Il a été construit à partir des moyennes des températures annuelles. La base de données fournie par ARTISTS a été nettoyée, toutes les années, où des données étaient manquantes, ont été supprimées. Nous avons utilisé l'outil d'interpolation de QGIS. Puis le raster a été classé tous les degrés.

- Une image rastérisée donnant l'altitude de la Réunion. Ce document est éditée librement par Jonathan de Ferranti)
- Une projection des élevages de l'île réalisée par l'unité ARTISTS, couplée à une base de données donnant les températures et les pluviométries pour chaque exploitation. La base de données donnait pour 504 parcelles agricoles une extrapolation de la température et de la pluviométrie moyenne.
- Des ortho-images à une précision de 5 mètres, disponible librement sur le site de l'IGN.
- L'étude de prospective sur la ressource fourragère (BRL, 2017a). Cette étude commanditée par l'ARP, présente les bassins de productions et de consommation de fourrage sur l'île de la Réunion.

## 2. Délimitation de zone

L'étude cartographique a pour objectif de délimiter des zones de pousse d'herbe homogène. Dans ces zones une ferme de référence appartenant aux futurs réseaux de l'observatoire de la pousse de l'herbe sera placée. Chaque zone comportera donc une altitude, une pluviométrie et une température les plus homogènes possibles.

La Réunion, du fait de son relief marqué et de l'occupation de ses sols, possède des zones de prairies très distinctes (cf. BOS). Les prairies du littoral ne sont pas prises en compte dans cette étude, elles sont en grande majorité fauchées (MANDRET, 2000) et ici l'étude ne s'intéresse qu'aux prairies pâturées. Les prairies ne sont pâturées qu'à partir de 700 mètres d'altitudes.

Parmi les zones qui ressortent, certaines sont en réduction du nombre d'agriculteurs ou d'hectares de prairie (Recensement agricole 1988-2000-2010). D'autres zones sont trop petites pour être mesurées correctement avec les moyens alloués pour le début du projet. Les zones posant ces problèmes sont donc supprimées de l'étude.



Figure 19 : Exemple d'une petite zone en réduction (Crédit photo : Coganne)

Au contraire, certaines zones herbagères sont trop grandes pour être homogènes climatiquement. L'exemple le plus frappant est la bande prairiale s'étendant depuis les hauts de Saint Joseph jusqu'au Nez de Bœuf sur plus de 1300 mètre de dénivelé. Les zones d'une telle ampleur doivent donc être redécoupées en plusieurs petites zones plus cohérentes.

La pousse de l'herbe étant en grande partie reliée à la pluviométrie et à la température (MOULE, 1971; DELABY et HUYGHE, 2013), il serait logique d'utiliser des opérations algébriques entre les couches pondérées logiquement pour faire ressortir des zones de pousses d'herbes équivalentes. Cependant deux problèmes majeurs sont présents. D'abord, aucune publication n'a été trouvée pour pondérer les différents facteurs entre eux. De plus, le maillage des données climatiques disponibles n'est pas suffisant pour avoir des résultats corrects.

C'est pour cela qu'une analyse spatiale déductive a été faite. Cette analyse permet de déduire de nouvelles informations, grâce aux données implicites dans la carte ou explicites dans les bases de données disponibles. (ROBIN, 1995). Nous utilisons le Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) pour créer

une nouvelle couche. Les limites des zones sont tracées par photo-interprétation. (GIRARD et GIRARD, 1999)

Ici, nous avons une limite pour l'analyse spatiale déductive : le nombre de zones. Effectivement, chaque zone recevra une ferme de référence de l'observatoire, cette ferme demandera une certaine charge de travail. Les moyens financiers et humains alloués à l'observatoire étant limité le nombre de zones est également fini. Ce nombre sera calculé grâce aux interviews des techniciens travaillant sur les observatoires de la pousse de l'herbe métropolitains (cf. Interviews de techniciens travaillant dans des observatoires existants).

## **II. Adaptation d'un protocole au contexte réunionnais**

Pour répondre à l'hypothèse numéro 2, à savoir la possibilité d'avoir un protocole de mesure de la dynamique prairiale dans le contexte réunionnais plusieurs travaux ont été menés. D'abord des recherches bibliographiques ont été faites pour trouver toutes les façons de mesurer la biomasse végétale. Puis des interviews des observatoires de la pousse de l'herbe métropolitains ont été réalisés pour connaître leurs techniques de mesure. Enfin un test de faisabilité du protocole, a été réalisé pour vérifier si ce dernier était bien adapté au contexte local et pour au besoin le modifier.

La quantité de biomasse végétale ou phytomasse s'exprime en kilogramme de Matière Sèche (kgMS). La biomasse pour être exploitable s'exprime par unité de surface, c'est alors le rendement. Un protocole précis a été écrit par le Réseau Mixte Technologique Prairie Demain (RMTPD) pour mesurer une biomasse par hectare (RESEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE PRAIRIES DEMAIN, 2016b).

### **1. Les différentes méthodes de mesure de la biomasse végétale**

Plusieurs méthodes se sont développées pour mesurer la biomasse. (LOPEZ-DIAZ et GONZALEZ-RODRIGUEZ, 2011). Il est possible de distinguer plusieurs catégories parmi ces méthodes. Les méthodes directes qui ne nécessitent aucun outil, et les méthodes indirectes qui au contraire utilisent du matériel spécialisé. Parmi les méthodes indirectes, il est possible de faire deux catégories, celle utilisant une sonde et celle utilisant la hauteur d'herbe.

#### **a) Les Méthodes Directes**

- Observation visuelle : L'observation visuelle est très efficace. L'INRA a développé un protocole s'appuyant sur 6 variables (recouvrement, propreté, homogénéité, hauteur, densité et qualité de l'herbe). Chaque variable est notée de 0 à 3 et utilisée dans une grille de notation pour réduire la part de subjectivité de l'expert (GILIBERT et MATHIEU, 1997). Elle ne demande que peu de moyen mais reste peu précise. De plus, elle demande une grande expérience de lecture de prairies. L'étude précise qu'il faut en moyenne 150 observations visuelles de prairies avec un technicien connaissant la méthode technique avant de pouvoir faire ses propres mesures.

#### **b) Les Méthodes Indirectes utilisant une sonde**

- Indice de Surface Foliaire (Leaf Area Index (LAI)) : Le LAI est une variable sans unité oscillant entre 0 et 10. On la mesure à l'aide d'un appareil spécifique calculant un ratio entre lumière au-dessus du couvert et lumière perçue en dessous. A la Réunion une corrélation (avec un

$R^2=0,8$ ) a été trouvée entre LAI et biomasse. De plus, cette relation ne varie que de façon négligeable selon la variété, la saison ou autres. Dans le cas de couvert très dense une surestimation de biomasse peut arriver. Le matériel est assez fragile et couteux (LOPEZ-DIAZ et GONZALEZ-RODRIGUEZ, 2011; ALEXANDRE, 2018).

- Analyse de capacitance : L'appareil mesure la résistance électrique du mix air-herbe et permet de connaître, directement sur le terrain, la biomasse. L'outil n'est pas encore calibré pour la Réunion (LOPEZ-DIAZ et GONZALEZ-RODRIGUEZ, 2011).

#### c) Les Méthodes Indirectes utilisant la hauteur d'herbe

Les méthodes suivantes utilisent toutes des mesures de hauteurs de l'herbe. Elles demandent donc de connaître la densité du fourrage pour trouver la biomasse de la parcelle.

- Réglette de pâturage (Figure 20) : C'est une règle qui donne la hauteur et le potentiel de biomasse aux sols par une lecture directe. Extrêmement simple d'utilisation, elle reste imprécise car elle ne prend pas en compte la saison et la composition floristique. Elle pourrait être intéressante à développer dans le futur car permet à un agriculteur de suivre ses parcelles lui-même. Il faudrait en amont réaliser des mesures précises afin de calibrer différentes règles en fonction des saisons et des types de prairies (AUSTRALIA MEAT LIVESTOCK, 2004).



Figure 20 : Réglette de pâturage (Crédit photo : (AUSTRALIA MEAT LIVESTOCK, 2004)

- Sward Stick : Il s'agit d'un curseur très léger se déplaçant le long d'une échelle graduée. Il mesure donc une hauteur d'herbe non compressée. Il a l'avantage de ne pas compresser l'herbe et donc d'être proche d'une lecture à l'œil, cela peut être plus facilement compréhensible pour conseiller les éleveurs. De plus, il a déjà été utilisé par le passé à la Réunion, il y a donc des déjà des résultats à analyser (BLANFORT, 1996; DURU & DUCROCQ, 1998; DURU & BOSSUET, 1992).

- Herbomètre (Figure 21) : Il s'agit d'un plateau coulissant le long d'un axe gradué. Le poids du plateau va entraîner une compression de l'herbe. Cette compression sera fonction de la densité de l'herbe et du poids du plateau. L'herbomètre est aujourd'hui l'outil le plus utilisé en France pour faire des suivis de croissance d'herbe (RESEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE PRAIRIES DEMAIN, 2016a). L'herbomètre Néozélandais JENQUIP est un outil qui a été validé par l'INRA. Les mesures effectuées sont compatibles avec l'herbomètre développé par Arvalis. (DELABY, LEURENT-COLETTE et DUBOC, 2016). Pour obtenir une droite de régression fiable le chargement doit être fort et le protocole suivi exactement (MATHIEU et FIORELLI, 1985). D'après AIKEN et BRANSBY (1992), la personne se servant de l'herbomètre aura un impact direct sur la mesure. Ils suggèrent que pour avoir une mesure correcte sur la durée d'une expérimentation, le manipulateur soit toujours le même (AIKEN et BRANSBY, 1992). L'herbomètre est appareil robuste et peu cher. Il est facile de fabriquer son propre herbomètre, cela est un avantage si l'outil doit être utilisé par des agriculteurs (CASTLE, 1976).



Figure 21 : Herbomètre Jenquip (Crédit photo : Jenquip)

Le RMT Prairies Demain, dans son outil de calcul de croissance d'herbe, ne prend pas en compte les hauteurs supérieures à 17 cm car elles sont « hors zone de validité de l'herbomètre », en effet l'herbe trop haute aura tendance à se coucher sous le plateau et fausser les résultats.

d) Mesure de la densité

La densité permet de passer d'un volume à un poids d'herbe. Elle se calcule en utilisant cette formule :

$$\text{Densité (kgMS/cm/ha)} = \frac{\text{rendement biomasse (kgMS/ha)}}{\Delta \text{ hauteur d'herbe (cm)}}$$

En France métropolitaine de nombreuses recherches sur la densité de l'herbe ont été faites. La variabilité de la densité volumique de l'herbe s'explique majoritairement par la saison, le mode d'exploitation et le type de prairies (DURU et DUCROCQ, 1998).

En Bretagne et en Normandie, des mesures ont été faites et elles mettent en évidence des différences marquées inter espèces et inter régionales (Tableau 3) (DEFrance, DELABY et SEURET, 2004).

Tableau 3 : Variation de la densité selon la flore et la région (DEFrance, DELABY et SEURET, 2004)

Tableau 4 : Variation de la densité selon la flore et la saison (DEFrance, DELABY et SEURET, 2004)

Région	Type de prairie	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	automne	Moyenne
Bretagne	RGA	230	240	225	235	250	270	275	245	245
	RGA-TB	- 30 kg MS / cm / ha par rapport au RGA breton								215
Basse-Normandie	RGA	220	255	240	265	300	325	305	245	270
	RGA-TB	- 10 kg MS / cm / ha par rapport au RGA normand								260
	PN	255	295	265	290	340	350	335	305	305
	<b>Sèche %</b>		(4,4)	(4,5)	(4,9)	(5,3)	(5,4)	(5,1)		
	<b>Biomasse</b>		1740	2130	1870	1955	2145	1924		
	kg MS / ha		(795)	(860)	(695)	(750)	(765)	(800)		
	<b>Hauteur</b>		12,3	15,5	11,2	11,0	11,9	12,4		
	<b>avant (cm)</b>		(3,6)	(4,8)	(2,7)	(2,5)	(2,9)	(3,7)		
	<b>Hauteur</b>		4,8	5,0	4,6	4,3	4,8	4,8		
	<b>après (cm)</b>		(0,6)	(0,5)	(0,6)	(0,5)	(0,6)	(0,6)		

Ainsi que les différences saisonnières (Tableau 4).

La hauteur joue également un rôle sur la densité de l'herbe. Ainsi FULKERSON, BLACKLOCK et NELSON, en 1997, en Australie ont mesuré des densités variables sur kikuyu et luzerne en fonction de la hauteur. Le kikuyu montre une variabilité plus grande.

De plus, la hauteur d'herbe variant selon l'outil utilisé, les densités calculées sont liées à cet outil. Des mesures de biomasse ont déjà été réalisées à la Réunion. Cependant, l'outil utilisé était un Sward Stick (BLANFORT, 1996), les mesures ont été perdues et si elles sont retrouvées, elles ne seront utilisables que si nous reprenons cet outil.

La littérature est constante, pour mesurer une densité il faut coupler une hauteur d'herbe à une biomasse. Pour faire cela, la technique est simple. Mesurer la hauteur d'herbe avant et après fauche ainsi que le poids en matière d'herbe verte et le taux de matière sèche. Tout cela doit être fait sur une surface précise.

Deux méthodes sont proposées par le RMTPD. L'utilisation d'une motofaucheuse sur une bande témoin ou l'utilisation d'une mini-tondeuse dans un quadrat. Dans notre cas, du fait de l'éloignement des sites de mesures entre eux, la motofaucheuse ne pourra pas être utilisée. Nous devons donc utiliser la méthode utilisant un quadrat.

Dans cette méthode trois paramètres sont à prendre en compte et modulable : la taille du quadrat, la hauteur de coupe et le nombre de répétition par hectare.

La taille optimum de quadrat est celle qui combine une estimation efficace du poids d'herbe avec le temps d'échantillonnage le plus rapide. Selon Papanastasis (1963), la taille optimale d'un quadrat est de 0,625m<sup>2</sup>. En dessous, l'échantillonnage est compromis et au-dessus la coupe d'herbe prend trop de temps. La forme ronde du quadrat est également conseillée.

Pour valider nos choix finaux et lever les derniers doutes, nous avons fait une réunion avec des spécialistes, Luc Delaby (INRA) et Pierre-Emmanuel Belot (IDELE).

## 2. Interviews de techniciens travaillant dans des observatoires existants

Pour connaître les divers problèmes que les observatoires ont rencontrés lors de leur création et qu'ils rencontrent dans leurs fonctionnements quotidiens, des techniciens fourrages travaillant dans les observatoires de la pousse de l'herbe existant en France métropolitaine ont été interviewés. Les entretiens semi-directifs permettent d'approfondir des notions essentielles se rapprochant de la littérature précédemment analysée. Le guide d'entretien permet de ne pas oublier de sujet important, mais il permet de laisser à la personne interviewée une grande liberté de parole, et donc ouvre la possibilité de faire des découvertes (FENNETEAU, 2002).

Le guide d'entretien (Annexe 1) abordait la création, la diffusion, la méthodologie suivie, la charge de travail et les voies d'améliorations envisagées. Les entretiens recherchaient particulièrement les difficultés rencontrées dans les mises en place antérieures d'observatoires ainsi que les méthodes utilisées pour y faire face.

Les entretiens téléphoniques ont été menés entre le 17/07/2017 et le 21/07/2017. La Figure 22 localise géographiquement l'emplacement des observatoires contactés.

Les contacts ont été fournis par Mme Battegay, animatrice nationale fourrage au travers du Réseau Mixte Technologique Prairies Demain (RMTPD) et Mme Vuattoux. Les contacts ont été choisis par Mme Battegay qui a sélectionné les observatoires les plus investis dans le RMTPD.

Personnes contactées :

- Mr Anselme, Coordinateur réseau départemental Jura
- Mr Braconnier, Coordinateur réseau départemental Saône et Loire
- Mme Guibert, Coordinateur réseau régional Pays de la Loire
- Mr Olivier, Coordinateur réseau régional Normandie



- Mr Violleau, Coordinateur réseau départemental Puy de Dôme

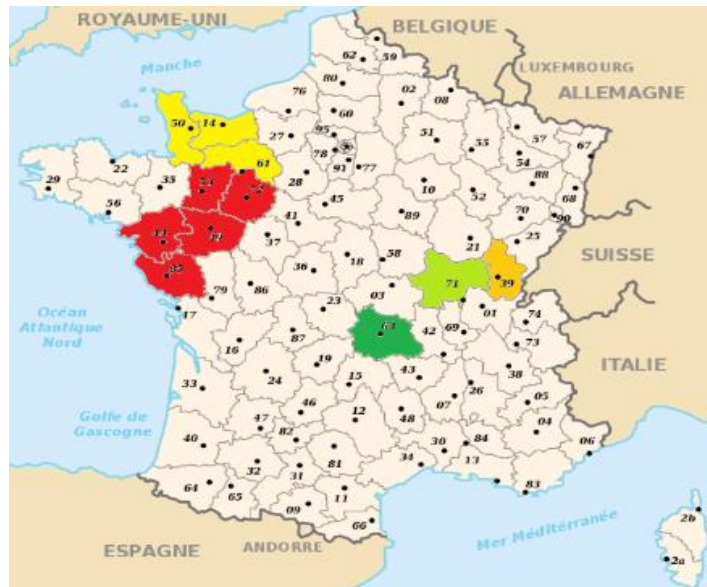


Figure 22 : Carte de France Métropolitain coloriée en fonction des observatoires contactés (source du fond de carte : cartefrance.fr)

### **III. Test de faisabilité technique du protocole**

Le protocole sera mis en place sur des fermes pilotes. Les tests ont commencé le 04/10/2017 pour finir le 29/11/2017.

Le test permettra d'évaluer tous les aspects du protocole.

#### **1. Conditions du test**

##### **a) Les fermes**

Le choix des fermes pilotes a été fait parmi les adhérents de l'ARP. Les techniciens de l'association ont sélectionné une liste d'agriculteurs qui pourraient être intéressés par l'observatoire. Les critères suivants ont été regardés : géographique, système de production, gestion des pâtures et la motivation de l'éleveur. Une fois les fermes sélectionnées, des parcelles ont dû être choisies.

##### **b) Les Parcelles suivies**

Le nombre de parcelles minimum sera décidé dans le protocole grâce aux interviews des spécialistes ainsi que des techniciens travaillant dans les observatoires de la pousse de l'herbe. Le choix des parcelles est déterminant pour calibrer la charge de travail et la difficulté de travail.

##### **c) Technicien chargé du suivi**

Le technicien a une importance capitale car c'est lui qui applique le protocole.

d) La fréquence de mesure

La fréquence de mesure est un autre paramètre important. Il doit être en accord avec le rythme de pâturage et avec les vitesses de pousse.

## 2. Résultats des mesures

Les premières données recueillies feront l'objet d'analyses statistiques. Tout d'abord des statistiques descriptives seront faites. Pour pouvoir faire ces tests le logiciel XLSTATS sera utilisé. Les données ne sont pas distribuées selon une loi normale, les tests paramétriques ne pourront donc pas être utilisés. Des statistiques descriptives et des comparaisons de moyennes par le test Kruskal-Willis seront utilisés pour pouvoir analyser les fermes entre-elles.

## Partie 3 : Résultat

### I. Etude Cartographique

#### 1. Les zones délimitées naturellement

Sur la carte ci-dessous (Figure 23), il est possible d'observer 6 zones distinctes concentrant la plupart des prairies de l'île. Les prairies situées sur le littoral n'ont pas été prises en compte car elles sont uniquement fauchées et donc ne rentrent pas dans le cadre du projet.

Nous retrouvons donc :

- Les Hauts de l'Ouest
- Les Makes
- La Plaine des Palmistes
- Le Piton de l'Eau
- Grand Coude
- Nez de Bœuf jusqu'au Haut de Saint Joseph

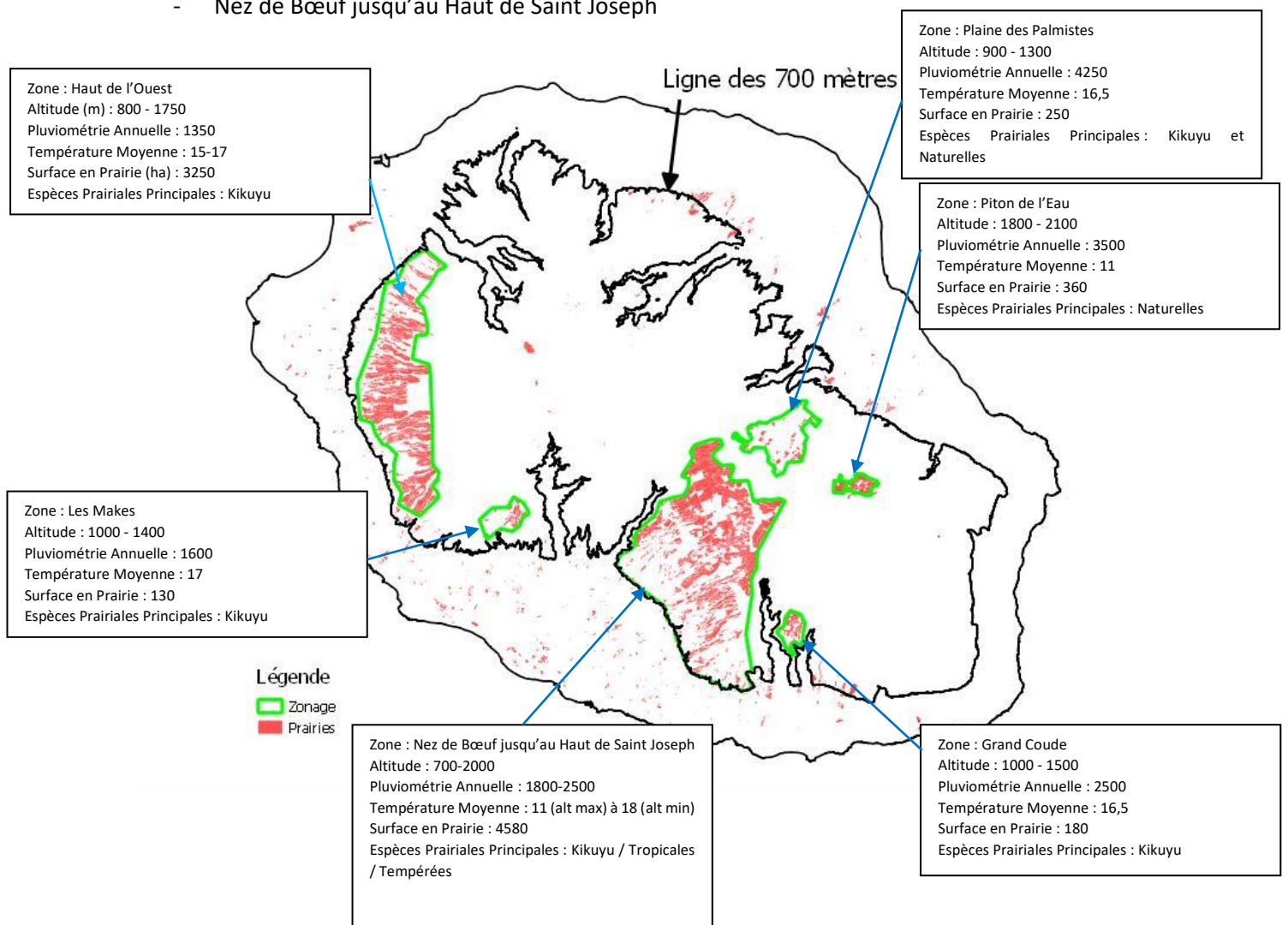


Figure 23 : Carte des zones d'élevages potentielles de La Réunion

Les pluviométries annuelles et les températures moyennes de la carte sont données à titre indicatif. Elles sont extrapolées à partir des mesures disponibles, citées dans la méthodologie.

## 2. Découpage homogène des zones

Dans ce zonage, il n'y a que 2 zones très étendues aussi bien en surface qu'en altitude. Il s'agit des Hauts de l'Ouest et de la zone partant du Nez de Bœuf jusqu'au Haut de St Joseph. Il faut donc redécouper ces zones, pour avoir des surfaces plus homogènes.

D'autres zones sont trop petites pour être mesurées.

### Les Hauts de l'Ouest

C'est une grande zone prairiale (3200 hectares). Le kikuyu domine largement la flore, la pâture est de rigueur. L'amplitude entre le bas et le haut de la zone est de mille mètres. De plus, l'ARP fait état d'un gradient pluviométrique dans le sens Nord-Sud, le Nord étant plus sec. Ce gradient n'apparaît pas dans l'étude cartographique (le maillage des stations étant trop faible). Il est donc décidé de couper la zone dans le sens Nord-Sud, en suivant un gradient d'altitude. Nous avons donc choisi de découper en deux la zone. Le différentiel d'altitude faisant globalement 800 mètres avec un seuil à 800 mètres (limite de la culture de la canne à sucre) d'altitude très visualisable sur la shape BOS et une fin à 1600 mètres d'altitude avec quelques prairies dépassant (jusqu'à 1750m). La délimitation a donc été faite sur la courbe des 1200 mètres.

### Nez de Bœuf jusqu'au Haut de Saint Joseph

C'est la plus grande zone d'élevage de l'île, cumulant près 4500 ha soit 43% des prairies de l'île. La zone s'étend sur 20 km et débute à 700 mètres d'altitude avec les premières prairies pâturées (informations obtenues après discussion avec des techniciens spécialisés et vérifications sur le terrain) et culmine à 2000 mètres d'altitude au Nez de Bœuf sur les contreforts du Piton de la Fournaise.

La zone du Nez de Bœuf est facilement identifiable sur les ortho-images. La limite avec la Plaine des Cafres a été fixée à 1800m d'altitude. La Plaine des Cafres est limitée par la ligne altitude de 1400 mètres dans la zone urbaine du 23<sup>ème</sup>, puis par la forêt de Notre-Dame-De-La-Paix. La zone du Tampon s'étant donc de 1400 mètres (quelques prairies autour des 1500 mètres) jusqu'à 1000 mètres. La dernière Zone dite des Hauts de St Joseph va de 1000 mètres jusqu'au premier pâturage à la courbe altimétrique des 700 mètres.

Sur la carte ci-dessous (Figure 24) nous avons dès à présent 10 zones distinctes de pâturage.

### Légende

- Découpage de zone
- Prairies Cultivées
- Limites des communes

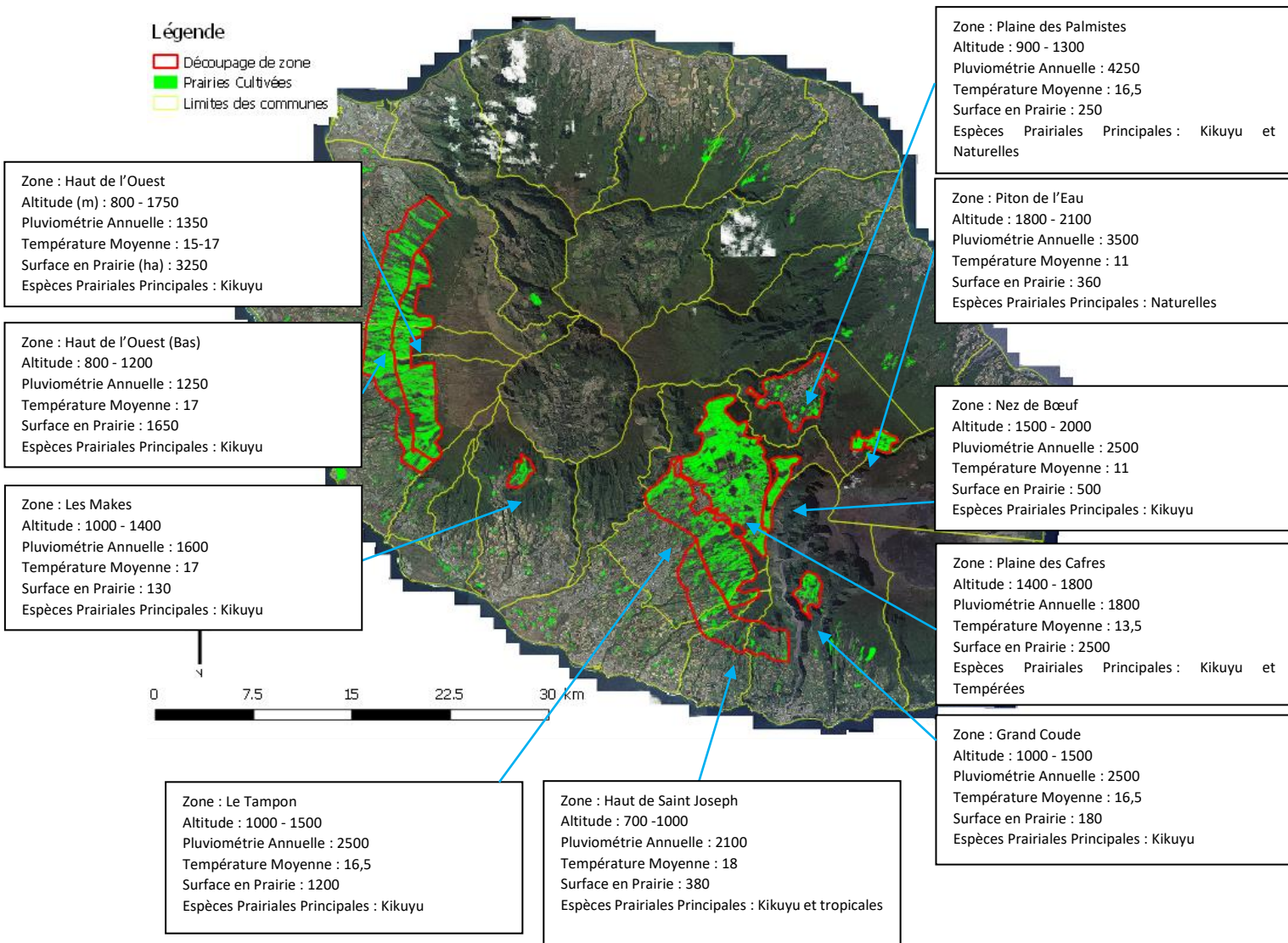


Figure 24 : Carte présentant les diverses zones d'intérêt de l'île. Les altitudes (en mètre), les pluviométries (mm), les températures (°C) et caractéristiques prairiales sont précisées par zone.

### 3. Sélection des zones d'intérêt

Lors de deux réunions avec l'ARP, les données cartographiques ont été présentées puis discutées. Les critères les plus importants pour choisir les zones sont les suivants : la présence de pâturages, le nombre d'hectares présents sur zone, l'éloignement avec les locaux de l'ARP et la connaissance d'agriculteurs répondant aux critères et potentiellement intéressés. Nous avons décidé de commencer le dispositif avec 3 fermes de suivi. En effet, le technicien devant mener en parallèle d'autres expérimentations, il ne pourra consacrer que 50% de son temps à l'observatoire et il devra, une fois que le stagiaire sera parti, assurer tout le travail par lui-même.

Résumé de la réflexion zone par zone.

- Dans les hauts de l'Ouest, nous avons décidé de placer une seule ferme de références dans cette zone car le trajet est assez long depuis le siège de l'ARP. D'autres fermes seront placées, en essayant de couvrir le gradient d'altitude et pluviométrique, quand le protocole sera bien rodé. La ferme de référence se trouve à la limite nord de la zone.
- Les Makes. C'est une petite zone (130 hectares) et loin de l'ARP. De plus étant enchâssée dans une vallée, elle ne pourra pas s'étendre dans le futur. La zone n'a donc pas été jugée suffisamment intéressante pour accueillir une ferme de référence.
- Piton de l'Eau. C'est une zone assez petite (360 ha) et très particulière. En effet, c'est une zone en altitude (autour de 2000 m) donc froide (11°C annuel) et pluvieuse (4000mm annuel). La zone est située au bout d'une piste forestière de 7 km. Cet éloignement justifie la non sélection de cette zone.
- Plaine des Palmistes. Zone de régression en termes d'hectares (250 ha). Il n'y a apparemment pas (ou plus) de pâturage dans la zone ce qui est rédhibitoire pour accueillir une ferme de référence. Cette zone n'a donc pas été sélectionnée.
- Grand Coude. Zone surtout fauchée et de petite taille (180 ha). Cette zone ne peut s'agrandir car elle est enclavée entre des ravines et le Parc National. Cependant, la zone possède un fort potentiel de pâturage. Une ferme de référence pourrait être y placée à l'avenir mais pour l'instant cette zone n'a pas été sélectionnée.
- Hauts de Saint Joseph. C'est une grande zone urbanisée ne contenant pas beaucoup d'hectares de prairies (360 ha). Les prairies sont majoritairement fauchées. Cette zone n'a donc pas été sélectionnée.
- Le Tampon. C'est une grande zone de prairies, elle commence à 1000 mètres d'altitude, ce qui correspond aux premiers pâturages. Le kikuyu est la graminée dominante des prairies. La zone présente un aspect pratique car elle est assez proche de l'ARP. La zone est sélectionnée pour accueillir une seule ferme de référence. La ferme 3 a été choisie, sous réserve de leur approbation. Le problème de cette ferme est l'absence de fertilisation. Il faut donc les convaincre de fertiliser à minima un lot de parcelles pour être plus représentatif des pratiques pastorales réunionnaises.



- Plaine des Cafres. C'est la plus grande zone d'élevage de l'île. Les agriculteurs pratiquent le pâturage c'est donc une zone d'intérêt forte. De plus l'ARP est située en bordure de cette zone, cette proximité est un avantage évident. L'altitude est 1550-1700m. Le col de Bellevue marque la différence avec la plaine des Palmistes et la proximité des reliefs rendent le Nord de la plaine plus humide. Plusieurs fermes devront être mesurées pour rendre compte de ce gradient. Une ferme de référence sera placée dans cette zone. Entre deux et trois fermes devront être mesurées quand l'observatoire sera mis en place.
- Le Nez de Bœuf est situé à l'Est de la Plaine des Cafres sur les contreforts du Piton de la Fournaise. Avec une altitude moyenne de 2000m, un pâturage important, proche de l'ARP. Cependant, c'est une petite zone avec une quinzaine d'éleveurs maximum. Nous avons donc choisi de ne pas avoir de ferme de référence au départ dans cette zone.

Sur la Figure 25 les zones sélectionnées sont chacune coloriées d'une couleur différente et les prairies cultivées sur l'île sont représentées en vert.

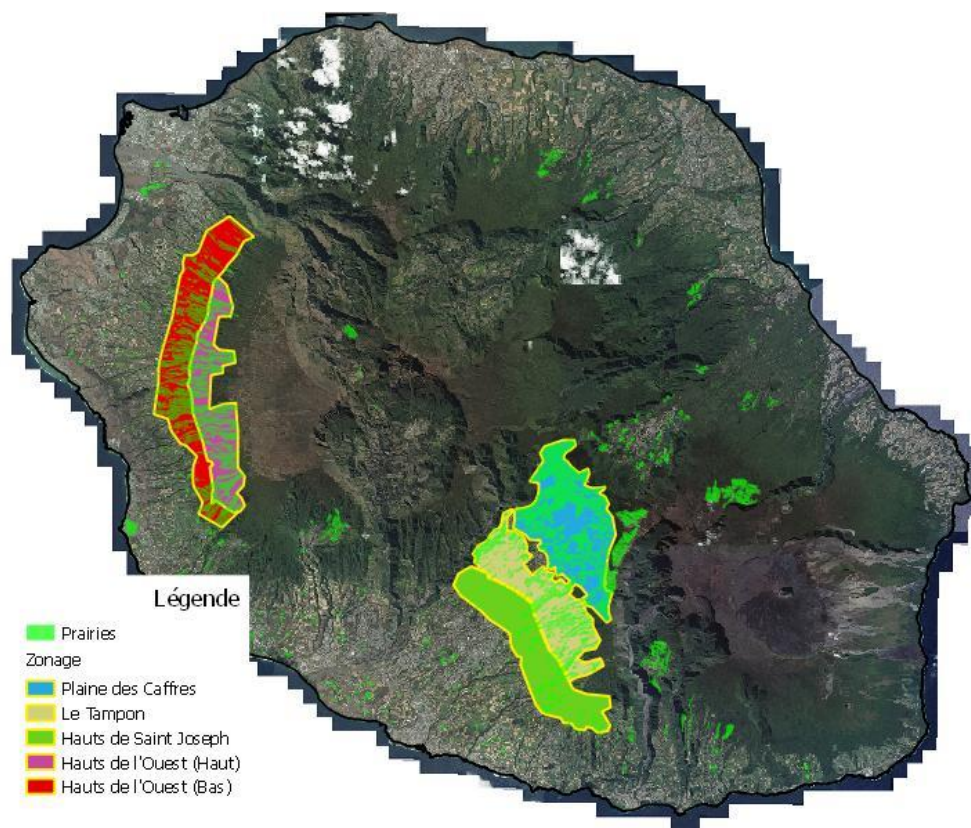


Figure 25 : Carte de La Réunion représentant les zones sélectionnées pour recevoir une ferme pilote

On peut voir que la majorité des prairies sont incluses dans des zones de mesure. La première hypothèse est donc validée : il est possible de définir des zones d'intérêt de mesure de l'herbe pour constituer l'observatoire.

## **I. Adaptation du protocole au contexte réunionnais**

### **1. Interviews de techniciens travaillant dans des observatoires existants**

#### a) Description des observatoires.

Les observatoires ont été créés entre 2000 et 2011. Il est possible de remarquer une première vague de création entre 2000 et 2003 (Mayenne, Vendée, Loire-Atlantique, Sarthe, Manche) puis une deuxième vague de création entre 2006 et 2011 (Puy de Dôme, Franche-Comté, Maine et Loire, Saône et Loire).

Des régionalisations de dispositifs ont été réalisées pour diminuer la charge de travail, notamment en Normandie et dans Les Pays de la Loire.

Les observatoires ont été créés pour sensibiliser les éleveurs à l'herbe et en particulier au pâturage. Ils permettent également d'avoir des estimations de croissances et de dynamiques d'herbes, et d'enregistrer des références locales. Celles-ci permettent de donner des repères aux agriculteurs et aux techniciens. Cela a permis de chiffrer les diverses dynamiques de pousse rencontrées dans les champs. Des aides ont accompagné les créations d'observatoire.

#### b) Protocole de suivi du dispositif

On dénombre entre 6 et 10 fermes par département suivi.

Les fermes sont choisies selon plusieurs critères :

- Le pâturage tournant est un prérequis obligatoire.
- Avoir un réseau de fermes représentatif des différents contextes pédoclimatiques.
- Avoir un réseau de fermes représentatif des différents systèmes de production.
- La motivation de l'éleveur est un paramètre important à ne pas négliger.
- Les fermes ne sont pas choisies au hasard, elles font parties du réseau des techniciens.

Il est important de noter que tous types d'agriculteurs doivent facilement pouvoir s'identifier et se comparer aux références données.

Le nombre de parcelles suivies par ferme dépend énormément de la ferme. Le RMTPD préconise de ne pas descendre en dessous du minimum de 6 parcelles suivies.

En pratique, 3 observatoires ont choisi des minima plus élevés (8 et 10) et les deux autres des minima plus faibles (4 et 5).

Les hauteurs d'herbe sont mesurées avec des herbomètres manuels ou électroniques, développés par Arvalis ou Jenquip.

Pour relier une croissance en kg de matière sèche avec une hauteur d'herbe (en cm), une densité est utilisée. Dans 3 observatoires une grille de densité est adaptée à la région. Cette grille prend en compte le type de prairie, plus ou moins précise selon l'observatoire. En Saône et Loire, une mesure par mois sert à étalonner la densité. En Normandie une grille est également utilisée mais le chiffre moyen de 250 kgMS/cm/ha est souvent utilisé, pour gagner du temps. Il s'avère après expérience, que ce chiffre reflète bien la réalité des prairies normandes.

L'observatoire de Saône et Loire est le seul à réaliser des suivis qualitatifs des fourrages. Toutefois, les analyses ne sont réalisées qu'une fois par mois, et ne sont pas publiées telles quelles dans le bulletin (commentées dans les conseils et données aux techniciens).



L'observatoire du Jura publie des données qualitatives qui ont été mesurées entre 2007 et 2011. De nouvelles analyses sont en cours pour valoriser les bonnes valeurs alimentaires de l'herbe auprès des agriculteurs.

#### c) Charge de travail

Il faut compter entre 2 et 5 heures par ferme suivie (temps de trajet/mesure/saisie des données) et 4 heures pour regrouper les informations et écrire le bulletin. Il est important de noter que la rédaction d'un bulletin est très contraignante et chronophage spécialement dans le cas d'un rédacteur unique. La tâche peut devenir rapidement une charge très lourde.

Entre 20 et 40 h de travail hebdomadaire sont nécessaires par département pour chaque bulletin finalisé soit un équivalent plein temps pour réaliser ce travail.

L'organisation se fait grâce à des réunions qui permettent de coordonner l'ensemble des équipes animant le réseau. Ces réunions sont plus ou moins régulières selon l'observatoire (hebdomadaire, trimestrielle, semestrielle ou annuelle).

#### d) Voies d'améliorations

Plusieurs voies d'améliorations ont été citées. Tout d'abord l'utilisation des indicateurs dans le bulletin doit être justifiée. Les indicateurs utilisés dans le bulletin doivent donner toutes les informations nécessaires à la gestion des prairies, mais ils doivent surtout être compréhensible par tous et surtout par les agriculteurs. La collecte des données pose un problème quand les mesures sont réalisées par des personnes différentes qui font parties d'instituts différents (Chambre d'agriculture/IDELE/etc...). Un outil web d'automatisation de la collecte de données dont la construction est coordonnée par le RMTPD pourrait être une solution. La dynamique autour des groupes est un autre problème, il faut réussir à susciter un véritable intérêt chez les agriculteurs, pour cela des groupes d'échanges peuvent être créés. Enfin, pour l'instant les observatoires ne peuvent pas faire de prévision de croissance. Grâce à toutes les données qui ont été récoltées peut-être qu'à l'avenir des prévisions de la croissance de l'herbe pourront être modélisées.

## 2. Les adaptations choisies

#### a) Adoption d'un protocole

Parmi les différentes façons de mesurer la biomasse, présentées dans la méthodologie, il a fallu opérer un choix. L'observation visuelle, nécessitant l'accès à une formation, qui n'est pas disponible sur l'île de La Réunion a été supprimée de la liste. Les méthodes indirectes utilisant une sonde l'ont été également, l'analyse de capacitance n'est pas calibrée pour les fourrages tropicaux et l'outil mesurant le LAI est fragile. Ils ne conviennent donc pas à une utilisation régulière dans tous les types de terrains concernés.

Notre choix se porte donc sur les méthodes indirectes utilisant la hauteur d'herbe. Parmi celles-ci, on trouve la réglette de pâturage, le Sward-Stick et l'herbomètre. Des mesures de densités devront donc être réalisées également. La réglette de pâturage reste imprécise et nécessite de connaître précisément les densités avant de pouvoir éditer une règle fiable.

Reste l'alternative entre le Sward-Stick et l'Herbomètre. Le Sward-Stick a déjà été utilisé sur l'île mais les résultats ont été perdus ou ne sont pas valorisables tandis que l'herbomètre n'a jamais été utilisé à La Réunion mais sert dans le cadre du RMTPD.

La volonté de l'ARP ainsi que les réponses des observatoires métropolitains nous ont convaincu d'utiliser les protocoles du RMTPD et donc l'herbomètre. De plus, après des recherches

bibliographiques approfondies, aucun autre protocole aussi complet et clair n'a été trouvé que ce soit pour la mesure de la croissance ou de la densité volumique de l'herbe.

Le RMTPD a écrit deux protocoles distincts, l'un pour mesurer la hauteur d'herbe disponible sur une parcelle, l'autre pour mesurer la densité volumique d'une prairie. La RMTPD précise dans ces protocoles que leur « document constitue un protocole référent au niveau national, qui doit permettre à terme de rassembler, dans une même base de données, toutes les croissances (ou densités) ayant été réalisées à partir de ce protocole. »

De ce fait, l'herbomètre a été choisi pour servir dans l'observatoire de la pousse de l'herbe réunionnais. C'est le modèle JENQUIP Néo-Zélandais qui a été acquis. Pour pouvoir accélérer le temps de mesure des futures estimations de biomasse de fourrage, des tables de densité doivent être développées. En effet, elles permettent de transposer rapidement les hauteurs mesurées.

#### b) Choix dans le protocole de hauteur d'herbe

Dans le protocole du RMTPD, à plusieurs reprises, un choix est donné entre deux méthodologies distinctes, notamment sur la méthode d'échantillonnage. La méthode 1 propose d'effectuer une diagonale dans la parcelle et de reproduire ce trajet à chaque mesure. La diagonale doit être représentative de la parcelle. La méthode 2 propose quant à elle d'effectuer une quarantaine de mesure dans une zone de 2000 m<sup>2</sup> approximativement et d'utiliser cette zone toutes les semaines. La Figure 26 schématise la façon de mesurer.

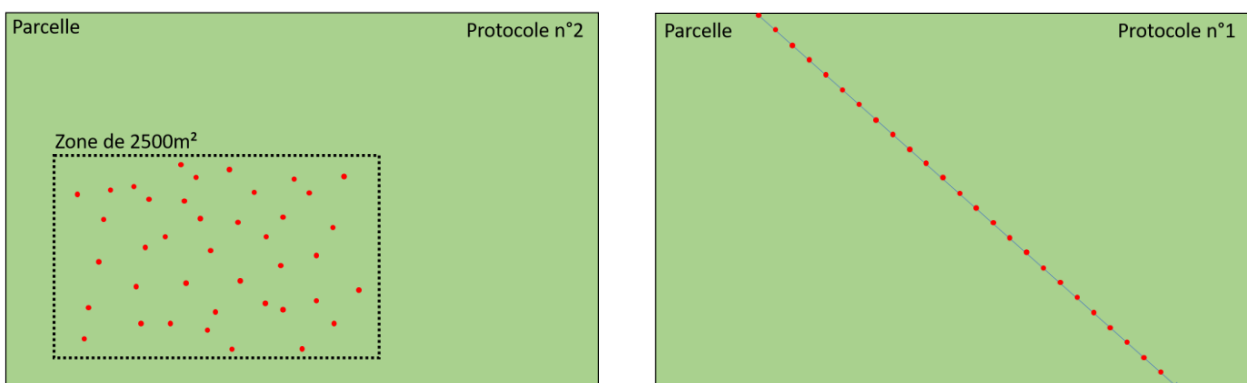


Figure 26 : Schéma de présentation des deux protocoles du RMTPD

Notre choix s'est porté sur la méthode 2. Selon les retours des expériences de terrain, avec la méthodologie 1, les techniciens ont tendance à réduire le nombre de mesures produisant une imprécision croissante avec le temps.

Un autre point important discuté avec L. Delaby est le nombre de parcelles minimum pour pouvoir parler de croissance fourragère fiable à l'échelle de l'exploitation. Historiquement, la croissance était un sous-produit de la mesure du stock d'herbe disponible, toutes les parcelles étaient donc mesurées. Cependant, pour calculer une croissance seules 3 parcelles valorisables sont nécessaires par semaine. On entend par valorisable une parcelle qui n'a pas été pâturée ou fauchée depuis la dernière mesure et qui a une croissance cohérente. Pour avoir 3 parcelles valorisables par semaine en conditions réelles dans des fermes, il faut avoir un minimum de 5 parcelles disponibles, optimum autour de 8 parcelles. Un dernier problème a été posé, technique cette fois ci, directement lié à l'utilisation à l'herbomètre et au rythme de pousse des fourrages en zone tropicale. Le RMTPD préconise de ne jamais utiliser de

hauteur d'herbe supérieur à 20 cm car l'herbe a tendance à se coucher, la mesure n'est pas du tout « rationnelle ». Ce critère sera donc testé dans le protocole, mais il est probable qu'en saison chaude et humide, les mesures seront plus complexes et que nombres d'entre elles devront être supprimées.

c) Choix dans le protocole de mesure de densité

En ce qui concerne la mesure de la densité, plusieurs points critiques ont été soulevés. Tout d'abord, l'utilisation d'une mini-tondeuse était évidente pour nous, en effet bien plus adaptable et flexible d'emploi. Reste le problème du nombre de quadrats. Le protocole propose de 6 à 10 mesures /ha. Dans le cadre de l'observatoire chaque ferme mesurée compte à minima plusieurs hectares répartis en différentes parcelles, la charge de travail est bien trop importante pour l'ARP. La solution sera de considérer comme parcelles uniquement les zones délimitées pour mesurer la croissance. Nous décidons donc de réaliser trois quadrats sur trois zones choisies. Les zones ainsi que l'emplacement des quadrats sont choisis par hasard et changent chaque semaine.

Le protocole choisi délimite la zone mesurée par un cerceau de 65cm de diamètre. 4 mesures d'herbomètres sont réalisées dans le cerceau (les hauteurs d'herbes sont mesurées grâce au même modèle d'herbomètre que les hauteurs d'herbes). L'herbe est coupée grâce à une mini-tondeuse STHIL® (Figure 27).



Figure 27 : Opération de prélèvement d'herbe pour le calcul d'une densité volumique (Crédit photo Julien Apaloo)

L'herbe est stockée dans des sachets perforés pouvant être directement passés à l'étuve. Jusqu'au au laboratoire, les sachets sont stockés dans une glacière pour limiter la respiration des végétaux fraîchement coupés. Ensuite les sachets sont pesés puis passés à l'étuve durant 48h minimum à 68°C. Une fois sec, le contenu des sachets est pesé à nouveau, broyé et stocké.

La seconde hypothèse est donc validée également : il est possible d'élaborer un protocole de quantification de la pousse de l'herbe adapté au contexte réunionnais.

## II. Test de faisabilité du Protocole

### 1. Condition du test

#### a) Les fermes

Le choix a été fait de commencer avec trois fermes à la fois ne pas surcharger de travail les expérimentateurs, en sachant qu'au début le protocole prendrait beaucoup de temps à être appliqué, et pour avoir une diversité de conditions climatiques.

Une liste d'agriculteur potentielle a été faite par l'ARP. Les agriculteurs sur cette liste respectaient les différents critères à savoir être placé dans zone différente, avoir une pratique proche du pâturage tournant et être « leader » dans son secteur. Les trois zones ciblées au départ étaient les hauts de l'Ouest (haut ou bas), la plaines des Cafres et le Tampon. La plus grande difficulté a été de faire comprendre le projet aux agriculteurs et qu'ils acceptent d'avoir des mesures sur leurs fermes. Ainsi aucun agriculteur dans la zone du Tampon n'a voulu faire partie du réseau. L'emplacement des fermes n'est donc pas choisi entièrement, il est partiellement subi.

Finalement, les trois éleveurs choisis sont dans des zones différentes : les hauts de l'Ouest, la plaine des Cafres et les hauts de St Joseph (Figure 28).

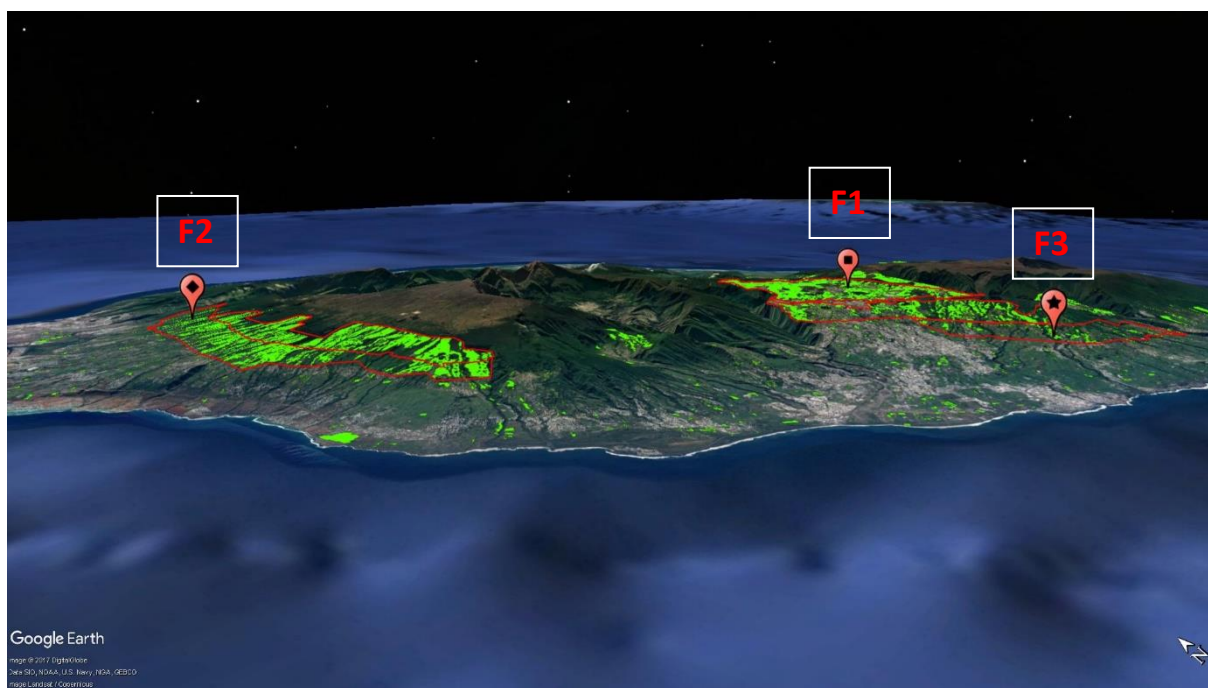


Figure 28 : Localisation des fermes pilotes sur une représentation 3D de l'île de La Réunion

- Système de production : Dans les trois fermes le pâturage tournant est correctement effectué. On ne rencontre donc que très rarement des hauteurs d'herbes trop élevées pour pouvoir être validées. Néanmoins durant la période estivale, que les pousses d'herbes soient trop importantes et deviennent problématiques, entraînant une surcharge de travail en particulier au séchage car l'étuve disponible est petite.
- Un parcellaire le plus homogène possible : Dans la F2 et F3, le pâturage est bien géré. Les parcelles sont globalement dans un état correct (homogène et propre). Dans la F1, les parcelles sont très hétérogènes, envahies par du rumex et des touffes plus hautes que le reste. Cela pose un problème car les mesures ont peu de répétabilité. Sur les 4 dernières semaines seulement 46% des mesures ont pu être validées. Cela n'a pas encore gêné le calcul d'une croissance hebdomadaire. Les trois fermes ont également des flores prairiales légèrement

différentes. La F1 a appliqué des sur-semis de fourrages tempérés sur du kikuyu tandis que la F2 et la F3 ont des prairies de kikuyu pures.

- L'éleveur : La motivation et l'intérêt de l'éleveur sont nécessaires pour avoir des résultats corrects. Dans les trois fermes suivies, la motivation des éleveurs est présente. Mais il a été compliqué de les trouver. Ceci explique les différentes dates où commencent les mesures. Les trois fermes seront nommées F1, F2 et F3. La F1 a pu être mesurée à partir de 04/10/11. La F2 à partir du 12/10/17 et la F3 à partir du 10/11/17.

a) La fréquence de mesure

La fréquence de mesure testée était la même qu'en métropole : hebdomadaire. Cette fréquence en plus d'être pratique pour les techniciens et les éleveurs (les mesures sont réalisées le même jour chaque semaine) est assez rapide pour suivre les pousses d'herbe de l'île rencontrées pendant les phases de test. La fréquence pourrait être ralentie pour diminuer la charge de travail des techniciens ou au contraire accélérée si les pousses d'herbe et donc les cycles de pâturage venaient à s'accélérer.

b) Les parcelles suivies

Sur chaque ferme nous avons choisi de suivre plusieurs parcelles correspondant à un lot d'animaux. De cette manière, les mesures ont suivi toute la rotation des animaux.

Le plus petit nombre de parcelles est de 8 à la F3. Cela ne pose pas de problème pour l'instant pour la validation d'une croissance. Dans la F2, 11 parcelles sont mesurées et dans la F1 14 parcelles sont mesurées. Dans la F1, une parcelle faisant partie de la rotation habituelle des vaches laitières a été enlevée des mesures car une adventice était trop présente. Cette adventice (*Rumex crispus*) prospérait sur près de la moitié de la surface. Des conseils ont été donnés à l'éleveur pour l'inciter à résoudre ce problème qui pourrait rapidement s'étendre sur les parcelles attenantes.

Les informations suivantes sont également récupérées : l'espèce fourragère principale, la zone, l'altitude, la fertilisation, le type d'exploitation l'âge de la prairie, le type de sol. Egalement le nom de la personne récoltant les échantillons a été noté.

c) Technicien chargé du suivi

Le protocole a été appliqué par deux techniciens (1 technicien ARP et un stagiaire CIRAD). Ce protocole a été réalisé avec la plus grande application à chaque sortie. Il nécessite d'être connu précisément et répété plusieurs fois par le technicien avant que celui-ci soit efficace. Par exemple, les premières fermes mesurées, prenaient 3 h de temps de mesure avec 2 techniciens. Au bout d'un mois, durant le même temps 1 seul des deux réalise toutes les mesures.

Un point négatif doit être relevé. Pour cause d'emploi du temps chargé, les mesures sur les fermes ne sont pas réalisées toutes les semaines par le même technicien. Il en résulte une variation importante des résultats qui met en cause la qualité des mesures. Il faudra à l'avenir éviter au maximum les « échanges » de fermes entre techniciens.

## 2. Conséquence des choix d'adaptation du protocole

### a) Adoption du protocole RMTPD

Le choix du protocole RMTPD appliqué a permis de commencer les premières mesures. Pour les étapes à proprement parler de mesures sur le terrain, ce protocole a été efficace et pratique. La mise en place s'est faite aisément. La présence de M. Belot, sur place, lors de la première session de mesures a été une aide efficace dans la maîtrise technique du processus. Cependant, quelques petits problèmes ont pu tout de même être observés sur le terrain (explicités ci-dessous).

La plus grande difficulté se trouve dans le fait que le RMTPD a produit des bases de données qui ont été utilisées à La Réunion. Mais ces bases de données assez complexes et longues à appréhender ne répondent pas exactement aux besoins de l'observatoire. En effet, ces bases de données sont faites pour des observatoires déjà opérationnels. A La Réunion, aucune densité d'herbe n'est encore connue et les dynamiques de croissance ne sont pas encore bien acquises, il est donc difficile d'utiliser ces mêmes bases de données.

### b) Mesure des hauteurs d'herbes

L'herbomètre JENQUIP® recommandé par le RMTPD, est utilisé. Il se révèle rapide et très efficace. Ce modèle ne pose pas de problèmes majeurs pouvant bloquer les mesures. La qualité de l'instrument suffit amplement à mesurer des hauteurs qui se révèlent fiables, des croissances ont pu être calculées et comparées. Cependant, il faut faire attention aux refus et adventices qui peuvent fausser les mesures.

Un problème mineur peut être toutefois relevé avec cet herbomètre. Lors de mesures sur des herbes très hautes, les grandes feuilles peuvent se glisser dans le tube et perturber le bon fonctionnement de l'outil.

Sur le graphique suivant (Figure 29), observons toutes les mesures de hauteurs d'herbes qui ont été réalisées pendant le suivi des fermes. Le problème de l'herbomètre étant la limite de 17cm de hauteur d'herbe, au-delà de laquelle les mesures sont imprécises. Les mesures approchent souvent les 17cm mais ne les dépassent que rarement (seulement 3,5%). Les pratiques d'élevages ne sont donc pas un frein, le pâturage tournant tel que pratiqué sur les fermes de références permet une régulation des hauteurs d'herbes. Il est possible de noter également qu'il n'y a également que très peu de hauteur inférieure à 8 cm seulement 3,8%. Cela indique une hauteur de sortie de pâturage assez élevée, en métropole les hauteurs préconisées de sorties sont de l'ordre de 5 cm.

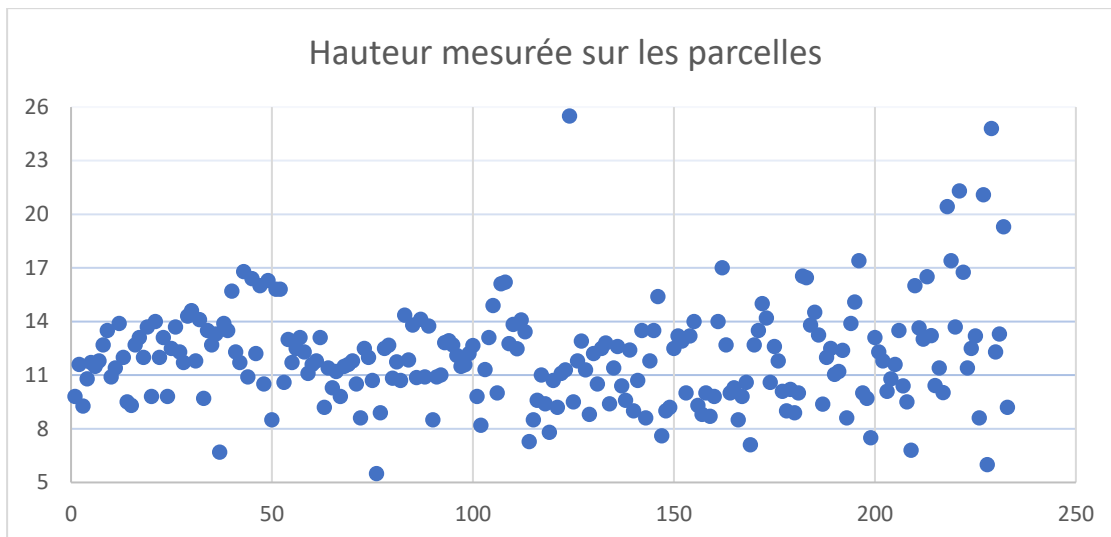


Figure 29 : Dispersion des mesures de hauteurs faites sur les trois fermes pilotes

Des box-plots des hauteurs mesurées sur les trois fermes ont été tracés (Figure 30) montrent qu'il y a une différence entre chaque ferme. De plus un test de comparaison de moyenne de Krukal-Wallis a permis de déterminer, avec une p-value de 0,001, que la différence était significative. Il est possible d'observer que les valeurs maximums pénalisantes ne sont atteintes que dans la F2 et F3.

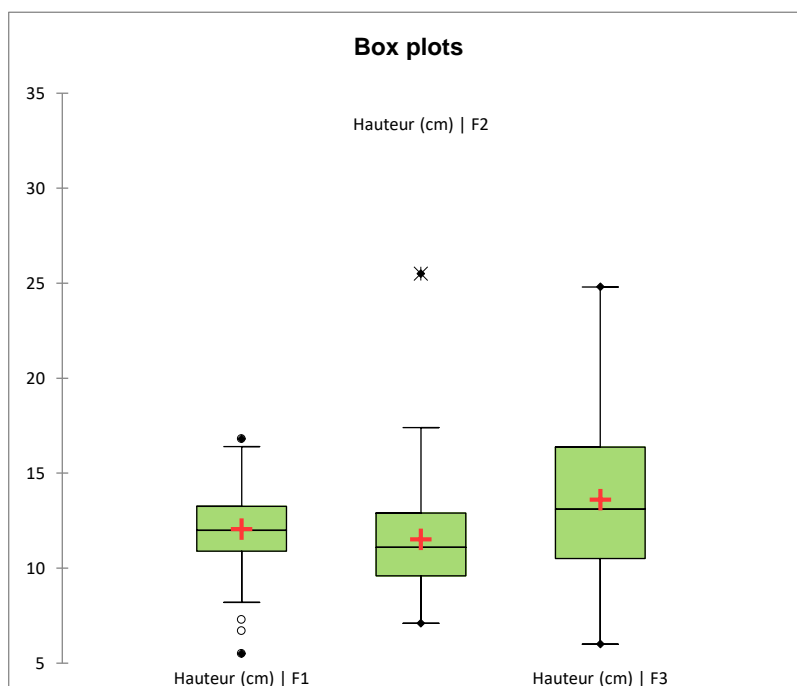


Figure 30 : Box-plots des hauteurs d'herbes mesurées sur les trois fermes

L'herbomètre est donc fonctionnel dans le cadre de l'observatoire pour mesurer des hauteurs d'herbes mais pour exploiter correctement les hauteurs d'herbe, des croissances doivent être calculées. La formule de calcul est la suivante :

$$\text{Croissance parcelle } P \text{ (kgMS/jour /ha)} = \frac{(\text{Hauteur parcelle 1 semaine } n - \text{Hauteur parcelle 1 semaine } n - 1) * \text{Densité Moyenne}}{\text{Nombre de jours écoulés depuis le dernière mesure}}$$

Pour ces calculs seront exclus des calculs les parcelles sans mesure depuis plus de 10 jours, ayant reçu une intervention, dont la hauteur moyenne dépasse 17 cm. Une croissance « négative » peut être mesurée lors de croissance nulle ou très faible. Il ne faut pas la confondre avec un passage de fauche ou d'animaux où la hauteur d'herbe est réellement diminuée. Dans ce cas, la parcelle n'a subi aucune opération entre les deux mesures, vu que l'herbomètre n'est jamais posé exactement au même endroit la moyenne des mesures peut être légèrement inférieur à la semaine précédant. Si la croissance venait à être négative, pour cause de mesure avec une mauvaise répétition, le chiffre de 0 serait retenu.

Au-delà des croissances légèrement « négatives » expliquées par des pousses faibles, certaines mesures diffèrent bien plus. Elles sont également supprimées des mesures. La F1 est la ferme qui subit le plus de mesures contradictoires. Certaines semaines jusqu'à 4 des parcelles mesurées (soit 28%) ont dû être déclassées. Les raisons de ces anomalies ne sont pas connues entièrement, cependant elles sont en partie expliquées par l'hétérogénéité des parcelles.

Sur ce graphique (Figure 31) notons que les croissances d'herbes hebdomadaires sont différentes sur chaque ferme. Le graphique illustre bien les problèmes rencontrés lors du début de l'expérience pour trouver des fermes acceptant de faire partie du réseau, les mesures sur la F3 commençant 1 mois après les autres.

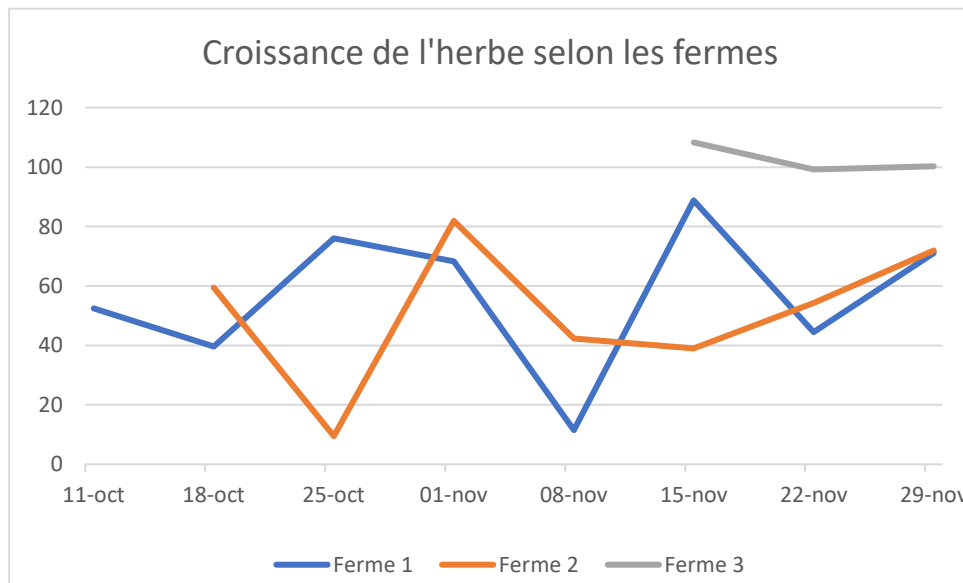


Figure 31 : Croissance de l'herbe selon les fermes pilotes

La Figure 31 permet d'avoir deux conclusions. D'une part les croissances sont différentes d'une ferme à l'autre. Cela conforte l'hypothèse des différences climatiques et justifie le zonage fait antérieurement.

Le graphique illustre également un fait particulier. Sur la F1 et la F2 les croissances sont singulièrement irrégulières. Cela pose dès à présent des questions sur les facteurs de variations mais il est encore trop tôt pour extrapoler des résultats.

Il est donc possible de conclure que l'herbomètre s'est révélé un outil efficace pour mesurer des hauteurs d'herbes mais que les croissances calculées à partir de ces hauteurs ne sont pas encore



cohérente. Cela pourrait s'expliquer par le fait que dans le calcul de la croissance la densité rentre en compte.

c) Mesure des densités volumiques d'herbes

La moyenne des mesures de densité est de 349 kgMS/cm/ha, le maximum mesuré est à 864 et le minimum à 115 kgMS/cm/ha. La distribution des données n'est pas paramétrique, des statistiques descriptives seront donc utilisées.

Il est à noter qu'une différence de moyenne est notable entre les 3 fermes. Le Tableau 5 présente les différences marquantes entre les fermes. Un test de Kruskal-Wallis a permis, avec un p-value de 0,021, de retenir l'hypothèse  $H_a$  qui précise que les échantillons proviennent de populations différentes.

Tableau 5 : Statistique présentant les moyennes, minimums, maximums et les écarts type de densité entre chaque ferme

Statistique	Densité   F1	Densité   F2	Densité   F3
Nombre d'observations	91	81	36
Minimum	138,5	159,2	115,1
Maximum	685,2	864,3	668,8
Médiane	308,1	333,8	372,3
Moyenne	317,9	375,8	367,2
Ecart-type	98,5	144,4	133,9

Il est possible de d'observer que la ferme 2 et 3, qui ont une flore prairiale semblable (kikuyu pur) ont une moyenne analogue. La F1 qui a pratiqué du sur semis de fourrages tempérés a une densité moyenne bien inférieure. Cela peut s'expliquer grâce à la croissance du kikuyu. Celui-ci pousse en formant un tapis épais et touffu tandis que les fourrages tempérés vont avoir un port plus érigé. Les box-plots (Figure 32) permettent de visualiser que la distribution est très dispersée.

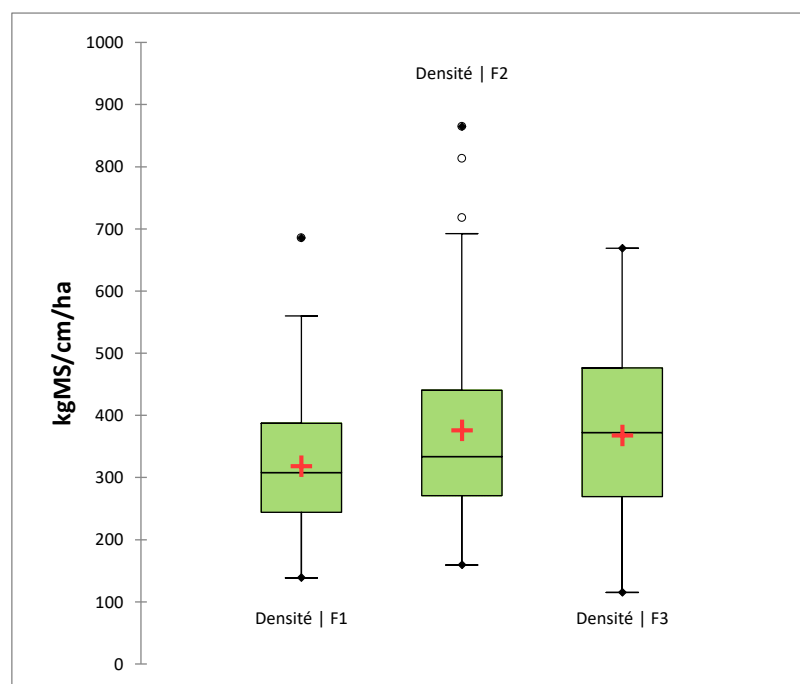


Figure 32 : Box-Plots de chaque ferme présentant la dispersion des densités mesurées

Le protocole de mesures de densité se révèle donc capable de récupérer des données. Il apparaît qu'une différence dans les densités moyennes est présente entre les fermes. Malgré les premiers résultats, il manque encore beaucoup de données et de recul pour pouvoir éditer un abaque. En métropole, les abaques n'ont pu être édités qu'après plusieurs années de mesures. Ici, il faut continuer les mesures sur au moins un an avant de pouvoir juger réellement de l'efficacité du protocole.

### III. Charge de travail

Dans cette partie nous allons étudier le temps nécessaire au fonctionnement de l'observatoire de la pousse de l'herbe. Il faut distinguer deux aspects spécifiques dans le protocole : la partie terrain et la partie traitement des données.

#### 1. La partie terrain

Dans la forme actuelle, trois fermes sont l'objet de mesures. Dans l'étude le temps de mesure avec un seul technicien sera pris en compte car c'est celui qui a été le plus appliqué durant l'étude. Le temps de mesure par ferme est de 2,5h

Pour le temps de trajet, les locaux de l'ARP à la Plaine des Cafres sont pris comme point de départ. Les temps sont précisés dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Tableau de temps de trajet ARP, F1, F2 et F3

Ferme	F1	F2	F3
Kilomètre Aller -Retour	10	160	40
Temps de déplacement (A-R en h)	0,5	3	1,5

#### 2. La partie Traitement des données

Les temps de manipulation sont également comptabilisés dans cette partie. Les échantillons nécessitent d'être passés à l'étuve puis d'être broyés pour pouvoir être analysé par spectroscopie ultérieurement. Une partie du temps est également nécessaire pour remplir correctement les bases de données. Ces étapes demandent environ 1,5 heure. Le temps de traitement des données est estimé à 4,5 h par semaine au total.

#### 3. Totalisation des durées

Le Tableau 7 totalise les charges hebdomadaires :

Tableau 7 : Totalisation des temps de travaux

Opération	Durée (h)
Temps de déplacement	5
Temps de Mesure	7,5
Traitement des données	4,5
Total	17

Il faut donc environ 17h pour suivre les trois premières fermes du réseau, soit un demi temps plein. Les manipulations, les déplacements entre les fermes, le traitement des données et la rédaction des bulletins sont les étapes qui nécessitent beaucoup de travail. De plus, elles ont l'inconvénient d'être répétitives et fastidieuses.

## **Partie 4 : Discussion et propositions**

### **I. Amélioration du protocole**

#### 1. Mesure de hauteur d'herbe

A la fin du test un problème important a été repéré. Le protocole de mesure des hauteurs a été mis en œuvre différemment par les deux techniciens. L'un avait un chemin de mesure identique chaque semaine (Application 1), et l'autre posait l'herbomètre aléatoirement dans la zone de 2500m<sup>2</sup>. La Figure 33 résume les deux techniques de mesures. Le nombre de mesure est resté identique : 50 mesures. Ces deux applications différentes du protocole ont généré un biais dans l'acquisition des données

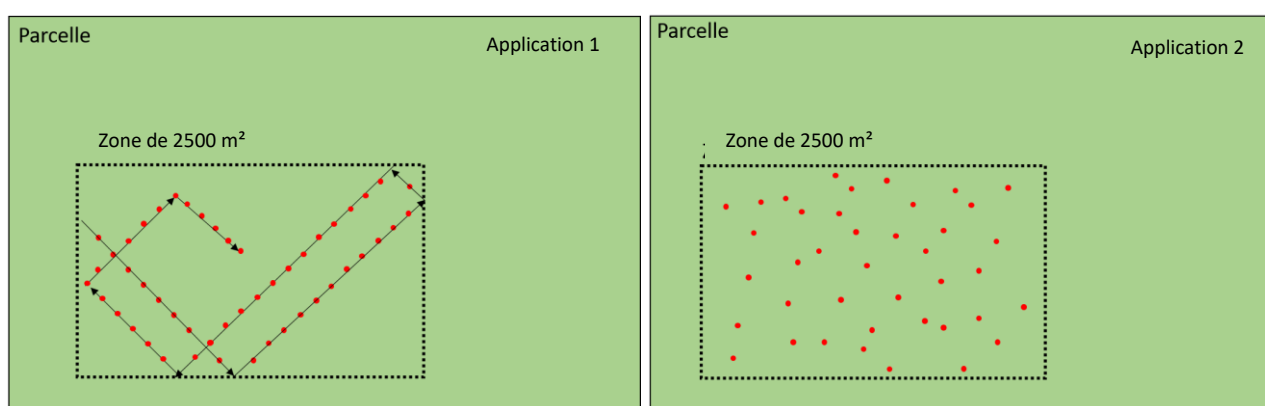


Figure 33 : Présentation schématique du protocole de mesure de hauteur 1 et 2

Mr Delaby avait conseillé d'utiliser le protocole n°2 du RMTPD. Mais dans ce protocole n'avait pas été défini le mode d'acquisition des données. Il en a résulté les deux applications différentes. Comme exposé dans les résultats, de nombreuses mesures de croissance ont dû être déclassées, pour cause d'incohérence. Les raisons exactes de ce problème n'ont pas été identifiées. En plus du problème de l'application il est possible de discerner aussi un problème de répétabilité. En effet, les prairies de la Réunion ont tendances à être très irrégulières. Le nombre et le placement des mesures ne semble donc pas suffisant pour compenser cette hétérogénéité. De plus les permutations de techniciens durant les phases d'acquisition amplifient ces imprécisions.

Pour tenter de diminuer ces fluctuations problématiques, il est impératif d'appliquer systématiquement le même processus. L'application n°1 permet de réduire les effets de changement de technicien en mesurant systématiquement les mêmes stations et devrait également réduire l'effet d'hétérogénéité de la parcelle. En utilisant invariablement les mêmes stations de mesure, le technicien mesurera chaque semaine la même hétérogénéité. De ce fait, l'application 1 paraît plus adaptée.

Il ne faut pas oublier que les mesures à l'herbomètre sont très rapide (DOUDHERTY et al., 2013) et elles peuvent permettre à un agriculteur de piloter précisément son pâturage en réalisant lui-même les mesures (DURU et al., 2002), il est donc très important d'avoir un protocole simple et efficace sur l'île de la Réunion.

## 2. La mesure de la densité de l'herbe

Dans l'ensemble, les mesures de densité dans les fermes ont été exécutées correctement. Le protocole est simple à mettre en œuvre. Quelques changements mineurs ont eu lieu : par exemple, le transport des sachets dans les parcelles à l'intérieur de cabas en remplacement de glacière, accélérant le protocole et le rendant bien moins laborieux et contraignant pour le technicien.

Bien qu'ayant effectué des mesures de bonne qualité sur 1 mois aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre la densité et les métadonnées (Fertilisation / Espèce / Zone / Gestion du pâturage / Sol / Altitude / Technicien) Il semble raisonnable de penser qu'un seul mois de mesures ne permette pas d'en tirer des résultats exploitables.

Deux explications peuvent être avancées. La première est que le facteur principal, de variation de densité est le temps. En effet sur un pas de temps de 1 mois, il n'est aisément possible d'observer des variations. Il faudrait une continuité de mesures étendues sur une plus longue période pour vérifier ce point précis. Au minimum un cycle annuel complet. En métropole plusieurs années ont été nécessaire avant d'avoir des données fiables (DELABY et al., 2010).

Le deuxième critère est lié à la physiologie des principales graminées de la prairie réunionnaise. Parmi elles, le kikuyu forme un tapis de végétation pouvant s'épaissir jusqu'à 70 cm de haut ainsi que d'autres graminées tropicales qui ont tendances à établir de grandes et épaisses touffes.

Sur la Figure 34, le kikuyu (à gauche) présent sur la ferme 2 forme un tapis d'environ 20 cm d'épaisseur. A droite une prairie bretonne classique, sur laquelle on distingue une physiologie végétale beaucoup plus aérienne.



Figure 34 : Photo d'un tapis de kikuyu sur la F2 (à gauche) et d'une prairie bretonne (à droite) (crédit photo : Thomas Cogranne, Loan Wacker)

Il est évident qu'à hauteur égale, avec un état du couvert différent, la densité est différente. L'état du couvert est une donnée qui pourrait s'avérer être un critère déterminant et décisif pour pouvoir créer un abaque fiable de densité. Une métadonnée supplémentaire devrait donc être rajoutée à chaque quadrat mesuré. Pour chaque métadonnée quatre modalités seront enregistrées :

- Couvert en tapis
- Couvert en montaison (feuilles avec un port dressé)
- Couvert en montaison (feuilles versées)
- Couvert en épiaison

En poursuivant les mesures dans le temps et en notant systématiquement l'état des prairies, des corrélations pourront peut-être être obtenues. En compilant les références de densité, la création d'un

abaque pourra être l'objet d'une autre étude. Cet abaque permettra de suivre plus de ferme dans le cadre de l'observatoire, puisque le temps de mesures sera divisé par 2 du fait de l'arrêt des mesures de densité.

## **II. Transmission des résultats**

Une fois les données récoltées, l'objectif est de transmettre les résultats aux agriculteurs et techniciens. Il faut retenir que de nos jours « les éleveurs ne sont plus uniquement des utilisateurs des savoirs, ils sont désormais également des coproducteurs » (GAUDIN, 2015).

Pour connaître les indicateurs utilisés dans les autres observatoires de la pousse de l'herbe une lecture de tous les bulletins a été faite. Pour pouvoir choisir judicieusement entre les indicateurs, une enquête qualitative a été réalisée auprès des agriculteurs des fermes de références. L'enquête porte sur un tout petit nombre de personnes, elle ne permet donc pas de tirer des conclusions. Elle permet tout de même de connaître sur quel axe il faudra orienter les prochains travaux.

Deux problèmes se posent donc. Quels indicateurs seront les meilleurs pour leurs faire transmettre efficacement l'information et sur quel support transmettre l'information ?

### **1. Indicateurs utilisés généralement en métropole**

Pendant les interviews avec les observatoires existants des questions sur la transmission de l'information ont également été posées.

Les observatoires contactés éditent un bulletin hebdomadaire renseignant les agriculteurs sur la croissance de l'herbe.

La diffusion de ces bulletins s'effectue par différents canaux :

- Presse agricole (4/5)
- Mailing (3/5)
- Site internet (3/5)
- Facebook (2/5)
- Twitter (1/5)

Les diffusions sont totalement gratuites.

Tous les observatoires se préoccupent le nombre d'éleveurs utilisant réellement les bulletins ainsi que de la composition de ce public. Des questionnaires, pour répondre à ces interrogations sont en cours d'élaboration dans 3 des observatoires contactés.

Pour la retranscription des informations dans le bulletin chaque observatoire procède différemment :

- Observatoire du Jura : Le seul indicateur donné hebdomadairement est la croissance (kgMS/ha). Des performances laitières sont données par semaine selon le département et la ration alimentaire. C'est un constat de la pousse de l'herbe et des performances laitières. Le conseil est très succinct (4 à 5 lignes). C'est le rédacteur qui le choisit. Un point de vue d'éleveur est donné chaque semaine.
- Observatoire de Normandie : La croissance et la hauteur figurent obligatoirement sur une carte isohyète de la région. Le reste de la page est donné en libre écriture au rédacteur. La charte précise juste un nombre de caractères à respecter.
- Observatoire des Pays de la Loire : La croissance est affichée sur une carte régionale. Les hauteurs d'herbe moyennes par zone sont affichées. Des indicateurs plus complexes sont utilisés (comme les Jours d'avances au pâturage en fonction de la hauteur d'herbe ou la

quantité d'herbe offerte selon la croissance et le chargement). Ces indicateurs sont proposés pour maintenir, chez les éleveurs, une vigilance lors des croissances importantes du printemps. Ces indices peuvent être sources de tensions entre les conseillers (du fait de la compréhension ou non par les éleveurs). Les conseils sont donnés en fonction des « bruits de fond » entendus lors des visites d'exploitations.

- Observatoire du Puy de Dôme : Seules les sommes des températures apparaissent sur le bulletin. Les croissances sont utilisées dans les conseils donnés et sont disponibles en téléchargement internet. Les conseils sont là en grande partie pour « traduire » le tableau des sommes des températures (tous les agriculteurs ne savent pas forcément le lire). Les conseils répondent également aux questions des éleveurs relevées durant les mesures.
- Observatoire de Saône et Loire : Les degrés-jours sont utilisés. Les hauteurs d'herbes apparaissent dans certains bulletins (en fonction de la collecte), elles servent à calculer les stocks d'herbes disponibles. Les conseils sont vraiment le cœur du bulletin. Ainsi, même si les chiffres n'apparaissent pas, ils sont sous-jacents dans les conseils. Les conseils sont donnés selon l'inspiration du moment, les connaissances et le terrain effectué.

Le Tableau 8 résume tous les indicateurs retrouvés dans les bulletins édités dans le cadre des observatoires du métropolitain.

La très grande majorité des observatoires utilisent comme indicateur la somme des degrés jours. Cependant cet indicateur ne peut pas être utilisé à La Réunion. Il n'y a jamais eu de réelle recherche pour les appliquer sur l'île et contrairement, à la métropole, il n'y a pas d'hiver impliquant un arrêt végétatif assez important pour définir une date pertinente commençant le compte des sommes de degrés jours.

On retrouve ensuite la croissance exprimée en kilo de matière sèche par hectare et par jour ainsi que des courbes de cette croissance. Et ensuite, la hauteur moyenne mesurée dans les fermes de références.

Tous les indicateurs utilisés sont intéressants car ils dérivent tous de la croissance de l'herbe et permettent de la transcrire en une donnée plus facilement visualisable.

Tableau 8 : Indicateurs utilisés dans les observatoires de la pousse de l'herbe métropolitain

Nom de l'observatoire	Nombre de ferme suivi	$\Sigma$ Temp	Croissance KgMS/ha/j	Courbe Croissance	Hauteur	Stock d'herbe dispo	Jour d'avance	Besoin en Surface	Herbe disponible par vache	Cumul d'herbe	Couverture besoin	Couverture des besoins
Allier Info Prairie	2	1		1								
Ardèche Info Prairie	3	1										
Calvados Prairiales	7	1	1	1	1	1	1				1	
Drôme Patu'ra	5	1	1	1	1							
Franche-Comté Météo de l'herbe	23		1	1								
Isère Patu'ra	3	1	1	1	1	1	1					
Loire-Atlantique Echo de l'herbe	13		1	1	1	1	1					
Loire Patu'ra	9	1	1	1								
Observatoire de Lorraine	13	1			1							
Lot Avertissement herbe	8	1										
Observatoire de Normandie	28		1		1			1	1			
Orne Observatoire de la pousse de l'herbe	8		1	1	1	1	1	1	1	1		
Picardie A la pointe de l'herbe	10	1			1							
Bulletin de Poitou-Charentes	11	1	1	1	1							1
Rhône Patu'ra	5	1	1	1				1				
Moyenne	10	73%	67%	67%	60%	27%	27%	20%	13%	7%	7%	7%

## 2. Valorisation des données à La Réunion

Pour choisir les indicateurs, il faut d'abord comprendre lesquels sont disponibles grâce aux mesures de l'observatoire. Après les mesures hebdomadaires deux indicateurs sont disponibles : la biomasse (kgMS/ha) et la hauteur de l'herbe (cm). La densité volumique est également calculée pour pouvoir créer un abaque correspondant à l'herbomètre.

Chaque semaine, les agriculteurs, chez qui les mesures sont effectuées, reçoivent un bulletin récapitulatif de la semaine passée. Ce petit bulletin comprend les croissances parcelle par parcelle, la croissance moyenne ainsi qu'un parcellaire suivi d'un rapide conseil. Les bulletins sont discutés chaque semaine avec les agriculteurs pour avoir leurs ressentis. Ainsi, des notions de densité volumique, de chargement instantané ou de surface nécessaire aux besoins de animaux ont pu être abordés.

Du 5 au 7 décembre tous les agriculteurs suivis dans le protocole ont été interrogés sur les indicateurs qui leur sont les plus facilement interprétables. Les réponses diffèrent selon l'orientation de l'agriculteur et sa manière de réfléchir. Plusieurs indicateurs ont été présentés et expliqués aux agriculteurs.

- La hauteur. Cet indicateur basique mais efficace est apprécié des agriculteurs car il est visuel.
- La densité volumique. Cet indicateur n'est pas bien compris de la part des agriculteurs. Il sert essentiellement à calibrer les herbomètres.
- La croissance journalière. Comme pour la densité les agriculteurs n'ont pas encore de repère avec cette unité.
- Jour d'avance ou herbe disponible par UGB. Ils permettent de transcrire la croissance journalière en tableaux plus visuels. Les agriculteurs ont eu du mal à comprendre exactement le fonctionnement exact des tableaux.

Pour que le travail de l'observatoire soit réellement utilisé à sa juste valeur, un certain nombre de formations devraient être proposées pour que les données disponibles puissent être intégrées avec efficacité dans le travail quotidien des agriculteurs.

Pour réussir à intéresser les agriculteurs il faut les impliquer dans la démarche d'apprentissage. Les « jeux sérieux » peuvent être un moyen d'arriver à cela. Le jeu sérieux du Rami Fourragère®, développé par l'INRA, permet de concevoir des systèmes fourragers complexes tout en ayant une approche simple et visuelle (MARTIN et al., 2012). Le jeu permet d'introduire des notions de gestions de pâturages théoriques (comme les jours d'avance ou l'herbe disponible par UGB) en s'appuyant sur un plateau de jeu réel représentant la ferme d'un agriculteur. Cette construction permet d'avoir des échanges passionnés, concrets et construits entre les différentes « joueurs » autour de la table. Cet outil a été créé pour travailler sur les problématiques autonomie fourragère, adaptation aux changements climatiques, ajustement à un cahier des charges, etc... Les concepteurs ont également pensé lors de la création du jeu à la facilité de mise en place par d'autres personnes dans d'autres conditions pédoclimatiques. Une fois le jeu maîtrisé par les éleveurs l'espace de discussion créé sert à confronter les logiques et les points de vue, à partager les connaissances (MARTIN, 2012). Le groupe idéal comporte entre 2 et 4 « joueurs ».

Le jeu coûte 300 € et il peut être utilisé pendant de nombreuses formations. En prenant l'hypothèse de 10 formations en groupe de 4 par an pendant 5 ans, le prix du jeu revient à 6€ par session, soit 1,5€ par joueur (MARTIN et al., 2012). Pour faire venir les agriculteurs sur une demi-journée un repas payé



est une source de motivation supplémentaire qui ne doit pas être négligé. Le repas peut être budgétisé à 20€ par personne. Un meneur du jeu appartenant à l'ARP doit être présent lors de la session, sachant que la session dure 4h en moyenne (MARTIN et al., 2012) et que le salaire horaire est en moyenne de 18,75€, un coût de 75€ est retenu. Un repas est également payé au meneur du jeu. En additionnant les coûts et en les divisant par agriculteur présent par session, le coût par agriculteur s'élève à 45,25€. Cela représente un coût par formation de 181€ et par an de 1810 €. Ce nombre de formation représente 40 personnes formées par an, sachant qu'il y a 400 fermes de bovins allaitants de plus de 5 vaches et 75 exploitations de bovins laitiers. Les formations toucheront environ 8,4% des éleveurs potentiels au maximum par an. Au bout de quelques années, une partie importante des éleveurs réunionnais pourraient être touchés par ces formations. Ces matinées théoriques pourraient être améliorées par une visite l'après-midi d'une ferme du réseau de l'observatoire.

### III. Agrandissement sur toute l'île de l'observatoire.

Nous avons vu qu'actuellement le protocole appliqué sur les trois premières fermes de référence prenait environ un mi-temps. Seulement, pour avoir une connaissance sur l'entièreté de l'île d'autres fermes pilotes devront être mesurées. Pour être en accord avec l'étude cartographique réalisée l'une d'elle devra être dans le secteur du Tampon et l'autre de devra être dans le Sud des Hauts de l'Ouest. Ajouter deux fermes aux réseaux, rajoutera inévitablement du travail supplémentaire. Il est possible de faire des prévisions quant à l'augmentations de travail (Tableau 9).

Tableau 9 : Temps de mesures nécessaire pour agrandir le réseau de ferme

Ferme	Sud Hauts de l'Ouest	Le Tampon
Kilomètre A-R (KM)	150	20
Temps de Route Aller-Retour (h)	3	1
Temps de Mesure (h)	2,5	2,5
Traitement des données (h)	1,5	1,5
Temps total (h)	7	5

12 h supplémentaires seront nécessaires pour rajouter 2 fermes dans le réseau. Cela est à rajouter au 17 h actuel. Cela fait donc en tout 29 h hebdomadaire de travail. Cet agrandissement doit se faire en accord avec les moyens humains mis à disposition pour le projet d'observatoire. Or pour l'instant ce n'est pas le cas. En effet, les mesures sont effectuées par un technicien de l'ARP, qui n'a pas que l'observatoire dans ses missions attribuées. La solution la plus envisageable à l'heure actuelle est de continuer à ne mesurer que sur les trois fermes actuelles. L'observatoire pourra être agrandi une fois l'abaque de densité validé. Le coût du maintien de l'observatoire sur les trois fermes peut être approché. Dans les résultats, il a été mesuré que le temps de fonctionnement d'un tel dispositif est de 17h. Le coût horaire d'un technicien ARP est de 18,75€. Le coût hebdomadaire du dispositif est donc de 318,75€. A cela il faut rajouter les coûts kilométriques du déplacement, en France le barème est, pour la tranche correspondante, de 0,277€/km avec en plus 1082€ à rajouter (DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES, 2018). Avec un total de 210 km par semaine le coût kilométrique hebdomadaire est de 79€. Le coût total hebdomadaire est donc de 397,75€ et le coût annuel de 20 683€.

Pour l'instant aucun résultat n'a pu être extrapolé à partir des premières données, mais dès que des densités moyennes fiables pourront être calculées, le temps de mesure des fermes sera fortement diminué. En effet, les mesures de densité sont les étapes les plus longues du protocole et une fois qu'un abaque de densité sera édité, il suffira de passer l'herbomètre. Ce qui sera beaucoup plus rapide et permettra de multiplier les sites de mesures. En plus d'être plus rapide, les mesures à l'herbomètre sont également plus simples à maîtriser, les mesures pourraient donc être partagées entre différents instituts comme cela se pratique déjà en métropole.

Il est possible de concevoir un futur plan de charge lorsque l'observatoire sera en fonctionnement avec 5 fermes et qu'il se servira de l'abaque construit. Tout d'abord, les temps de mesures en ne gardant que les mesures d'herbomètres sur les fermes, le temps de mesure est réduit à 1 h par ferme. Le temps total de mesure est donc de 5 heures.

Le temps total de déplacement serait de 9 h, explicité dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Temps de trajet dans le plan de charge

Ferme	F1	F2	F3	F4	F5
Kilomètre Aller -Retour	10	160	40	150	20
Temps de déplacement (A-R en h)	0,5	3	1,5	3	1

Mais ce temps peut être diminuer de 2 heures car les fermes les plus éloignées (F2 et F4) sont dans des zones accolées. En organisant correctement les phases de mesures, les deux fermes pourraient être mesurées durant la même sortie sur le terrain. Environ 2 heures pourraient être économisées. Le total du temps de déplacement hebdomadaire serait alors de 7h. Le nombre de kilomètre sera également réduit de 100 km.

Pour l'instant, il est complexe de savoir de combien le temps de traitement des données diminuerait exactement. Le temps de manipulation dans le laboratoire des échantillons de densités sera supprimé et cela représentait une grande partie du temps de manipulation. Il est donc possible de réduire le temps de moitié. Le temps de traitement des données hebdomadaire par ferme serait donc de 0,75h.

Le Tableau 11 totalise les temps nécessaires dans le futur à l'agrandissement de l'observatoire de la pousse de l'herbe.

Tableau 11 : Totalisation du temps de travail nécessaire dans le plan de charge

Opération	Durée (h)
Temps de déplacement	7
Temps de Mesure	5
Traitement des données	3,75
Total	15,75

Le temps total prévu dans ce plan de charge du futur observatoire de la pousse de l'herbe est inférieur au temps de travail actuel. Les mesures de densités très chronophages, autant dans les champs que dans le laboratoire, seront remplacées par un abaque. Cette notable diminution du temps de travail permettra de rentrer dans le réseau de mesures 2 autres fermes pour être en accord avec l'étude cartographique faite dans ce travail. Le coût hebdomadaire du temps de travail devrait donc diminuer

à 295,3€. En revanche, le coût kilométrique augmenterait à 98,4€. Le coût total hebdomadaire serait donc de 393,7€ soit 4€ de moins par semaine que l'observatoire actuel. Le coût annuel serait alors 20 472,4€ pour 5 fermes mesurées. Ce plan de charge n'est possible que si un abaque de densité est disponible.

## **IV. Regards Critique et Discussion**

### **1. Etude Cartographique**

En premier lieu, Il nous faut rappeler que la climatologie de l'île est spécialement complexe due à ses reliefs tourmentés, reliefs qui ont rendu particulièrement laborieuse l'étude cartographique. Deux critiques majeures peuvent être faites. Tout d'abord, le manque de données précises et fiables, beaucoup de données utilisées sont assez inconsistantes. Le maillage entre les stations, assez grand, n'est pas adapté aux particularismes de La Réunion. Sur l'ensemble des prairies de l'île, seules les données de 6 stations météo ont pu être exploitées. Les cartes isothermes et isohyètes construites se sont révélées imprécises, inutilisables dans la définition des zonages. Dans l'absolu un zonage algébrique aurait dû être fait. Pour pallier ce défaut, l'altitude, sourcée par ailleurs, a permis de faire le travail, mais il reste assez théorique.

Le deuxième grand problème, est le facteur « temps » que nous a pris cette étude pour être réalisée. En effet, à cause d'insuffisances sur le logiciel QGIS, en début de stage, nous avons dû expérimenter afin d'en avoir une maîtrise opérationnelle.

Cette mission a été menée de front avec l'écriture du protocole. Les deux missions ont pris beaucoup de temps avant de pouvoir être mise en place. Les tests du protocole ont donc commencé tardivement.

### **2. Ecriture et test du Protocole**

Le protocole ayant été créé dans le même temps que le zonage et a également pris beaucoup de temps à être élaboré. Cependant, une fois défini, il s'est avéré solide, validé par de nombreuses personnes compétentes. Le protocole a été donc testé après avoir terminé les 2 missions antécédentes. Plusieurs difficultés ont été rencontrés lors des tests.

La première phase de test consistant en la recherche de fermiers prêts à s'engager dans le réseau. Cette tâche a été difficile, bien plus ardue que prévu, beaucoup de fermiers n'en voyant pas l'intérêt. Il en résulte que les fermes choisies ne sont pas nécessairement à l'optimum des pratiques pour l'évaluation du protocole. Les parcelles particulièrement hétérogènes de la ferme 1 en sont l'exemple le plus notable.

Un autre obstacle est le manque de rigueur des techniciens (technicien et stagiaire) lors du test du protocole. Le protocole a été modifié plusieurs fois à plusieurs endroits différents pour essayer de l'améliorer en continu, ce qui a complexifié considérablement les comparaisons entre le début et la fin des mesures. Le passage à l'étuve des échantillons pour connaître le taux de matière sèche (TMS) fait partie des passages du protocole modifié. A cet effet, nous avons prévu dans le protocole de mettre en commun les 3 échantillons d'une même parcelle afin de simplifier les manipulations. Nous avons appliqué ce protocole du 25/10 au 16/11. Ensuite, nous avons décidé, car nous avons plus de temps disponible et pour plus de précisions, de faire subir un traitement individuel à chaque échantillon. Ce changement de manipulation est, certainement, un des biais majeurs de l'expérimentation. Une solution possible pour éviter cela aurait été de banaliser entièrement le premier de mois. A savoir, se servir de ce mois pour uniquement appliquer, modifier et maîtriser entièrement le protocole. De cette façon nous aurions peut-être pu réduire quelque peu les écueils rencontrés.

### 3. Transmission des résultats

Ce projet est extrêmement intéressant. Il m'a permis d'approcher quantité de nouveaux domaines, en particulier dans la cartographie et de la gestion des fourrages. Cependant, une des clés majeures pour la réussite de ce projet ne semble pas être acquise sur le terrain : la compréhension, l'intérêt et l'appropriation des agriculteurs. Du point de vue de la recherche, il semble intéressant et cohérent de vouloir connaître les dynamiques de pousses d'herbe des différents secteurs de l'île, de connaître la variation de la densité de l'herbe ou encore les variations de qualités des différents fourrages selon la période de l'année. Mais du point de vue de l'éleveur allaitant extensif des Hauts de l'Ouest ou de la Plaine des Cafres qui n'a qu'un petit nombre de parcelles et qui fait tourner ses animaux sur ses parcelles « tranquillement » avec des chargements très faibles, tout cela risque de paraître complexe et sans intérêt. Certes, il ne valorise pas le potentiel de ses parcelles et de ses animaux mais il n'a pas de motivation assez importante pour réaliser cela et s'engager dans un processus, plus valorisant certes, mais plus contraignant. En France métropolitaine, les observatoires de la pousse de l'herbe, les réflexions sur les dynamiques de pâturages ont vraiment débutées lorsque qu'une partie des agriculteurs y ont été poussés par les pressions économiques et la nécessité d'une rentabilité. A La Réunion, les prix payées aux agriculteurs leurs permettent, pour le moment, de ne pas rechercher la performance maximum. Par comparaison, en 2012 le prix pour un jeune bovin réunionnais est de 4,66€/kg/vifs tandis qu'un jeune bovin charolais en métropole seulement 2,50€/kg/vif. Soit 86% de majoration. Dans ces conditions l'observatoire devra réussir une vulgarisation efficace et une pédagogie performante de tous les résultats obtenus afin de vraiment pouvoir faire participer des agriculteurs. L'objectif d'un dispositif de ce type est justement qu'il devienne un véritable outil dont les agriculteurs servent quotidiennement au même titre que n'importe quelle machine de leur exploitation.

## V. Conclusion

L'objectif majeur de ce stage était d'initier la création d'un observatoire de la pousse de l'herbe fonctionnel. Cet objectif a été atteint, 6 mois après la fin du stage les mesures sont poursuivies et la compilation de données continue dans les fermes de références.

Le protocole a pu être testé et il s'est révélé fonctionnel en permettant de recueillir des données de croissance ainsi que des densités.

Cependant, le volume des mesures actuelles n'a pas encore permis d'avoir de réel résultat. En effet, pour les dynamiques de croissances des fourrages, le recul n'est pas encore assez important pour tirer des conclusions. Les variations de densités ne sont pas encore connues, comme pour la croissance, le recul n'est pas encore assez important, certaines métadonnées associées aux mesures n'étant pas recueilli lors des premières phases de terrain.

Il est certain qu'en continuant les mesures de croissance et de densité avec les importants moyens dévolus, des résultats pourront être discernés. Les futurs tableaux de dynamiques de croissances des fourrages serviront aux agriculteurs pour la gestion moyen-terme des fourrages (gestion des stocks, choix de faire de la préservation). Les futures publications régulières de bulletin permettront de piloter à court terme le pâturage plus efficacement (durée, chargement, ...). Les mesures de densité serviront quant à elles à accélérer les mesures de biomasse. Un abaque sera construit, les mesures de densité de ne seront plus nécessaire, les seules mesures d'herbomètre devront être menées.

La dernière partie du travail, la valorisation des données ne doit pas être négligée elle aussi. En effet, sans exploitation continue, ce travail fait en amont n'aurait plus de lien avec la réalité et les demandes des exploitants. Pour éviter cet écueil, les attentes des agriculteurs dans ce projet doivent davantage être prises en compte. Des enquêtes qualités devraient être pourraient pour mieux comprendre quels outils sont réellement attendus sur le terrain.

Les références acquises lors des futurs travaux pourront également servir sur d'autres territoires. Par exemple les densités d'herbes, en particulier sur le kikuyu qui, ne sont pas encore bien connues pourront servir dans de nombreux pays africains et sud-américains. Un tel observatoire pourrait être transposable dans des pays avec des contraintes climatiques semblables. D'abord, l'île voisine Madagascar qui comme La Réunion possède la même saison cyclonique et un même gradient de pluviométrie et de température. Puis d'autre pays semble intéressant pour transposer le protocole comme par exemple le Costa Rica. Ce pays d'Amérique centrale à des contraintes géologiques et climatiques analogue à La Réunion.

## **Bibliographies**

AGRESTE, 2013. Agreste Conjoncture - Lait - Synthèses n° 2013/212. 4p.

AIKEN G.E., BRANSBY, D.I., 1992. Observer Variability for Disk Meter Measurements of Forage Mass. *Agronomy Journal*, 84, pp. 603–605.

ALEXANDRE C. (2018) Estimation de la biomasse fourragère des prairies. Apports du couplage entre les modèles dynamiques de croissance et imagerie satellitaire : exemple de La Réunion et du Kalahari. Thèse. St Pierre : Université de La Réunion, 100p.

ANSELME F., 2017. Animateur technique de Jura Conseil Elevage. Interviews de techniciens travaillant dans des observatoires existants. Interview réalisée le 18/07/2017.

ARVALIS, 2011. Récolte et conservation de l'herbe. Comment ça marche ?. 8p.

AUSTRALIA MEAT LIVESTOCK, 2004. Improving pasture use with the MLA Pasture Ruler The MLA Pasture Ruler. 4p.

BARBET-MASSIN V. et al. (2004) Guide technique pour la création, la gestion et la valorisation des prairies à La Réunion. p. 99p.

BATTEGAY S., 2015. Mettre en place, suivre et valoriser un observatoire de la pousse de l'herbe. *1ère Biennale des conseillers fourragers*. 19p.

BRACONNIER E., 2017. Service conseil des entreprises de la chambre d'agriculture de Saône-et-Loire. Interviews de techniciens travaillant dans des observatoires existants. Interview réalisée le 20/07/2017.

BRL Ingénierie, 2017a. Etude prospective de la production fourragère. *Rapport définitif de l'étude*. 81p.

BRL Ingénierie, 2017b. Etude prospective sur la production fourragère dédiée aux éleveurs de ruminants et chevaux sur le département de la Réunion. *Comité de pilotage du 21 mars 2017*. 58p.

BRUNSCHWIG P., LANCELOT R. et ZANELLA G., 2009. Expertise sur la mortalité des bovins laitiers à la Réunion. La Réunion : Ministère de l'agriculture et de la forêt, 56p.

CASTLE M.E., 1976. A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society*, 31(1), pp. 37–40.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA REUNION, 2012a. Référentiel bovin lait, île de La Réunion : Réseau de fermes de Références Conjoncture 2012. 27p.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA REUNION, 2012b. Référentiel bovin viande île de La Réunion : Réseau de fermes de Références Conjoncture 2012. 26p.

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

CRUZ P., THEAU J. P., LECLOUX E., JOUANY C., DURU M., 2010. Typologie fonctionnelle de graminées fourragères pérennes : une classification multi traits. *Fourrages*, 201, pp. 11–17.

DEFRANCE P., DELABY L., SEURET J.M., 2004. Mieux connaître la densité de l'herbe pour calculer la croissance, la biomasse d'une parcelle et le stock d'herbe disponible d'une exploitation. *Rencontres Recherche Ruminants*, (1), pp. 291–294.

DELABY L., DUBIEF F., CASSEZ M., BELOT P. E., FREREJEAN L., KERDONCUFF M., 2010. En Franche Comté, mieux connaître la croissance de l'herbe pour mieux gérer le pâturage. *Rencontre Recherche Ruminants*. p. 59.

DELABY L., 2017. L'élevage bovin à La Réunion. Des ambitions à conforter. Rapport de mission. Saint Gilles : INRA, 29p.

DELABY L., HUYGHE C., 2013. Prairies et systèmes fourragers. Paris : Edition France Agricole, 530p.

DELABY L., LEURENT-COLETTE S., DUBOC G., 2016. Les herbomètres en provenance de Nouvelle Zélande sont-ils compatibles avec les références françaises ? *Rencontre, Recherche, Ruminants*, 1p.

DIRECTION DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET LA REUNION, 2011a. Conjoncture Mensuelle Agreste Réunion Spécial Recensement Agricole 2010. *Agreste Analyses*, 70, pp. 1–4.

DIRECTION DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET LA REUNION, 2015. La production de viande bovine à la Réunion. *Agreste Analyses*, 96, pp. 1–7.

DIRECTION DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET LA REUNION, 2011b. Présentation générale de l'agriculture à La Réunion. La Réunion : DRAAF, 8p.

DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES, 2018. BAREME - RSA - BNC - Barèmes d'évaluation forfaitaire du prix de revient kilométrique applicables aux automobiles et aux deux-roues motorisés. *Extrait du Bulletin Officiel des Finances Publiques-Impôts*, 4p.

DOUDHERTY M., BURGER J. A., FELDHAKÉ C. M., ABDELGADIR A. H., 2013. Calibration and use of plate meter regressions for pasture mass estimation in an Appalachian silvopasture. *Archives of agronomy and soil science*, 59(2), pp. 305–315.

DURU M., FIORELLI J. L., PEYRE D., ROGER P., THEAU J. P., 2002. La hauteur d'herbe au pâturage : une mesure simple pour faciliter sa conduite, un indicateur pour caractériser des stratégies. *Fourrages*, 170, pp. 1–11.

DURU M., BOSSUET L., 1992. Estimation de la masse d'herbe par le « sward-stick ». Premiers résultats. *Fourrages*, (131), pp. 283–300.

- DURU, M. et DUCROCQ, H., 1998. La hauteur du couvert prairial : un moyen d'estimation de la quantité d'herbe disponible. *Fourrages*, 154, pp. 173–190.
- FAGES F., 2017. Diagnostic du cout des fourrages a La Réunion. Mémoire de fin d'étude. Toulouse : Ecole d'ingénieur de Purpan, 162p.
- FAURE P., 2017. Pôle production de la chambre d'agriculture du Puy de Dôme. Interviews de techniciens travaillant dans des observatoires existants. Interview réalisée le 21/07/2017.
- FENNETEAU H. (2002) Enquête : Entretien et Questionnaire. Paris : Les Topos Edition DUNOD, 128p.
- GAUDIN M., 2015. Accompagner un groupe d'éleveurs : de l'animation à l'échange. *Biennales des conseillers fourragers*. p. 4.
- GILIBERT J., MATHIEU A., 1997. Une méthode de notation visuelle rapide de l'état des prairies. *Fourrages*, 150, pp. 191–207.
- GIRARD, M.-C. et GIRARD, C.-M. (1999) Traitement des données de télédétection. Edition DUNOD, 527p.
- GRIMAUD P., THOMAS P., 2002. Diversité des rations à base de graminées et gestion des prairies en élevage bovin sur l'île de La Réunion. Le contexte : Un milieu très varié. *Fourrages*, 169, pp. 65–78.
- GUIBERT S., 2017. Coordinatrice du réseau régional de l'observatoire de la pousse de l'herbe de Pays de la Loire de la chambre d'agriculture de Mayenne. Interviews de techniciens travaillant dans des observatoires existants. Interview réalisée le 20/07/2017.
- HUSSON O., MICHELLON R., MOUSSA N., CHARPENTIER H., ENJALRIC F., NAUDIN K., SEGUY L., 2012. Kikuyu Pennisetum clandestinum. *Manuel pratique du semis direct à Madagascar*, 3, pp 1-11.
- INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2012. Conjoncture Broutards et Viande bovine Mars 2012. 60p.
- LOPEZ-DIAZ J.E., GONZALEZ-RODRIGUEZ A, 2011. Measuring grass yield by non-destructive methods: A review. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53, pp. 1689–1699.
- MARTIN G., FELTEN B., MAGNE M.A., PIQUET M., SAUTIER M., THEAU J.P., THENARD V., DURU M., 2012. Le rami fourrager : un support pour la conception de scénarios de systèmes fourragers avec des éleveurs et des conseillers. *Fourrages*, 210, pp. 119-128.
- MARTIN G., 2012. "Conception innovante de systèmes d'élevage adaptés au changement climatique". Colloque Agricultures et territoires ruraux : ressorts du développement régional en Midi-Pyrénées – Toulouse : 24 janvier 2012
- MANDRET G., 2000. L'élevage bovin à La Réunion. Synthèse de 15 ans de recherche. La Réunion : La Librairie du CIRAD, 395p.



MATHIEU A., FIORELLI J.L.,1985. Utilisation d'un herbomètre pour l'interprétation du déroulement d'un pâturage. Possibilités d'estimation de la production de matière sèche ou de caractérisation de l'état de l'herbe. *Fourrages*, 105, pp. 3–29.

METEO-France ,2014. Pluies extrêmes à La Réunion : Records Mondiaux. Disponible sur : <http://pluiesextremes.meteo.fr/lareunion/Records-mondiaux.html>, 1p.

MOULE C., 1971. Fourrages (I). Paris : La Maison, 187p.

OLIVIER F., 2017. Coordinateur du réseau régional de l'observatoire de la pousse de l'herbe de Normandie de la chambre d'agriculture de la Manche. Interviews de techniciens travaillant dans des observatoires existants. Interview réalisée le 17/07/2017.

PAPANASTASIS P., 1963. Optimum Size and Shape of Quadrat for Sampling Herbage Weight in Grasslands of Northern Greece. *Journal of range management*, 30(6), pp. 446-449.

QGIS, 2018. Manuel d'utilisation de QGIS. 497p. Disponible sur : [https://docs.qgis.org/2.18/fr/docs/user\\_manual/](https://docs.qgis.org/2.18/fr/docs/user_manual/)

RESEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE PRAIRIES DEMAIN, 2016a. Protocole de la mesure de la croissance de l'herbe. 4p.

RESEAU MIXTE TECHNOLOGIQUE PRAIRIES DEMAIN, 2016b. Protocole de la mesure de la densité de l'herbe. 4p.

ROBIN M., 1995. La Télédétection. Paris : Edition NATHAN, 318p.

## **Table des figures**

Figure 1 : Carte de l'occupation des sols de la réunion (BOS, 2011).....	3
Figure 2 : Carte du relief de la Réunion (Conseil Régional de la Réunion).....	4
Figure 3 Carte Isotherme sur une moyenne de 30 ans de la Réunion (Météo France, 2016) .....	5
Figure 4 : Carte Isohyète normales sur 30 ans de La Réunion (Météo France, 2016) .....	5
Figure 5 : Arrivée de la couverture nuageuse par l'est de la plaine des Cafres vue depuis le Dimitile (Crédit photo : Thomas Cogranne).....	6
Figure 6 : Schéma résumant les relations entre les acteurs (FAGES, 2017).....	7
Figure 7 : Distribution floristique selon les climats (GRIMAUD and THOMAS, 2002).....	10
Figure 8 : Prairie de kikuyu dans les hauts de l'Ouest (Crédit photo : Julien Apaloo).....	11
Figure 9 : Surface couverte en hectare par les différents types de couverts à La Réunion (BRL, 2017b) .....	12
Figure 10 : Production fourragère selon la saison (Source : (BARBET-MASSIN et al., 2004) .....	12
Figure 11 : Graphique des précipitations et températures minimums de Janvier 2018 à la plaine des Cafres (Météo France, 2018).....	13
Figure 12 : Graphique des précipitations et températures minimums de Février 2018 à la plaine des Cafres (Météo France, 2018).....	13
Figure 13 : Graphique des précipitations et températures minimums du 1er au 10 Avril 2018 à la plaine des Cafres (Météo France, 2018) .....	13
Figure 14 : Graphique des précipitations et températures minimums de Mars 2018 à la plaine des Cafres (Météo France, 2018).....	13
Figure 15 : Répartition des Observatoires de la pousse de l'herbe (en vert : Réseau Régionaux, en jaune : Réseau Départementaux, en bleu : Mesures Arrêtées, en orange : Pas de mesures. Source (BATTEGAY, 2015).....	15
Figure 16 : Nombre de fermes de références par département. Source (BATTEGAY, 2015) .....	16
Figure 17 : Schéma des axes de travail du projet ECLIPSE .....	18
Figure 18 : Schéma méthodologique .....	21
Figure 19 : Exemple d'une petite zone en réduction (Crédit photo : Cogranne) .....	23
Figure 20 : Réglette de pâturage (Crédit photo : (AUSTRALIA MEAT LIVESTOCK, 2004) .....	25
Figure 21 : Herbomètre Jenquip (Crédit photo : Jenquip) .....	25
Figure 22 : Carte de France Métropolitain coloriée en fonction des observatoires contactés (source du fond de carte : cartefrance.fr) .....	28
Figure 23 : Carte des zones d'élevages potentielles de La Réunion.....	30
Figure 24 : Carte présentant les diverses zones d'intérêt de l'île. Les altitudes (en mètre), les pluviométries (mm), les températures (°C) et caractéristiques prairiales sont précisées par zone. ....	32
Figure 25 : Carte de La Réunion représentant les zones sélectionnées pour recevoir une ferme pilote .....	34
Figure 26 : Schéma de présentation des deux protocoles du RMTPD .....	37
Figure 27 : Opération de prélèvement d'herbe pour le calcul d'une densité volumique (Crédit photo Julien Apaloo).....	38
Figure 28 : Localisation des fermes pilotes sur une représentation 3D de l'île de La Réunion .....	39
Figure 29 : Dispersion des mesures de hauteurs faites sur les trois fermes pilotes .....	42
Figure 30 : Box-plots des hauteurs d'herbes mesurées sur les trois fermes .....	42
Figure 31 : Croissance de l'herbe selon les fermes pilotes .....	43
Figure 32 : Box-Plots de chaque ferme présentant la dispersion des densités mesurées.....	44
Figure 33 : Présentation schématique du protocole de mesure de hauteur 1 et 2 .....	46

Figure 34 : Photo d'un tapis de kikuyu sur la F2 (à gauche) et d'une prairie bretonne (à droite) (crédit photo : Thomas Cogranne, Loan Wacker)..... 47

## **Table des tableaux**

Tableau 1 : Les aides "Cœur pays" .....	9
Tableau 2 : Les aides pour les petites exploitations.....	9
Tableau 3 : Variation de la densité selon la flore et la région (DEFRANCE, DELABY et SEURET, 2004)	26
Tableau 4 : Variation de la densité selon la flore et la saison (DEFRANCE, DELABY et SEURET, 2004)	26
Tableau 5 : Statistique présentant les moyennes, minimums, maximums et les écarts type de densité entre chaque ferme.....	44
Tableau 6 : Tableau de temps de trajet ARP, F1, F2 et F3.....	45
Tableau 7 : Totalisation des temps de travaux.....	45
Tableau 8 : Indicateurs utilisés dans les observatoires de la pousse de l'herbe métropolitain.....	50
Tableau 9 : Temps de mesures nécessaire pour agrandir le réseau de ferme.....	52
Tableau 10 : Temps de trajet dans le plan de charge.....	53
Tableau 11 : Totalisation du temps de travail nécessaire dans le plan de charge.....	53

## **Table des matières**

### Table des matières

Résumé.....	ii
Remerciements .....	iii
Sommaire .....	iv
Sigles et abréviations.....	v
Introduction.....	1
Partie 1 : Contexte.....	2
I. La Réunion : Des plaines tropicales aux prairies d'altitude.....	2
1. Historique de l'île du point de vue de l'élevage Bovin.....	2
2. Un contexte géomorphologique et pédologique particulier .....	4
3. Un climat bipolaire entre sécheresse et cyclone .....	4
4. Etat des lieux des acteurs.....	6
II. L'élevage bovin, bien implanté dans les Hauts de l'île.....	9
1. Typologie des élevages.....	9
2. Une production fourragère adaptée à l'île.....	10
a) Production .....	10
b) Répartition de la production .....	12
c) Conservation et stockage des fourrages .....	13
d) Répartition de la production selon des microrégions.....	14
e) Utilisation des concentrés.....	14
III. Les observatoires de la pousse de l'herbe .....	14
1. Principe d'un observatoire de l'herbe.....	14
2. Les observatoires de la pousse de l'herbe en France métropolitaine .....	15
3. Points positifs et négatifs d'un observatoire.....	16
IV. Le projet ECLIPSE .....	17
1. Les organismes partenaires.....	17
a) Le CIRAD .....	17
b) L'Association Réunionnaise de Pastoralisme (ARP) .....	17
2. La mise en place du projet ECLISPE .....	18
a) Objectifs .....	18
b) Partenariat et Financement .....	19
3. Mise en place d'un observatoire.....	19
Partie 2 : Méthodologie.....	21
1. Objectif.....	21

I.	Définition de zone d'intérêt .....	22
1.	Documents utilisés .....	22
2.	Délimitation de zone .....	23
II.	Adaptation d'un protocole au contexte réunionnais .....	24
1.	Les différentes méthodes de mesure de la biomasse végétale .....	24
a)	Les Méthodes Directes .....	24
b)	Les Méthodes Indirectes utilisant une sonde .....	24
c)	Les Méthodes Indirectes utilisant la hauteur d'herbe .....	25
d)	Mesure de la densité .....	26
2.	Interviews de techniciens travaillant dans des observatoires existants .....	27
III.	Test de faisabilité technique du protocole.....	28
1.	Conditions du test .....	28
a)	Les fermes .....	28
b)	Les Parcelles suivies.....	28
c)	Technicien chargé du suivi .....	28
d)	La fréquence de mesure.....	29
2.	Résultats des mesures.....	29
	Partie 3 : Résultat .....	30
I.	Etude Cartographique .....	30
1.	Les zones délimitées naturellement.....	30
2.	Découpage homogène des zones.....	31
3.	Sélection des zones d'intérêt .....	33
I.	Adaptation du protocole au contexte réunionnais .....	35
1.	Interviews de techniciens travaillant dans des observatoires existants .....	35
a)	Description des observatoires.....	35
b)	Protocole de suivi du dispositif .....	35
c)	Charge de travail .....	36
d)	Voies d'améliorations.....	36
2.	Les adaptations choisies.....	36
a)	Adoption d'un protocole .....	36
b)	Choix dans le protocole de hauteur d'herbe.....	37
c)	Choix dans le protocole de mesure de densité .....	38
II.	Test de faisabilité du Protocole.....	39
1.	Condition du test.....	39
a)	Les fermes .....	39
a)	La fréquence de mesure.....	40

b)	Les parcelles suivies.....	40
c)	Technicien chargé du suivi .....	40
2.	Conséquence des choix d'adaptation du protocole.....	41
a)	Adoption du protocole RMTPD .....	41
b)	Mesure des hauteurs d'herbes .....	41
c)	Mesure des densités volumiques d'herbes.....	44
III.	Charge de travail .....	45
1.	La partie terrain.....	45
2.	La partie Traitement des données .....	45
3.	Totalisation des durées .....	45
	Partie 4 : Discussion et propositions .....	46
I.	Amélioration du protocole .....	46
1.	Mesure de hauteur d'herbe .....	46
2.	La mesure de la densité de l'herbe .....	47
II.	Transmission des résultats .....	48
1.	Indicateurs utilisés généralement en métropole .....	48
2.	Valorisation des données à La Réunion .....	51
III.	Agrandissement sur toute l'île de l'observatoire.....	52
IV.	Regards Critique et Discussion .....	54
1.	Etude Cartographique .....	54
2.	Ecriture et test du Protocole .....	54
3.	Transmission des résultats .....	55
V.	Conclusion .....	56
	Bibliographies.....	57
	Table des figures.....	61
	Table des tableaux.....	62
	Table des matières .....	63
	Annexes .....	i
1.	Choix des fermes .....	v
2.	Les parcelles suivies.....	v
a)	Choix des parcelles .....	v
b)	Nombre de parcelles .....	v
c)	Informations sur la parcelle.....	v
3.	Technicien chargé du suivi .....	vii
4.	Mesure à l'herbomètre .....	vii
5.	Mode opératoire .....	vii

a) Méthode.....	vii
6. Mesure de la densité.....	viii
7. Mesure SPIR. ....	viii

## Annexes

Annexe 1 : Guide d'entretien des observatoires de la pousse de l'herbe métropolitain

Fonctionnement du guide :

<i>Titre de la section</i>	
Question	Mot-clé pour relancer le sujet si l'information n'est pas satisfaisante.

### Partie 1 : Description de l'observatoire

<i>Observatoire</i>	
En quel année a-t-il été créé ?	
Sur quel secteur géographique ?	
Pourquoi a-t-il été créé ?	Quels objectifs
Quel public était initialement ciblé ?	Laitiers, allaitants, engraisseurs, petits ruminants ...

<i>Public</i>	
Quels sont les types d'élevages ciblés ?	Développement de plusieurs systèmes ? ...
Quels sont les types d'élevages qui suivent le bulletin ?	
Combien d'agriculteurs suivent les communications autour du dispositif ?	
En %	
Quelles sont les qualifications, le niveau d'étude des agriculteurs utilisant l'Obs. ?	Plutôt BTS, Ingé, sans diplôme
<i>Diffusion</i>	
Canaux de diffusion choisis et pourquoi ?	Journal Postal Site web Application Journées techniques
Fréquence	Journalier / Hebdomadairement / Mensuelle
La diffusion des données sont-elles libres ou payantes ?	Libre / Payant /autre
<i>Autres</i>	
Participez-vous au RMT Prairies Demain ?	



## Partie 2 : Le protocole de suivi du dispositif

<i>Les zones de suivi</i>	
Combien de fermes sont suivies dans le dispositif ?	
Combien de parcelles par fermes sont suivies ?	
Qu'est ce qui a défini ce choix de fermes ?	Emplacement sur territoire ?
<i>Suivi de la pousse de l'herbe</i>	
<i>Quelles mesures sur la production des prairies sont réalisées sur les prairies ? A quelle fréquence et avec quels outils et comment ?</i>	Sward stick ? Herbomètre ? Degré-jour, etc... ? Analyse de sol ? Autres ?
Densité (si besoin)	Utilisation d'un chiffre moyen, mesure permanente ou autres ?
Pourquoi ce choix de protocole ?	
Quels types d'indicateurs sont calculé à partir des données brutes Pourquoi ce choix d'indicateurs ? ? et comment les faire figurer ? Pourquoi ?	
Si utilisation d'indicateur complexe (comme la couverture des besoins en fonction du chargement et de la croissance), pertinence et pourquoi ?	
Comment sont saisis les données ?	Papier, Excel, BDD spécifique
<i>Le suivi de la Qualité des fourrages</i>	
Des mesures sur la qualité des fourrages sont-elles réalisées ?	Oui/non

Si oui, lesquelles ?	Ex : MAT, UF, UE, Cellulose, etc...
Pourquoi ce choix d'indicateurs ?	
Comment sont réalisées ces analyses ?	Analyse soi-même ou labo. Estimation sur recherche, essai technique précédant ?
Pourquoi ce choix de protocole ?	
Est-ce que c'est un suivi qui vous semble pertinent ?	Sachant la variabilité ?
Diffusion de la qualité ?	Tous les agris ? Petite partie ?
<i>Conseils</i>	
Comment choisissez-vous les conseils fourrager que vous allez donner ?	

### Partie 3 : Du point de vue du technicien

<i>Charge de travail</i>	
Combien de techniciens travaillent sur le dispositif ?	
Cela représente combien d'heure par personne et par semaine ?	
En équivalent ETP ?	
Quelle organisation dans les équipes par rapport au suivi, formalisation du conseil, communication ...	
<i>Point positif du dispositif</i>	
Quels sont les points positifs d'après vous de ce dispositif ? Qu'est-ce qu'il vous a apporté ?	
A-t-il permis l'amélioration du conseil ?	
<i>Points négatifs du dispositif</i>	
Quels sont les points Négatifs de se dispositifs ? Ses contraintes ?	Trop lourd à porter... Les agriculteurs ne le rentabilisent pas assez...

Quels sont les axes d'améliorations d'après vous ?	
<i>Les agriculteurs</i>	
Quel est l'avis des agris sur ce dispositif	Avis direct Amélioration des pratiques ?
<i>Voies d'améliorations</i>	
Les améliorations que vous souhaiteriez donner à votre bulletin mais que vous n'avez pas encore réalisées ?	

## Annexe 2 : Protocole final de l'observatoire de la pousse de l'herbe

### 1. Choix des fermes

Nous avons choisi de commencer le dispositif en suivant 5 fermes dans 4 zones représentatives des différents climats de La Réunion.

Les fermes doivent répondre à plusieurs critères :

- Un critère géographique : Chaque éleveur doit pouvoir se comparer à une ferme de référence qui se situe dans un microclimat équivalent. Les fermes suivies doivent donc se situer dans une des zones délimitées en fonction des paramètres climatiques.
- Le pâturage tournant : C'est un prérequis important. A la Réunion, les pousses d'herbes exceptionnelles amènent des hauteurs importantes, les hauteurs d'herbe à partir de 17 cm à l'herbomètre ne sont plus fiables. Le pâturage tournant permet d'éviter d'avoir des hauteurs aussi élevées. Eviter les exploitations avec des situations de sous ou sur pâturage récurrent.
- Un parcellaire le plus homogène possible : au niveau de l'exposition, de la fertilisation et de la conduite.
- Un planning de pâturage : Ceci n'est pas obligatoire, mais d'une grande aide pour le technicien quand il doit recueillir les données.
- L'éleveur : Il doit être motivé, rigoureux et leader d'opinion dans son secteur.

### 2. Les parcelles suivies

#### a) Choix des parcelles

Le parcelles doivent également être choisies :

- Les parcelles destinées au pâturage sont retenues.
- Exclure les parcelles atypiques (inondable, parking, stockage, ...)
- Exclure les parcelles de courte durée (ex : prairie d'interculture) et les parcelles implantées depuis moins de 6 mois.
- Aucune mesure en présence d'animaux

#### b) Nombre de parcelles

Le nombre de parcelles valorisables par semaine par ferme doit être au moins supérieur ou égal à trois. Il est préférable d'atteindre 4 ou 5 parcelles valorisables par exploitation et par semaine. Pour ne pas arriver à cet extrême, un minimum de 8 à 10 parcelles par exploitations doit être respecté. Nous nous adapterons donc à chaque exploitation pour décider de suivre l'ensemble des parcelles ou seulement les parcelles d'un lot d'animaux.

#### c) Informations sur la parcelle

Pour faire partie du réseau RMTPD des informations (tableau ci-dessous) sur chaque parcelle doivent être renseignées. Toutes les données sont compilées dans un tableur Excel. Un numéro d'identification sera attribué à chaque parcelle. Il se compose du code INSEE de la commune (5 chiffres), un numéro d'exploitation (2 chiffres) et un numéro de parcelle (2 chiffres).

Voici toutes les caractéristiques reconnues par le RMTPD :

Caractéristiques des parcelles		
Type de prairie	PT graminées pures	PTG
	PT graminées - légumineuses	PTGL
	PP type AB	PPAB
	PP type b	PPb
	PP type C	PPC
	PP (type non connu)	PP
Type de sol	Très séchant : superficiel (> 20 cm) ou sableux	S
	Assez séchant : peu profond (20-40 cm)	PP
	Moyen. profond (40-80 cm)	MP
	Profond (> 80 cm)	P
	Non connu	nc
Altitude (4 classes)	Plaine	1
	Plaine zone montagnes < 400 m	2
	Coteaux (400-700 m)	3
	Plus de 700 m	4
	Non connue	nc
Fertilisation azotée annuelle minérale + organique	0 - 9	N
	10 - 49	F
	50 - 79	M
	80 - 120	E
	Plus de 120	TE
	Non connue	nc
Hydromorphie du sol	Sol sain	S
	Sol peu hydromorphe	PH
	Sol hydromorphe	H
	Non connue	nc
Animaux pâturants	Vaches laitières	VL
	Vaches allaitantes	VA
	Génisses laitières	GL
	Génisses allaitantes, boeufs	GV
	Brebis laitières	BL
	Brebis allaitantes	BA
	Chevaux	CV
	Chèvre laitière	CL
Autre	A	
Age de la prairie	Prairie temporaire de moins de 3 ans	PTJ
	Prairie temporaire de plus de 3 ans	PTV
	Prairie permanente	PPM

#### Les différents types de prairie

Selon CRUZ *et al.* (2010) une typologie fonctionnelle des prairies de graminées pérennes peut être formée. 6 classes sont donc formées pour pouvoir trier les pâtures. Le RMTPD n'utilise que 3 de ces classes :

- **Type A ou B (PPAB)** : Ce sont des espèces adaptées à des milieux fertiles. Elles ont un faible Taux de Matière Sèche (TMS) et une forte Surface Spécifique Foliaire(SSF). La phénologie de ces espèces est très précoce et la durée de vie de leurs feuilles est courte (800°.j à environ 1 000°.j). Elles peuvent donc être pâturées précocement et fréquemment. En métropole, les espèces types sont : Ray-grass Anglais, Vulpin, Houlique laineuse, Dactyle, Fétuque élevée, Avoine élevée.
- **Type b (PPb)** : Ce type est formé par des espèces préférant des milieux relativement fertiles mais se différenciant des deux groupes précédents par leur phénologie tardive. Il s'agit

souvent d'espèces de pré de fauche ou d'espèces permettant un pâturage plus estival. Espèces types métropolitaines : Avoine dorée, Agrostis commun, Fléole des prés.

- **Type C (PPC)** : Ces sont des espèces de petites tailles, typiques de packages maigres (forte TMS et faible SSF), peu adaptées aux pratiques de fauche tant pour leurs caractéristiques de faible production que par les surfaces qu'elles occupent (souvent des pentes). Ayant une assez bonne valeur fourragère au stade végétatif, leur phénologie est moyennement précoce. Espèces types : Fétuque rouge, Crételle des prés, Briza media.

Le RMTPD a rajouté 3 autres catégories :

- Prairie temporaire de graminée pure (PTG).
- Prairie temporaire de graminée et de légumineuse (PTGL).
- Prairie permanente de type inconnu (PP).

#### *Hydromorphie d'un sol*

Dans ce cas, l'hydromorphie se définit comme l'engorgement en eau du sol. Le technicien choisi, lui-même selon son expérience, parmi 4 propositions :

- Sol sain
- Sol peu hydromorphe
- Sol hydromorphe
- Non connue

### 3. Technicien chargé du suivi

Les mesures doivent être dans la mesure du possible réalisé par le même technicien. Cependant dans un souci de praticité, deux personnes seront amenées à faire les mesures (Technicien ARP/ Stagiaire CIRAD). Pour réduire les biais opérateurs, les premières mesures se feront conjointement.

### 4. Mesure à l'herbomètre

#### 5. Mode opératoire

Nous utiliserons l'herbomètre JENQUIP® recommandé par le RMTPD.

Les mesures seront prises hebdomadairement et si possible dans la même tranche horaire. Toute intervention de l'agriculteur sur la parcelle (pâturage, broyage, herse à prairie (ébousage, émoussage, fertilisation,...) qui aurait été réalisée depuis la dernière mesure devra être notée. Exclure les mesures réalisées après une pluie, lors de forte rosée, ou par temps de gel.

##### a) Méthode

Le RMTPD propose deux méthodes pour mesurer les parcelles. En France, les réseaux utilisent principalement la méthode 1. Elle consiste à traverser la parcelle sur une diagonale (toujours la même) et poser l'herbomètre à intervalle de pas régulier grâce à l'herbomètre. Il faut réaliser au minimum 30 mesures par hectare.

La méthode 2, consiste à faire les mesures dans la même zone chaque semaine. La zone doit être délimitée et faire 2000 m<sup>2</sup>. Il faut réaliser 40 mesures hebdomadaires dans cette zone.

Nous utiliserons la méthode 2 car elle reste très précise pour la mesure de croissance et elle demande moins de temps dans le cas de grandes parcelles.

L'herbomètre sera posé à l'arrêt et délicatement. Les mesures excédant 20 cm de hauteur seront fléchées dans la Base de données et les croissances qui en découlent seront prises avec précaution. La zone de 2000 m<sup>2</sup> doit être homogène et essayer d'être représentative de la parcelle (éviter une zone avec une surdensité d'adventice par exemple). Toutefois le plus important est de garder la même zone de semaine en semaine.

## 6. Mesure de la densité

Nous réaliserons 9 mesures de densité par ferme étalées sur 3 parcelles, en notant que plus il y aura de mesures plus la densité sera précise. Les parcelles ne sont pas fixées d'une semaine à l'autre. Les fermes seront les mêmes que pour les mesures de hauteurs d'herbe. Une fois dans la parcelle

- Positionner un quadrat dans une zone de mesure de hauteur d'herbe paraissant homogène.
- Mesurer à l'herbomètre la hauteur sur l'ensemble de la surface du quadrat,
- Couper l'herbe avec une mini tondeuse. Viser la hauteur de 5 cm,
- Ramasser l'herbe dans un sac,
- Mesurer à l'herbomètre la hauteur après la coupe sur l'ensemble de la surface du quadrat,
- Peser l'herbe verte directement dans la parcelle quadrat par quadrat. Tarer la balance afin d'être rigoureux sur les mesures,
- Mélanger les échantillons d'herbe parcelle par parcelle afin d'en prélever un échantillon final qui servira à mesurer le TMS et faire une analyse SPIR,
- Ecrire le numéro unique de laboratoire sur le sac,
- Mettre les sacs dans une glacière le temps de l'amener au laboratoire.

Une fois au laboratoire.

- Peser la masse d'herbe verte par sac et le noter dans un fichier Excel correctement organisé,
- Mettre les échantillons aux congélateurs en attendant d'avoir au moins un nombre suffisant d'échantillons pour allumer l'étuve,
- Une fois qu'un nombre suffisant de sacs a été rassemblé, mettre à l'étuve durant 48 h minimum à 68 °C,
- Peser les échantillons secs et noter dans le même fichier la masse mesurée,
- Broyer les échantillons, nettoyer le broyeur entre chaque échantillon. Remplir un pot d'échantillonnage complet par échantillon, jeter le surplus d'herbe. Marquer sur le pot et sur le couvercle le numéro unique de laboratoire,
- Si les mesures SPIR ne sont pas réalisées immédiatement après, ranger à l'endroit approprié les échantillons.

## 7. Mesure SPIR.

- Réaliser les mesures avec l'appareil appartenant à l'ARP en suivant rigoureusement le protocole de l'appareil ASD.
- Noter les résultats dans un fichier Excel.
- Stocker les pots dans le besoin de refaire une analyse dans le futur.