DIAGNOSTIC DU COUT DES FOURRAGES A LA REUNION

Floriane FAGES

Mémoire d'Ingénieur

Avril 2017

96ème promotion

RESUME

La gestion des systèmes fourragers est l'une des principales marges de progrès des élevages bovins réunionnais. Afin d'évaluer les performances technico-économiques de ces systèmes, un outil de calcul des coûts des fourrages à la parcelle est créé à partir de la méthode de calcul analytique. Cet outil d'aide à la décision a pour finalité le conseil en ferme et l'édition d'un référentiel des coûts à la Réunion. Le référentiel décrit et compare différents itinéraires techniques sur les prairies tempérées, le kikuyu et le chloris, représentatifs de la diversité des systèmes fourragers de l'île. L'analyse des itinéraires types a pour but d'identifier des marges de progrès d'optimisation de la gestion des surfaces fourragères.

Le rapport coût/bénéfice d'un fourrage dépend du type de prairie et de l'itinéraire technique associé. Le chloris non irrigué et le kikuyu conduits sans fertilisation, ont un bon rapport quantité/prix. L'irrigation et l'intensification du chloris permet de hauts rendements avec un coût complet intéressant. Les prairies tempérées présentent un bon rapport qualité/prix à condition d'apports d'engrais organiques raisonnés. Toutefois, l'augmentation de la productivité d'une prairie par l'apport supplémentaire de fertilisants n'est pas systématiquement la solution ayant le meilleur rapport coût/bénéfice. Des seuils d'intensification des prairies peuvent être modélisés à partir des coûts complets pour une optimisation des apports en fertilisants. Par ailleurs, d'autres facteurs font varier sensiblement les coûts des fourrages tels que les choix de mécanisation, le prix des intrants, la taille de l'exploitation et l'éloignement des parcelles.

Mots-clés : coût de production, coût de revient, fourrages, La Réunion, outil d'aide à la décision, chloris, kikuyu

ABSTRACT

Forage system management is one of the main step to improve cattle breeding in La Réunion. In order to evaluate technical and economic performances of these systems, a model of forage cost calculation on the plot scale is created using the analytical calculation method. The purpose of this decision support intrument is to provide advices to farmers and to publish a cost framework in La Réunion. The framework describes and compares different crop management on kikuyu grasslands, temperate grasslands and tropical grasslands, representative of the diversity of the island's forage systems. The framework analysis is intended to identify how to optimize grassland management.

The cost/benefit ratio of a forage depends on the grass specie and the grassland management. Chloris and kikuyu grasslands without fertilization, have a good price-quantity ratio. Irrigation and intensification of tropical grasslands allows for high yields with an interesting full cost. Temperate grasslands have a good price-quality ratio under rational organic fertilizer inputs. However, increasing the productivity of grassland by adding fertilizer is not always the most cost-effective solution. Grassland intensification thresholds can be modeled from the full costs for optimizing fertilizer inputs. Furthermore, other factors can significantly influence the forage cost such as mechanization choices, input prices, farm size, and remoteness of plots.

Keywords : full cost, cost price, forages, La Réunion, decision support instrument, chloris, kikuyu

REMERCIEMENTS

Je souhaite tout d'abord remercier ma maître de stage, Maëva MIRALLES-BRUNEAU, pour sa disponibilité et son suivi tout au long de ce stage. Merci de m'avoir invitée aux réunions avec l'ensemble des organismes professionnels. Merci pour tes relectures et tes remarques toujours pertinentes à la Réunion et après mon retour à Toulouse.

Je remercie également l'ensemble de l'équipe de l'ARP, Alex MICHON, David FORGET, Fabien DUTREUIL et Max SERY pour leur accompagnement et leurs conseils tout au long de ce travail, et tout particulièrement Fabien, pour m'avoir fait découvrir les Hauts de l'Ouest et David, qui m'a permis de rencontrer les éleveurs et les organismes professionnels, et avec qui j'ai pu partager d'excellentes journées sur le terrain.

Un grand merci également à Christine Claudon pour son travail de tuteurage, sa disponibilité et son soutien lors de ce stage et à mon retour à Toulouse. Vos conseils m'ont été d'une très grande utilité.

Merci à tous les éleveurs qui m'ont accueillie chez eux, et tout particulièrement à tous ceux qui m'ont invitée pour l'occasion à partager un carry ou un rougail à leur table. Merci à tous les partenaires qui ont suivi de près ou de loin cette étude : Pascale ACHARD, Emmanuel TILLARD, Guylain GRANGE, Jacques LE PETIT, Jean Marc FRANCOIS, Eddie RICHAUVET, Sulliman MOULLAN, Rose Marie GRONDIN, Emmanuel BERTIN, Eddy FONTAINE, Charles Emile BIGOT, Emmanuelle PICARD…

Un grand merci à l'ensemble de l'équipe de l'ARP et de la Chambre d'Agriculture de la plaine des Cafres qui m'ont permis de découvrir la culture créole et la richesse de la gastronomie locale. Merci pour les bons repas partagés, la découverte des fruits et légumes exotiques et l'ambiance conviviale au travail.

Merci aux stagiaires, VSC et thésards du CIRAD pour ces mémorables weekends partagés sur les chemins de randonnée et à la plage : Guylain et Fanny, Manue, Estelle et Kevin, Anne Laure, Bastien, Marion, Nils, Soline, Louise … et bien sûr les purpannaises Juliette, Lola, Agathe et Vinciane.

Merci à Léa et à ma grande sœur, Marjolaine, qui sont venues me voir au cours de ce stage. Merci également Marjolaine pour ta disponibilité et tes bons conseils dans la rédaction de ce mémoire.

Je souhaite remercier toute ma famille et en particulier mes parents pour leur soutien et leur compréhension durant ces six mois de stage passés si loin sur un autre petit bout de monde.

Et puis enfin je remercie tous ceux qui m'ont directement et indirectement permis de découvrir la beauté des paysages de la Réunion et la richesse de la culture créole, et tout particulièrement Vincent PHILEAS avec qui j'ai pu m'initier au maloya et au séga au Conservatoire de musique de Saint Pierre.

SOMMAIRE

PARTIE 1 : CONTEXTE

1. L'élevage bovin : un secteur stratégique de développement de la Réunion
2. Dynamique des productions bovines à la Réunion
3. Production et valorisation des surfaces fourragères
4. Concepts et outils pour le conseil fourrager
5. Problématique
6. Hypothèses

PARTIE 2 : CADRE METHODOLOGIQUE DE l'ETUDE

1. Conception et validation d'un outil de calcul des coûts des fourrages
2. Construction d'un référentiel des coûts des fourrages à la Réunion

PARTIE 3 : RESULTATS

1. Etude technico-économique de l'enrubannage et du foin
2. Leviers d'action pour une meilleure maitrise des charges
3. Optimisation de la ressource fourragère par une fertilisation raisonnée

PARTIE 4 : DISCUSSION ET PROPOSITIONS

1. Discussion des principaux résultats
2. Intérêts et limites de l'étude
3. Perspectives

SIGLES ET ABREVIATIONS

AFP : Association Foncière Pastorale

ARIBEV : Association Réunionnaise Interprofessionnelle pour le Bétail Et les Viandes

ARP : Association Réunionnaise de Pastoralisme

bal : balles

BCMA : Bureau de Coordination du Machinisme Agricole

CILAM : Compagnie Laitière des Mascareignes

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole

cv : chevaux

DEFI : Développement de l'Elevage et des Filières des Interprofessions

FEADER : Fond Européen Agricole pour le Développement Rural

FRCA : Fédération Régionale des Coopératives Agricoles

GDS : Groupement de Défense Sanitaire

GNR : Gazole Non Routier

HT : Hors Taxe

IPAMPA : Indice des Prix d'Achat des Moyens de Production Agricole

IRAT : Institut de Recherche en Agronomie Tropicale

MAT : Matière Azotée Totale

MS : Matière Sèche

N : azote

OAD : Outil d'Aide à la Décision

ODEADOM : Office de Développement de l'Economie Agricole dans les Départements d'Outre-Mer

PAH : Plan d'Aménagement des Hauts

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

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

PDR : Plan de Développement Régional

POSEI : Programme d'Options Spécifiques à l'Eloignement et à l'Insularité

RITA : Réseau Innovation et Transfert Agricole

RMT : Réseau Mixte Technologique

RUP : Région Ultra Périphérique

SAU : Surface Agricole Utile

SEDAEL : Société d'Etude de Développement et d'Amélioration de l'Elevage

SFP : Surface Fourragère Principale

NDF : Neutral Detergent Fiber

SNC : Société en Nom Collectif

SICA : Société d'Intérêt Collectif Agricole

TAF : Travaux d'Amélioration Foncière

TB : Taux Butyreux

tMS : tonne de Matière Sèche

TP : Taux Protéique

UE : Union Européenne

UFL : Unité Fourragère Lait

UFV : Unité Fourragère Viande

UGB : Unité Gros Bovin

UTH : Unité de Travail Humain

UNESCO : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture

URCOOPA : Union Régionale des Coopératives d'Approvisionnement

VBA : Visual Basic for Applications

voy : voyage

INTRODUCTION GENERALE

L'élevage bovin marque les paysages d'altitude de la Réunion. Longtemps marginalisés, ces espaces ont connu un développement rapide au cours des dernières décennies afin de rééquilibrer les inégalités socio-économiques entre la côte et l'intérieur des terres. Le développement rapide des productions bovines, impulsé par les pouvoirs publics, a conduit à un approvisionnement croissant de l'île en produits laitiers et carnés. Encore aujourd'hui, l'élevage bovin, au-delà de la création de richesses et d'emplois, est un outil au service du développement des Hauts[1] de la Réunion.

Les filières bovines sont dans une période charnière de leur développement. Malgré un soutien marqué des pouvoirs publics, les performances des élevages sont très hétérogènes. Une amélioration de la productivité des élevages bovins est indispensable pour répondre à la demande croissante du marché local en produits laitiers et carnés. L'amélioration de la technicité et des performances des élevages ne pourra pas se faire sans l'adoption d'un discours technique commun, cohérent et efficace par les organismes professionnels.

L'autonomie fourragères est un frein au développement des élevages bovins réunionnais. Dans ce sens, plusieurs rapports techniques ont déjà montré les marges de progrès possibles sur la gestion et la valorisation des surfaces fourragères. Les professionnels de l'île ont considéré qu'il était important de créer des outils et des références technico-économiques sur les productions fourragères afin de fournir aux conseillers les données nécessaires pour l'accompagnement des éleveurs sur la gestion des surfaces en herbe.

Suite à ce constat, l'Association Réunionnaise de Pastoralisme (ARP), en partenariat avec le Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique (CIRAD) et le Réseau Transfert et Innovation en Agriculture (RITA) Animal de la Réunion, a fait appel à un stagiaire ingénieur en agriculture pour une durée de 6 mois afin de concevoir un outil de calcul et éditer un référentiel des coûts des fourrages à la Réunion. L'étude s'est déroulée de juin à novembre 2016 au sein de l'ARP et s'est poursuivie et achevée à l'Ecole d'Ingénieurs de Purpan jusqu'au mois d'avril 2017.

La première partie de ce mémoire étudiera le contexte de l'élevage bovin réunionnais et les méthodes de diagnostic technico-économiques des systèmes fourragers à partir d'éléments de la bibliographie et de la rencontre avec les partenaires de l'ARP. Elle aboutira à la formulation de la problématique et à la construction de la méthode de calcul des coûts des fourrages. La seconde partie décrira l'outil de diagnostic conçu à partir de cette méthode, les itinéraires types du référentiel et la méthode d'analyse. La présentation des résultats figurera dans une troisième partie. Elle exposera le référentiel des coûts des fourrages et l'analyse des itinéraires techniques de références afin de dégager des marges de progrès pour l'optimisation de la gestion des surfaces fourragères. La quatrième partie du document portera sur la discussion et les propositions d'amélioration en matière de conseil et de développement sur les productions fourragères à la Réunion.

[1] Les Hauts de la Réunion font références aux zones non littorales de l'île, se différenciant des Bas, les zones côtières, par leur entité géographique, historique et ethnique propre.

PARTIE 1 : CONTEXTE

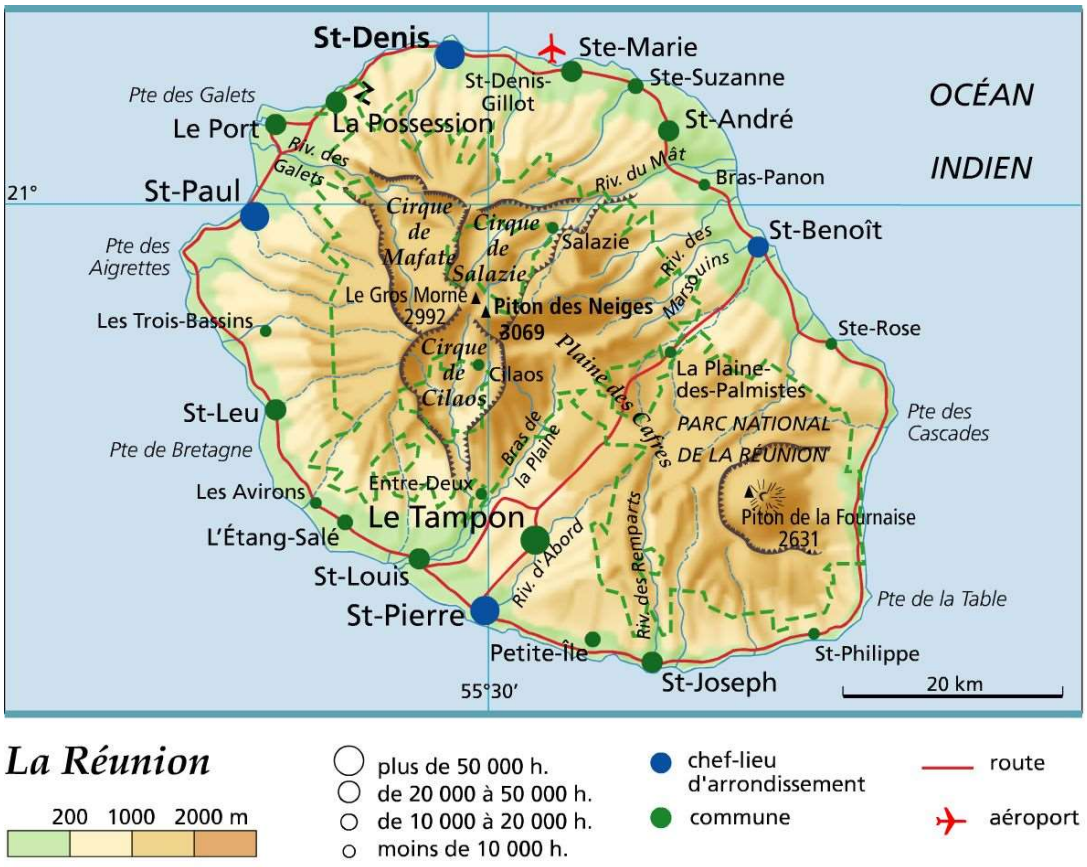


Figure 1 : Carte de la Réunion (ENCYCLOPEDIE LAROUSSE, 2017)

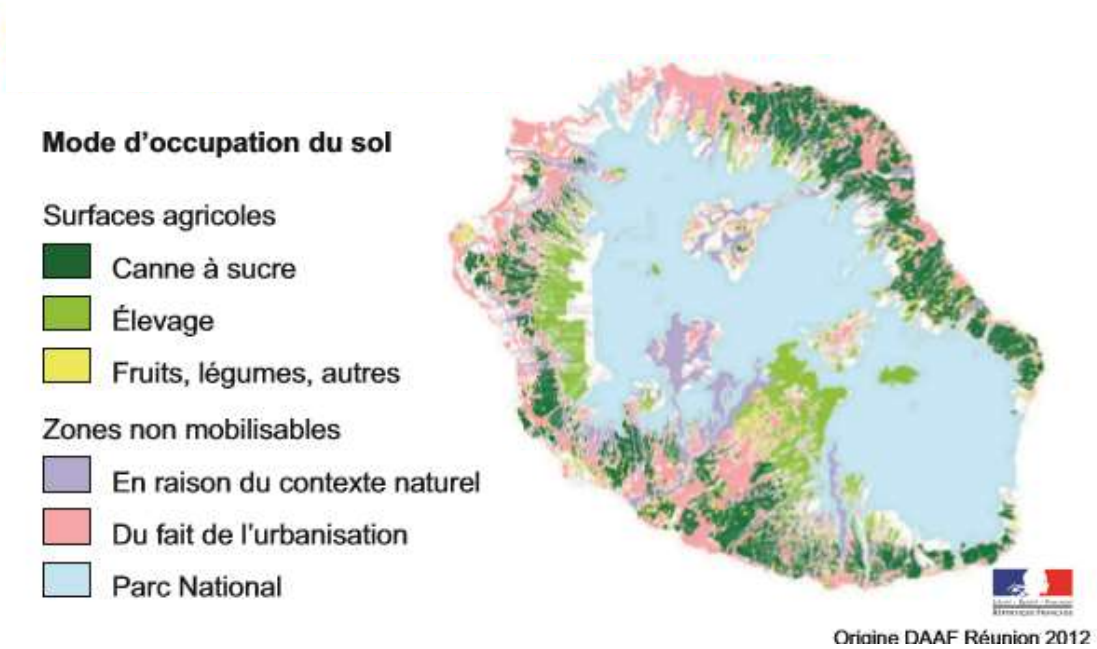


Figure 2 : Mode d'occupation des sols de la Réunion (AGRESTE, 2013)

1 L'ELEVAGE BOVIN : UN SECTEUR STRATEGIQUE DE DEVELOPPEMENT DE L'ILE DE LA REUNION

1.1 LE CONTEXTE ECOLOGIQUE

1.1.1 Les Hauts : un espace à fortes contraintes

La Réunion est une île située au cœur de l'Océan Indien dans l'archipel des Mascareignes (Figure 1). L'espace insulaire s'étend sur 250 370 ha. Le centre de l'île est formé de deux volcans : le Piton des Neiges (inactif) et le Piton de la Fournaise (volcan effusif actif), et de trois cirques (Cilaos, Salazie et Mafate). Il abrite le Parc National de la Réunion, reconnu au patrimoine mondial de l'UNESCO, sur 42% de la superficie totale de l'île. L'essentiel des activités humaines se concentre sur la ceinture littorale (AGRESTE, 2015a).

L'origine volcanique de la Réunion explique ses particularités topographiques et pédologiques contraignantes pour le développement d'activités agricoles (30% de la SAU de l'île se caractérise par des pentes supérieures à 17,5% ; AGRESTE, 2015b). Seulement un cinquième de la superficie de l'île est consacrée aux surfaces cultivées (Figure 2). La canne à sucre, clé de voûte de l'agriculture réunionnaise, occupe 55 % de la Surface Agricole Utile (SAU). Les surfaces dédiées à l'élevage se situent dans les zones d'altitude délaissées par les autres activités agricoles (canne à sucre, arboriculture, maraîchage). Elles représentent environ 10 900 ha, soit un tiers de la SAU de l'île (AGRESTE, 2015b). La topographie de ces espaces est une entrave majeure à leur exploitation (MANDRET *et al.*, 2000).

Les andosols couvrent 80% de l'île de la Réunion. Ce sont de sols jeunes formés sur des cendres volcaniques. Ces sols pauvres et acides ont une minéralisation azotée faible et une part de phosphore assimilable limitée à cause de la forte rétention du phosphore par l'aluminium amorphe (MANDRET *et al.*, 2000). La mise en culture des andosols entraîne une évolution rapide des couches superficielles, augmentant ainsi leur sensibilité naturelle de ces sols à l'érosion. Les fortes précipitations à la saison des pluies provoquent un lessivage important qui compromet la fertilité des sols par acidification et désaturation. L'engorgement continu des terres réduit alors leur portance (BLANFORT, 1998).

1.1.2 Un climat tropical contrasté

La Réunion possède un climat tropical humide (Figure 4 et Figure 3). L'hiver austral de mai à novembre, appelé saison sèche, est caractérisé par des alizés frais et de faibles précipitations. La saison des pluies s'installe de décembre à avril avec un air chaud et humide. Les fortes précipitations et les vents violents peuvent alors évoluer en cyclones.

Ce climat est contrasté et dissymétrique à l'échelle de l'île. La côte « au vent », à l'Est, exposée aux alizés, enregistre des records de précipitations (extrêmes à 10 000 mm/an sur les reliefs est). Au contraire, la côte « sous le vent », à l'Ouest, protégée par le relief, reçoit peu de précipitations (< 2 000 mm/an ; BLANFORT, 1998). La plaine des Cafres, située à la limite de la façade sous le vent, se caractérise par une pluviométrie intermédiaire et régulière selon les saisons (2 000 à 4 000 mm/an). Ces grandes tendances climatiques sont nuancées par un gradient altitudinal entraînant une baisse des températures et une augmentation de la pluviométrie en altitude. La zone tropicale se limite au littoral avec des températures moyennes de 23 à 26°C. La zone tempérée est de plus en plus marquée avec l'altitude. La température moyenne entre 1 000 et 2 000 m est de 12 à 17°C (MANDRET *et al.*, 2000).

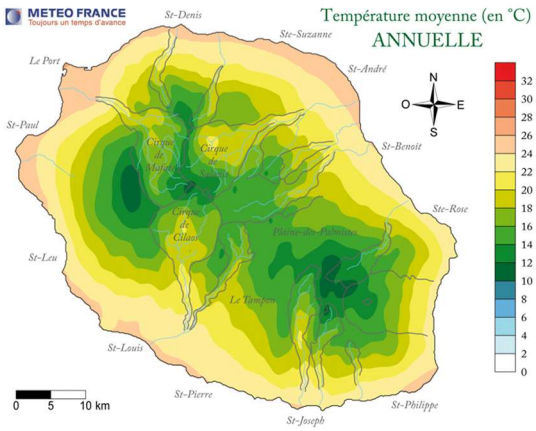


Figure 3 : Isohyètes moyennes annuelles de la Réunion pour la période 1981-2010 (METEOFRANCE, 2017)

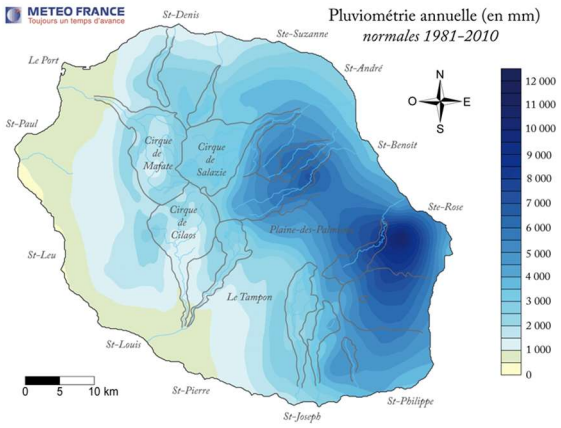


Figure 4 : Isothermes annuelles moyenne de la Réunion pour la période 1981-2010 (METEOFRANCE, 2017)

1.2 LE CHOIX DE L'ELEVAGE BOVIN POUR LES ZONES D'ALTITUDE

En 1946, la départementalisation de la Réunion bouleverse les structures sociales et économiques des zones côtières. Des programmes de développement et de relance globaux, accompagnés d'importantes aides financières, sont mis en place afin de rattraper le retard de l'île sur la métropole. A cette période, les Hauts de l'île sont caractérisés par une agriculture vivrière et la culture du géranium rosat, une plante aromatique transformée en huiles essentielles. Dans les années 70, la surproduction de géranium engendre plusieurs crises successives. Les populations défavorisées des Hauts, de plus en plus marginalisées, se dirigent vers la côte pour rechercher du travail. L'exode rural accentue le chômage sur l'île et accélère le retour en friche de nombreuses terres agricoles. Face à cette situation, un rééquilibrage démographique et économique entre le littoral et l'intérieur des terres s'impose. La filière bovine est alors choisie comme un axe stratégique de développement face aux contraintes topographiques et hydriques de la montagne réunionnaise (MANDRET *et al.*, 2000).

Dans les années 70, deux interventions publiques majeures permettent le développement et la structuration de l'élevage réunionnais (FUSILLIER *et al.*, 2006). La réforme foncière rend accessible le foncier agricole à des métayers et à des ouvriers, et contribue à l'aménagement des surfaces pastorales d'altitude. Le Plan d'Aménagement des Hauts (PAH) conduit au développement de l'élevage bovin grâce à une politique volontariste de soutien direct aux productions et de régulation des marchés (DEPARTEMENT REUNION, 2006). Les systèmes de production se construisent en reproduisant les techniques de la métropole. Les races Holstein pour les laitiers, Limousine et Blonde d'Aquitaine pour les élevages allaitants sont importées pour accroître les performances individuelles des animaux (MANDRET *et al.*, 2000).

Les différentes aides spécifiques créent et structurent les filières de production. La SICALAIT, initiée en 1962, assure la collecte et l'accompagnement des producteurs laitiers. La filière viande bovine se construit dans les années 70 autour de la SICAREVIA. Ces deux filières se développent grâce à l'augmentation de la demande en produits laitiers et carnés sur l'île, impulsée par la croissance démographique et l'évolution des habitudes de consommation (augmentation de 416 500 à 843 717 habitants entre 1967 et 2017 ; INSEE, 2015a). Aujourd'hui, le schéma économique organisé est l'un des facteurs de réussite de l'adaptation de l'élevage réunionnais aux contraintes d'isolement et à la taille restreinte du marché local (MANDRET *et al,* 2000 ; Figure 5).

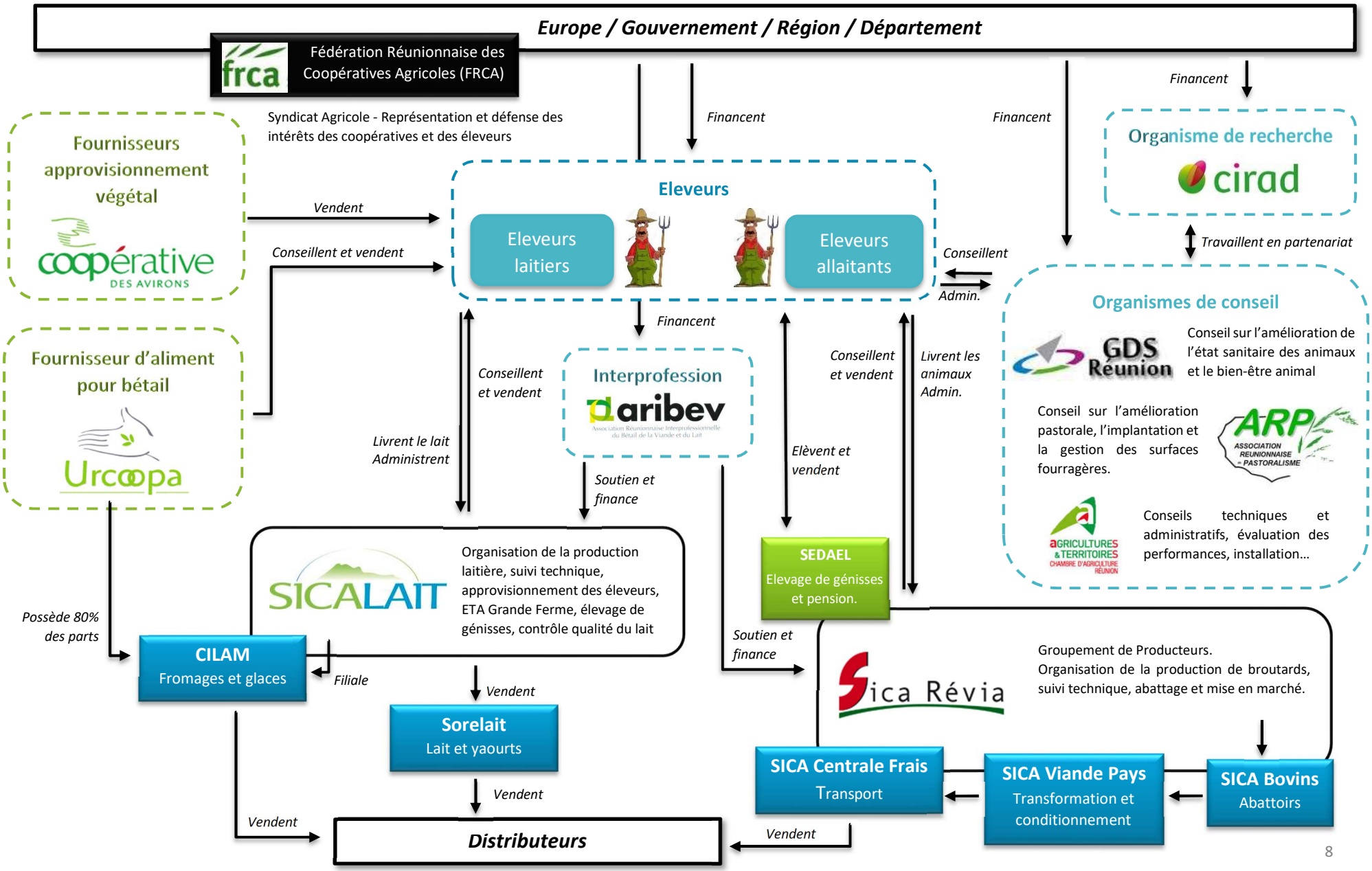


Figure 5 : Schéma organisationnel des filières bovines à la Réunion

Les élevages ont connu une évolution extrêmement rapide en l'espace d'un demi-siècle (BLANFORT, 1998). La promotion du modèle d'exploitation agricole familiale à La Réunion a fait émerger une classe d'exploitations modernisées, de taille moyenne (7 à 50 ha), professionnalisant ainsi le métier d'éleveur (FUSILLIER *et al.*, 2006). Aujourd'hui, les structures sont majoritairement sous forme individuelles, familiales, avec 1 à 3 UTH travaillant sur l'exploitation. La construction récente du métier d'éleveur explique en partie l'hétérogénéité des performances entre les élevages et les marges de progrès possibles en termes de technicité et de gestion (BERRE *et al.*, 2013 ; CHOISIS *et al.*, 2008 ; CHOISIS *et al.*, 2009).

1.3 LA DIMENSION MULTIFONCTIONNELLE DE L'ELEVAGE BOVIN REUNIONNAIS

L'élevage bovin joue un rôle économique, social et écologique important à l'échelle de l'île (Figure 6). En 2014, la production laitière réunionnaise s'élevait à 19,1 millions de litres et la production bovine à 1 623 tonnes équivalent carcasse (DAAF, 2015). L'île reste cependant encore fortement déficitaire en produits animaux avec des taux de couverture du marché local de 30% en produits laitiers et de 24% en viande bovine (ETATS GENERAUX DE L'OUTRE-MER REUNION, 2013). Une augmentation de la production en produits laitiers et carnés est nécessaire pour répondre à la demande croissante du marché local et pour limiter les importations et la dépendance de l'île aux marchés européens et mondiaux.

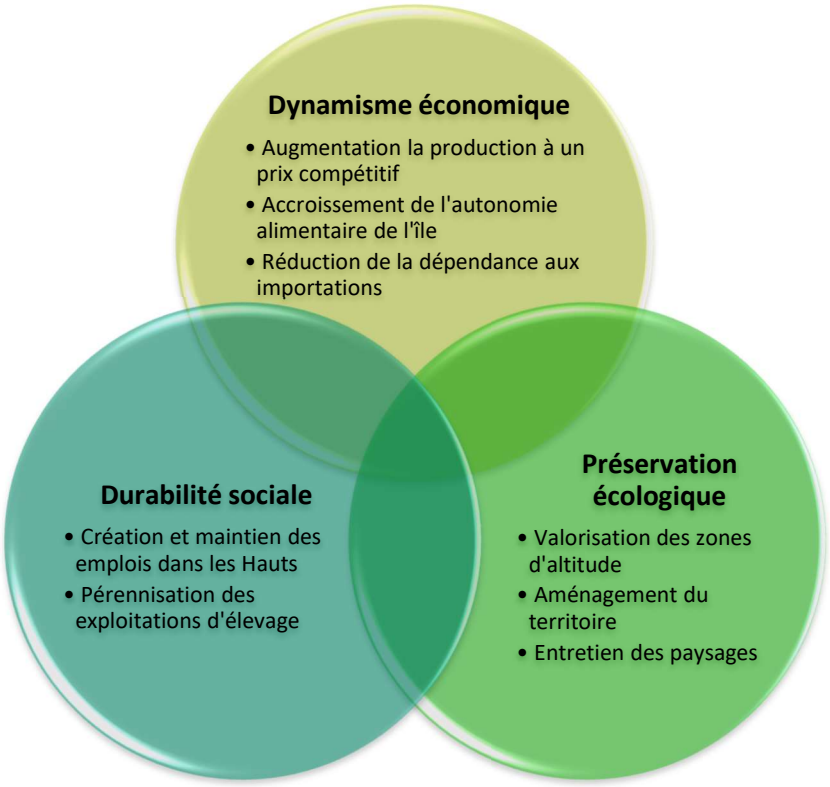


Figure 6 : Enjeux et multifonctionnalité de l'élevage bovin à la Réunion

La crise économique mondiale de 2008-2009 a accentué la montée du chômage et la baisse du pouvoir d'achat à la Réunion. Le PIB par habitant est plus faible que la moyenne européenne (pour un référentiel de 100 du PIB par habitant pour l'UE, 77 à la Réunion et 117 pour la métropole).

Les prix des denrées alimentaires sont en moyenne 37% plus élevés qu'en métropole[2] (INSEE, 2016). Par ailleurs, le marché de l'emploi est marqué par un fort taux de chômage (24,6% de la population active contre 9,7% en métropole ; INSEE, 2015b). La pérennité des exploitations bovines dans les Hauts est ainsi un enjeu majeur pour créer et maintenir de l'emploi dans les campagnes réunionnaises (1 039 emplois directs attribués à l'élevage bovin ; CHOISIS *et al.*, 2003 ; ARIBEV, 2015).

En outre, l'élevage bovin participe activement à la valorisation et à l'entretien des surfaces pastorales et des ressources écologiques des zones d'altitude. La mise en valeur de ces espaces participe largement au développement du tourisme rural, autre pilier majeur de l'économie réunionnaise (MANDRET *et al.,* 2000 ; CHOISIS *et al.*, 2003).

2 DYNAMIQUES DES PRODUCTIONS BOVINES A LA REUNION

2.1 CARACTERISATION DES ELEVAGES BOVINS REUNIONNAIS

2.1.1 Organisation spatiale de l'élevage bovin à l'échelle de l'île

Le cheptel laitier réunionnais se concentre autour de quatre bassins de production principaux : la plaine des Cafres (66% des volumes produits), les hauts de St Joseph (22%), les hauts de l'ouest (8%) et la plaine des Palmistes (6% ; Figure 7 ; ODEADOM, 2009).

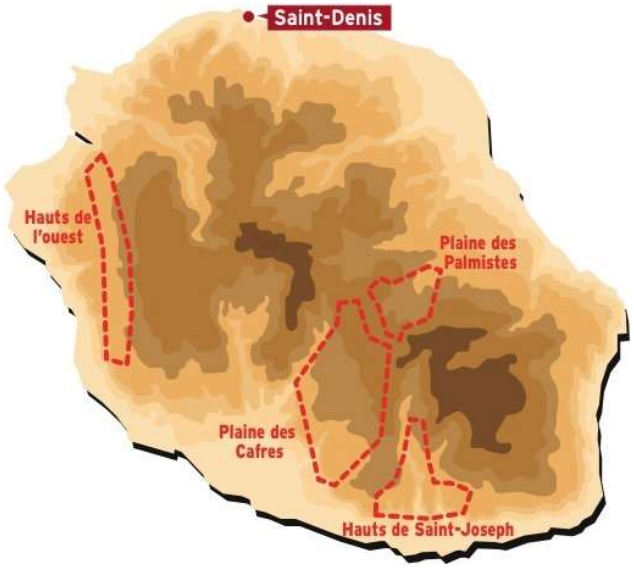


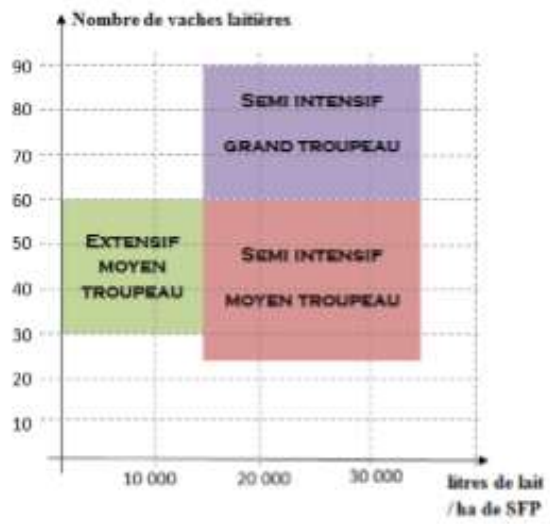
Figure 7 : Les bassins de production laitière et allaitante naisseurs
Source : Plein Champ, 2012

La filière allaitante suit un modèle biogéographique. Les troupeaux naisseurs sont installés dans les Hauts de l'île, principalement dans l'Ouest et à la plaine des Cafres. Les broutards sont vendus dans les Bas aux éleveurs engraisseurs, ayant souvent développé cet atelier en diversification de la culture de la canne à sucre (CHOISIS *et al.*, 2009).

[2] Les produits alimentaires d'un panier métropolitain acheté à la Réunion coûtent 36,8% plus cher, tandis que les produits alimentaires d'un panier réunionnais acheté en métropole coûtent 16,6% moins cher.

2.1.2 Caractérisation des exploitations bovines laitières et allaitantes

Les systèmes de production bovins réunionnais ont été fortement influencés par les aides visant à accroitre les performances des élevages et par les objectifs de gain de parts de marché des filières (CHOISIS *et al.*, 2009 ; FUSILLIER *et al.*, 2006). Des modèles de production intensifs (> 4 UGB/ha de SFP), calqués sur les systèmes de plaine métropolitains, se sont développées sous l'impulsion des organismes professionnels (Figure 8 ; MANDRET *et al.*, 2000). Les taux de chargement des élevages laitiers réunionnais sont deux à trois fois supérieurs à ceux de métropole. Les orientations d'augmentation de la production justifient le caractère particulier de développement des exploitations par rapport aux élevages des zones de montagne. A titre d'exemple, il est rare de rencontrer de petites exploitations laitières entièrement hors sol à plus de 1 000 m d'altitude en métropole (ALARY *et al.*, 2002).



Semi-Intensif Moyen Troupeau :

SAU de 8 à 16 ha - 30 à 60 vaches
Main d'œuvre de 1 à 2 UMO
Chargement de 3 à 6 UGB/ha SFP
Productivité de 180 000 à 450 000 L

Semi-Intensif Grand Troupeau :

SAU de 20 à 40 ha - 60 à 90 vaches
Main d'œuvre de 2,5 à 4 UMO
Chargement de 2,5 à 4,5UGB/ha SFP
Productivité de 400 000 à 675 000 L

Extensif Moyen Troupeau :

SAU de 15 à 35 ha - 30 à 60 vaches
Main d'œuvre de 2 à 3 UMO
Chargement de 1,5 à 3 UGB/ha SFP
Productivité de 165 000 à 400 000 L

Figure 8 : Caractérisation des systèmes bovins laitiers du Réseau de Références de la Réunion (ODEADOM, 2016a)

Les élevages allaitants naisseurs se caractérisent par des chargements plus faibles qu'en élevage laitier, proches des élevages allaitants naisseurs de métropole (< 2 UGB/ha de SFP en moyenne ; Tableau 1). Les troupeaux sont conduits au pâturage toute l'année car de nombreuses exploitations ne possèdent pas de couchages en bâtiment. Les broutards sont vendus le plus souvent aux élevages engraisseurs hors sol selon un système de quotas de répartition mis en place par la SICAREVIA. La production de broutards par les élevages naisseurs limite cependant le développement des ateliers d'engraissement (CHOISIS *et al.*, 2011).

Tableau 1 : Structure des exploitations bovin viande selon la typologie du Réseau de Références de la Réunion (ODEADOM, 2016b)

Structure				
Code système	**NS**	**NDV**	**NE**	**ENGm[1]**
SAU (ha)	40	17	60	7
SFP (ha)	40	16	60	2
UGB[2] totales	59	28	104	13
UMO totales	1,5	1,8	2,5	1,5
Chargement (UGB/SFP)	1,5	1,8	1,7	6,7

NS : Naisseurs spécialisés
NDV : Naisseurs avec diversification végétale (pomme de terre)
NE : Naisseurs-engraisseurs
ENGm : Engraisseurs mâles diversifiés avec la culture de la canne à sucre

La taille des élevages bovins est limitée par la pression foncière. Les valeurs vénales moyennes des zones d'élevage sont 1,7 fois plus élevées à la Réunion qu'en métropole (7 500 €/ha contre 4 500 €/ha ; SAFER, 2017 ; LA FRANCE AGRICOLE, 2016). Avec l'épuisement de la « réserve foncière » des Hauts, des prairies sont créées dans les Bas, entrant en concurrence avec la sole cannière (FUSILLIER *et al.*, 2006). En outre, les nombreuses indivisions et les stratégies spéculatives limitent la disponibilité des terres. L'arrêt d'activité des petites exploitations ne permet pas l'agrandissement des autres, leur foncier étant mobilisé à des fins immobilières. Les agriculteurs sont alors obligés de se tourner vers de nouveaux espaces plus difficiles d'accès et/ou avec une plus faible productivité pour développer leur activité (FUSILLIER *et al.*, 2006 ; AGRESTE, 2015b).

2.1.3 Des performances techniques hétérogènes liées aux systèmes d'alimentation

Les élevages laitiers et allaitants réunionnais ont des performances très hétérogènes et globalement inférieures aux élevages métropolitains. La production laitière moyenne par vache est de 6 575 l (8 415 l/vache moyenne du contrôle laitier de métropole ; ODEADOM, 2009 ; IDELE, 2013). Ces résultats sont liés à la spécificité du milieu, à la taille des structures mais également aux systèmes d'alimentation des éleveurs (CHOISIS *et al.*, 2009).

Les fourrages représentent en moyenne 45% de l'alimentation des vaches laitières pour 55% de concentrés, indépendamment de la disponibilité en ressources fourragères de l'exploitation (Tableau 2 ; BRL, 2017 ; ODEADOM, 2009). La quantité de concentrés distribuée moyenne est de 650 g/litre de lait (entre 400 g/litre et 850 g/litre), soit 2 à 3 fois supérieure aux élevages de métropole (ODEADOM, 2009 ; IDELE, 2013). L'essentiel de la ration est ainsi constitué d'aliments rapidement dégradables. Dans certains cas, la rumination peut être insuffisante pour tamponner les fortes variations de pH dans le rumen. La valorisation des aliments distribués n'est alors pas optimisée et le risque zootechnique et sanitaire pour les animaux augmenté. En outre, les fortes chaleurs à la saison estivale pénalisent les vaches laitières hautes productrices. Si l'extra chaleur produite n'est pas exportée, les vaches abaissent leur consommation en concentrés et diminuent ainsi leur production (BRUNSCHWIG *et al.*, 2009).

Tableau 2 : Rations types des vaches laitières à la Réunion (BRL, 2017)

Ration VL (kg/j)	Nombre d'élevages	Enrubannage (kgMS/j)	Paille de canne (kgMS/j)	Foin (kgMS/j)	Pâture (kgMS/j)	Aliment (kgMS/j)	Part de l'aliment dans la ration en masse
Mixte	44	7,3	1,6	0,3	4,1	12,4	51%
Pâture majoritaire	12	1,4	1,8	0,3	6,2	12,3	61%
Hors-sol	12	7,5	1,6	0,4	0,0	13,6	63%
Moyenne	**68**	**6,3**	**1,6**	**0,3**	**3,9**	**12,6**	**55%**

Par ailleurs, le lait à la Réunion présente des taux plus faibles et une moins bonne qualité sanitaire que le lait de métropole (- 2,6 g/l de TB et - 0,6 g/l de TB ; Tableau 3). Les rations à base de fourrages tropicaux ou associant des fourrages tempérés et des hauts niveaux de complémentation en concentrés sont en partie responsables de ces différences (BONY *et al.*, 2005a ; BRUNCHIWG *et al.*, 2009).

Tableau 3 : Comparatif de la qualité du lait avec des systèmes spécialisé de piémont métropolitains (d'après CA REUNION, 2014 ; IDELE, 2013)

Indicateur	Réunion	Métropole	Variation
Taux butyreux (g/l)	37,5	40,1	- 6,9%
Taux protéique (g/l)	32,1	32,7	- 1,8%

2.1.4 Des coûts de production élevés

Le contexte insulaire et l'éloignement conduisent à l'importation de l'ensemble des matières premières utilisées en élevage. Les prix à la Réunion des intrants et du matériel sont en moyenne 50% plus élevés que ceux pratiqués en métropole (Tableau 4).

Tableau 4 : Barème indicatif comparé des prix des matières premières agricoles à la Réunion (d'après ODEADOM, 2016 ; PERES et al., 2016 ; PARMENTIER, 2014 ; IDELE, 2017)

Intrant	Prix Réunion	Prix métropole	Variation
Engrais Ammonitrate 33	550 €/t	323 €/t	+ 70%
Concentré bovin lait	358 €/t	313 €/t	+ 14%
Matériel (Tracteur 130 cv)	99 450 €	65 950 €	+ 51%

Les coûts de production sont par conséquent plus élevés à la Réunion qu'en métropole (+ 50% en élevage allaitant ; CHOISIS *et al.*, 2003 ; et 665 €/1 000 l de lait soit +25% en élevage laitier ; ODEADOM, 2009). L'alimentation constitue le principal poste de dépenses. L'achat de concentrés représente environ 50% du coût de production de l'atelier laitier (317 €/1 000 l de lait ; ODEADOM, 2009). Toutefois, les éleveurs réunionnais bénéficient d'un prix de vente du lait nettement supérieur à celui du marché (595 €/1 000 l de lait soit presque deux fois supérieur au prix de métropole de 310 €/1 000 l ; ODEADOM, 2016). Dans ce contexte, l'augmentation de la production par vache grâce à l'achat de concentrés est économiquement intéressante, dans la mesure où les risques sanitaires sont maitrisés (BRUNSCHWIG *et al.*, 2009).

2.1.5 Des soutiens économiques importants empreints du contexte ultramarin

La Réunion fait partie des régions Ultra Périphériques (RUP) de l'Union Européenne (UE). Dans ce cadre, l'agriculture réunionnaise bénéficie de fonds européens spécifiques et non spécifiques, tels que le Programme d'Options Spécifiques à l'Eloignement et à l'Insularité (POSEI), le Fond Européen Agricole pour le Développement Rural (FEADER), ayant pour objet de pallier aux contraintes de l'éloignement géographique et aux difficultés qui l'accompagnent (insularité, taille restreinte du marché local, climat). Les aides nationales, régionales et départementales provenant en grande partie de l'Office de Développement de l'Economie Agricole des Départements d'Outre-Mer (ODEADOM) interviennent en complément des fonds européens sur des programmes sectoriels (ODEADOM, 2016c).

Les mesures spécifiques qui découlent de ces orientations, répondent à un double objectif d'autosuffisance alimentaire de l'île et de rattrapage économique des zones ultrapériphériques. Elles s'inscrivent dans une logique différente des orientations des politiques agricoles de métropole. Les soutiens économiques à la Réunion visent à augmenter la production, tandis que l'orientation de la PAC cherche à maitriser, voire à diminuer la production européenne (CESER, 2005). Ces aides conduisent à une forte dépendance des revenus des éleveurs et des exploitations réunionnaises aux soutiens et aux orientations données par les pouvoirs publics (rapport aides/revenu supérieur à 200% ; CHOISIS, 2011).

2.2 LES ELEVAGES ET LES FILIERES SONT FRAGILISEES PAR LA CONJONCTURE ECONOMIQUE

L'élevage réunionnais est dans une période charnière de son développement. Les politiques d'incitation à la production, mises en place dans les années 90, qui ont permis d'accroitre la productivité et développer les filières ne sont plus en mesure de répondre aux attentes du monde agricole (BERRE *et al.*, 2013). Les élevages sont confrontés à l'augmentation et à la volatilité du prix des intrants (Figure 9). La production laitière connaît un fort recul depuis une dizaine d'années (- 24% de litres de lait collectés entre 2006 et 2014 ;). Entre 2002 et 2014, près de la moitié des éleveurs ont arrêté leur activité (de 146 en 2002 à 73 éleveurs en 2014 ; BENOIT *et al.*, 2013). BERRE *et al.* (2013) recense 10% des éleveurs laitiers qui ont fait faillite entre 2008 et 2009 suite à l'augmentation brutale des prix des concentrés (+ 57% pour l'aliment pour bétail à la Réunion entre 2007 et 2008). De nombreuses exploitations sont encore aujourd'hui en difficultés financières.

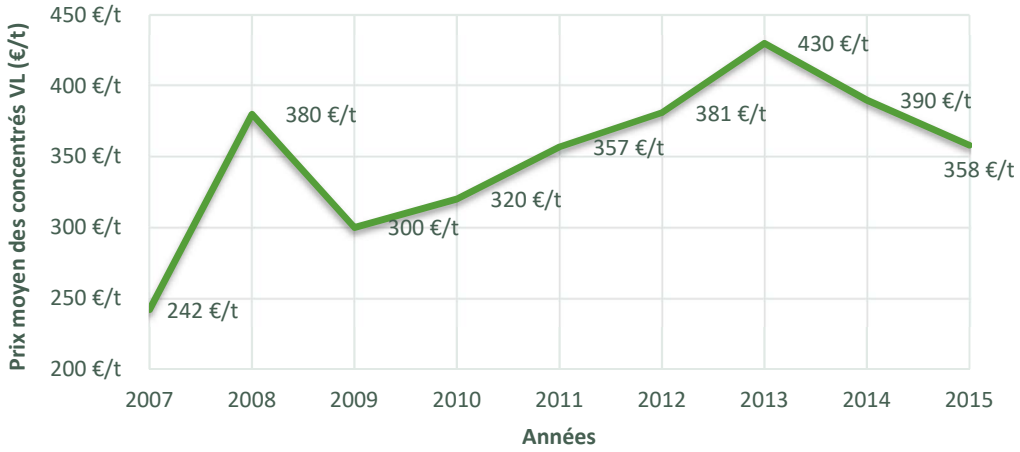


Figure 9 : Variation du prix moyen des concentrés pour bovin lait à la Réunion entre 2007 et 2015

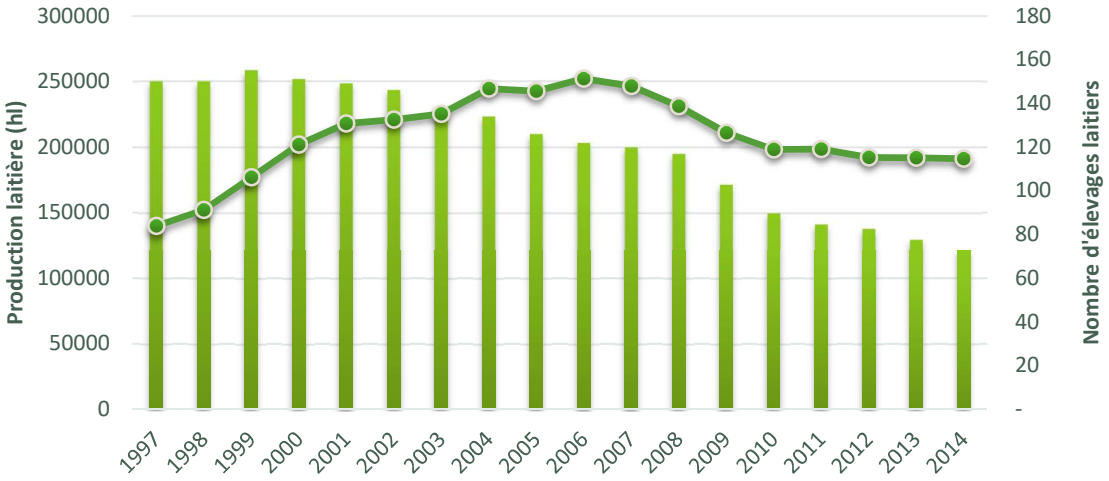


Figure 10 : Evolution de la production laitière et du nombre d'exploitation à la Réunion (Source : SICA Lait)

La production locale de viande bovine est également en perte de vitesse. Malgré une augmentation de la demande, les parts de marché de la filière locale se réduisent à cause des coûts de production élevés sur l'île. Des importations de plus en plus importantes de métropole viennent concurrencer la production locale, notamment sur le marché du frais (Figure 11). La baisse des cours du marché de la viande bovine au cours de l'année 2016 a accentué cette tendance, conduisant à l'augmentation des importations de viande à un faible coût en provenance de métropole (SICAREVIA, 2016).

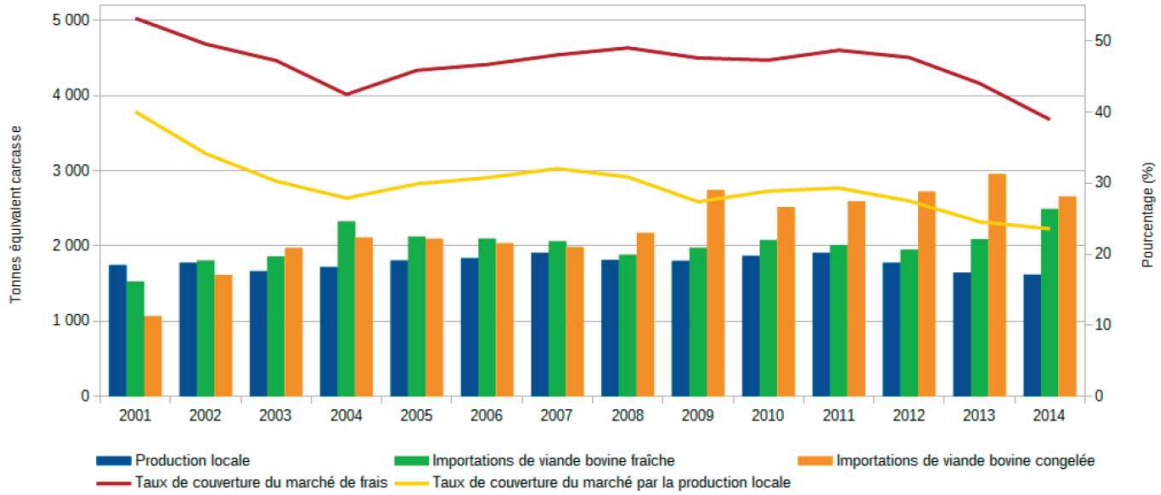


Figure 11 : Evolution de la production et de la demande en viande bovine (SICAREVIA, 2016)

Les origines de la crise de l'élevage bovin réunionnais sont plurielles. La filière laitière a traversé des difficultés structurelles au cours des dernières années menant à un désengagement fort des éleveurs. Les logiques économiques d'augmentation des volumes de production ont conduit à un endettement excessif des exploitations laitières et allaitantes (BENOIT *et al.*, 2013). Le choix de systèmes de production basés sur l'achat de concentrés augmente la dépendance et le risque lié aux aléas économiques. La montée et la volatilité des prix des matières premières ces dernières années ont fragilisé les élevages (BRUNSCHWIG *et al.*, 2009).

Une réflexion globale pour la mise en place de systèmes de production robustes et durables, valorisant les potentiels pastoraux, doit être menée (BERRE *et al.*, 2013). La question de l'articulation entre les filières et le territoire apparait primordiale pour répondre à l'émergence des nouveaux risques et enjeux (BENOIT *et al.*, 2013). L'évaluation de la capacité d'accueil de l'île en fonction du contexte socioéconomique, écologique et sociétal doit permettre le développement de l'élevage bovin dans un aménagement équilibré du territoire (BRUNSCHWIG *et al.*, 2009).

2.3 OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT DE L'ELEVAGE BOVIN

Le projet DEFI à la Réunion, financé par des fonds nationaux et européens, témoigne encore aujourd'hui du soutien marqué des politiques publiques aux filières d'élevage (BENOIT *et al.*, 2013). Mis en application en 2011, il pose les objectifs de développement pour les filières animales à l'horizon 2020 pour pallier aux difficultés socio-économiques que traverse l'île (SICAREVIA, 2016 ; DELAMOTTE, 2011) :

- **Accroître de 10% les parts de marché** pour les productions bovines des interprofessions réunionnaises par une augmentation de la production fixée à + 58% pour la filière viande bovine et + 48% pour la filière lait.
- **Créer 1 600 emplois locaux directs et indirects** par le développement des filières et l'installation de 40 éleveurs bovins allaitants et 50 éleveurs laitiers.
- **Diminuer les prix de vente des produits locaux** pour redonner du pouvoir d'achat aux réunionnais par un renforcement de la compétitivité à chaque maillon de la chaîne et la mise en place d'une aide à la commercialisation.
- **Inciter à la consommation de produits locaux** par des actions de communication auprès des consommateurs.

Un premier bilan de ce projet a été réalisé en 2014 pour l'ensemble de l'élevage réunionnais. Pour les filières bovines, le plan DEFI a permis l'installation de 4 éleveurs laitiers et 19 éleveurs allaitants entre 2011 et 2015. A mi-parcours, l'Association Réunionnaise Interprofessionnelle pour le Bétail Et les Viandes (ARIBEV) souligne l'implication directe des consommateurs et la dynamique d'investissements impulsée par le projet DEFI, malgré les difficultés rencontrées par les filières animales (ARIBEV, 2017).

Les performances des élevages bovins réunionnais sont très hétérogènes. Le contexte insulaire est un frein majeur au développement des exploitations (pression foncière, dépendance aux matières premières d'importation, coûts de production élevés, situation de quasi-monopole, dépendance aux aides). L'amélioration de la technicité des éleveurs sur la gestion des systèmes d'alimentation a déjà été identifiée à plusieurs reprises comme l'une des principales marges de progrès. Une production de fourrages en quantité et en qualité assurerait la pérennité des exploitations face à la montée et la volatilité des prix des matières premières (CHOISIS *et al.*, 2003 ; CHOISIS *et al.*, 2008 ; D'HAESE *et al.*, 2009).

3 PRODUCTION ET VALORISATION DES RESSOURCES FOURRAGERES

3.1 DES POTENTIELS FOURRAGERS DIVERSIFIES MAIS SOUS-EXPLOITES

3.1.1 L'hétérogénéité climatique sur le territoire conditionne les choix d'espèces fourragères

La surface fourragère principale (SFP) occupe 26% de la SAU de l'île (Figure 12 ; AGRESTE, 2015a). La majorité des prairies sont uniquement à vocation pastorale (MANDRET *et al*, 2000). Les cultures fourragères représentent 17% de la SFP. Au cours des cinquante dernières années, de nombreuses parcelles ont bénéficié de Travaux d'Amélioration Foncière (TAF) conduits par les Associations Foncières Pastorales (AFP), puis l'ARP (défrichement, arasement de buttes, épierrage), afin de les rendre aptes à la mécanisation (illustrations de TAF en **ANNEXE 1**).

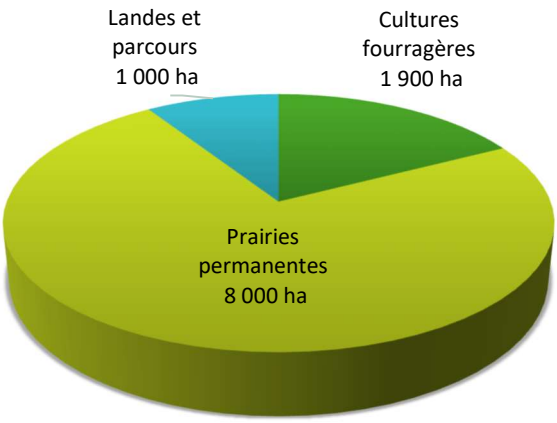


Figure 12 : Répartition de la SFP à la Réunion (Source : ARP)

Les graminées fourragères tropicales sont cultivées dans les Bas (chloris, brachiaria, setaria ; **ANNEXE 2**). Le kikuyu prédomine sur les surfaces pâturées de moyenne et de haute altitude (entre 600 m et 1 200 m). Au-dessus de 1 200 m, la baisse des températures et l'augmentation de la pluviométrie sont favorables aux espèces tempérées (ray Grass, dactyle, brome, trèfle ; Figure 13 ; Figure 14 ; CHOISIS *et al.*, 2009).

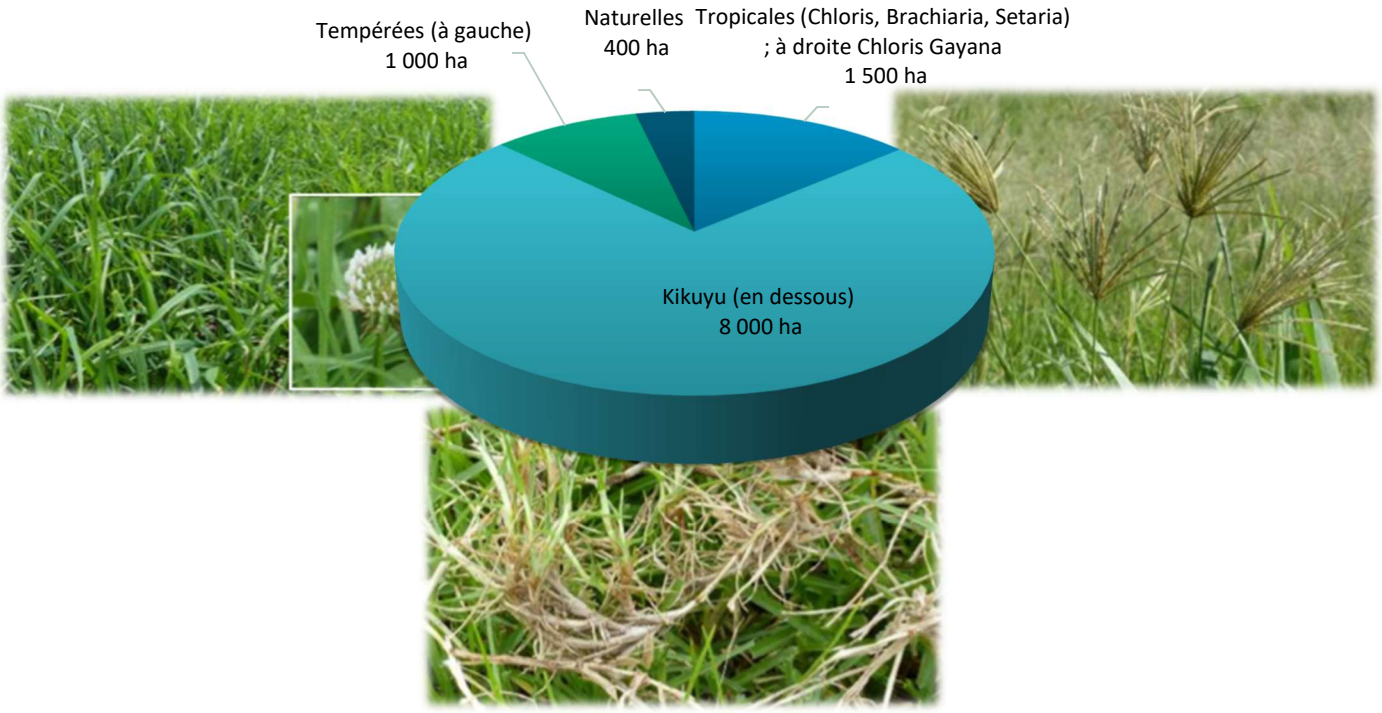


Figure 13 : Répartition des espèces fourragères à la Réunion (BRL, 2017 ; DELABY, 2017)

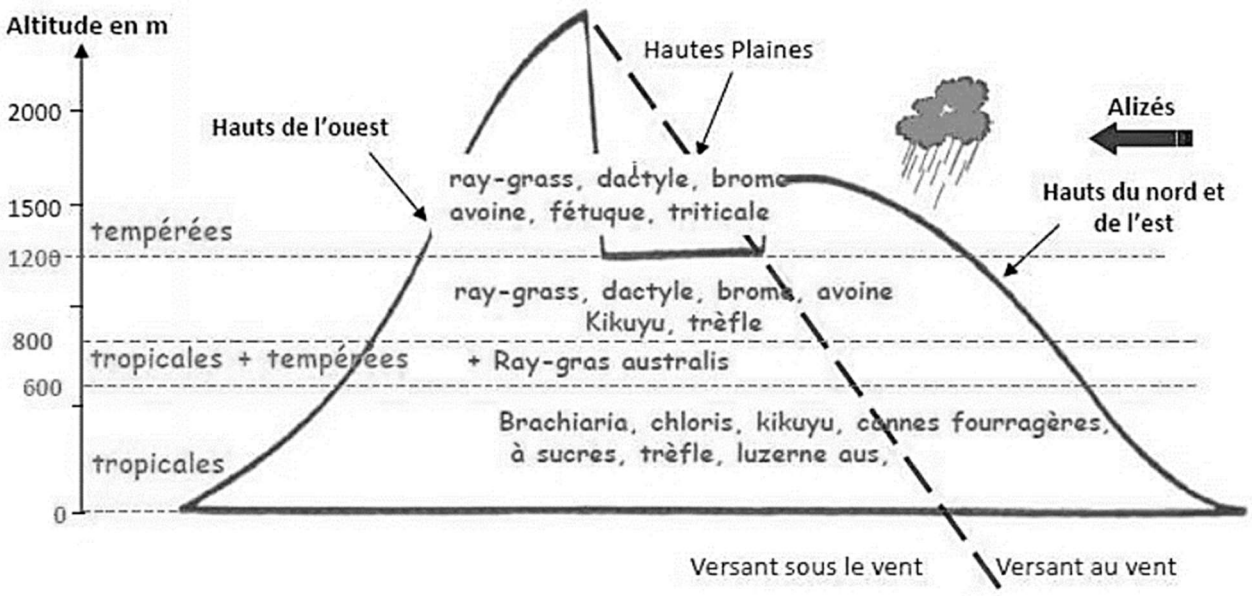


Figure 14 : Répartition altitudinale des espèces fourragères (Source : ARP)

3.1.2 Une production en quantité et en qualité en dessous du potentiel fourrager

Les prairies sont productives toute l'année, permettant des potentiels de rendement fourrager plus élevés qu'en métropole (Tableau 5 ; GRIMAUD et THOMAS, 2002). Les prairies tropicales ont de meilleurs rendements que les prairies tempérées. Le kikuyu et le chloris, comme la majorité des graminées tropicales, ont un cycle du carbone en C4. Ce métabolisme se caractérise par une meilleure efficacité de la photosynthèse et fonctionne avec moins d'azote que les graminées tempérées en C3 (KLEIN, 2014). Les conditions climatiques des Bas, favorables aux graminées tropicales, leur permettent d'exprimer pleinement leur potentiel.

La pousse de l'herbe est inégalement répartie sur l'année. Cette variabilité s'accentue avec l'altitude. Les conditions chaudes et humides en été offrent une importante production de biomasse. La réduction des niveaux de fertilisation et les taux de chargement au pâturage élevés visent à limiter l'explosion de la croissance et les pertes au champ. A l'inverse, à la saison fraîche, l'apport de fertilisation azotée plus important compense le ralentissement de la croissance (MANDRET *et al*, 2000).

Tableau 5 : Rendements et valeurs nutritives potentielles en vert des principales espèces fourragères présentes à la Réunion (Source : BARBET MASSIN et al., 2004 ; MANDRET et al., 2000)

Type de fourrage	Potentiels de rendement	UFL (g/kg MS)	UFV (g/kg MS)	PDIN (g/kg MS)	PDIE (g/kg MS)
Kikuyu	15 à 20 tMS/ha	0,68	0,59	97	88
Canne fourragère	35 à 50 tMS/ha	0,58	0,49	53	61
Chloris	20 à 30 tMS/ha	0,57	0,46	80	76
Dactyle	10 à 15 tMS/ha	0,88	0,82	122	115
Ray Grass anglais	10 tMS/ha	0,93	0,87	103	103
Ray Grass d'Italie	10 à 15 tMS/ha	0,87	0,82	106	103

Le potentiel fourrager réunionnais est cependant largement sous-exploité (Figure 15). La production moyenne des surfaces fourragères à l'échelle de l'île est de l'ordre de 10 tMS/ha (**ANNEXE 3** ; BRL, 2017). Cette sous-valorisation des prairies s'explique en partie par l'approche extensive des systèmes naisseurs allaitants (chargement < 2 UGB/ha). En outre, les conditions météorologiques difficiles à la saison des pluies compliquent la gestion des stocks fourragers et les

chantiers de récolte. Les cultures fourragères sont ainsi souvent délaissées au profit des soins du troupeau, pénalisant alors les rendements et la qualité des fourrages récoltés (VAYSSIERES *et al.*, 2007).

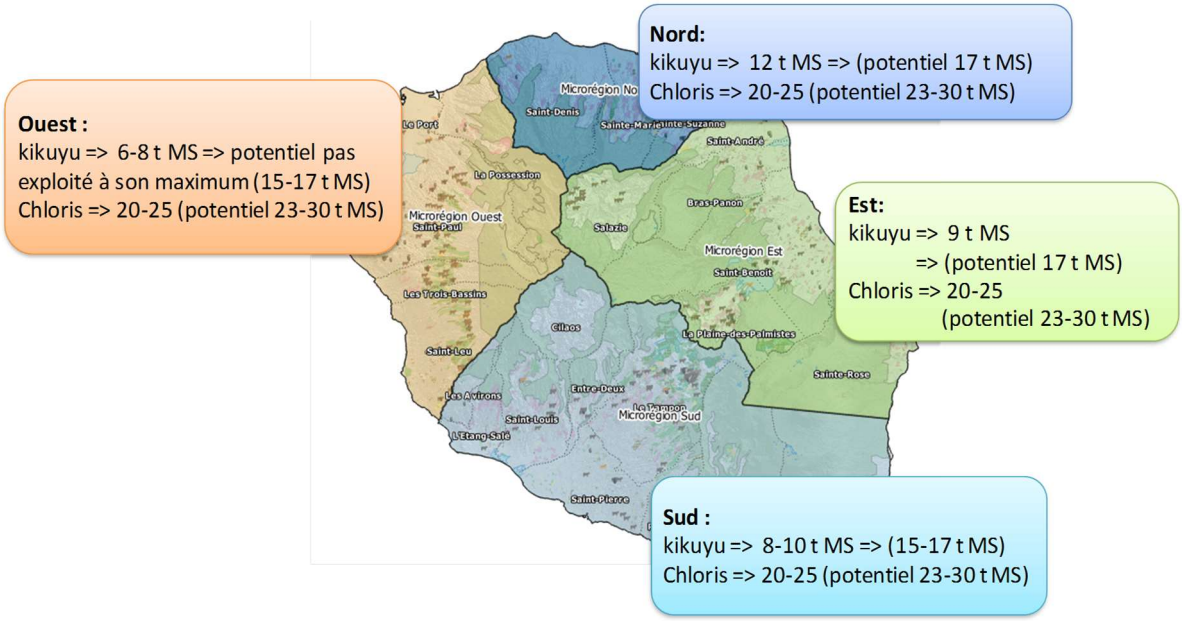


Figure 15 : Rendements réels et potentiels en fonction de la zone et du type de culture (BRL, 2017)

La composition botanique des prairies explique la grande variabilité des valeurs alimentaires des fourrages produits sur l'île (Tableau 5). Les espèces tempérées ont des valeurs alimentaires proches de celles que l'on trouve dans leur région d'origine (MANDRET *et al*., 2000). Les espèces tropicales présentent des valeurs alimentaires inférieures aux espèces tempérées quel que soit leur mode de conservation. L'intensité de l'activité photosynthétique explique en premier lieu ces différences. Les plantes en C4 (graminées tropicales) produisent davantage de constituants pariétaux diminuant ainsi la digestibilité du fourrage. La valeur énergétique des fourrages tropicaux est alors plus faible (KLEIN, 2014).

La saison est également un facteur déterminant de la valeur alimentaire. La croissance accélérée pendant la saison chaude entraîne une lignification rapide qui appauvrit rapidement la valeur alimentaire du fourrage. Le refroidissement et la diminution des précipitations à la saison fraîche provoquent un ralentissement de la croissance de l'herbe. Le rapport feuille/tige supérieur en hiver accroît les valeurs alimentaires (GRIMAUD et THOMAS, 2002 ; MANDRET *et al.*, 2000).

3.1.3 Utilisation et valorisations des ressources fourragères

Les graminées tempérées et tropicales assurent l'essentiel de la production fourragère destinée à l'alimentation des ruminants à la Réunion. Les parcelles mécanisables permettent la constitution de stocks fourragers, afin de sécuriser le système durant la période hivernale. Les prairies situées dans les zones les moins favorables sont destinées à la pâture (MANDRET *et al.*, 2000).

En hiver, les systèmes d'alimentation reposent tout ou en partie sur des fourrages conservés (enrubannage, foin de chloris et paille de canne à sucre) et une forte complémentation en aliments concentrés (GRIMAUD et THOMAS, 2002). Les stocks fourragers produits sur les élevages sont réalisés principalement en enrubannage (CHOISIS *et al.*, 2009 ; Tableau 6). Selon PAILLAT (1995), l'aptitude à l'ensilage des fourrages diffère en fonction de leur origine. Les graminées tempérées présentent des caractéristiques fermentaires supérieures aux espèces tropicales grâce à une

meilleure aptitude à la dessiccation et à une teneur en glucides solubles plus élevée. Un apport de mélasse de canne à sucre et/ou de ferments biologiques améliore les caractéristiques de fermentation. Cette pratique reste cependant marginale sur les élevages à cause du coût supplémentaire engendré. Par ailleurs, la teneur en matière sèche conseillée afin d'assurer une bonne conservation est de 27% pour les graminées tempérées et à 40% pour le kikuyu.

Tableau 6 : Valeurs alimentaires des principaux fourrages conservés à la Réunion (BARBET MASSIN et al., 2004 ; GRIMAUD et THOMAS, 2002)

Type de fourrage	UFL (g/kg MS)	UFV (g/kg MS)	MAT (%)	PDIN (g/kg MS)	PDIE (g/kg MS)
Ensilage de graminées tempérées	0,76	0,68	13,5	81	79
Ensilage de graminées tempérées + kikuyu	0,70	0,61	15,3	86	88
Ensilage de chloris	0,72	0,64	11,0	75	82
Foin de chloris	0,63	0,53	11,6	72	93
Paille de canne à sucre	0,54	0,45	2,2	25	56

Les fourrages secs (foin de chloris et paille de canne à sucre) font partie intégrante des systèmes d'alimentation. Ils sont acheminés de leur lieu de production dans les Bas aux élevages des Hauts via le réseau des coopératives locales. Le foin de chloris est utilisé à la saison fraîche en complément des fourrages autoproduits et le restant de l'année pour apporter des fibres et favoriser la rumination. La production de biomasse importante de la canne à sucre assure une ressource non négligeable en fourrages grossiers mais apporte peu de valeurs alimentaires (GRIMAUD et THOMAS, 2002). Des essais sont actuellement menés par la SICALAIT et l'URCOOPA afin de déterminer l'intérêt de la production de balles rondes enrubannées à partir de jeune canne à sucre récoltée en plante entière.

Les conditions pédoclimatiques réunionnaises permettent une grande diversité de cultures fourragères tropicales et tempérées et des potentiels fourragers élevés. Les prairies sont valorisées, en fonction du pédoclimatique et de leur topographie, par le pâturage et les fourrages conservés (l'enrubannage et le foin). Cependant, elles sont dans un cas général sous exploitées par les éleveurs par rapport à leur potentiel.

3.2 L'ARP : L'EXPERTISE DES PRODUCTIONS FOURRAGERES A LA REUNION

Un Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole (RITA) dédié aux productions animales a été créé en 2015 afin de donner aux conseillers et aux éleveurs les outils nécessaires pour améliorer les performances des exploitations réunionnaises. Ce réseau, piloté par la FRCA, vise à accompagner le développement socio-économique des filières animales en mobilisant les compétences des acteurs locaux du dispositif recherche – formation – développement pour répondre aux besoins des éleveurs. Deux axes prioritaires sont développés : le sanitaire porté par le Groupement de Défense Sanitaire (GDS) de la Réunion et les fourrages coordonné par l'ARP.

3.2.1 Présentation de la structure

L'ARP est un organisme de conseil et de développement agricole, né en 2007 de la fusion des AFP. Elle accompagne les éleveurs dans la gestion de leur système fourrager, l'implantation des prairies à la valorisation du fourrage produit. L'ARP travaille en étroite collaboration avec les coopératives, les organismes de développement agricole, l'interprofession et les instituts de recherche pour développer la production fourragère dans les élevages réunionnais. Ses actions s'articulent autour

de trois axes : le conseil et l'expertise, la vente de semences fourragères et la structuration de la filière foin (Figure 16).

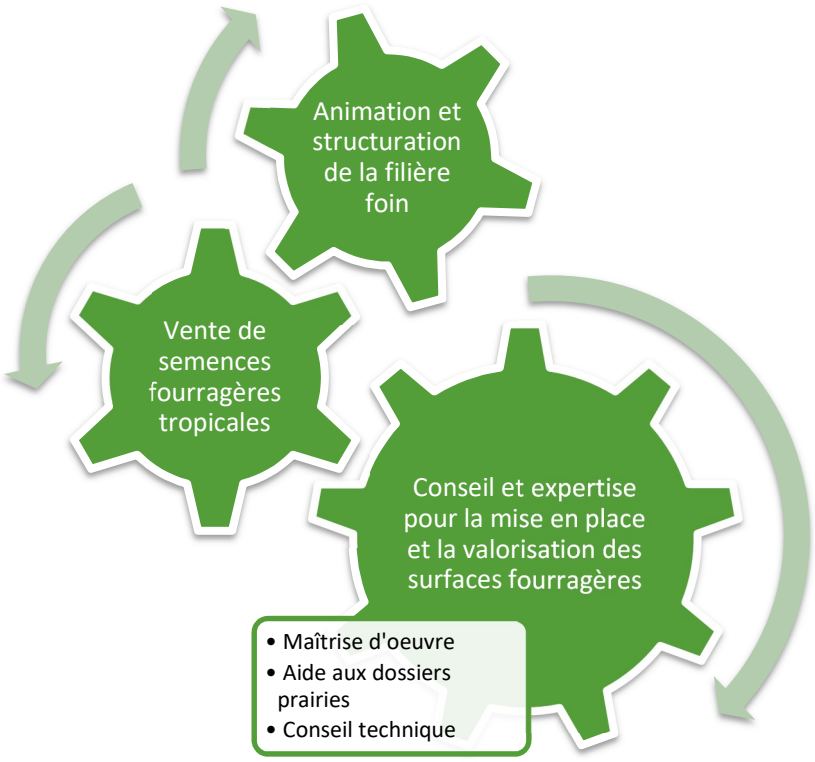


Figure 16 : Missions et domaines de compétences de l'ARP

3.2.2 Conseil et expertise pour la mise en valeur des surfaces fourragères

La partie conseil et expertise au sein de l'ARP comporte trois volets : la maitrise d'œuvre, les « dossiers prairies » et le conseil technique. L'ARP propose à ses adhérents une prestation de maîtrise d'œuvre pour la réalisation des TAF destinés à rendre les prairies mécanisables. Le champ d'intervention de ces travaux couvre les réaménagements parcellaires, les arasements de buttes, le reprofilage, l'épierrage lourd et fin (par broyage), les ouvertures de voirie et la réalisation d'ouvrages bétonnés. L'ARP fournit un service d'assistance technique et administrative pour le montage et le suivi des dossiers de demande d'aides aux créations de prairie et à la mise en place d'équipements qui y sont rattachés (cadre du Plan de Développement Rural (PDR) à la Réunion 2014-2020).

L'ARP intervient également auprès des éleveurs pour apporter son conseil et son expertise technique dans la conception et la gestion des systèmes fourragers. Ses interventions ont lieu sur la demande des filières et en collaboration avec les techniciens d'élevage référents. Un diagnostic sur le fonctionnement de l'exploitation, ses contraintes, ses enjeux et ses objectifs est réalisé pour déterminer si le dimensionnement, la gestion et les pratiques sont adaptés. L'ARP propose alors des axes d'amélioration (renouvellement du parcellaire, planning fourrager, planning de fertilisation) et un suivi technique pour l'éleveur.

L'ARP coordonne le volet « alimentation et fourrages » au sein du RITA Animal. Trois actions prioritaires ont été définies en concertation avec les filières d'élevage : la mise à jour des connaissances techniques et la mise en place d'un réseau de parcelles de référence, le

développement d'outils de diagnostic et d'aide à la décision technico-économiques, et la mise en place de groupes de travail sur les fourrages. Dans le cadre de ces actions, un bilan fourrager à l'échelle de l'île est en cours de réalisation par le cabinet d'expertise BRL. Ces travaux visent à définir une stratégie fourragère commune à l'échelle de l'île pour permettre une augmentation du cheptel réunionnais dans les années à venir. Par ailleurs, Luc DELABY, chercheur à l'INRA de Rennes, a conduit une mission d'expertise sur l'élevage bovin et le pâturage à la Réunion du 15 au 23 février 2017. Les résultats et les propositions découlant de ces deux études sont attendus au cours de l'année 2017.

3.2.3 Animation et structuration de la filière foin

Depuis 2013, l'ARP anime et coordonne une filière foin afin d'approvisionner les élevages bovins en foin de qualité. Cinq producteurs réguliers alimentent la filière. Ils exploitent 37 ha de prairies tropicales à base essentiellement de chloris. La filière foin a permis pour l'année 2015 de fournir 917 t de foin aux éleveurs des Hauts. La filière allaitante représente les deux tiers du débouché (618 t). L'utilisation de foin dans les élevages naisseurs vient pallier à un déficit fourrager structurel. La filière laitière utilise le tiers restant (299 t). Le foin est intégré dans la ration pour favoriser la rumination en complément des fourrages autoproduits.

La filière foin est gérée à flux tendus. Le foin, acheté aux producteurs, est directement livré chez les éleveurs. A la saison des pluies, l'absence de lieux de stockage suffisants chez les éleveurs et les coopératives occasionne des pertes par manque de débouché. A l'inverse, la demande importante des éleveurs à la saison sèche n'est pas satisfaite. La mutualisation de surfaces dans les Bas, par les coopératives et l'ARP, est une piste évoquée par les organismes professionnels pour subvenir aux besoins fourragers des éleveurs, compte tenu des orientations de production données pour les prochaines années par les filières et les pouvoirs publics.

4 CONCEPTS ET OUTILS POUR LE CONSEIL FOURRAGER

4.1 INTEGRATION DES OUTILS INFORMATIQUES DANS LE CONSEIL SUR L'HERBE

La conception du conseil en agriculture a évolué au cours du dernier siècle d'un transfert des connaissances et des technologies vers des méthodes participatives d'échange entre les conseillers et les agriculteurs. Les outils permettent la mise en œuvre de ces méthodes de conseil. Ils servent de support pour la formulation du problème et l'identification des solutions (DESJEUX, 2009). L'introduction d'outils informatiques au service du conseil sur l'herbe a modifié la nature du métier de conseiller fourrager. Les conseillers se positionnent à travers ces outils comme des animateurs de connaissances et d'informations. Leur fonction est alors d'initier à l'apprentissage des outils, d'apporter des compléments d'explication, et d'aider à la prise de recul (MOREAU *et al.*, 2009). Ces outils sont utilisés comme support de dialogue entre les conseillers et les agriculteurs, et dans les rencontres informelles entre éleveurs afin d'établir des références communes et objectives autour des pratiques (GERBEAUD, 2004).

Des logiciels informatiques dynamiques se sont développés ces dernières années pour refléter l'approche globale du système fourrager. Ils permettent d'éclairer les décisions par la projection des conséquences futures de scénarii (MOREAU *et al.*, 2009). Les simulations donnent la possibilité aux éleveurs de mieux anticiper et d'être « acteur » dans leurs prises de décisions. L'outil est une source d'auto-apprentissage (DURU *et al.*, 2010 ; MC COWN, 2002). Les concepts et notions mobilisées entrent progressivement dans les esprits et participent à l'innovation (MOREAU *et al.*,

2009). Dans le contexte de la gestion raisonnée des prairies à la Réunion, l'intégration d'outils (herbomètre, analyse de fourrages) a apporté de la valeur ajoutée aux conseillers en servant de support pour la mise en œuvre de leurs compétences. Cependant, GERBEAUD (2004) souligne le peu de demandes des éleveurs réunionnais pour le conseil technique sur les systèmes fourragers.

4.2 DEMARCHE DE CONCEPTION D'UN OUTIL D'AIDE A LA DECISION

La démarche de création d'un outil sous-tend une réflexion autour des problèmes rencontrés par les éleveurs et des besoins des acteurs du conseil (DESJEUX, 2009). La réalisation d'un diagnostic permet de faire le point sur les pratiques actuelles, hiérarchiser les problèmes et mettre au jour des leviers d'amélioration. MOREAU *et al.* (2014) souligne l'importance d'une démarche du type « étude d'intérêt économique » et de l'intégration de l'organisation du travail à la réflexion. Ces deux paramètres sont essentiels pour accompagner les éleveurs dans l'évolution de leurs pratiques.

L'intégration des utilisateurs à la conception des Outils d'Aide à la Décision (OAD) est un point clé pour s'assurer de leur pertinence et de leur utilité. La phase de création doit prendre en compte les usages prévus et possibles par les utilisateurs afin de répondre aux besoins et aux pratiques de gestion des éleveurs (DESJEUX, 2009). DURU *et al.* (2010) identifie trois propriétés essentielles pour un OAD :

- **La crédibilité technique** : la fourniture de renseignements fiables et de haute qualité.
- **La légitimité :** le caractère transparent et compréhensible de l'information restituée aux utilisateurs.
- **La pertinence** : l'adaptation de l'information au contexte où la décision est prise.

MC COWN (2002) propose une réflexion autour de la mise en œuvre des OAD en agriculture. La réussite d'un OAD dépend de la façon dont la dimension sociale est traitée. La logique de fonctionnement de l'outil doit être en accord avec les logiques de décisions des agriculteurs. L'OAD est un moyen de formaliser un problème, et à la fois un mode d'apprentissage pour régler ce problème. L'OAD doit faciliter le processus de décision de l'utilisateur sans se substituer à celui-ci. Il doit ainsi prendre en compte l'aspect social, culturel et économique en plus de la technique, dans l'optique de proposer des solutions apportant plus de confort à l'agriculteur.

5 PROBLEMATIQUE

L'avenir de l'élevage bovin réunionnais est incertain. Malgré une demande croissante en produits laitiers et carnés, les structures actuelles ne parviennent pas à s'imposer sur le marché local à cause d'une production de lait et de viande bovine insuffisante, et des performances technico-économiques des élevages limitées. Afin de répondre aux objectifs posés par le plan DEFI et les filières bovines, une amélioration de la maîtrise technique des ateliers de production laitiers et allaitants est nécessaire. La mise en place de systèmes fourragers performants a déjà été identifiée à plusieurs reprises comme l'une des principales marges de progrès en élevage. Une meilleure maîtrise technique de la production et de la valorisation des surfaces fourragères réduirait globalement les coûts de production du lait et de la viande, limiterait la sensibilité des élevages à la variation des prix des matières premières agricoles et améliorerait ainsi le revenu des éleveurs. Elle assurerait la pérennité des exploitations existantes et encouragerait l'installation de nouveaux éleveurs.

La thèse de PAILLAT (1995), intitulée « étude de l'ensilage en balles enrubannés sous climat tropical d'altitude », traite de l'intérêt économique de l'enrubannage à la Réunion. La dernière actualisation des données économiques relatives aux fourrages de l'ARP date de 2011. Cependant, la précision de ces données ne permet pas de réaliser un diagnostic technico-économique complet des pratiques fourragères en élevage. Ainsi, aucun outil ne permet actuellement d'estimer avec précision l'efficacité technico-économique d'un système fourrager à la Réunion.

L'absence de références technico-économiques récentes est un frein au développement de l'offre de conseil sur la gestion des prairies. Par ailleurs, les conseillers sont confrontés à un manque d'anticipation récurrent des éleveurs dans la réalisation des travaux de récolte et les achats de fourrages. Ils soulignent également une faible appropriation des connaissances techniques par les éleveurs et des marges de progrès notables dans la maîtrise globale de leur outil de production. Un accompagnement à la fois technique et économique sur la gestion de l'herbe est jugé pertinent car « c'est essentiellement la partie économique qui joue dans les élevages réunionnais » [3].

Ainsi, la dimension économique est un élément moteur dans le processus de prise de décision des éleveurs (MOREAU *et al.*, 2014 ; PIERRE et LERAY, 2014). L'ARP et le RITA animal de la Réunion ont souhaité avoir à disposition des techniciens un outil de diagnostic individualisé des coûts des fourrages afin d'améliorer l'offre de conseil existante. La mise en place d'un outil de calcul interactif permettra d'avoir plus de visibilité sur la gestion technico-économique des surfaces fourragères, principalement en relation avec la fertilisation et à les choix de mécanisation. Il servira de base de réflexion entre le conseiller et l'éleveur pour envisager une évolution des pratiques de ce dernier.

Outre le conseil en élevage, le développement de l'outil de calcul a pour objectif d'aboutir à la création d'un référentiel des coûts des fourrages à la Réunion et de modéliser les marges de progrès technico-économiques possibles en faisant varier l'itinéraire technique des prairies. L'analyse technico-économique des ressources fourragères à la Réunion apportera des éléments de réflexion pour les acteurs des filières animales vers le développement de stratégies globales d'approvisionnement en fourrages à l'échelle de l'île.

[3] Entretien réalisé le 21/06/2017 avec Emmanuelle PICARD, technicienne fourrages à la SICALAIT.

6 HYPOTHESES

La diversité des écosystèmes réunionnais est une richesse pour la mise en place de systèmes fourragers performants (DELABY, 2017). Cependant, les différentes pratiques de gestion et modes de valorisation des prairies mis en place par les éleveurs conduisent à une hétérogénéité des performances techniques et économiques des systèmes fourragers.

> *Hypothèse 1 : Le rapport coût/bénéfice d'un fourrage dépend du type de prairie et de l'itinéraire technique associé.*

Les surfaces fourragères sont aujourd'hui sous-valorisées en quantité et en qualité en élevage par rapport à leur potentiel (BRL, 2017). Outre le manque de technicité et les contraintes liées aux parcellaires, la faible intensification des surfaces fourragères pourrait découler d'un choix objectif des éleveurs. Il existerait alors d'autres stratégies d'approvisionnement en fourrages et d'alimentation des animaux que l'intensification des prairies qui seraient en mesure de répondre aux objectifs de revenu et de confort de travail des éleveurs.

> *Hypothèse 2 : L'augmentation de la productivité d'une prairie par l'apport supplémentaire de fertilisants n'est pas systématiquement la solution ayant le meilleur rapport coût/bénéfice pour les éleveurs par rapport à l'achat de fourrages et de concentrés.*

La modélisation permet de fournir des repères pour l'optimisation des performances des systèmes d'élevages (MOREAU *et al*, 2009). L'application croissante d'azote sur les prairies suit la loi des rendements marginaux décroissants. Le gain permis par l'épandage d'engrais diminue avec l'accroissement de la dose apportée. Il existe un seuil économique à partir duquel l'azote apporté ne permet plus un gain de production suffisant pour couvrir les charges de fertilisants (KNODEN *et al.*, 2007). Dans ce sens, la recherche des rendements seuils couvrant les charges de fertilisation permettrait de quantifier l'intérêt de l'intensification des prairies vis-à-vis d'autres stratégies d'approvisionnement en fourrages (achat, acquisition de foncier). Cette modélisation permettrait de déterminer la fertilisation optimale pour la production de fourrages au coût le plus faible, en fonction du type de prairie et du potentiel agronomique de la parcelle.

> *Hypothèses 3 : Il existe des relations mathématiques entre les coûts complets de certaines opérations et les facteurs de variation associés, permettant de modéliser des seuils d'intensification des prairies.*

PARTIE 2 : CADRE METHODOLOGIQUE DE L'ETUDE

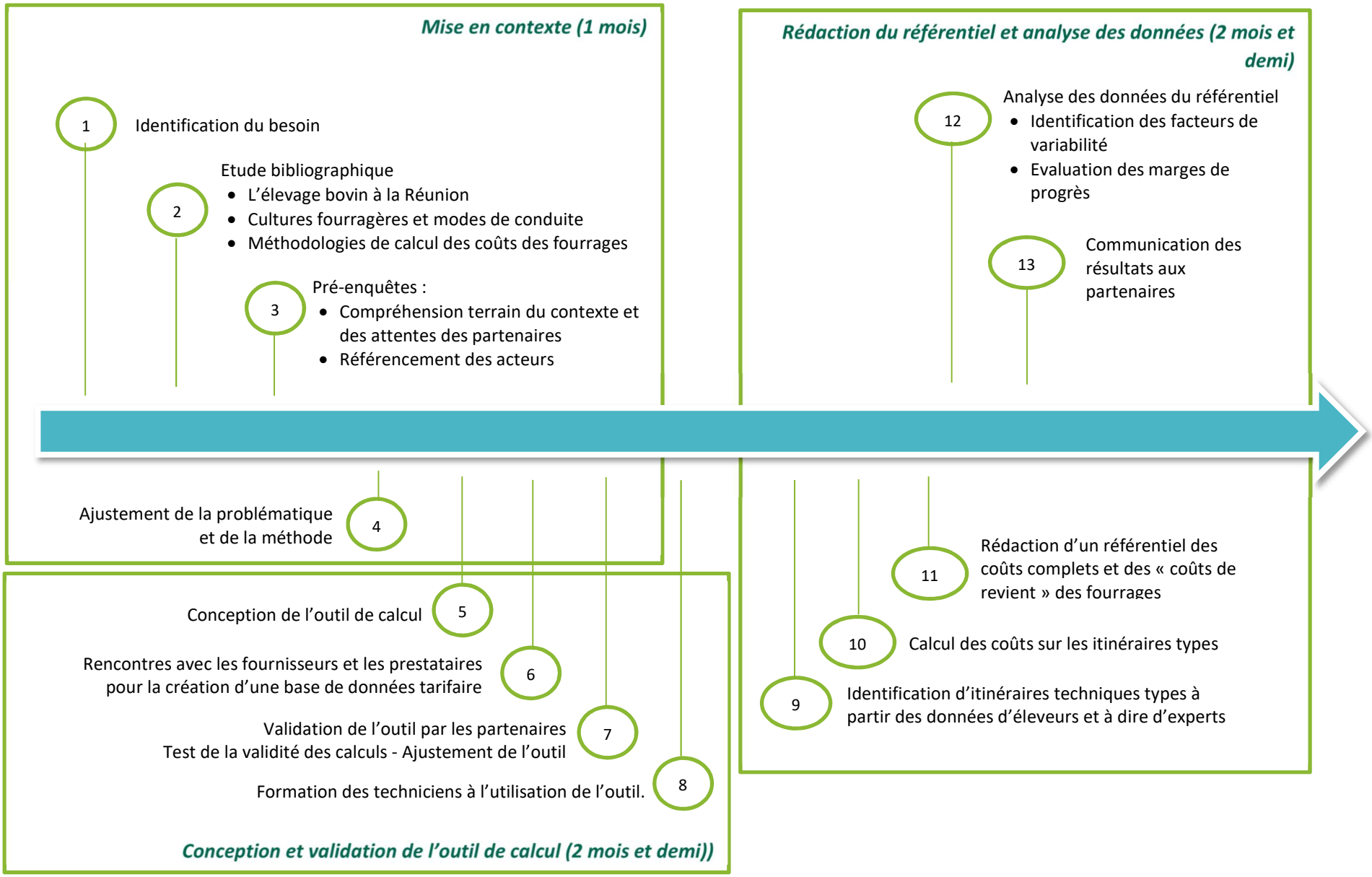


Figure 17 : Schéma méthodologique des étapes de travail

Ce projet a pour objectif de définir une méthode de calcul des coûts des fourrages pour une finalité de diagnostic et de conseil en élevage. Elle doit servir de base de travail au développement d'un outil informatique de calcul qui permet un diagnostic en ferme, et à l'édition d'un référentiel des coûts des fourrages produits à la Réunion. Ce référentiel a pour objectif de fournir des références technico-économiques sur la production fourragère pour les filières d'élevage, et de permettre à chaque éleveur d'analyser la pertinence de ses pratiques. L'analyse des coûts complets et des coûts de revient sur les itinéraires de référence doit mettre en évidence des marges de progrès pour la maîtrise des charges liées aux productions fourragères sur les élevages réunionnais (Figure 17).

La partie matériel et méthodes présente la méthodologie de conception et de validation de l'outil de calcul et son application à des itinéraires de référence en détaillant les méthodes utilisées dans l'analyse des résultats.

1 CONCEPTION ET VALIDATION D'UN OUTIL DE CALCUL DES COUTS DES FOURRAGES

1.1 METHODOLOGIE ANALYTIQUE DE CALCUL DES COUTS

1.1.1 Présentation de la méthode

La méthode de calcul analytique des coûts des fourrages est basée sur une approche technico-économique de la gestion des surfaces fourragères. Les coûts sont calculés « du sol à l'auge ». Selon GUIBERT et PIERRE (2016), ils comprennent les coûts de la production (le foncier et son aménagement, l'implantation et la conduite de la culture), les coûts de la récolte, les coûts du stockage et les coûts de la distribution. Le calcul est effectué en additionnant les coûts des opérations effectuées par poste de charges. Le diagnostic est réalisé à la parcelle afin de prendre en compte l'éloignement et la surface travaillée dans le calcul des frais de déplacement. Il est ainsi possible de déterminer si l'exploitation d'une parcelle éloignée présente un intérêt technico-économique selon son potentiel agronomique (DESARMENIEN, 2014).

La méthode analytique a été choisie pour sa flexibilité. Le calcul se veut être le plus exhaustif possible pour être adaptable aux différentes situations des exploitations. L'approche de la méthode analytique répond aux besoins de l'outil, et s'adapte à la diversité des pratiques fourragères à la Réunion et aux informations disponibles dans les élevages.

1.1.2 Définition du coût complet et du coût de revient

Dans les exploitations d'élevages de ruminants, le produit global de l'atelier dépend du produit de l'atelier principal, mais également des produits joints et des aides. Une partie des aides sur les élevages réunionnais sont imputables aux productions fourragères : aides à la réalisation de TAF, aides à l'implantation de prairies, aides sur l'achat de matériel (subventions, Société en Nom Collectif (SNC) et avantages fiscaux). Le RMT ECONOMIE DES FILIERES (2013) différencie ainsi deux coûts applicables à la production de fourrages :

- Le **coût complet** correspond à l'ensemble des charges attribuables à la production d'un fourrage sur une exploitation. La terminologie utilisée par l'Institut de l'Elevage pour cette approche est le « coût de production ».

- Le **coût de revient** correspond au coût complet moins les aides imputables aux productions fourragères. Les éleveurs réunionnais raisonnent la gestion technico-économique des surfaces fourragères sur le coût de revient.

Dans le cas de l'étude, le coût complet et le coût de revient sont calculés. L'outil de calcul permet de les différencier afin de raisonner la gestion des surfaces fourragères sur ces deux aspects. Le coût complet est utilisé pour la comparaison du coût au prix d'achat des fourrages à la Réunion. Il permet également d'identifier les principaux postes de charges relatifs à la production de fourrages. En revanche, l'évaluation des marges de progrès est réalisée à partir du coût de revient dans un objectif de diagnostic et de conseil en élevage, afin que les leviers d'action proposés soient alors plus « parlants » pour les techniciens et les éleveurs.

1.1.3 Concepts pour la création d'un outil de diagnostic technico-économique pour la gestion des surfaces fourragères

L'outil développé dans le cadre du projet doit répondre à deux usages : 1) servir pour le diagnostic et le conseil en élevage des techniciens de l'ARP ; 2) permettre l'édition d'un référentiel des coûts complets et des coûts de revient des fourrages à la Réunion. Pour répondre à ces attentes, il doit permettre une grande flexibilité dans la saisie des données afin de comparer différentes pratiques et fournir les indicateurs clés pour l'identification des marges de progrès. Les utilisateurs principaux seront les techniciens de l'ARP pour du conseil individualisé en élevage.

Différentes variables et approches sont prises en compte dans le diagnostic des coûts des fourrages selon les données disponibles en élevage. Trois niveaux d'analyse complémentaires sont différenciés (Figure 18). La première phase consiste à faire le point sur les pratiques actuelles. Le coût complet et le coût de revient par hectare et par tMS, le coût complet des valeurs alimentaires (UFL et MAT) et le temps de travail sont calculés pour les fourrages autoproduits sur l'exploitation. La répartition des coûts complets par opération et par poste de charges permet de hiérarchiser les points d'amélioration afin de déterminer des marges de progrès. Les leviers d'action proposés sont évalués sous forme de scénarii d'optimisation. L'étude de l'impact des différents scénarii sur le coût complet et le coût de revient place l'outil comme une aide à la décision pour l'évolution du système fourrager.

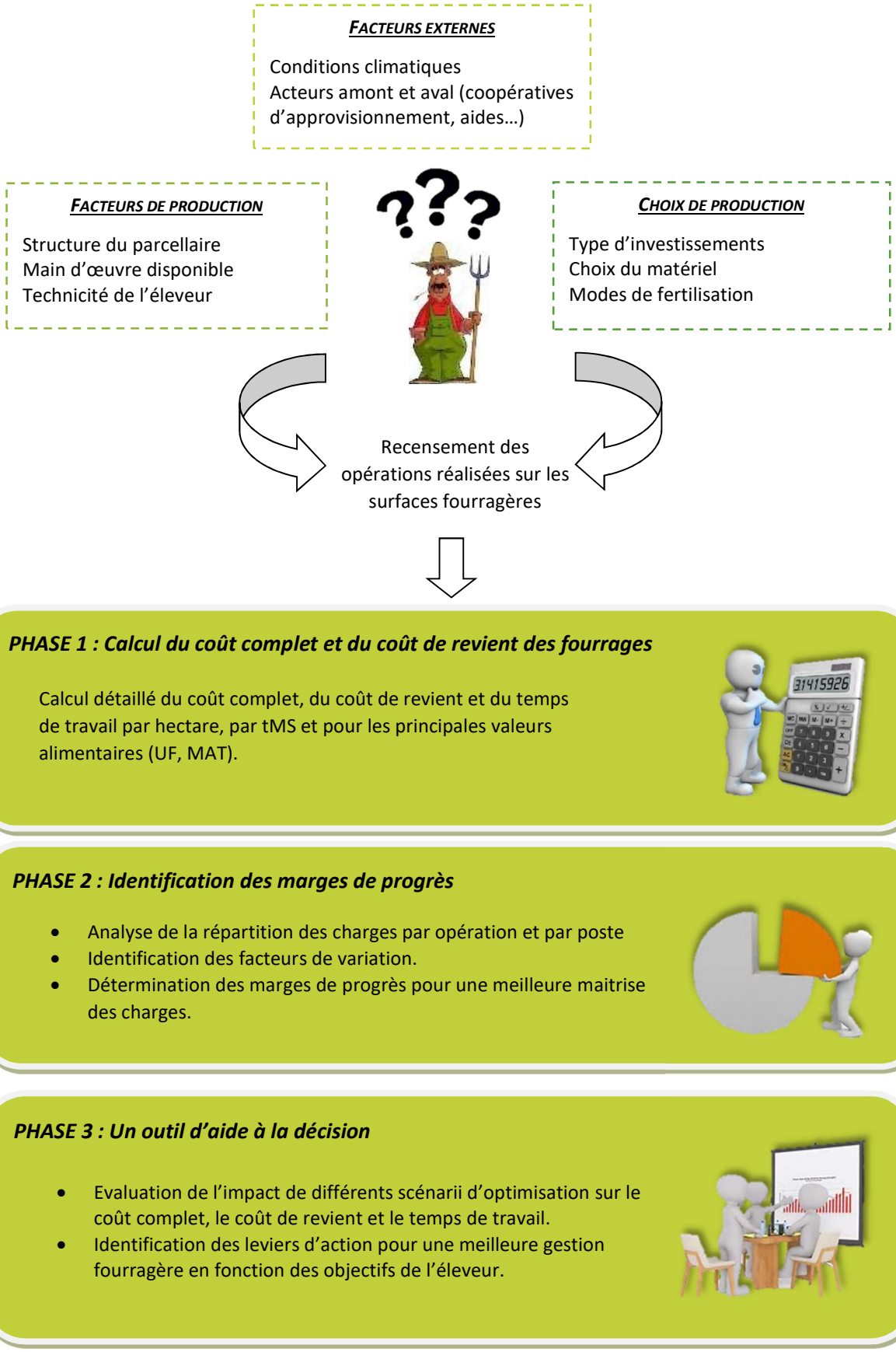


Figure 18 : Conceptualisation de l'outil de diagnostic des coûts complets et des coûts de revient des fourrages

1.2 COLLECTE DES DONNEES

Des données communes à l'ensemble des exploitations réunionnaises ont été collectées auprès des coopératives d'approvisionnement, des prestataires de services, et à partir de la bibliographie. ce choix a été faut dans le but de simplifier la saisie des informations sur les fermes et de limiter le risque d'erreur lié aux dires des éleveurs.

1.2.1 Les améliorations foncières

Des TAF sont souvent nécessaires pour permettre la mécanisation des parcelles à la Réunion. La maitrise d'œuvre relative aux TAF et le montage des dossiers de demande de subventions relèvent des compétences de l'ARP. Ces données ont été collectées à partir des documents internes à l'association. Les données utilisées ont été sélectionnées en concertation avec l'équipe technique de l'ARP (**ANNEXE 4**).

Les investissements d'aménagement du foncier (TAF, irrigation) sont pris en compte à la hauteur des investissements réalisés. Ils permettent d'augmenter la production de la parcelle, mais ils sont aussi réalisés dans le but d'accroître la production fourragère totale de l'exploitation. Afin de tenir compte de cette gestion sur les exploitations, les TAF s'amortissent sur la totalité de la SFP selon un nombre d'années définies par l'éleveur.

1.2.2 Les intrants

Une base de données tarifaire des intrants a été réalisée pour la Réunion. Les fournisseurs ont été contactés dans un premier temps par téléphone afin de leur présenter l'étude et de les solliciter dans l'élaboration de la base de données. Des entretiens individuels semi-directifs ont été réalisés auprès des fournisseurs afin de collecter la grille tarifaire des intrants qu'ils commercialisent. Des moyennes ont été calculées lorsque les fournisseurs proposaient des produits identiques à des prix différents (**ANNEXE 5**).

1.2.3 La mécanisation et l'utilisation du matériel

1.2.3.1 Détermination du coût d'utilisation du matériel

Les vendeurs de matériel agricole et les entreprises de travaux agricoles (ETA) réunionnaises ont été sollicités au même titre que les fournisseurs d'intrants pour l'élaboration de la base de données tarifaire du matériel agricole et des prestations de service. La collecte des informations a été réalisée par des entretiens individuels semi-directifs ou par échanges d'email sur la base d'une grille préremplie. Des moyennes ont été calculées lorsque les fournisseurs proposaient des produits identiques à des prix différents **(ANNEXE 6** et **ANNEXE 7)**.

Différentes stratégies d'investissement sont mises en place par les éleveurs lors de l'achat de matériel neuf (SNC, subventions, défiscalisation). Elles ont été étudiées afin de définir dans quelle mesure ces modalités pouvaient être intégrées au calcul du coût de revient des fourrages.

Le coût d'utilisation du matériel est calculé selon un amortissement technique. Cette méthode détermine la dépréciation du matériel en fonction de sa durée d'obsolescence, de sa durée de vie technique et de son niveau d'utilisation annuel. Les détails de la méthode sont explicités par le Bureau de Coordination du machinisme Agricole (BCMA ; VAN KEMPEN, 2015 ; **ANNEXE 8**). Les valeurs d'achat du matériel neuf sont ajustées aux barèmes des prix de la Réunion à partir des données collectées auprès des vendeurs de matériel agricole de l'île. Les aides et les avantages fiscaux sont réintégrés dans un second temps au coût d'utilisation du matériel lors du calcul du coût de revient.

1.2.3.2 Application du coût d'utilisation du matériel au cas particulier des Coopératives d'Utilisation du Matériel Agricole (CUMA)

Différents modes de répartition des charges entre les adhérents d'une CUMA existent à la Réunion. Deux situations ont été retenues pour le calcul des coûts d'utilisation du matériel :

- La CUMA facture une prestation à l'éleveur en fonction de l'utilisation du matériel. Le prix de cette prestation correspond au coût d'utilisation de ce matériel.
- L'achat du matériel et les coûts d'entretien sont divisés entre les adhérents à parts égales ou au prorata de l'utilisation du matériel. Le calcul du coût d'utilisation du matériel en CUMA suit la méthodologie du calcul des coûts d'utilisation du matériel en propriété (VAN KEMPEN, 2015). Les charges sont divisées entre les adhérents au prorata de leur utilisation.

Le matériel en CUMA n'est généralement pas stocké sur le site de l'exploitation. Un temps de déplacement du lieu de remisage de la CUMA au corps de ferme s'ajoute pour chaque matériel de la CUMA utilisé.

1.3 CREATION DE L'OUTIL DE CALCUL

L'outil de calcul des coûts des fourrages a été réalisé sous Microsoft Excel®, avec une programmation Visual Basic for Applications (VBA). La construction de l'outil de calcul suit les étapes de la méthodologie de calcul analytique des coûts des fourrages (Figure 19). L'interface est conçue de sorte que la saisie des informations et la restitution des résultats soit visuelle et intuitive pour les utilisateurs.

Les données collectées ont été rassemblées sous la forme d'une base de données répertoriant les grilles tarifaires des intrants et les coûts d'utilisation du matériel. Une page de calcul sert de formulaire pour la saisie de l'itinéraire cultural. Elle calcule les coûts par poste de charges puis par opération culturale (**ANNEXE 9)**. Une fois l'itinéraire cultural saisi, l'outil génère automatiquement une page de résultats reprenant l'itinéraire technique en explicitant en détails les coûts par opération et leur répartition par poste de charges (**ANNEXE 10**). L'analyse des résultats permet de hiérarchiser les points d'amélioration afin de déterminer des marges de progrès. Des scénarii d'optimisation sont alors proposés en accord avec les objectifs de l'éleveur et testés sur l'outil de calcul afin de déterminer leur intérêt technico-économique.

	Opérations culturales	Postes de charges	Données de bases	Ressources
Foncier	Coût du fermage	Prix du fermage de l'éleveur ou barème indicatif des prix locatifs selon la région		Eleveurs / Entretien chambre d'agriculture
		TOTAL FONCIER		
Amélioration foncière *(Amortie la surface de fauche)*	Mécanisation	Coût des opérations Barèmes subventions		Base de données de l'ARP
	Equipements	Prix des équipements Barèmes subventions		
	Irrigation			
		TOTAL AMELIORATION FONCIERE		
Implantation *(Amortie sur la durée de vie de la culture)*	Epierrage	Semences	Doses et prix	Données ARP semences, grilles tarifaires fournisseurs, éleveurs
	Désherbage	Amendements/ Engrais		
	Travail du sol	Produits phytosanitaires		
	Amendements	Mécanisation implantation	Prix d'achat matériel et caractéristiques Tarifs ETA	Eleveurs, PERES *et al.* (2016), entretiens téléphonique ETA
	Fertilisation			
	Traitements			
	Semis	Main d'œuvre	Temps de travail + déplacements Coût horaire mo	Eleveurs, PERES *et al.*, 2016
	Roulage			
	Analyse de sol	Analyses	Prix d'une analyse	CIRAD
		TOTAL IMPLANTATION		
Conduite/Entretien	Amendements	Fertilisants organiques	Doses	Eleveurs
	Fertilisation	Amendements/ Engrais	Doses et prix	Grilles tarifaires fournisseurs, éleveurs
		Produits phytosanitaires		
		Eau		
	Traitements	Mécanisation conduite	Prix d'achat matériel et caractéristiques Tarifs ETA	Eleveurs, PERES *et al.* (2016), entretiens ETA
	Irrigation	Main d'œuvre (mo)	Temps de travail + déplacements Coût horaire mo	Eleveurs, PERES *et al.*, 2016
		TOTAL CONDUITE/ENTRETIEN		
Rendements		**Coût du fourrage sur pied**		
Récolte en enrubannage ou en foin	Fauchage	Consommables (ficelle, filet, conservateurs, film plastique)	Doses et prix	Eleveurs, entretiens SICALAIT
	Fanage			
	Andainage	Mécanisation récolte	Prix d'achat matériel et caractéristiques Tarifs ETA	Eleveurs, PERES *et al.* (2016), entretiens téléphonique ETA
	Pressage			
	Enrubannage	Main d'œuvre	Temps de travail + déplacements Coût horaire mo	Eleveurs, PERES *et al.*, 2016
	Chargement			
	Analyse	Analyse	Prix d'une analyse	ARP
	Pertes	Pertes	Taux de pertes	Eleveurs, DULPHY et MARTIN ROSSET, 2001
		TOTAL RECOLTE		
		Coût du fourrage récolté		

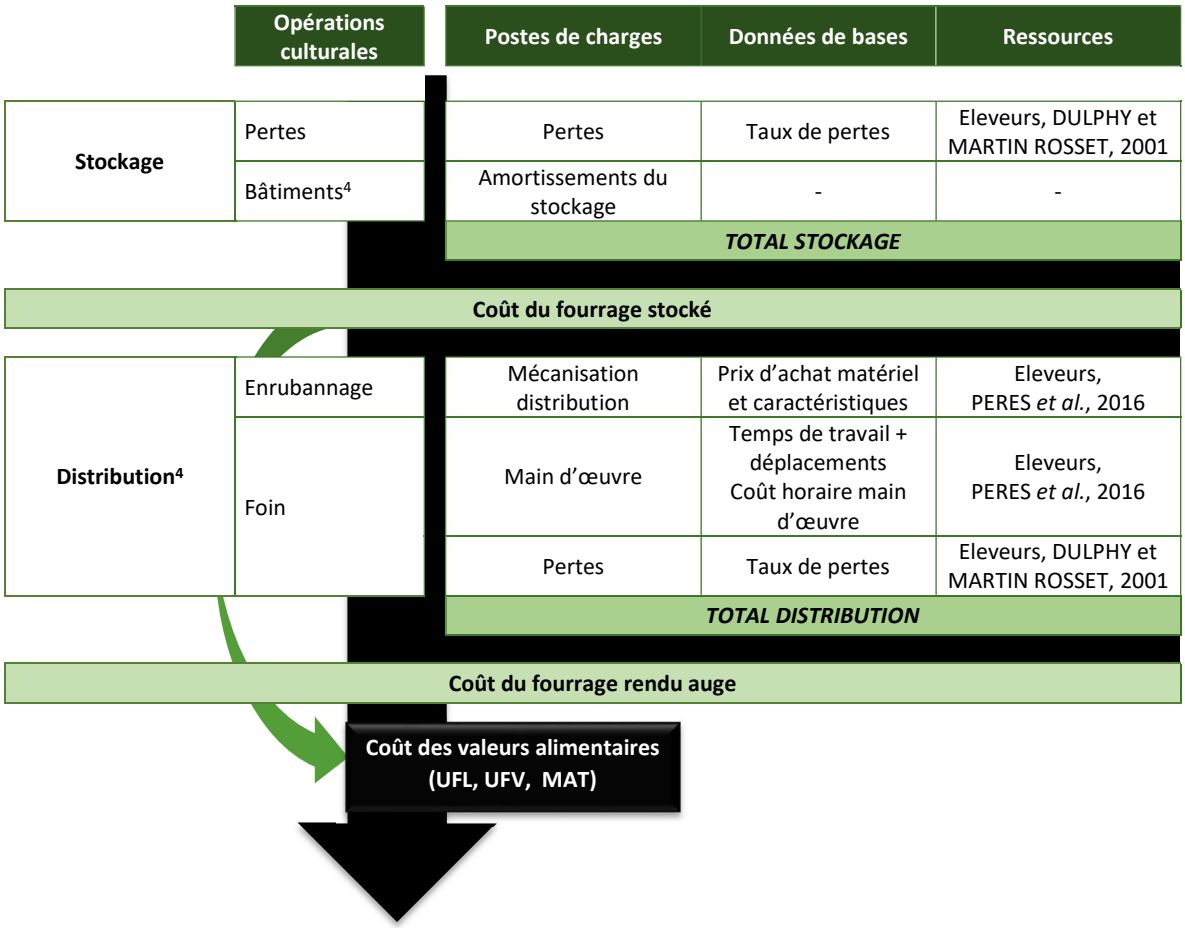


Figure 19 : Etapes de calcul de l'outil

[4] Les parties « stockage en bâtiments » et « distribution » ont été intégrées dans l'outil de calcul mais elles ne seront pas développées dans la suite de cette étude car les informations liées aux bâtiments ne sont pas disponibles, et le coût de la distribution est pertinent pour réaliser un calcul du coût de la ration. Ce dernier point sera discuté dans la partie 4 3.2.2.

1.4 VALIDATION ET UTILISATION DE L'OUTIL CHEZ LES ELEVEURS

1.4.1 Validation de l'outil et application en élevage

Des diagnostics technico-économiques en élevage ont été réalisés d'août à novembre 2016 sur 6 exploitations allaitantes et 2 exploitations laitières. Les exploitations ont été choisies en concertation avec les techniciens de l'ARP. Les trois premières exploitations enquêtées ont permis la validation des calculs de l'outil. Suite à l'expérience de ces entretiens, l'outil a subi des ajustements afin de corriger des erreurs de calcul et de rectifier les éléments inadaptés au terrain.

Le diagnostic individualisé en élevage est réalisé en deux rencontres avec le ou les chef(s) d'exploitation. Lors de la prise de rendez-vous, il est demandé à l'exploitant de préparer ses données comptables afin de faciliter la saisie du parc matériel de l'exploitation. La première visite, d'environ deux heures, se déroule sous la forme d'un entretien semi directif. Le déroulé suit les différentes parties de l'outil de calcul (Figure 20).

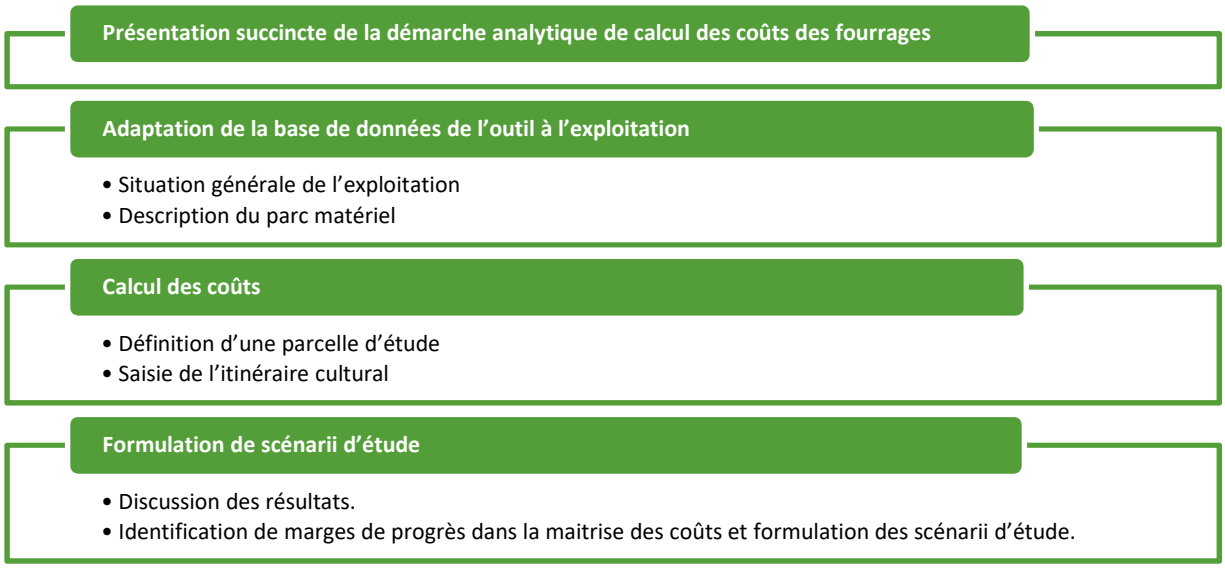


Figure 20 : Construction et déroulé des entretiens pour le diagnostic des coûts des fourrages en élevage

Les informations saisies sont ensuite retravaillées. La cohérence des données est vérifiée. Différents scénarii d'investissement et/ou de modification des pratiques sont modélisés en fonction des objectifs de l'éleveur afin de déterminer les marges de progrès possibles dans la maîtrise des coûts.

Une seconde visite d'environ une heure a lieu sous 15 jours pour restituer les résultats. Les données saisies lors de la première visite sont reprises avec l'éleveur. Les données incohérentes identifiées lors du travail en amont sont corrigées. La situation actuelle et les scénarii d'évolution sont analysés afin de déterminer et d'évaluer les pratiques qui permettraient à l'éleveur une meilleure maîtrise de ses charges.

1.4.2 Communication auprès des partenaires

Des réunions régulières avec l'ensemble de l'équipe technique de l'ARP ont été organisées pour suivre l'avancement de l'étude. L'outil de calcul a été présenté et validé par les différentes structures partenaires et des éleveurs lors des comités technique et de pilotage du RITA animal.

2 CONSTRUCTION D'UN REFERENTIEL DES COUTS DES FOURRAGES A LA REUNION

L'objet du référentiel est de fournir des références technico-économiques sur la production fourragère pour les filières d'élevage, et de permettre à chaque éleveur d'analyser la pertinence de ses pratiques. L'étude considère l'impact du type de culture, du mode de fertilisation et du mode de récolte sur le coût complet et le coût de revient des fourrages. Ce choix a été réalisé en fonction des données disponibles à la Réunion, en privilégiant l'étude des leviers d'action possibles pour les éleveurs.

Le référentiel est conçu dans l'optique d'une modélisation suivant au plus près les pratiques et les logiques d'action du terrain. Il est réalisé sur la base d'itinéraires techniques types identifiés à dires d'expert. Les trois principales cultures fourragères de la Réunion sont étudiées : les prairies de haute altitude de tempérées (Fétuque/Dactyle), les prairies de moyenne et de haute altitude de kikuyu et les prairies de basse altitude de chloris, irriguées et non irriguées. Deux modes de valorisation sont analysés : l'enrubannage et le foin. Différents modes de fertilisation (minérale, organique, mixte) sont comparés en relation avec les pratiques des éleveurs.

2.1 DEFINITION DES ITINERAIRES TYPES

Le référentiel est construit sur la comparaison d'itinéraires techniques types qui se veulent représentatifs de la diversité des pratiques fourragères réunionnaises. Une exploitation d'élevage et des itinéraires techniques types des prairies ont été définis, en s'appuyant sur les entretiens réalisés avec les éleveurs, les techniciens des Organisations Professionnelles Agricoles (OPA) et les agents des coopératives d'approvisionnement. Afin de simplifier le modèle, il est considéré que l'exploitation type étudiée possède une seule culture fourragère avec un itinéraire cultural unique sur l'ensemble de sa surface de fauche. Le nombre de coupes et le rendement sont identiques pour l'ensemble de la sole. Une première version du modèle a été discutée avec l'équipe technique de l'ARP. Des modifications ont été apportées afin que les caractéristiques de l'exploitation et les itinéraires culturaux présentent une cohérence globale avec les pratiques des éleveurs réunionnais.

2.2 COLLECTE DES INFORMATIONS

Le référentiel est issu de la base de données réalisée lors de la phase de création de l'outil de calcul. Lorsque des données étaient manquantes, les organismes techniques ont été recontactés pour apporter des précisions dans leur domaine respectif de compétences (Tableau 7). Les données non disponibles à la Réunion ou qui auraient nécessité des entretiens lourds auprès des éleveurs sont issues de la bibliographie de métropole.

Tableau 7 : Sources de données pour la réalisation du référentiel

Postes de charges	Données de bases	Ressources
Caractéristiques de l'exploitation et de la parcelle étudiée	Taille de l'exploitation, surface et éloignement de la parcelle	GRIES, 2013
Foncier et amélioration foncière	Coûts indicatifs du foncier, des TAF	ARP
	Aides à la mise en place d'une prairie (TAF, implantation)	
Intrants	Prix des intrants	Moyenne des données issues des entretiens semi-directifs avec les fournisseurs
Mécanisation	Parc matériel et caractéristiques	Entretiens semi-directifs
	Prix du matériel neuf	Moyenne des données issues des entretiens semi-directifs avec les fournisseurs
	Performances et charges variables des outils	PERES *et al.* (2016)
	Montant des réparations du système d'irrigation	Moyenne des enquêtes chez deux éleveurs utilisant l'irrigation
Main d'œuvre	Coût de la main d'œuvre	DESARMENIEN, 2014
	Temps de gestion de l'irrigation	Moyenne des enquêtes chez deux éleveurs utilisant l'irrigation
Pertes	Taux de pertes	DULPHY et MARTIN ROSSET, 2001
Analyses	Prix des analyses	Tarifs des prestataires (ARP, CIRAD)
Caractéristiques des balles	Taux de MS Poids brut	GRIES, 2013 BARBET MASSIN *et al.*, 2004
Rendements	Rendements potentiels annuels selon la fertilisation	Essais fertilisation sur les parcelles expérimentales du CIRAD FRITZ, 1971
Valeurs alimentaires	UFL, MAT	GRIES, 2013 (enrubannages) BARBET MASSIN *et al.*, 2004 (foin)
Prix d'achat des fourrages	Enrubannage Foin	ODEADOM, 2016a ARP
Prix de d'achat des valeurs alimentaires des concentrés	Prix moyen de l'UFL et de la MAT	URCOOPA

2.3 DONNEES D'ENTREE

2.3.1 Exploitation type

Une exploitation et une parcelle type sont établies afin de fixer un cadre d'étude permettant la comparaison entre les différentes cultures et itinéraires (surface de fauche, taille et éloignement de la parcelle, main d'œuvre, matériel). L'exploitation type se veut être représentative des exploitations moyennes réunionnaises. Selon GRIES (2013), la surface de fauche moyenne est de 14 ha. La parcelle type est de 3 ha, située à 10 minutes du corps de ferme.

Le coût de la main d'œuvre exploitante s'élève à 18,75 €/h (DESARMENIEN, 2014). Ce coût horaire, toutes charges comprises, correspond à une rémunération de 30 000 €/an pour 1 600 h de travail. Le coût de la main d'œuvre salariée est de 9,67 €/h (SMIC brut 2016 ; TRAVAIL EMPLOI GOUV, 2016).

Le parc matériel simulé est de taille intermédiaire pour une exploitation réunionnaise. Le coût horaire d'utilisation des tracteurs est fixe pour les simulations (Tableau 8).

Tableau 8 : Caractéristiques et coût horaire d'utilisation des tracteurs de l'exploitation type

Choix du tracteur	Prix d'achat HT	Consommation carburant (l/h)	Utilisation (h/an)	Charges fixes (€/h)	Charges variables (€/h)	Charges totales (€/h)
Tracteur 80 cv avec cabine	43 875 €	6,7	700 h	5,79 €/h	6,71 €/h	**12,50 €/h**
Tracteur 130 cv avec cabine et pont suspendu	99 450 €	10,9	700 h	13,12 €/h	11,12 €/h	**24,24 €/h**

Le parc matériel de l'exploitation type est présenté dans le Tableau 9. Le coût horaire du matériel dépend de son utilisation. La surface ou la durée travaillées par outil est calculée sur la base d'une surface de fauche de 14 ha reproduisant le même itinéraire technique sur l'ensemble des parcelles.

Tableau 9 : Caractéristiques du parc matériel de l'exploitation type

	Type de matériel	Prix d'achat HT (€)	Performance de l'outil	Charges variables (€/h)	Matériel de traction utilisé
Matériel d'implantation	Pulvérisateur	2 195 €	0,33 h/ha	0,7 €/ha	Tracteur 80 cv
	Déchaumeur rapide à disques indépendants 3 m	16 090 €	0,40 h/ha	3,1 €/ha	Tracteur 130 cv
	Epandeur à engrais 600/800 l	3 900 €	0,33 h/ha	0,4 €/ha	Tracteur 80 cv
	Vicon[5]	3 900 €	0,33 h/ha	0,4 €/ha	Tracteur 80 cv
	Rouleau packer 3 m	3 510 €	0,50 h/ha	0,1 €/ha	Tracteur 80 cv
Matériel de fertilisation	Epandeur à engrais 600/800 l	3 900 €	0,33 h/ha	0,4 €/ha	Tracteur 80 cv
	Epandeur à lisier 10,5 m3 standard	24 375 €	0,5 h/voy	1,4 €/voy	Tracteur 130 cv
	Epandeur à fumier 10 t – 2 hérissons verticaux	25 350 €	0,33 h/voy	1,1 €/voy	Tracteur 130 cv
Matériel de fenaison	Faucheuse conditionneuse 2,8 m portée	17 550 €	0,56 €/ha	5,0 €/ha	Tracteur 80 cv
	Faneuse 5,5 m – 4 axes	8 090 €	0,40 h/ha	1,4 €/ha	Tracteur 80 cv
	Andaineur 4,2 - 4,5 m	9 900 €	0,40 h/ha	1,4 €/ha	Tracteur 80 cv
	Presse balle ronde chambre fixe 120*120	30 000 €	25 bal/h	0,5 €/bal	Tracteur 130 cv
	Enrubanneuse 1 balle trainée	18 040 €	17 bal/h	0,36 €/bal	Tracteur 80 cv
Matériel de chargement et de transport	Chargeur frontal 3 fonctions	15 115 €	-	1,1 €/h	Tracteur 80 cv
	Plateau 10 m - 10 t – 4 roues	9 650 €	-	1,1 €/h	Tracteur 130 cv

Les aides relatives au matériel acheté neuf (subventions, SNC, avantages fiscaux) sont prises en compte pour le calcul du coût de revient. Le taux de la subvention appliqué est de 33% du prix d'achat HT neuf en propriété et de 60% pour le matériel en CUMA. La CUMA type retenue compte 4 éleveurs se partageant les charges à parts égales. Un temps de déplacement entre le lieu de remisage de la CUMA et le corps de ferme de 15 min est ajouté à chaque utilisation du matériel.

[5] Le « Vicon » correspond l'épandeur d'engrais utilisé comme semoir.

2.3.2 Itinéraires techniques

2.3.2.1 Foncier et amélioration foncière

Le coût du foncier correspond au fermage moyen de la zone d'implantation majoritaire de la culture fourragère étudiée (Tableau 10).

Tableau 10 : Prix moyens du fermage

Localisation	Prix moyens du fermage (€/ha)
Prairies de moyenne et haute altitude	250 €/ha
Prairies de haute altitude (Plaine des Cafres)	600 €/ha
Prairies de basse altitude non irrigables	600 €/ha
Prairies de basse altitude irrigables	900 €/ha

Des TAF sont pris en compte pour les prairies tempérées, le kikuyu et le chloris non irrigué. Ce coût s'élève à 10 000 €/ha, soit 30 000 € sur la parcelle de 3 ha, amortis sur les 14 ha de fauche de l'exploitation pendant 5 ans (durée minimale de maintien de la culture pour la constitution des dossiers de subvention). Un maître d'œuvre est affecté au projet lors du montage du dossier. Il est rémunéré à 10 % du montant HT des travaux, soit 1 000 €/ha.

Des aides pour la réalisation des TAF sont affectées au coût de revient de l'amélioration foncière. Le taux de subvention s'élève à 75 % du montant total HT des travaux et de la maitrise d'ouvrage. Les aménagements fonciers pour le chloris irrigué (TAF et installation de l'irrigation) sont compris dans le prix moyen du fermage.

2.3.2.2 Implantation de la prairie

L'itinéraire technique d'implantation est présenté dans le Tableau 11. Il est identique pour une même culture fourragère. Le type de semences et la densité du semis diffèrent entre les cultures. Le coût de l'implantation est lissé sur la durée de vie de la prairie (5 ans pour les prairies tempérées et le chloris et 20 ans pour le kikuyu).

Tableau 11 : Itinéraire technique de l'implantation d'une prairie

Durée de vie de la prairie	Opérations	Intrants et outils utilisés
Prairies tempérées : 5 ans **Chloris : 5 ans** **Kikuyu : 20 ans**	Analyse de sol	Une analyse de sol sur la parcelle facturée 100€
	Epierrage manuel	Epierrage manuel sur 10 jours de 8 heures Salaire main d'œuvre : 9,67 €/h (SMIC horaire 2016)
	Désherbage	**Désherbant Glyphosate (« Round Up ») – 7 l/ha** *Tracteur 80 chevaux + Pulvérisateur*
	Travail du sol	*Tracteur 130 chevaux + Déchaumeur à disques indépendants 3 m*
	Amendements	**1t de chaux magnésienne** *Tracteur 80 chevaux + Epandeur à engrais 600/800 l*
	Fertilisation	**Engrais 15.12.24 – 500 kg/ha** *Tracteur 80 chevaux + Epandeur à engrais 600/800 l*
	Semis	**Chloris : 20 kg/ha** **Kikuyu : 10 kg/ha** **Prairies tempérées : Fétuque 20 kg/ha + Dactyle 20 kg/ha** *Tracteur 80 chevaux + Vicon 600/800 l*
	Roulage	*Tracteur 80 chevaux + Rouleau packer 3 m*

Le taux de subvention pour l'implantation d'une prairie correspond à 75 % des charges engagées justifiables sur facture. Dans le cas du référentiel, 75 % des charges d'intrants et de mécanisation sont déduites du coût complet.

2.3.2.3 Fertilisation et irrigation

Les modalités pour chaque culture sont établies à partir des données disponibles de rendements à la Réunion (Tableau 12). Un épandage de fertilisants organique et/ou minéral est réalisé après chaque coupe. La formulation NPK la plus couramment utilisée par les éleveurs est le 30-10-10 (GERBEAUD, 2004).

Tableau 12 : Types de prairies, modes de récolte et modes fertilisation modélisés

Type de prairie	Mode de fertilisation	Mode de récolte
Kikuyu	Sans fertilisation	Enrubannage
	40 m3 de lisier/coupe	
Chloris non irrigué	12 t de compost/coupe	
	70 kg de N/coupe	
Prairies tempérées	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	
Chloris irrigué	40 kg de N/coupe	Foin
	80 kg de N/coupe	
	120 kg de N/coupe	

L'irrigation du chloris est réalisée par un système d'aspersion. La consommation en eau est de 10 000 m^3 par an facturée 0,07 €/m^3. Le coût de réparation et de maintenance du système d'irrigation est de 250 €/ha/an. Le temps de travail est estimé à 20 min/ha hebdomadaires pour la gestion de l'irrigation et à 1 h/ha pour la sortie et la remise en place des canaux à chaque exploitation de la prairie. Ces temps de travaux comprennent les déplacements à la parcelle.

2.3.2.4 Récolte

Deux modes de récolte sont étudiés : l'enrubannage et le foin. La récolte en enrubannage comprend la fauche, un fanage, l'andainage, le pressage, l'enrubannage, le chargement, le transport et une analyse de fourrage. Quatre fanages sont réalisés pour une récolte en foin. Les caractéristiques des balles sont présentées dans le Tableau 13. Le temps de chargement sur le plateau est de 2,5 min/balle.

Tableau 13 : Caractéristiques des balles et utilisation de consommables par balle

	Nombre de balles par ha	Poids brut (kg brut)	Taux de MS (%)	Utilisation de consommables
Enrubannage	16,3	580	37%	2,5 tours de filet 4 couches de film plastiques
Foin	16,5	250	85%	2,5 tours de filet

2.3.2.5 Pertes au stockage

Les pertes au stockage sont occasionnées par la respiration cellulaire, les dégradations enzymatiques et microbiennes liées à l'entreposage, aux zones d'échauffement et aux moisissures à la reprise. Ces pertes sont de l'ordre de 10% de la MS récoltée pour un enrubannage à 37% de MS et de 3% pour un foin à 85% de MS (DULPHY et MARTIN ROSSET, 2001). Le coût de ces pertes correspond aux charges précédemment engagées pour la production du fourrage non valorisé.

2.3.3 Rendements et valeurs alimentaires des fourrages

2.3.3.1 Détermination des rendements annuels

Les rendements sont déterminés à partir des données d'essais réalisés par l'Institut de Recherche en Agronomie Tropicale (IRAT) et le CIRAD sur des parcelles expérimentales. Les rendements du kikuyu, des prairies tempérées et du chloris non irrigué sont issus du suivi agronomique des parcelles expérimentales du CIRAD entre 2006 et 2013. Ces parcelles sont situées sur trois sites : Saint Joseph pour le chloris non irrigué (20 m d'altitude), Mont Vert les Hauts pour le kikuyu (1 018 m d'altitude) et la Plaine des Cafres pour les prairies tempérées (1 610 m d'altitude ; Figure 21). Cinq à huit coupes annuelles sont réalisées avec une moyenne de 6,3 coupes/an. La moyenne des rendements annuels de 2006 à 2013 par itinéraire de fertilisation est retenue pour le référentiel.

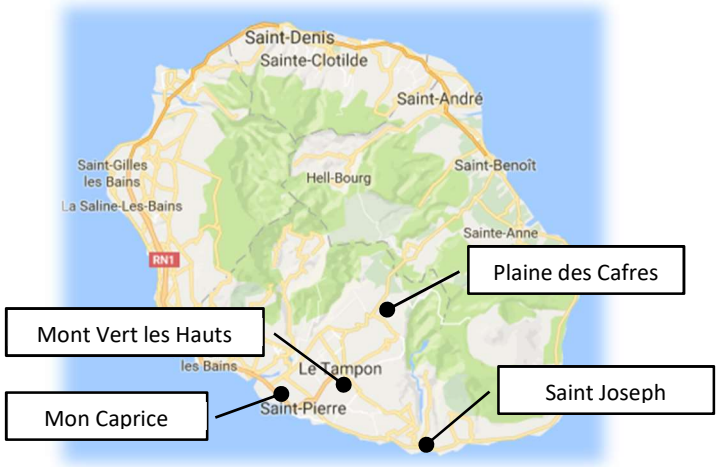


Figure 21 : Situation des sites d'expérimentation du CIRAD et de l'IRAT (Source : Google Map)

Les rendements du chloris irrigué proviennent d'essais à différents niveaux de fertilisation azotée réalisés à la station de Mon Caprice à Saint Pierre par l'IRAT entre 1967-1968. Les rendements retenus correspondent aux moyennes pour une année culturale sur 9 coupes (FRITZ, 1971).

2.3.3.2 Calendrier de fauche

Le nombre de coupes pour chaque itinéraire type est établi en fonction du rendement annuel. A la Réunion, la croissance de l'herbe a lieu toute l'année, avec une variabilité plus ou moins marquée selon les saisons. VAYSSIERES *et al.* (2007) a déterminé deux règles de décision en élevage pour le démarrage d'un chantier de récolte d'ensilage en fonction de la saison. En été, le chantier de récolte débute lorsque la hauteur de l'herbe est supérieure à 35 cm. En hiver, le chantier de récolte a lieu lorsque plus de 30% de la culture est au stade épiaison ou que la dernière fauche a eu lieu il y a plus de 2 mois. Afin de simplifier le modèle, seule la hauteur du couvert végétal est prise en compte dans la détermination du nombre de coupes. Une hauteur de 35 cm correspond en moyenne à une quantité d'herbe disponible de 3,5 tMS/ha (BARBET MASSIN *et al.*, 2004).

2.3.3.3 Estimation des valeurs alimentaires

Les valeurs alimentaires des enrubannages sont issues des suivis de chantiers d'ensilage par GRIES (2013). 319 échantillons d'enrubannage ont été prélevés à la suite d'enquêtes sur l'ensilage en balles rondes enrubannées chez 50 éleveurs bovins laitiers et allaitants entre 2011 et 2012. L'analyse de la composition du fourrage est réalisée par spectrométrie en proche infrarouge.

Les données brutes de GRIES (2013) ont été retravaillées afin de les adapter aux besoins de l'étude. Des moyennes des valeurs alimentaires ont été recalculées en fonction du type de prairie (kikuyu, chloris, prairies tempérées) et de la saison (été et hiver). Une moyenne pondérée des valeurs alimentaires de chaque fourrage sur l'année est calculée en fonction de la part de la production estivale et hivernale des essais fertilisation.

Deux facteurs de variation de la qualité des enrubannages, étudiés par GRIES (2013), sont pris en compte : le stade de coupe et le mode de fertilisation. D'après GRIES (2013), les pertes qualitatives liées au stade de récolte sur la base d'un stade feuille sont respectivement de -0,037772, -0,051285 et -0,064595 UFL et -1,0961% -1,8868% et -1,9576% de MAT pour une récolte au stade montaison, floraison et épiaison. L'apport de fertilisation minérale permet de gagner 0,019048 UFL et 1,38 % de MAT. La fertilisation organique assure un gain de 0,024845 UFL et 1,30 % de MAT. Un stade de coupe est attribué à chaque modalité étudiée en fonction du nombre de fauches. La baisse ou la hausse des valeurs alimentaires liée à l'impact du stade de récolte et au mode de fertilisation sont affectées à la moyenne pondérée, précédemment calculée. Une valeur énergétique (UFL) et protéique (MAT) est ainsi estimée pour chaque enrubannage.

Peu de données qualitatives existent sur le foin de chloris produit à la Réunion. Les valeurs alimentaires du foin sont issues directement des relevés de GRIMAUD et THOMAS (2002) et BARBET MASSIN *et al.* (2004). Une valeur énergétique (UFL) et protéique (MAT) moyenne est retenue pour l'ensemble des itinéraires techniques étudiés en foin.

2.3.4 Prix d'achat des fourrages et des valeurs alimentaires pour les éleveurs à la Réunion

Le prix d'achat de l'enrubannage pour les éleveurs est de 280 €/tMS à la Réunion. Ce prix indicatif correspond à une balle de 580 kg à 37% de MS vendue 60€ (ODEADOM, 2016a). Le prix d'achat du foin est indexé sur sa valeur énergétique (Tableau 14). Un prix d'achat moyen de 329 €/tMS est retenu pour l'étude. Les prix d'achat des valeurs alimentaires des concentrés vendus par l'URCOOPA sont de 0,39 €/UFL et de 21,85 €/MAT.

Tableau 14 : Prix d'achat du foin de chloris à la Réunion

Qualité (UFL)	Prix du foin (€/tMS)
0,40 à 0,50 UFL	294,11 €/tMS
0,50 à 0,60 UFL	329,41 €/tMS
0,60 à 0,63 UFL	364,70 €/tMS

2.4 CALCUL ET ANALYSE DES DONNEES

2.4.1 Calcul et comparaison des coûts complets et des coûts de revient de l'enrubannage et du foin

2.4.1.1 Coût complet, coût de de revient de la tMS et coût complet des valeurs alimentaires

Les coûts complets par hectare sont calculés par itinéraire et détaillés pour chaque opération : le foncier, les améliorations foncières, l'implantation, la conduite, la récolte et le stockage. L'intérêt d'un fourrage est évalué selon des critères quantitatifs (le coût complet et le coût de revient de la tMS) et qualitatifs (le coût complet de l'UFL et le coût complet de la MAT). Les coûts complets par tMS sont comparés aux prix d'achat moyens de l'enrubannage et du foin à la Réunion. Les coûts

complets de l'UFL et de la MAT sont comparés aux prix d'achat moyens des valeurs alimentaires des concentrés de l'URCOOPA.

2.4.1.2 Coût marginal de la tMS

Le coût marginal de la tMS est le coût complet d'une tMS supplémentaire produite sur un ha de prairie par une intensification de la production (JACQUOT et MILKOFF, 2007). Les coûts du foncier, des aménagements fonciers et de l'implantation sont des charges fixes. Les coûts de conduite (fertilisation et irrgiation), de récolte et du stockage sont des charges variables.

Le mode de calcul des coûts marginaux est différent entre l'enrubannage et le foin. Le coût marginal de l'enrubannage est calculé à partir du coût complet des itinéraires sans fertilisation (Équation 1). Il détermine si une intensification des prairies par un apport d'engrais organique et/ou minéral permet de produire un fourrage à un coût complet inférieur au coût complet du même fourrage non fertilisé. Ce coût marginal est comparé au prix de vente de l'enrubannage afin de déterminer l'intérêt économique de l'intensification des prairies en fonction du type de culture et du mode de fertilisation.

Équation 1 : Calcul du coût marginal de la tMS d'enrubannage

$$\text{Coût marginal de l'enrubannage } \left[\frac{€}{\text{tMS}}\right] = \frac{\left(\text{coût complet pour l'itinéraire fertilisé } \left[\frac{€}{\text{ha}}\right] - \text{coût complet sans fertilisation } \left[\frac{€}{\text{ha}}\right]\right)}{\text{Potentiel de rendement supplémentaire permis par la fertilisation [tMS]}}$$

Le coût marginal du foin correspond au coût complet de la tMS supplémentaire produite par une augmentation de la fertilisation minérale azotée (Équation 2 et Équation 3). Il détermine si l'intensification du chloris irrigué permet de produire du foin avec un coût complet dégressif. Ce coût marginal est comparé au prix d'achat moyen du foin afin de déterminer l'intérêt économique d'un apport croissant d'engrais minéral sur le chloris irrigué.

Équation 2 : Calcul du coût marginal de la tMS du foin pour 80 kg de N/coupe

$$\text{Coût marginal du foin pour 80 kg de N/coupe } \left[\frac{€}{\text{tMS}}\right] = \frac{\left(\text{coût complet pour 80 kg de N/coupe } \left[\frac{€}{\text{ha}}\right] - \text{coût complet de l'itinéraire avec 40 kg de N/coupe } \left[\frac{€}{\text{ha}}\right]\right)}{\text{Potentiel de rendement supplémentaire entre 40 et 80 kg de N/coupe [tMS]}}$$

Équation 3 : Calcul du coût marginal de la tMS pour 120 kg de N/coupe

$$\text{Coût marginal du foin pour 120 kg de N/coupe } \left[\frac{€}{\text{tMS}}\right] = \frac{\left(\text{coût complet pour 120 kg de N/coupe } \left[\frac{€}{\text{ha}}\right] - \text{coût complet de l'itinéraire avec 80 kg de N/coupe } \left[\frac{€}{\text{ha}}\right]\right)}{\text{Potentiel de rendement supplémentaire entre 80 et 120 kg de N/coupe [tMS]}}$$

2.4.2 Détermination des leviers d'action pour une maîtrise des charges

La répartition des coûts complets est étudiée par opération et par poste de charges afin d'identifier les facteurs de variabilité entre les itinéraires types et de dégager des marges de progrès. L'étude des leviers d'action est réalisée sur les coûts de revient. Elle vise à déterminer des conseils pratiques pour une meilleure maîtrise des charges par les éleveurs. Elle se focalise sur la mécanisation de la chaîne de récolte et la gestion de la fertilisation.

L'étude de la mécanisation de la chaîne de récolte porte sur les trois principales opérations réalisées en enrubannage : la fauche, le pressage et l'enrubannage. Différentes stratégies de mécanisation sont étudiées : l'utilisation de matériel simple ou en combiné[6] en propriété, le partage de matériel simple ou en combiné en CUMA, et la prestation d'une ETA. Le coût de revient et le temps de travail de la fauche et du pressage/enrubannage sont comparés en fonction de l'utilisation du matériel (ha/an ou balles/an) pour chacune de ces stratégies.

La gestion de la fertilisation est étudiée en fonction du coût complet par unité d'azote total et par unité d'azote utile pour le lisier, le compost et l'engrais minéral. Les équations de calcul des coûts complets de la fertilisation sont présentées en fonction des principaux facteurs de variation relatifs à chaque mode. Elles permettent d'évaluer quantitativement l'impact de ces facteurs sur les charges de fertilisation.

2.4.3 Optimisation de l'intensification des prairies

2.4.3.1 Etude de l'intensification des prairies récoltées en enrubannage

2.4.3.1.1 Modélisation du rendement seuil permettant de couvrir les charges de la culture

Pour une culture et un objectif de rendement fixés, les charges maximales de fertilisation à engager sont calculées pour produire un enrubannage à un coût complet inférieur ou égal au prix d'achat de l'enrubannage (Équation 4). Le coût complet de la mise en place de la prairie correspond aux coûts complets du foncier, des TAF et de l'implantation respectivement calculés dans le référentiel par type de prairie. Le coût complet de la récolte est modélisé en fonction du nombre de coupes. Le taux de pertes au stockage est de 10% de la MS récoltée pour un enrubannage à 37% de MS (DULPHY et MARTIN ROSSET, 2001).

Équation 4 : Calcul les charges maximales de fertilisation à engager produire un enrubannage à un coût complet inférieur ou égal au prix d'achat de l'enrubannage, pour une culture et un objectif de rendement fixé

$$\begin{aligned} &Charges\ de\ fertilisation\ maximales\ \text{à}\ engager\ [€/ha] \\ &= (Prix\ de\ l'enrubannage\ \left[\frac{€}{tMS}\right] - \left(\left(Coût\ complet\ de\ la\ mise\ en\ place\ \left[\frac{€}{ha}\right]\right.\right. \\ &\left.\left. +\ Coût\ compl\quad de\ la\ récolte\ \left[\frac{€}{ha}\right]\right) * \frac{(1\ +\ Taux\ de\ pertes\ au\ stockage\ [\%])}{Objectif\ de\ rendement\ [tMS]}\right)) \\ &* (1\ -\ Taux\ de\ pertes\ au\ stockage\ [\%]) \end{aligned}$$

Il existe une relation linéaire entre l'objectif de rendement et les charges maximales de fertilisation à engager. L'ordonnée à l'origine correspond au rendement seuil sans fertilisation à atteindre pour couvrir les charges de mis en place de la culture, de récolte et de stockage. La relation entre les charges de fertilisation et le rendement détermine la production seuil à partir de laquelle il est plus intéressant d'intensifier la production que d'acheter du fourrage enrubanné.

[6] Le travail réalisé en combiné correspond à l'utilisation d'une faucheuse frontale en plus de la faucheuse arrière et à la presse enrubanneuse.

2.4.3.1.2 Modélisation du gain de rendement seuil permettant de couvrir les charges de fertilisation

Pour une prairie et un objectif de gain de production fixés, les charges de fertilisation maximales à engager sont calculées pour que le coût complet de cette production supplémentaire soit inférieur ou égal au coût complet de l'enrubannage produit sans fertilisation (Équation 5). Les modalités de calcul des coûts complets de la mise en place de la prairie, de la récolte et du stockage sont identiques à celles détaillées pour le calcul précédent (2.4.3.1.1).

Équation 5 : Charges de fertilisation maximales à engager en fonction d'un objectif de gain de production fixé pour que l'enrubannage produit ait un coût complet inférieur ou égal au coût complet d'une même prairie non fertilisée

$$\begin{aligned} Charg \quad & de\ fertilisation\ maximales\ à\ engager\ [€/ha] \\ & = (Pri \quad de\ l'enrubannage\ \left[\frac{€}{tMS}\right] - \left(\left(Coût\ complet\ de\ la\ mise\ en\ place\ \left[\frac{€}{ha}\right]\right.\right. \\ & \left.\left. + \ Coût\ complet\ de\ la\ récolte\ \left[\frac{€}{ha}\right]\right) * \frac{(1\ +\ Taux\ de\ pertes\ au\ stockage\ [\%])}{Objectif\ \ de\ gain\ de\ production\ [tMS]}\right)) \\ & * \ (1\ -\ Taux\ de\ pertes\ au\ stockage\ [\%]) \end{aligned}$$

Une relation linéaire est établie entre l'objectif de gain de production et les charges de fertilisation maximales à engager. Cette modélisation correspond au gain de production seuil en tMS permettant de couvrir les charges de fertilisation de la culture.

2.4.3.2 Détermination de la fertilisation optimale pour la production de foin de chloris sur parcelles irriguées

2.4.3.2.1 Rendements du chloris irrigué

La détermination de la fertilisation optimale pour le chloris irrigué a nécessité un complément de recherches sur les rendements de ces prairies pour différents niveaux de fertilisation. Les données retenues proviennent d'essais expérimentaux réalisés par l'IRAT entre 1965 et 1971. Deux sites situés à basse altitude ont fait l'objet d'essais pour différents niveaux de fertilisation : le site expérimental de La Bretagne situé dans le nord de l'île (Sainte Clotilde - 90 m d'altitude) et la station de Mon Caprice située dans le sud-ouest (Saint Pierre - 200 m d'altitude ; FRITZ, 1971 ; Figure 22).

Figure 22 : Localisation des sites d'expérimentation de l'IRAT (Source : Google Map)

Les modalités d'étude et les rendements des essais réalisés sur ces deux sites sont présentés dans le Tableau 15.

Tableau 15 : Résultats d'essais menés par l'IRAT entre 1967 et 1971 sur du chloris irrigué à La Bretagne et à Mon Caprice pour différents niveaux de fertilisation minérale

Source	Lieu de l'essai	Années de l'essai	Modalité (kg de N/coupe)	Nb de coupes de l'essai	Fertilisation annuelle (kg de N/ha)	Rendement (tMS/ha)
FRITZ, 1973	La Bretagne	Non spé.	85	11	935	43
FRITZ, 1973	La Bretagne	Non spé.	85	9	765	38
FRITZ et LOYNET, 1973	Mon Caprice	1969-1971	100	8	800	39,1
FRITZ, 1971	Moyenne Mon Caprice et La Bretagne	1965-1969	60	7	420	25,2
FRITZ, 1971	Mon Caprice	1967-1968	40	9	360	21,3
FRITZ, 1971	Mon Caprice	1967-1968	80	9	720	34,9
FRITZ, 1971	Mon Caprice	1967-1968	120	9	1080	42,9

La réponse à l'azote du chloris irrigué est modélisée à partir des essais de l'IRAT. La Figure 23 établit la relation entre l'apport annuel d'azote (kg de N/ha/an) et le rendement annuel (tMS/ha/an)[7].

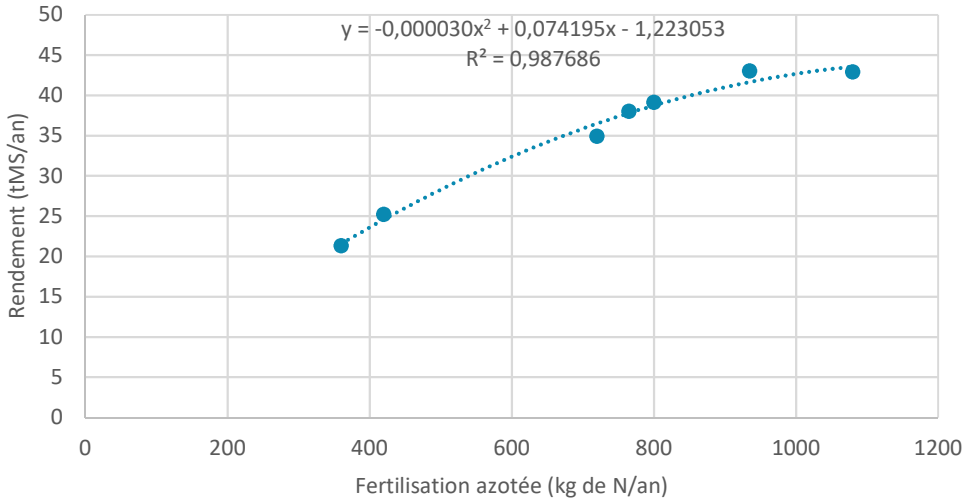


Figure 23 : Réponse à l'azote minéral du chloris irrigué

2.4.3.2.2 Calcul des coûts complets du foin de chloris irrigué

Un coût complet du foin par tMS est calculé pour chacun des essais selon les modalités de calcul du référentiel pour les itinéraires de chloris irrigué (Partie 2 : 2.3). Seuls la fertilisation et le rendement annuels sont considérés comme variables. Afin d'harmoniser le nombre de coupes entre les essais,

[7] Selon HUET *et al.* (1992), la courbe de croissance des prairies suit un modèle de régression logistique de type $y = \frac{1}{1+e^{-(\alpha+\beta x)}}$. Toutefois, compte tenu du faible nombre de données pour un apport inférieur à 400 kg de N/an/ha, il est considéré que la modélisation de type $y = ax^2 + bx + c$ avec un r^2 =0,987686 est satisfaisante pour une fertilisation comprise entre 400 et 1 000 kg de N/ha/an.

un calendrier de fauche théorique a été établi en fonction du rendement annuel pour un tonnage récolté de 3,5 tMS/coupe (BARBET MASSIN *et al.*, 2004 ; Tableau 16).

Tableau 16 : Nombre de coupes calculé pour chaque essai de l'IRAT

Source	Fertilisation annuelle (kg de N/ha)	Rendement (tMS/ha)	Nombre de coupes de l'essai	Nombre de coupes théorique
FRITZ, 1973	935	43	11	**12**
FRITZ, 1973	765	38	9	**11**
FRITZ et LOYNET, 1973	800	39,1	8	**11**
FRITZ, 1971	420	25,2	7	**7**
FRITZ, 1971	360	21,3	9	**6**
FRITZ, 1971	720	34,9	9	**10**
FRITZ, 1971	1 080	42,9	9	**12**

2.4.3.2.3 Détermination de la fertilisation optimale sur le chloris irrigué et du rendement

Pour chaque modalité, le coût complet du foin par tMS est représenté graphiquement en fonction du coût complet de la fertilisation minérale (Figure 24). La modélisation du coût complet en fonction du coût de fertilisation présente un minimum. Ce minimum est déterminé à partir de la dérivée de l'équation de la courbe de tendance[8]. Il représente l'optimum du coût complet de la fertilisation permettant d'avoir le coût complet par tMS le plus faible.

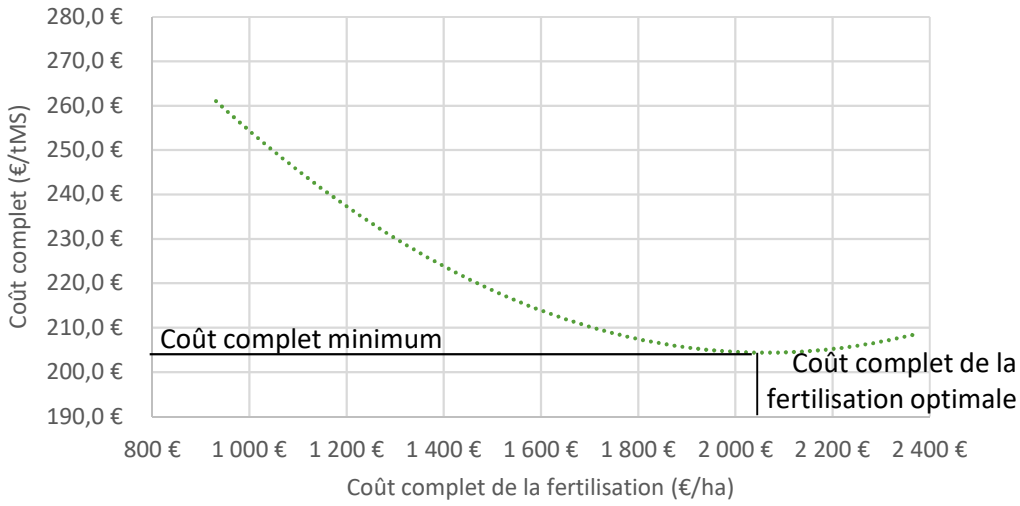


Figure 24 : Coût complet du foin en fonction du coût complet de la fertilisation minérale

L'équation de calcul du coût complet de la fertilisation minérale, explicitée dans la partie 2.3.3 des résultats, permet de déterminer la quantité d'azote associée à ce coût complet de la fertilisation optimale[9]. Le rendement correspondant à la fertilisation optimale en kg de N/ha/an est déterminé à partir de la modélisation de la réponse à l'azote du chloris irrigué (Figure 23).

[8] Le minimum de la courbe est obtenu lorsque la dérivée s'annule.

[9] Les paramètres retenus dans l'équation sont issus du référentiel : une intervention de fertilisation après chaque coupe, 14 ha de surface de fauche et un éloignement de la parcelle de 10 min.

PARTIE 3 : RESULTATS

Un diagnostic complet sur des itinéraires de référence est réalisé. Trois types de cultures représentatives de la diversité des prairies réunionnaises sont étudiées : les prairies de moyenne et de haute altitude de kikuyu, les prairies tempérées de haute altitude et les prairies de basse altitude de chloris, irriguées et non irriguées. L'enrubannage et le foin sont étudiés pour différents modes de fertilisation déterminés en relation avec les pratiques des éleveurs (Tableau 17).

Tableau 17 : Types de prairies, modes de récolte et modes fertilisation modélisés

Fourrages étudiés	Modes de fertilisation
Enrubannage de kikuyu	Sans fertilisation
	40 m3 de lisier/coupe
Enrubannage de chloris non irrigué	12 t de compost/coupe
	70 kg de N/coupe
Enrubannage de prairies tempérées	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe
Foin de chloris irrigué	40 kg de N/coupe
	80 kg de N/coupe
	120 kg de N/coupe

La première partie du diagnostic consiste à déterminer les coûts complets et les coûts de revient des différentes ressources fourragères de l'île. Les coûts complets de mise en place d'une prairie, de conduite de la culture, de récolte et de stockage seront détaillés pour chaque modalité. L'étape préliminaire au calcul vise à estimer les rendements et les valeurs alimentaires des fourrages pour chaque itinéraire étudié.

Dans une seconde partie, l'analyse de la répartition des charges par opération et par poste mettra en évidence les facteurs explicatifs des coûts complets afin d'identifier des marges de progrès dans la gestion technico-économique des surfaces fourragères. L'impact des leviers d'action proposés sera évalué sur le coût de revient afin d'extraire de ces modélisations des conseils pratiques pour une meilleure maîtrise des charges par les éleveurs.

La dernière partie des résultats sera consacrée à l'étude de l'optimisation de l'intensification des prairies à la Réunion. Des rendements minimums de couverture des charges de fertilisation et la fertilisation minérale optimale pour le chloris irrigué seront déterminés afin de fournir des repères pour une meilleure gestion de la fertilisation des prairies à la Réunion.

1 ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DE L'ENRUBANNAGE ET DU FOIN

1.1 CARACTERISTIQUES DES CULTURES FOURRAGERES ETUDIEES

1.1.1 Rendements des prairies

Les rendements annuels des prairies tempérées, du kikuyu et du chloris non irrigué sont présentés dans le Tableau 18. Les rendements du chloris irrigué sont présentés dans le Tableau 19 (FRITZ, 1971).

Tableau 18 : Rendements annuels moyens des prairies tempérées, du kikuyu et du chloris non irrigué d'après les essais du CIRAD (communication personnelle CIRAD, non publié)

Rendements en tMS/ha	Sans fertilisation	40 m3 lisier par coupe	12t compost par coupe	70 kg de N par coupe	40 m3 de lisier + 30 kg de N par coupe
Rendement des prairies tempérées	**9,7**	**21,5**	**16,9**	**15,0**	**22,7**
Gain permis	-	11,8	7,2	5,3	13,0
Nombre de coupes	3	6	5	4	6
Rendement du kikuyu	**13,0**	**18,5**	**15,1**	**15,8**	**19,1**
Gain permis	-	5,5	2,1	2,8	6,1
Nombre de coupes	4	5	4	5	5
Rendement du chloris non irrigué	**19,7**	**21,8**	**21,4**	**25,1**	**23,7**
Gain permis	-	2,1	1,7	5,4	4,0
Nombre de coupes	6	6	6	7	7

Tableau 19 : Rendements annuels moyens du chloris irrigué d'après les essais de l'IRAT à Mon Caprice (FRITZ, 1971)

Rendements en tMS/ha	40 kg de N par coupe	80 kg de N par coupe	120 kg de N par coupe
Rendement du chloris irrigué	**21,3**	**35,9**	**42,9**
Nombre de coupes	6	10	12

Pour les itinéraires non fertilisés, les rendements du kikuyu et du chloris non irrigué sont supérieurs aux rendements des prairies tempérées (19,7 tMS/ha et 13 tMS/ha contre 9,7 tMS/ha). Les graminées fourragères tropicales (chloris et kikuyu) ont un cycle du carbone en C4. Ce métabolisme présente une meilleure efficacité de la photosynthèse et fonctionne avec moins d'azote que celui en C3 dans les conditions climatiques tropicales.

La réponse à la fertilisation diffère selon le type d'engrais utilisé et la culture fourragère. Les effluents d'élevage sont aussi bien valorisés par les graminées fourragères que les fertilisants minéraux. Les espèces tempérées répondent bien à la fertilisation. L'apport de 40 m^3 de lisier par coupe permet de doubler la production annuelle de biomasse des prairies tempérées pour atteindre des rendements proches du chloris (de 9,7 tMS/ha à 21,5 tMS/ha). La réponse à l'azote du kikuyu et du chloris non irrigué est plus limitée (gain compris entre 1,7 tMS/ha et 6,1 tMS/ha). Le kikuyu répond bien aux apports de lisier (+ 5,5 tMS/ha à 40 m^3/coupe). Le chloris répond mieux à la fertilisation minérale (+ 5,4 tMS/ha pour 70 kg de N/coupe). L'irrigation du chloris améliore d'autant plus sa réponse à la fertilisation minérale (> 35 tMS/ha)

1.1.2 Valeurs alimentaires des fourrages conservés

La qualité des fourrages conservés à la Réunion dépend principalement du type de prairie et du mode de récolte. Les moyennes des valeurs alimentaires des échantillons d'enrubannage prélevés par GRIES en 2011 et 2012 ont été recalculées en fonction du type de prairies et de la saison de récolte (Tableau 20 ; d'après GRIES, 2013).

Tableau 20 : Valeurs alimentaires moyennes des enrubannages en élevage bovin à la Réunion (d'après GRIES, 2013)

	Nombre d'échantillons	Taux de MS (%)	UFL (g/kg)	MAT (%)
Kikuyu	**85**	**35,2**	**0,63**	**11,77**
Eté	58	31,1	0,59	10,88
Hiver	27	44,0	0,70	13,68
Tempérées	**139**	**36,1**	**0,73**	**14,56**
Eté	79	31,6	0,72	14,89
Hiver	60	41,9	0,76	14,12
Tropicales (dont principalement chloris)	**95**	**41,3**	**0,60**	**10,51**
Eté	59	36,2	0,57	9,95
Hiver	36	49,5	0,64	11,43

Les enrubannages de graminées tropicales ont des valeurs énergétiques et protéiques plus faibles que les enrubannages de graminées tempérées (respectivement 0,60 ; 0,63 et 0,73 UFL et 10,51 ; 11,77 et 14,56 % de MAT pour le chloris, le kikuyu et les prairies tempérées). Le kikuyu offre des valeurs alimentaires intermédiaires entre le chloris et les graminées tempérées. L'intensité de l'activité photosynthétique explique cette différence. Les graminées en C4 produisent davantage de constituants pariétaux abaissant la digestibilité du fourrage. L'enrubannage récolté en hiver est de meilleure qualité (partie 1 : 3.1.3)

Les valeurs alimentaires des fourrages conservés pour chaque itinéraire modélisé sont présentées dans le Tableau 21. La qualité des enrubannages est estimée en fonction du stade de coupe et du type de fertilisation, à partir des moyennes par culture et par saison (cf Tableau 20). Le temps entre deux coupes est allongé en diminuant le nombre de coupes par an. Le stade de récolte est alors retardé et la valeur alimentaire de l'enrubannage diminue. Par ailleurs, un apport de fertilisation améliore la qualité globale du fourrage et permet une production plus importante en hiver.

Tableau 21 : Valeurs énergétiques et protéiques des fourrages conservés pour chaque itinéraire modélisé d'après les données de GRIES (2013) et BARBET MASSIN et al. (2004)

		UFL (g/kg)	MAT (%)
Enrubannage de kikuyu	Sans fertilisation	0,575	11,79
	40 m3 de lisier/coupe	0,621	12,00
	12 t de compost/coupe	0,603	11,89
	70 kg de N/coupe	0,609	11,83
	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	0,624	12,09
Enrubannage de chloris non irrigué	Sans fertilisation	0,564	10,62
	40 m3 de lisier/coupe	0,591	10,68
	12 t de compost/coupe	0,590	10,65
	70 kg de N/coupe	0,624	10,70
	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	0,625	10,72
Enrubannage de prairies tempérées	Sans fertilisation	0,671	14,57
	40 m3 de lisier/coupe	0,762	14,57
	12 t de compost/coupe	0,723	14,58
	70 kg de N/coupe	0,705	14,57
	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	0,763	14,56
Foin de chloris irrigué	40 kg de N/coupe	0,63	11,6
	80 kg de N/coupe		
	120 kg de N/coupe		

L'étude quantitative et qualitative des fourrages réunionnais met en évidence des variabilités de rendements et de valeurs alimentaires entre les différents itinéraires modélisés. Les espèces

tropicales, par leur métabolisme en C4 produisent une quantité de biomasse élevée avec une fertilisation azotée faible. Des rendements équivalents pour les prairies tempérées nécessitent un apport important de lisier. Les espèces tempérées ont de meilleures valeurs alimentaires. Le kikuyu constitue un intermédiaire entre le chloris et les prairies tempérées en termes de rendements et de qualité alimentaire du fourrage.

1.2 COUT DE LA MISE EN PLACE D'UNE PRAIRIE

Les coûts complets et les coûts de revient *(ci-dessous)* du foncier, de l'amélioration foncière et de l'implantation sont présentés dans le Tableau 22 en fonction du type de prairie.

Tableau 22 : Coût complet et coût de revient de la mise en place d'une prairie (foncier, amélioration foncière, implantation) amortis sur sa durée de vie

	Kikuyu	Prairies tempérées	Chloris non irrigué	Chloris irrigué
Foncier	250 €/ha *(250 €/ha)*	600 €/ha *(600 €/ha)*	600 €/ha *(600 €/ha)*	900 €/ha *(900 €/ha)*
Amélioration foncière	429 €/ha *(116 €/ha)*	429 €/ha *(116 €/ha)*	429 €/ha *(116 €/ha)*	-
Implantation	121 €/ha *(41 €/ha)*	486 €/ha *(121 €/ha)*	452 €/ha *(130 €/ha)*	481 €/ha *(130 €/ha)*
TOTAL	**800 €/ha *(407 €/ha)***	**1 515 €/ha *(837 €/ha)***	**1 481 €/ha *(846 €/ha)***	**1 381 €/ha *(1 030 €/ha)***

Le prix du fermage à la Réunion est très variable en fonction du potentiel agronomique de la parcelle et de la pression foncière existante sur la zone. Le coût du foncier a été affecté en fonction de la zone majoritaire d'implantation de la culture. Le kikuyu est cultivé dans les prairies de moyenne et de haute altitude (250 €/ha). Les prairies tempérées se situent majoritairement sur les hautes plaines d'altitude (600 €/ha). La différence de prix de fermage dans les Bas pour le chloris (600 €/ha contre 900 €/ha) vient du fait que la parcelle considérée pour la production de foin est déjà aménagée et irrigable. Le montant annuel d'amortissement des TAF pour les prairies tempérées, le kikuyu et le chloris non irrigué est de 429 €/ha sans subvention et de 116 €/ha/an avec subvention dans le cas de la modélisation.

La durée de vie de la prairie est le premier facteur de variation des coûts d'implantation entre les cultures. Le coût complet d'implantation du kikuyu est de 121 €/ha/an pour une durée de vie de 20 ans. Les coûts complets d'implantation du chloris et des prairies tempérées sont de 452 €/ha/an et de 486 €/ha/an pour une durée de vie de 5 ans. Les coûts de revient de l'implantation sont de respectivement 41 €/ha/an, 121 €/ha/an et 130 €/ha/an pour le kikuyu, les prairies tempérées et le chloris.

Les coûts complets de la mise en place d'une prairie (foncier, amélioration foncière, implantation) sont de 800 €/ha/an pour le kikuyu, 1 381 €/ha/an pour le chloris irrigué, 1 481 €/ha/an pour les prairies tempérées et 1 515 €/ha/an pour le chloris non irrigué. Les subventions s'élèvent entre 40 % et 50 % des charges engagées pour la mise en place d'une prairie avec des travaux d'amélioration foncière. Les coûts de revient de la mise en place d'une prairie sont de 407 €/ha/an pour le kikuyu, 837 €/ha/an pour les prairies tempérées et 846 €/ha/an pour le chloris avec amélioration foncière. Les subventions représentent 25 % des charges engagées pour la mise en place d'une prairie de chloris sans amélioration foncière, soit un coût de revient de l'implantation de 1 030 €/ha/an.

1.3 COUT DE LA FERTILISATION ET DE L'IRRIGATION

La productivité d'une prairie est déterminée par son mode de conduite (fertilisation et irrigation). Le Tableau 23 présente le coût complet de la fertilisation par intervention et par hectare pour chaque itinéraire étudié. Un apport de fertilisants est comptabilisé après chaque coupe.

Tableau 23 : Coût complet de la fertilisation par intervention et par ha pour chaque itinéraire étudié

Type de prairies	Mode de fertilisation	Nombre d'interventions	Coût complet de la fertilisation par intervention	Coût complet de la fertilisation par an
Kikuyu	Sans fertilisation	4	-	**-**
	40 m3 de lisier/coupe	5	188,6 €/ha	**943 €/ha**
	12 t de compost/coupe	4	92,5 €/ha	**370 €/ha**
	70 kg de N/coupe	5	165,2 €/ha	**826 €/ha**
	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	5	259,4 €/ha	**1 297 €/ha**
Chloris non irrigué	Sans fertilisation	6	-	**-**
	40 m3 de lisier/coupe	6	182,0 €/ha	**1 092 €/ha**
	12 t de compost/coupe	6	74,8 €/ha	**449 €/ha**
	70 kg de N/coupe	7	164,4 €/ha	**1 151 €/ha**
	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	7	247,4 €/ha	**1 732 €/ha**
Prairies tempérées	Sans fertilisation	3	-	**-**
	40 m3 de lisier/coupe	6	182,0 €/ha	**1 092 €/ha**
	12 t de compost/coupe	5	81,8 €/ha	**409 €/ha**
	70 kg de N/coupe	4	166,0 €/ha	**664 €/ha**
	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	6	250,8 €/ha	**1 505 €/ha**
Chloris irrigué	40 kg de N/coupe	7	101,7 €/ha	**712 €/ha**
	80 kg de N/coupe	10	181,7 €/ha	**1 817 €/ha**
	120 kg de N/coupe	12	262,0 €/ha	**3 144 €/ha**

Le coût complet de la fertilisation est très variable entre les itinéraires étudiés en fonction du type d'apport, de la dose apportée et du nombre d'interventions réalisées. L'analyse de ces facteurs est présentée dans la partie 2 des résultats afin d'identifier les marges de progrès relatives à la fertilisation.

Les coûts complets de l'irrigation par aspersion pour le chloris sont respectivement de 1 388 €/ha, 1 462 €/ha et 1 500 €/ha pour les itinéraires de 40 kg de N/coupe, 80 kg de N/coupe et 120 kg de N/coupe. L'augmentation du nombre de coupes en intensifiant la production augmente le nombre d'interventions de sortie et de remise en place des canaux d'irrigation, entrainant un accroissement des charges de main d'œuvre de l'irrigation.

1.4 COUT DE LA RECOLTE

Les coûts complets de la récolte par balle, par coupe et par hectare pour chaque itinéraire étudié sont présentés dans les Tableau 24 et Tableau 25. Le coût complet moyen de la récolte est de 292,4 €/ha/coupe pour le foin et de 396,9 €/ha/coupe pour l'enrubannage. Le coût complet moyen de la récolte pour une balle d'enrubannage de 580 kg brut à 37% de MS est de 24,35 €/balle. Le coût complet moyen de la récolte pour une balle de foin de 250 kg brut à 85% de MS est de 17,38 €/balle. Le coût de récolte supérieur en enrubannage s'explique par l'utilisation du film

plastique et l'opération d'enrubannage elle-même et des économies d'échelle sur la chaîne de récolte plus faibles dues à des volumes produits inférieurs.

Tableau 24 : Coût complet de la récolte en enrubannage par balle, par coupe et par hectare pour chaque itinéraire

Type de prairies	Mode de fertilisation	Nombre de coupes	Coût complet de récolte par balle	Coût complet de récolte par coupe	Coût complet de la récolte (€/ha)
Kikuyu	Sans fertilisation	4	26,61 €/balle	398,7 €/cp	**1 595 €/ha**
	40 m3 de lisier/coupe	5	23,83 €/balle	406,4 €/cp	**2 032 €/ha**
	12 t de compost/coupe	4	24,91 €/balle	433,5 €/cp	**1 734 €/ha**
	70 kg de N/coupe	5	25,42 €/balle	370,3 €/cp	**1 852 €/ha**
	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	5	23,53 €/balle	414,3 €/cp	**2 072 €/ha**
Chloris non irrigué	Sans fertilisation	6	24,02 €/balle	363,6 €/cp	**2 182 €/ha**
	40 m3 de lisier/coupe	6	23,11 €/balle	387,1 €/cp	**2 322 €/ha**
	12 t de compost/coupe	6	23,06 €/balle	389,8 €/cp	**2 339 €/ha**
	70 kg de N/coupe	7	22,57 €/balle	373,0 €/cp	**2 611 €/ha**
	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	7	23,05 €/balle	359,8 €/cp	**2 519 €/ha**
Prairies tempérées	Sans fertilisation	3	30,95 €/balle	466,3 €/cp	**1 399 €/ha**
	40 m3 de lisier/coupe	6	22,55 €/balle	376,6 €/cp	**2 259 €/ha**
	12 t de compost/coupe	5	24,56 €/balle	386,8 €/cp	**1 934 €/ha**
	70 kg de N/coupe	4	25,17 €/balle	439,8 €/cp	**1 759 €/ha**
	40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	6	21,97 €/balle	387,3 €/cp	**2 324 €/ha**
		MOYENNE ENRUBANNAGE	**24,35 €/balle**	**396,9 €/cp**	**2 062 €/ha**

Tableau 25 : Coût complet de la récolte en foin par balle, par coupe et par hectare pour chaque itinéraire

Type de prairies	Mode de fertilisation	Nombre de coupes	Coût complet de récolte par balle	Coût complet de récolte par coupe	Coût complet de la récolte (€/ha)
Chloris irrigué	40 kg de N/coupe	6	18,36 €/balle	306,8 €/cp	**1 841 €/ha**
	80 kg de N/coupe	10	17,04 €/balle	288,6 €/cp	**2 886 €/ha**
	120 kg de N/coupe	12	16,75 €/balle	281,8 €/cp	**3 382 €/ha**
		MOYENNE FOIN	**17,38 €/balle**	**292,4 €/cp**	**2 703 €/ha**

Le coût complet de la récolte varie en fonction du mode de récolte, du tonnage par coupe et du type de mécanisation. L'analyse de ces facteurs est présentée dans la partie 2.2 des résultats afin d'identifier les marges de progrès relatives à la récolte.

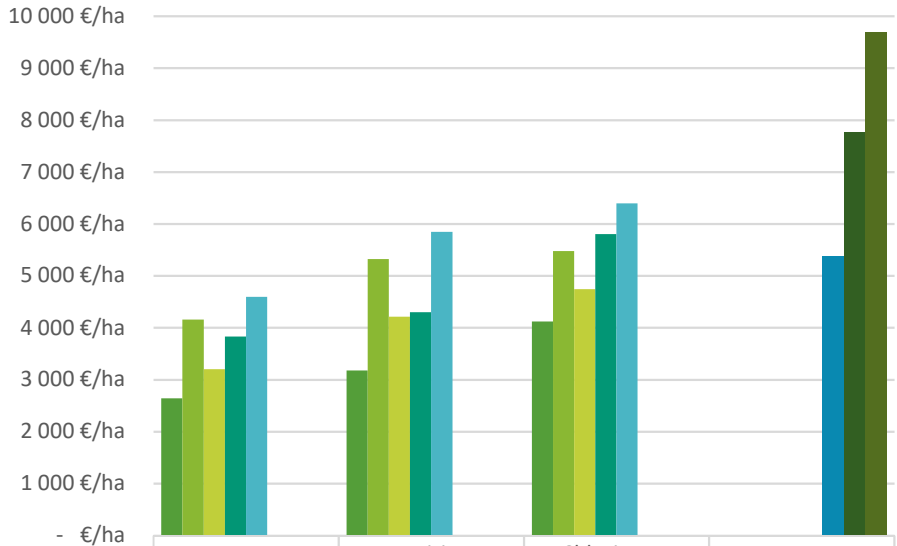
1.5 COUT DES PERTES AU STOCKAGE

Les pertes au stockage sont de 10% pour un ensilage à 37% de MS et de 3% pour un foin à 85% de MS (DULPHY et MARTIN ROSSET, 2001). Le coût complet des pertes correspond au montant des charges précédemment engagées pour la production du fourrage non valorisé. Par exemple, le coût complet des pertes en enrubannage correspondra à 10% du coût complet du fourrage après récolte.

1.6 COMPARAISON DES COUTS POUR LES QUATRE FOURRAGES ETUDIES

1.6.1 Coûts complets par hectare de prairies

Le coût complet après stockage varie de 2 642 €/ha pour une prairie de kikuyu sans fertilisation à 9 696 €/ha pour une prairie de chloris irriguée et fertilisée avec 1 440 kg de N/ha/an (120 kg de N/coupe ; Figure 25). Le nombre d'interventions réalisées sur la parcelle explique cette variabilité. L'intensification de la production accroît les charges de fertilisation de la culture en fonction du type d'apport et de la dose épandue. L'augmentation des rendements entraîne une hausse des charges de récolte par une augmentation du nombre de coupes. Ces dépenses supplémentaires liées à l'intensification des surfaces sont justifiées dans la mesure où le gain de rendement permet de couvrir le surcoût occasionné (partie 3 : 3.1).



	Kikuyu	Prairies tempérées	Chloris non irrigué	Chloris irrigué
Sans fertilisation	2 642 €/ha	3 175 €/ha	4 117 €/ha	
40 m3 de lisier/coupe	4 159 €/ha	5 323 €/ha	5 478 €/ha	
12 t de compost/coupe	3 201 €/ha	4 213 €/ha	4 740 €/ha	
70 kg de N/coupe	3 832 €/ha	4 298 €/ha	5 806 €/ha	
40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	4 592 €/ha	5 845 €/ha	6 392 €/ha	
40 kg de N/coupe				5 386 €/ha
80 kg de N/coupe				7 758 €/ha
120 kg de N/coupe				9 696 €/ha

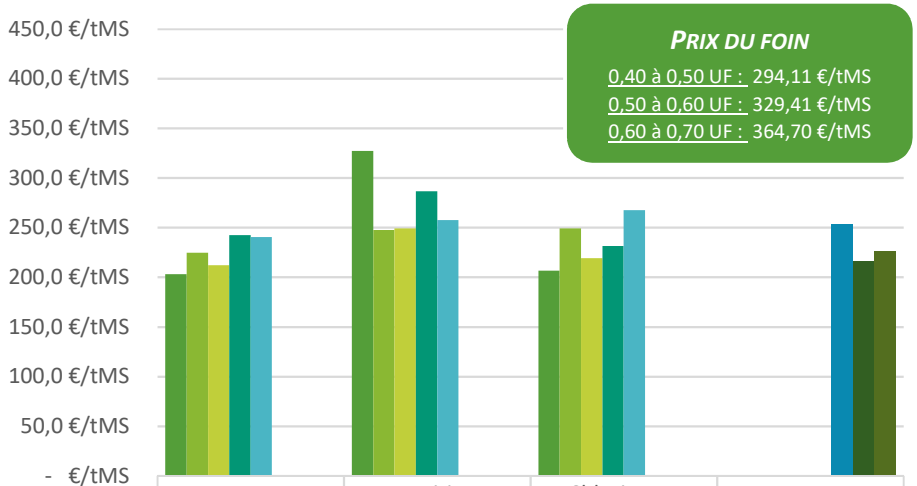
Figure 25 : Coûts complets en €/ha

1.6.2 Coûts complets et coûts de revient de l'enrubannage et du foin

Le coût complet moyen de l'enrubannage stocké est de 244,3 €/tMS (Figure 26). L'enrubannage de kikuyu et de chloris dans une conduite sans fertilisation ont les coûts complets les plus faibles de la modélisation (respectivement 203,2 €/tMS et 206,7 €/tMS stockée). Ces résultats s'expliquent par des charges nulles pour la conduite et un potentiel de rendement élevé sans fertilisation (13,0 tMS/ha et 19,7 tMS/ha). L'intensification du chloris et du kikuyu augmente le coût complet de l'enrubannage produit. Le gain de biomasse permis par la fertilisation pour les plantes en C4 est peu intéressant compte tenu des charges engagées.

A l'inverse, le coût complet de l'enrubannage de prairies tempérées non fertilisées est le plus élevé de la simulation (327,3 €/tMS stockée). Le potentiel de production sans fertilisation des graminées tempérées est faible comparé aux graminées en C4 (9,7 tMS/ha/an). L'intensification des prairies tempérées permet de produire un enrubannage avec un coût complet inférieur à celui des prairies tempérées non fertilisées. L'apport d'engrais organique et/ou minéral est intéressant grâce à une bonne réponse à l'azote des graminées tempérées. La fertilisation organique est la plus intéressante (247,6 €/tMS pour 40 m^3 de lisier/coupe et 249,3 €/tMS pour 12 t de compost/coupe). La fertilisation minérale présente un intérêt dans une moindre mesure (286,5 €/tMS).

Le coût complet moyen du foin est inférieur au coût complet moyen de l'enrubannage (231,7 €/tMS). Cette différence s'explique par un coût complet de récolte plus faible pour le foin. Les coûts complets par hectare importants du chloris irrigué sont compensés par de hauts rendements (jusqu'à plus de 40 tMS/ha). Le calcul des coûts complets du foin de chloris irrigué met en évidence une quantité de fertilisation seuil comprise entre 40 et 120 kg de N/ha à partir de laquelle le gain de biomasse permis par l'intensification est trop faible par rapport aux charges engagées. Cette fertilisation optimale sera déterminée dans la partie 3.2 des résultats.

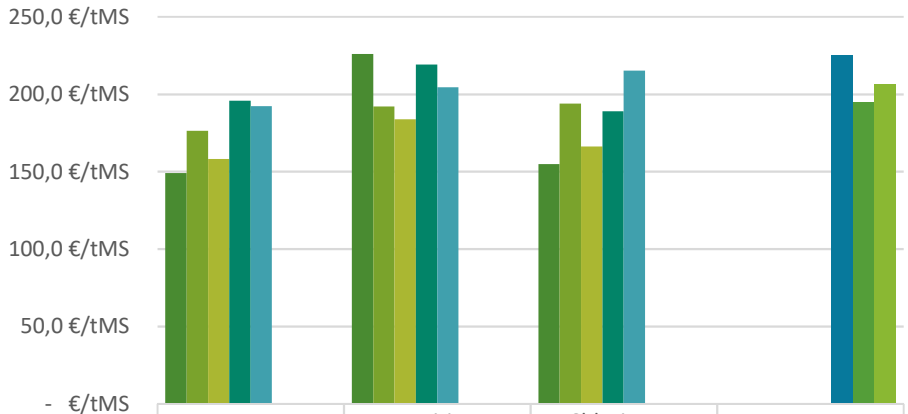


	Kikuyu	Prairies tempérées	Chloris non irrigué	Chloris irrigué
Sans fertilisation	203,2 €/tMS	327,3 €/tMS	206,7 €/tMS	
40 m3 de lisier/coupe	224,8 €/tMS	247,6 €/tMS	249,0 €/tMS	
12 t de compost/coupe	212,0 €/tMS	249,3 €/tMS	219,1 €/tMS	
70 kg de N/coupe	242,5 €/tMS	286,5 €/tMS	231,3 €/tMS	
40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	240,4 €/tMS	257,5 €/tMS	267,7 €/tMS	
40 kg de N/coupe				252,9 €/tMS
80 kg de N/coupe				216,1 €/tMS
120 kg de N/coupe				226,0 €/tMS

Figure 26 : Coûts complets de l'enrubannage et du foin en €/tMS

Le coût complet permet de comparer les charges engagées par les éleveurs pour la production de fourrages avec le prix d'achat d'un fourrage de valeurs alimentaires équivalentes. A l'exception de l'enrubannage de prairies tempérées produit sans fertilisation et avec fertilisation minérale, les prix de vente actuels des fourrages à la Réunion sont supérieurs aux coûts des fourrages autoproduits dans les Hauts (280 € pour l'enrubannage et 329 € pour le foin de chloris).

La Figure 27 présente les coûts de revient des fourrages étudiés. Le coût de revient moyen de l'enrubannage est de 187,7 €/tMS. Le coût de revient moyen du foin est supérieur à celui de l'enrubannage (208,7 €/tMS).



	Kikuyu	Prairies tempérées	Chloris non irrigué	Chloris irrigué
Sans fertilisation	149,1 €/tMS	225,9 €/tMS	154,9 €/tMS	
40 m3 de lisier/coupe	176,3 €/tMS	192,0 €/tMS	194,0 €/tMS	
12 t de compost/coupe	158,2 €/tMS	183,7 €/tMS	166,3 €/tMS	
70 kg de N/coupe	195,7 €/tMS	219,1 €/tMS	189,0 €/tMS	
40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	192,2 €/tMS	204,5 €/tMS	215,3 €/tMS	
40 kg de N/coupe				225,0 €/tMS
80 kg de N/coupe				194,6 €/tMS
120 kg de N/coupe				206,6 €/tMS

Figure 27 : Coûts de revient de l'enrubannage et du foin en €/tMS

L'analyse comparative des coûts complets et des coûts de revient met en évidence le montant des aides attribuées à la production de fourrages. Ce montant représente pour la production d'enrubannage 43,3 €/tMS, soit 23,1% du coût complet moyen de l'enrubannage. Les aides s'élèvent en moyenne à 23,0 €/tMS pour la production de foin, soit 9,9% du coût complet moyen du foin.

Le Tableau 26 détaille l'impact des aides en fonction des itinéraires techniques considérés pour la production d'enrubannage et de foin. La différence des taux d'aides entre ces deux fourrages s'explique par la prise en compte de TAF et l'épandage d'effluents organiques dans les itinéraires étudiés des prairies récoltées en enrubannage. Les montants d'aides attribués à la production de foin inférieurs à ceux de l'enrubannage justifient le coût de revient du foin plus élevé que celui de l'enrubannage.

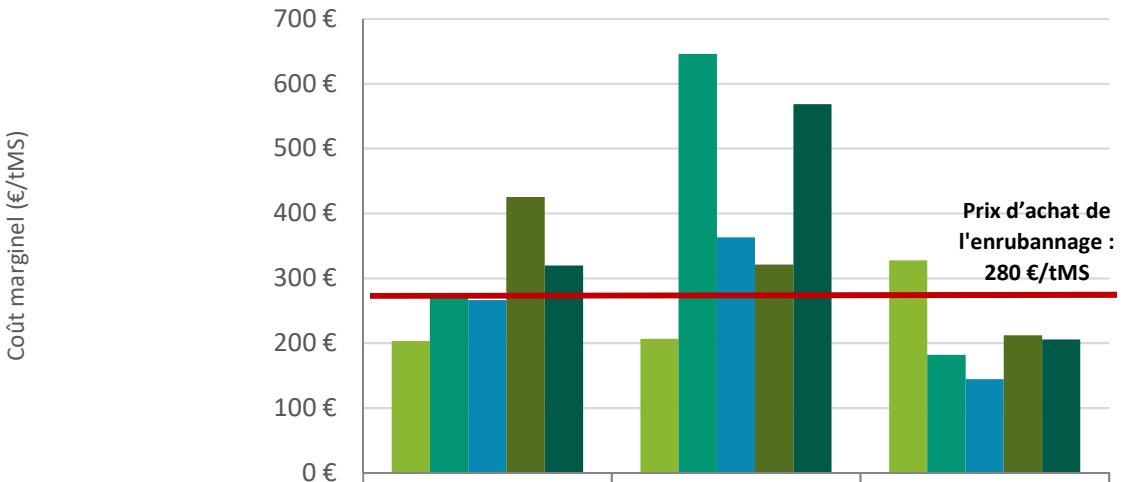
Tableau 26 : Taux et impacts des aides sur le coût complet et le coût de revient de l'enrubannage et du foin

Poste	Type d'aides	Taux appliqué	Impact sur les itinéraires étudiés
TAF	Subventions	75% du prix des travaux et du maître d'œuvre	Diminution du coût de revient des prairies récoltées en enrubannage par rapport au chloris irrigué sans TAF
Implantation	Subventions	75% des charges d'intrants et de mécanisation	Diminution du coût de revient plus importante pour les prairies tempérées et le chloris avec un coût complet d'implantation par an supérieur au kikuyu
Tracteurs et outils	Subventions, SNC, défiscalisation	33% du prix d'achat neuf	Diminution des charges de mécanisation. Cette baisse des charges est plus importante pour la fertilisation organique que pour la fertilisation minérale car les charges de mécanisation sont plus élevées. De même, l'impact de cette baisse est plus important pour une récolte en enrubannage qu'en foin.

1.6.3 Coûts marginaux

1.6.3.1 Coûts marginaux de l'enrubannage

Le coût marginal de la tMS correspond au coût complet de la tMS supplémentaire permise par une intensification de la culture. Ils déterminent si un apport d'engrais organique et/ou minéral permet de produire de l'enrubannage à un coût complet inférieur au coût complet du même fourrage non fertilisé et au prix d'achat de l'enrubannage. La Figure 28 présente les coûts marginaux de l'enrubannage. Le coût complet des itinéraires sans fertilisation est représenté sur la figure 28 à titre de comparaison.



	Kikuyu	Chloris non irrigué	Prairies tempérées
Sans fertilisation	203,2 €/tMS	206,7 €/tMS	327,3 €/tMS
40 m3 de lisier/coupe	275,9 €/tMS	645,8 €/tMS	182,1 €/tMS
12 t de compost/coupe	266,5 €/tMS	362,8 €/tMS	144,2 €/tMS
70 kg de N/coupe	425,0 €/tMS	321,0 €/tMS	211,8 €/tMS
40 m3 de lisier/coupe + 30 kg de N/coupe	319,7 €/tMS	568,1 €/tMS	205,4 €/tMS

Figure 28 : Coûts marginaux de l'enrubannage

Le coût marginal de l'enrubannage de kikuyu et de chloris non irrigué sans fertilisation est inférieur au coût marginal de l'enrubannage produit sur ces prairies avec un apport de fertilisation organique et/ou minérale. Ceci s'explique par un potentiel de production sans fertilisation élevé pour les graminées fourragères en C4 (13,0 tMS pour le kikuyu et 19,7 tMS pour le chloris). Dans un contexte où l'acquisition de foncier serait non limitante, il serait plus rentable d'exploiter de nouvelles parcelles à leur potentiel initial que d'intensifier la production de fourrage tropical sur une même parcelle.

Le coût complet de l'enrubannage de prairies tempérées non fertilisées est supérieur au coût marginal de l'enrubannage produit avec fertilisation. L'intensification des prairies tempérées diminue le coût complet de l'enrubannage par tMS. La fertilisation organique est la plus intéressante (144,2 €/tMS pour 12 t de compost/coupe et 182,1 €/tMS pour 40 m^3 de lisier/coupe). La fertilisation minérale présente un intérêt plus limité (211,8 €/tMS). Cette différence de coûts marginaux en fonction du type de fertilisation s'explique par une réponse plus faible des prairies tempérées à l'engrais minéral.

La comparaison du coût marginal au prix de vente de l'enrubannage détermine l'intérêt économique d'intensifier sa production par rapport à l'achat de fourrages à l'extérieur. L'intensification des prairies tempérées et du kikuyu avec de la fertilisation organique permet de produire de l'enrubannage à un coût marginal inférieur au prix d'achat. Cependant, les coûts marginaux de l'enrubannage de kikuyu avec fertilisation minérale et du chloris fertilisé sont supérieurs au prix de vente de l'enrubannage. Si le chargement d'un l'éleveur l'oblige à produire plus d'enrubannage sur du chloris non irrigué que le potentiel de rendement sans fertilisation, alors cet éleveur aurait un intérêt économique à acheter de l'enrubannage plutôt que d'intensifier sa production.

1.6.3.2 Coûts marginaux du foin

La Figure 29 présente les coûts marginaux du foin. Ils déterminent si l'apport croissant d'engrais minéral sur du chloris irrigué permet de produire du foin à un coût complet dégressif et inférieur au prix d'achat du foin par les éleveurs. Pour l'ensemble des itinéraires étudiés, les coûts marginaux du foin sont inférieurs au prix d'achat du foin à la Réunion. Une intensification de la production du chloris irrigué est économiquement intéressante pour répondre à une augmentation de la demande en fourrages par rapport à l'achat de fourrages extérieurs (jusqu'à 120 kg de N/coupe).

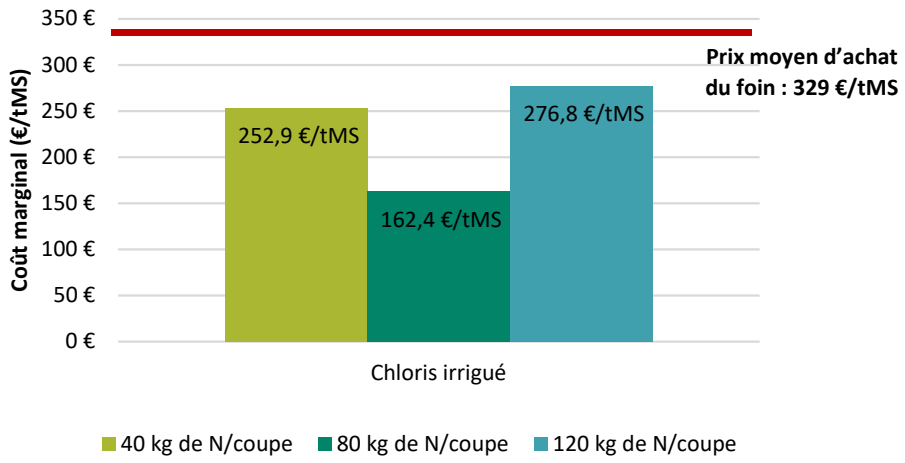


Figure 29 : Coûts marginaux du foin

Le coût marginal du foin produit sur une prairie avec 80 kg de N/coupe est inférieur au coût complet du foin produit sur une prairie fertilisée avec 40 kg de N/coupe (162,4 €/tMS contre 252,9 €/tMS). Une intensification de la production de chloris irrigué entre 40 et 80 kg de N/coupe est économiquement intéressante. Le coût marginal du foin produit sur une prairie fertilisée avec 120 kg de N/coupe est supérieur au coût complet du foin produit sur une prairie fertilisée avec 40 kg de N/coupe et au coût marginal du foin produit sur une prairie avec 80 kg de N/coupe. Une intensification de la production de chloris irrigué entre 80 et 120 kg de N/coupe est peu intéressante dans le cas où un foin produit à 276,8 €/tMS ne serait pas économiquement valorisé par les animaux[10]. Au-delà de 80 kg de N/coupe, si une parcelle irriguée est disponible à proximité, il serait économiquement plus intéressant d'exploiter cette nouvelle prairie fertilisée à 40 kg de N/coupe ou 80 kg de N/coupe plutôt que d'intensifier la prairie existante.

1.6.4 Coût complet de l'énergie et de la protéine

Le coût complet de l'énergie et de la protéine du fourrage autoproduit par les éleveurs est représenté en fonction du coût complet de la tMS. Il est comparé au coût complet de l'énergie et de la protéine apportées par les concentrés de l'URCOOPA (Figure 30 et Figure 31).

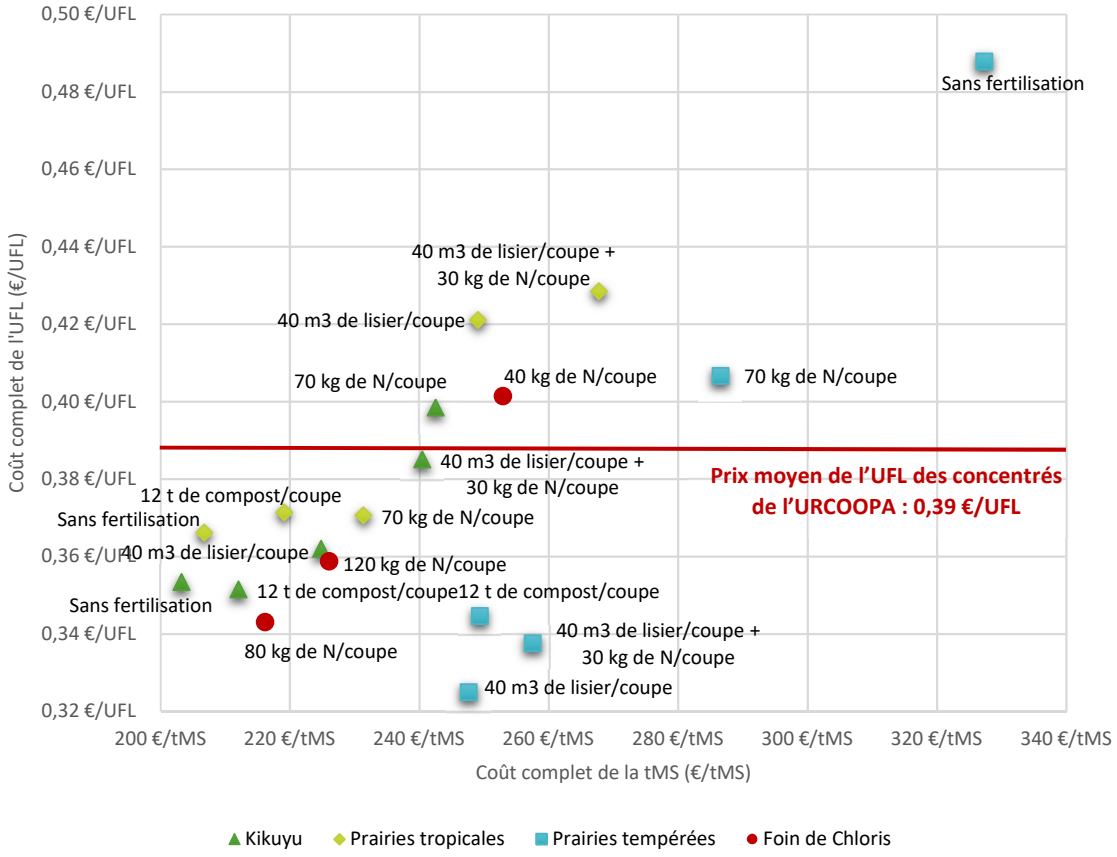


Figure 30 : Coût complet de l'UFL en fonction du coût complet de la tMS

[10] La rémunération des produits laitiers et carnés aux éleveurs à la Réunion est supérieure à celle de métropole, s'expliquant par le contexte insulaire. Une production de fourrages avec un coût complet non optimal ne signifie pas que la marge par unité de production (kg carcasse ou litre de lait) dégagée par sa valorisation ne serait pas intéressante pour l'éleveur.

Les coûts complets moyens des valeurs alimentaires des fourrages étudiés sont de 0,378 €/UFL et 19,9 €/MAT. L'enrubannage de prairies tempérées avec du lisier a le meilleur rapport qualité/prix (0,325 €/UFL et 17,0 €/MAT). Le coût complet plus important pour les enrubannages de prairies tempérés est compensé par les valeurs alimentaires plus élevées de ces fourrages. Le coût complet concurrentiel de l'UFL et de la MAT pour les enrubannages de chloris et de kikuyu s'explique par un coût complet de la tMS faible qui compense les valeurs alimentaires moyennes.

Les coûts complets de l'UFL et de la MAT des fourrages autoproduits par les éleveurs sont en moyenne plus faibles que le prix d'achat des valeurs alimentaires des concentrés de l'URCOOPA. Toutefois, certains itinéraires ont des coûts complets de l'UFL et de la MAT supérieurs à ceux des concentrés. Ces coûts supérieurs s'expliquent par des coûts complets élevés (prairies tempérées non fertilisées) et/ou des valeurs alimentaires faibles (chloris fertilisé avec du lisier).

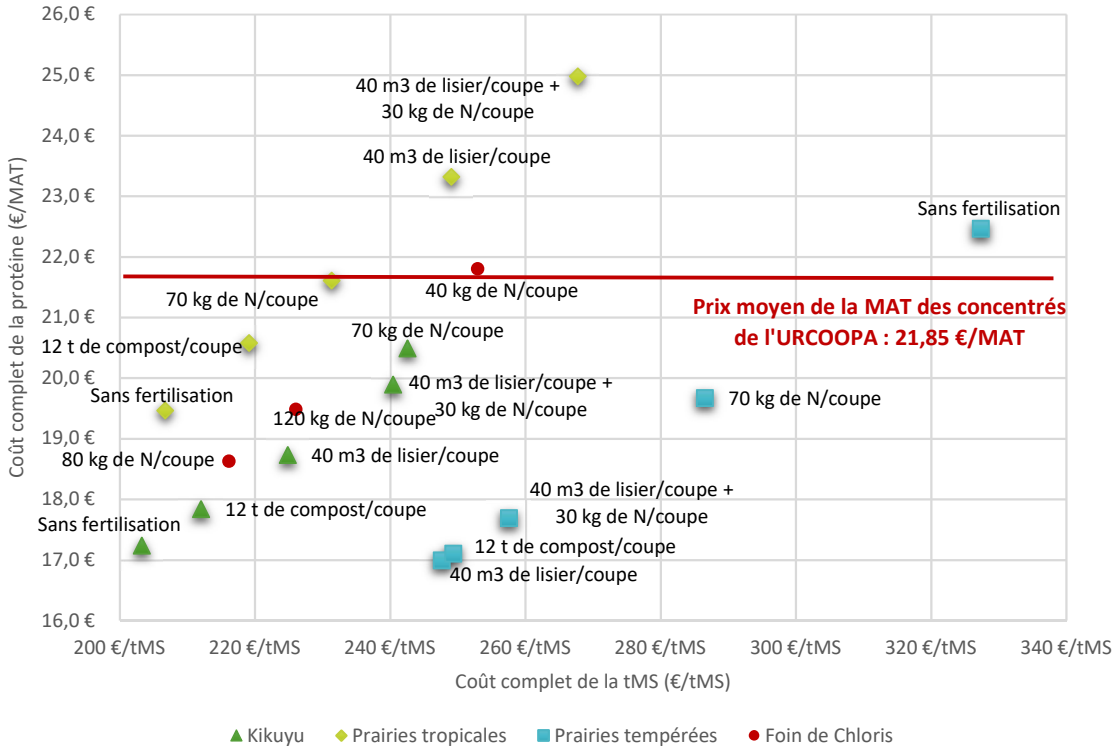


Figure 31 : Coût complet de la MAT en fonction du coût complet de la tMS

Le diagnostic des coûts complets et des coûts de revient met en évidence une analyse économique différente entre les prairies tropicales et les prairies tempérées. L'intensification du chloris non irrigué et du kikuyu augmente les coûts complets et les coûts de revient des fourrages. A l'inverse, les prairies tempérées présentent un bon rapport qualité/prix et un potentiel d'intensification des surfaces intéressant à condition de pratiquer des apports d'engrais organiques raisonnés.

Le coût complet moyen du foin est inférieur à celui de l'enrubannage (231,7 €/tMS contre 244,3 €/tMS). Moins d'aides sont attribuées au chloris irrigué dans le référentiel expliquant le coût de revient du foin supérieur à celui de l'enrubannage. Le chloris

irrigué permet une production de biomasse importante récoltable en foin (jusqu'à plus de 40 tMS/ha) avec un coût complet inférieur à celui de l'enrubannage.

Les fourrages autoproduits par les éleveurs ont des coûts complets inférieurs aux prix d'achat de l'enrubannage et du foin à la Réunion. Toutefois, le kikuyu fertilisé avec de l'azote minéral et le chloris non irrigué et fertilisé entrainent des coûts marginaux pour ces fourrages supérieurs au prix d'achat de l'enrubannage.

Les coûts complets de l'énergie et de la protéine des fourrages sont globalement inférieurs aux coûts de l'énergie et de la protéine des concentrés de l'URCOOPA. La production d'un fourrage de qualité permettrait de réduire la dépendance en concentrés des exploitations en apportant de l'énergie et de la protéine à un coût moindre, dans la limite de son encombrement.

2 LEVIERS D'ACTION POUR UNE MEILLEURE MAITRISE DES CHARGES

La répartition des charges par opération et par poste reflète l'importance des paramètres influant sur le coût complet des fourrages. Cette analyse permet d'identifier des marges de progrès dans la gestion technico-économique des surfaces fourragères. L'impact des leviers d'action proposés est évalué sur le coût de revient afin d'extraire de ces modélisations des conseils pratiques pour une meilleure maîtrise des charges par les éleveurs.

2.1 IDENTIFICATION DES PRINCIPAUX POSTES DE DEPENSES

2.1.1 Répartition des coûts complets par opération

Les Figure 32 et Figure 33 représentent la répartition des coûts complets par opération. La récolte et la conduite représentent les deux tiers des coûts complets des fourrages. La récolte est le premier poste de dépenses. Les charges engagées varient en fonction du mode de récolte. L'enrubannage est le mode de récolte présentant les charges les plus importantes (113,7 €/tMS en moyenne soit 46% du coût complet). Les charges pour la récolte en foin sont plus modérées (82,2 €/tMS soit 36% du coût complet).

Le choix du mode de récolte à la Réunion dépend principalement de la situation géographique de la parcelle. Les conditions climatiques instables des Hauts ne permettraient pas un séchage suffisant de l'herbe pour la récolte en foin. Certains éleveurs produisent de « l'enrubannage sec » de prairies tropicales dans les Bas (taux de MS > 65%). Ce choix est à raisonner en fonction des besoins du troupeau et des possibilités de stockage du foin en bâtiment. La récolte en enrubannage peut certes permettre de gagner une coupe supplémentaire par an, mais ce mode de récolte est économiquement moins intéressant que la production de foin.

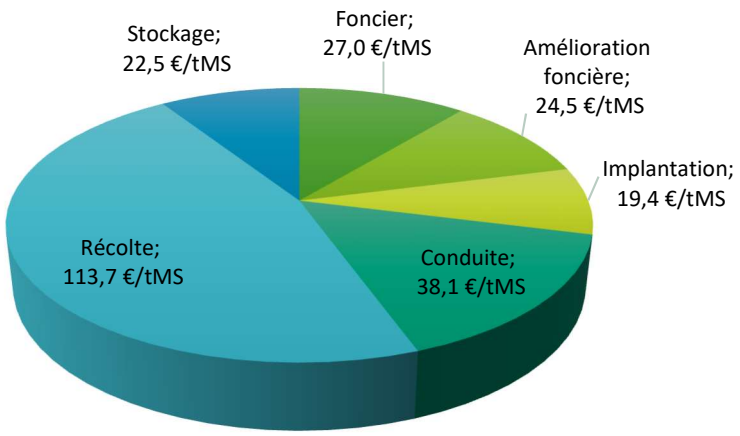


Figure 32 : Répartition du coût complet moyen de l'enrubannage par opération

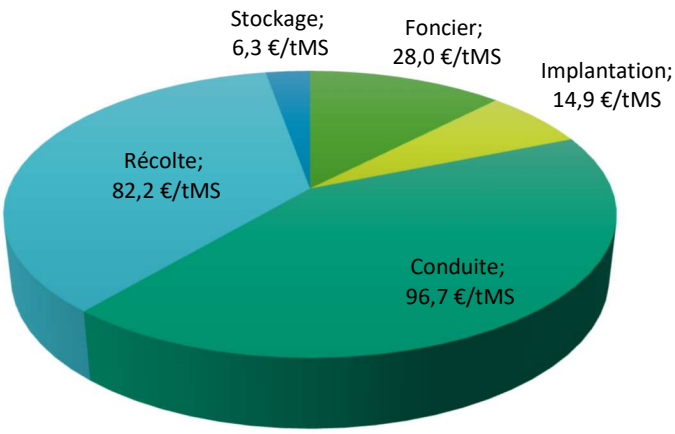


Figure 33 : Répartition du coût complet moyen du foin par opération

La conduite de la culture comprend les opérations de fertilisation et d'irrigation. Le coût complet de la fertilisation est très variable selon l'itinéraire technique étudié (écart type de 24,9 €/tMS soit 65% de la moyenne). Il représente en moyenne 38,1 €/tMS pour l'enrubannage (16% du coût complet) et 85,0 €/tMS pour le foin (39% du coût complet). Le mode de fertilisation (organique et/ou minéral) et la dose apportée déterminent le niveau et la composition des charges engagées.

Le coût complet de l'irrigation représente la moitié du coût complet de la conduite pour le chloris irrigué récolté en foin. Il est fortement lié au temps de travail pour la gestion de l'irrigation et la sortie/mise en place des canaux à chaque coupe. Certaines parcelles de foin exploitées par les éleveurs des Hauts sont éloignées du corps de ferme (> 30 min). Les temps de déplacements pour la gestion de l'irrigation peuvent être conséquents sur ces parcelles.

Les charges liées à la mise en place d'une prairie de fauche sont peu compressibles (foncier, TAF, implantation). Elles représentent 70,9 €/tMS en enrubannage (29% du coût complet) et 42,9 €/MS en foin (20% du coût complet). Les coûts du foncier et des aménagements fonciers sont relatifs à la structure du parcellaire. Dans les Hauts, les conditions pédoclimatiques permettent le plus souvent un choix entre l'implantation de kikuyu et de prairies tempérées. Le coût complet d'implantation des prairies tempérées par tMS est quatre fois plus élevé que le coût complet d'implantation d'une prairie de kikuyu (28,8 €/tMS au lieu de 7,6 €/tMS). Malgré ces différences de charges notables, le coût d'implantation ne doit pas être le principal critère de choix pour le type de prairie à implanter. En effet, les prairies tempérées présentent un rapport qualité/prix et des possibilités d'intensification intéressantes par rapport au kikuyu, qu'il convient de prendre en compte dans le raisonnement des espèces prairiales.

2.1.2 Répartition des coûts complets par poste de charges

La répartition des coûts complets par poste de charges est présentée par les Figure 34 et Figure 35. La mécanisation représente un peu moins de la moitié des coûts complets des fourrages (45% en enrubannage et 41% en foin). L'amortissement des outils est le premier poste de dépenses en enrubannage (53,8 €/tMS en moyenne soit 28% des coûts complets) et le troisième poste en foin. Les charges liées au matériel de traction représentent 17 % des coûts complets de l'enrubannage et du foin (déplacements compris).

L'adéquation entre la puissance des tracteurs, la largeur de travail des outils et la surface d'utilisation du matériel est indispensable pour une optimisation des charges de mécanisation. Toutefois, étant donné les politiques fiscales en vigueur, les éleveurs préfèrent investir individuellement dans des tracteurs et des outils, conduisant à un suréquipement des élevages et des charges de mécanisation particulièrement élevées.

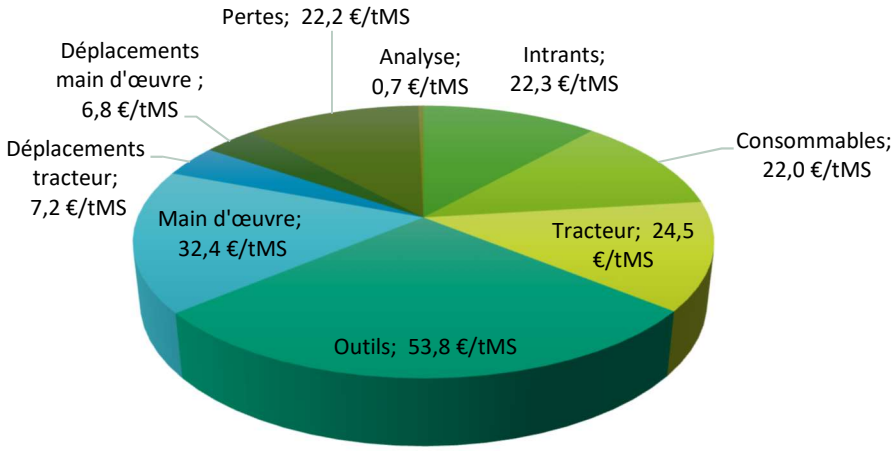


Figure 34 : Répartition du coût complet moyen de l'enrubannage par poste de charges

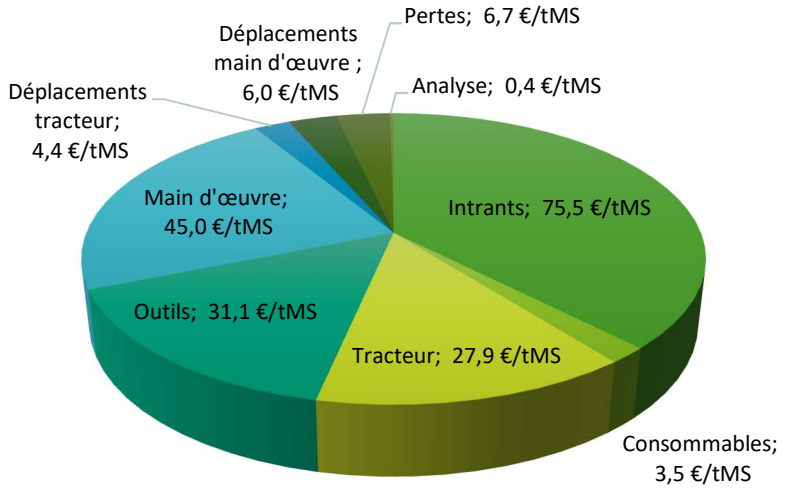


Figure 35 : Répartition du coût complet moyen du foin par postes de charges

La main d'œuvre représente 22% des coûts complets de l'enrubannage et du foin, dont 17% des charges correspondent au travail effectif de la main d'œuvre, et 5% aux déplacements. Outre les objectifs de rémunération de l'exploitant, ce coût est directement lié à la performance des outils. Le choix d'outils avec une largeur de travail et une puissance élevée augmente les charges de mécanisation mais diminue conjointement le temps de travail. L'investissement dans du matériel plus performant est le plus souvent raisonné en fonction des avantages fiscaux et du confort de travail. L'intérêt économique de ces investissements est effectif lorsque la surface travaillée permet des économies d'échelle suffisantes, pour que le gain de temps rentabilise le surcoût du matériel.

Les déplacements représentent 5 à 8% des coûts complets du foin et de l'enrubannage. La modélisation est réalisée pour une parcelle située à 10 mn du corps de ferme. Les frais de déplacement augmentent en fonction de l'éloignement de la parcelle et sont amortis sur sa surface

respective. L'exploitation d'une parcelle éloignée présente d'autant plus d'intérêt que la surface disponible est importante et qu'elle présente un bon potentiel agronomique.

La récolte et la conduite de la culture représentent les principales dépenses pour la réalisation de fourrages conservés. La mécanisation est le premier poste de dépenses (40 à 45% des charges engagées). En prenant en compte les charges de main d'œuvre liées à la performance des outils, les choix de mécanisation impactent 2/3 des coûts complets des fourrages. La maitrise des coûts complets des fourrages passe par des investissements raisonnés sur le matériel de traction et la chaîne de récolte en fonction de la structure de l'exploitation, de la disponibilité de la main d'œuvre, des avantages fiscaux et des choix de confort de travail.

2.2 LEVIERS POUR LA MAITRISE DES COUTS DE RECOLTE

2.2.1 Structure des coûts complets de la récolte

2.2.1.1 Répartition des coûts complets de la récolte par opération

Les Figure 37 et Figure 36 représentent la répartition des coûts complets moyens de la récolte par opération culturale. La fauche, le pressage et l'enrubannage sont les opérations culturales les plus importantes en termes de charges engagées. Elles représentent respectivement 15,2%, 21,5% et 36,7% du coût complet moyen de récolte en enrubannage.

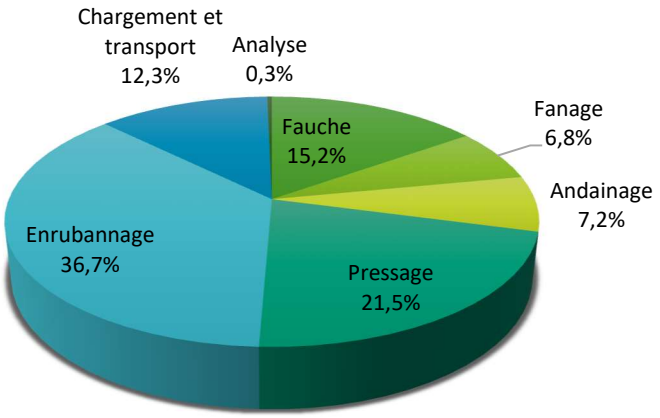


Figure 37 : Répartition par opération du coût complet moyen de la récolte en enrubannage

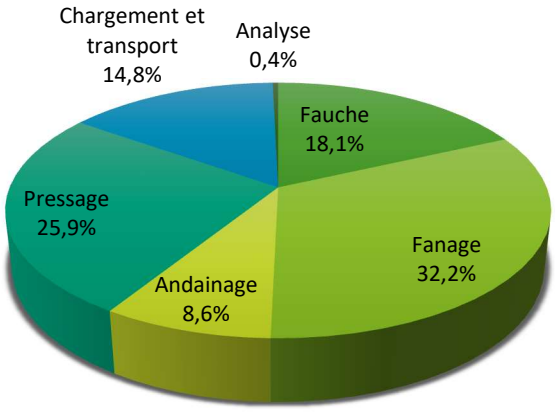


Figure 36 : Répartition par opération du coût complet moyen de la récolte en foin

La fauche et le pressage représentent respectivement 18,1% et 25,9% des coûts complets de la récolte en foin. L'importance du fanage dans les coûts complets de la récolte en foin s'explique par quatre interventions à chaque coupe.

2.2.1.2 Répartition des coûts complets de récolte par poste de charges

Le poste mécanisation représente plus de 60% des coûts complets de récolte en enrubannage et en foin (Figure 38 et Figure 39). L'amortissement de la chaîne de récolte est le premier poste de charges de la récolte (43,1% des coûts complets en enrubannage et 35,1% en foin). Le coût de la main d'œuvre est directement lié aux caractéristiques de la chaîne de récolte via la performance des outils. La maîtrise des coûts de récolte passe par un choix pertinent du type de mécanisation (individuel, entraide, CUMA, prestataire de service), et une bonne adéquation entre la puissance de traction, les largeurs de travail des outils, et l'utilisation du matériel.

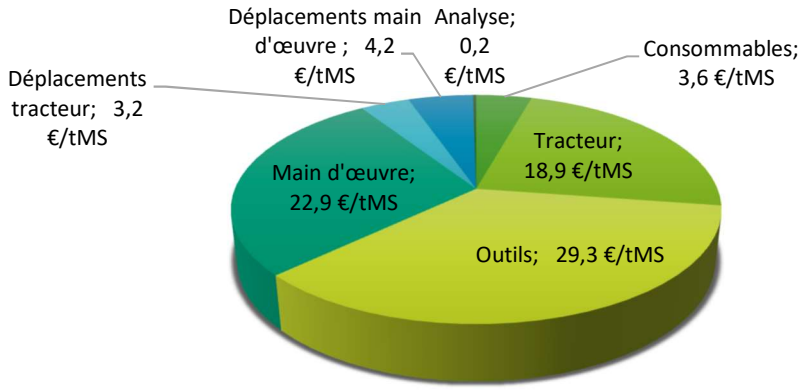


Figure 38 : Répartition du coût complet de récolte du foin par poste de charges

Les consommables représentent 19% des dépenses en enrubannage. Ce poste est corrélé avec le nombre de bottes réalisées. Les charges s'élèvent à 0,75 €/balle pour le filet et 4,00 €/balle pour le film plastique. La réalisation d'enrubannage avec un faible taux de MS (15% - 25%) entraîne une augmentation des coûts de consommables par tMS pour une même quantité de MS récoltée. En outre, les pertes au stockage seront plus importantes et la qualité du fourrage dégradée.

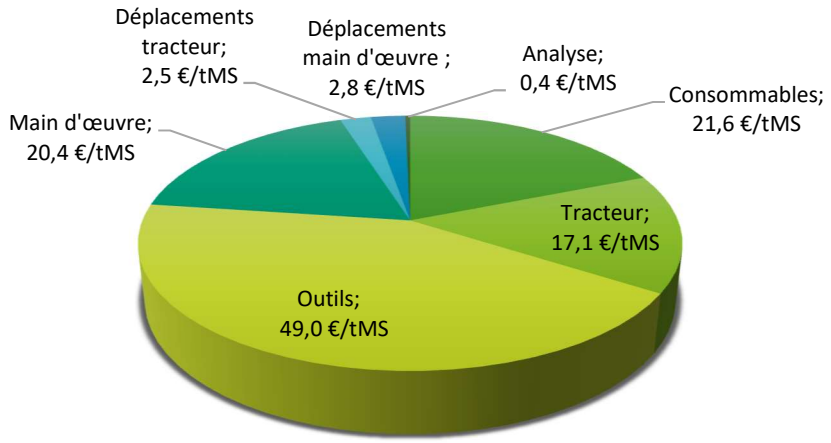


Figure 39 : Répartition du coût complet de récolte de l'enrubannage par poste de charges

2.2.2 Modélisation du coût complet de la récolte en fonction du nombre de coupes

Une relation linéaire existe entre le coût complet de la récolte et le nombre de coupes réalisées, pour une chaîne de récolte et un tonnage par coupe donnés. Cette relation est établie graphiquement par une simulation du coût complet de la récolte pour différents nombres de coupes (Figure 40). Les équations de ces droites seront utilisées pour le calcul du coût de la récolte dans la détermination des rendements minimum permettant de couvrir les charges de fertilisation (partie 3 : 3).

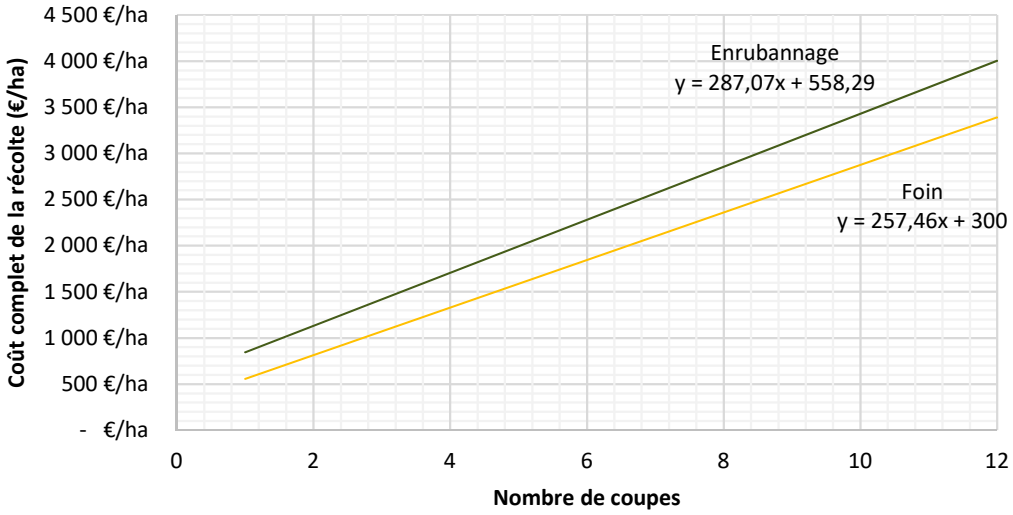


Figure 40 : Relation linéaire entre le nombre de coupes et le coût complet de la récolte pour la chaîne de récolte de référence et 3,5 tMS récoltées par hectare et par coupe

Le tonnage récolté par coupe et les caractéristiques de la chaîne de récolte, bien que considérés comme fixes dans la modélisation des itinéraires de référence, impactent le coût complet de la récolte. Une augmentation du tonnage par coupe conduit à une augmentation des charges par coupe. L'augmentation du nombre de bottes accroit la quantité de consommables utilisée, et le fonctionnement de la presse et de l'enrubanneuse. Si le rendement annuel reste constant, le nombre de bottes par an reste stable. L'augmentation du tonnage entraîne ainsi une diminution du nombre de coupes sur l'année, se traduisant par une diminution des charges de récolte annuelles.

L'amortissement de la chaîne de récolte varie entre les itinéraires de référence uniquement en fonction du nombre de coupes par an. Les différentes stratégies de mécanisation sur la chaîne de récolte (propriété, ETA, CUMA) ont un impact significatif sur le coût complet et le coût de revient de la récolte. Elles sont étudiées ci-après afin de déterminer leur intérêt en fonction des facteurs de production (structure du foncier, disponibilité de la main d'œuvre).

2.2.3 Stratégies de mécanisation pour l'optimisation du coût de revient de la chaîne de récolte

2.2.3.1 Optimisation des « coûts de revient » de la fauche, du pressage et de l'enrubannage

Les économies d'échelle sont un levier important pour la maîtrise des charges de mécanisation. Deux stratégies peuvent être mises en place pour optimiser les coûts d'une chaîne de récolte en propriété :

- Adapter la puissance du tracteur aux outils et le matériel au nombre d'hectares travaillés. Certains exploitants proposent des services de prestations pour la récolte de fourrages afin de réaliser des économies d'échelle plus importantes sur leur chaîne de récolte.
- Travailler avec du matériel en combiné pour diminuer le nombre d'opérations de récolte (faucheuse frontale, presse enrubanneuse). Cette option s'avère intéressante pour une forte utilisation du matériel sur des parcelles éloignées du corps de ferme, et dans le cas d'une faible disponibilité de la main d'œuvre pour la récolte des fourrages.

La fauche, le pressage et l'enrubannage sont les opérations de récolte qui présentent les dépenses de mécanisation les plus importantes (Partie 3 : 1.4). Les Figure 41 et Figure 42 comparent l'intérêt de différentes organisations du chantier de récolte (propriété, matériel combiné, CUMA, ETA) en fonction de l'utilisation du matériel pour ces opérations.

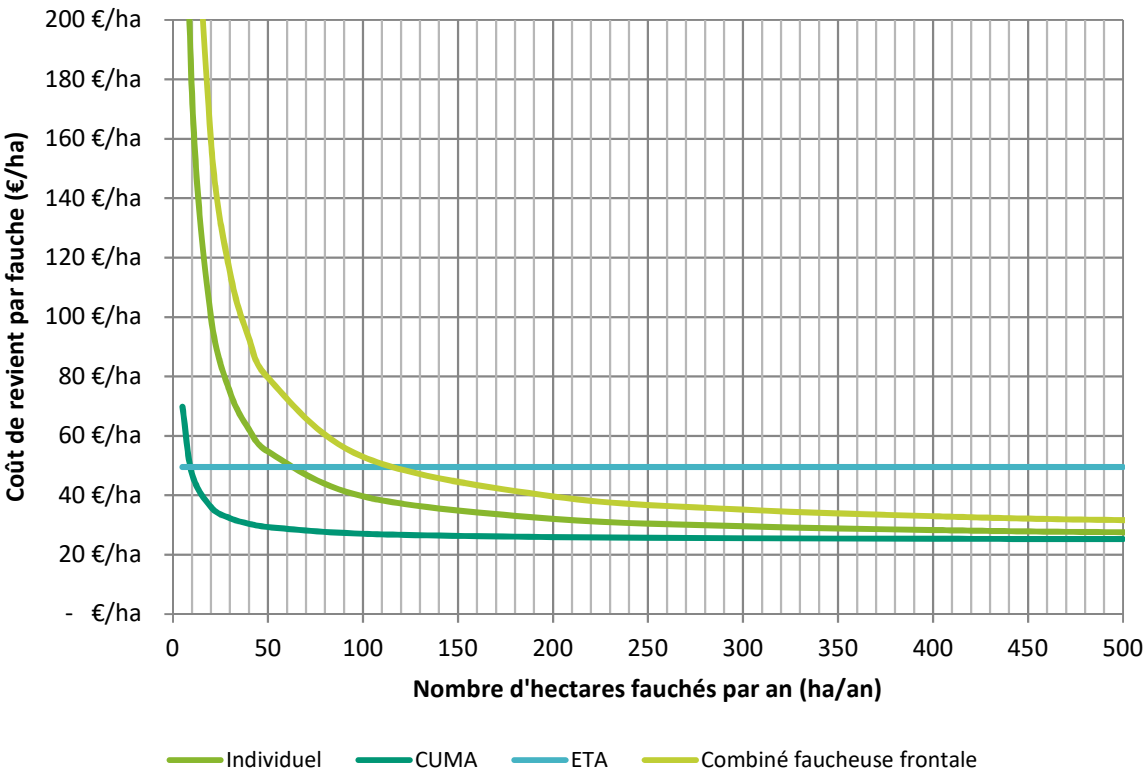


Figure 42 : Coût de revient de la fauche par hectare en fonction du nombre d'hectares travaillées par an et de l'organisation du chantier de récolte

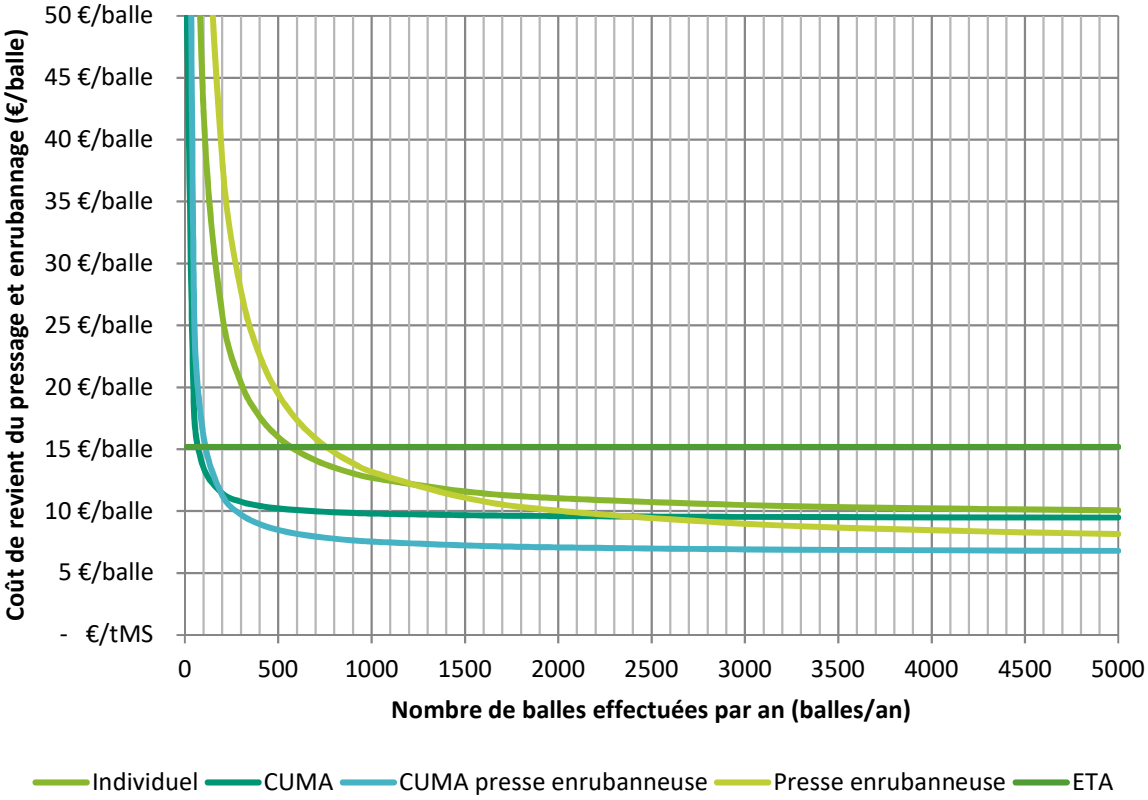


Figure 41 : Coût de revient du pressage et de l'enrubannage en fonction du nombre de balles effectuées par an pour différentes organisations du chantier de récolte

Les coûts de revient de la récolte avec du matériel en CUMA sont dans un cas général inférieurs aux coûts de revient de la récolte avec du matériel en propriété pour des outils présentant des performances équivalentes. Cette différence s'explique par les économies d'échelle plus importantes et le taux de subventions des CUMA à 60% du prix d'achat du matériel neuf. L'intérêt du travail en CUMA est cependant à nuancer en fonction des contraintes importantes liées au confort de travail et à la disponibilité du matériel auxquelles les adhérents sont soumis.

Le matériel en combiné est intéressant pour des surfaces de fauche importantes. Le surcoût lié aux investissements plus importants dans les outils en combiné et le matériel de traction adéquat est rentabilisé par la diminution du nombre d'opérations et du temps de travail. L'avantage de l'utilisation d'une faucheuse frontale combinée avec une faucheuse arrière est uniquement relatif à la diminution du temps de fauche. L'achat d'une presse enrubanneuse en propriété par rapport à l'utilisation d'une presse classique et d'une enrubanneuse trainée est rentabilisé à partir de 1 220 balles/an. L'utilisation d'une presse enrubanneuse par rapport à une chaîne de récolte classique en CUMA est plus avantageuse à partir de 2 350 balles/an. La diminution du nombre d'opérations culturales par l'utilisation de matériel en combiné (faucheuse et andaineur frontal, presse enrubanneuse) est d'autant plus intéressante pour les CUMA.

Les ETA présentent une compétitivité limitée. L'appel à un prestataire pour la fauche est intéressant pour une surface récoltée inférieure à 65 ha/an. Le coût du pressage et de l'enrubannage par un prestataire est de 15,18 €/balle[11]. Au-delà de 600 balles annuelles, l'investissement dans une presse et une enrubanneuse trainée en propriété est amorti.

2.2.3.2 Temps de travail de la fauche, du pressage et de l'enrubannage pour différentes stratégies de mécanisation

L'étude des coûts de revient en fonction du type de mécanisation considère une approche uniquement économique du temps de travail. La récolte des fourrages nécessite un travail conséquent sur un intervalle de temps restreint. Ceci est d'autant plus important dans les conditions climatiques des Hauts de la Réunion où la fenêtre de temps disponible pour la récolte des fourrages au stade optimal est étroite.

L'utilisation du matériel en combiné diminue environ de moitié le temps de fauche (23 min/ha contre 40 min/ha grâce à une largeur de fauche doublée ; Figure 43). Le temps de travail est divisé par quatre en utilisant une presse enrubanneuse (1,9 min/balle contre 7,5 min/balle ; Figure 44). Bien que nécessitant des investissements en mécanisation plus importants, ce mode fonctionnement s'avère intéressant lorsque la disponibilité en main d'œuvre est une contrainte pour la récolte des fourrages.

Le partage du matériel en CUMA nécessite le temps de travail le plus important (45 min/ha pour la fauche). Une non-disponibilité du matériel au stade optimal pour la fauche entraîne des pertes qualitatives sur les fourrages. Le lieu de stockage du matériel peut être éloigné du corps de ferme. Le temps moyen pour aller chercher le matériel du lieu de remisage de la CUMA au corps de ferme est de 15 minutes dans la modélisation. Il peut être augmenté compte tenu de la topographie des Hauts et de la densité des élevages. Outre le surcoût occasionné par ces déplacements, il s'agit d'autant de temps perdu pour la réalisation des travaux de récolte lorsque les conditions climatiques sont optimales.

[11]Prix de l'ETA Grande Ferme avec une presse cubique et une enrubanneuse corrigée du coût de la mélasse.

L'appel à un prestataire de service n'occasionne pas de travail pour l'éleveur. Cependant, les ETA réunionnaises sont saturées pendant la saison des pluies. Le délai d'attente pour la réalisation du chantier occasionne un risque de perte qualitatif sur la récolte non négligeable.

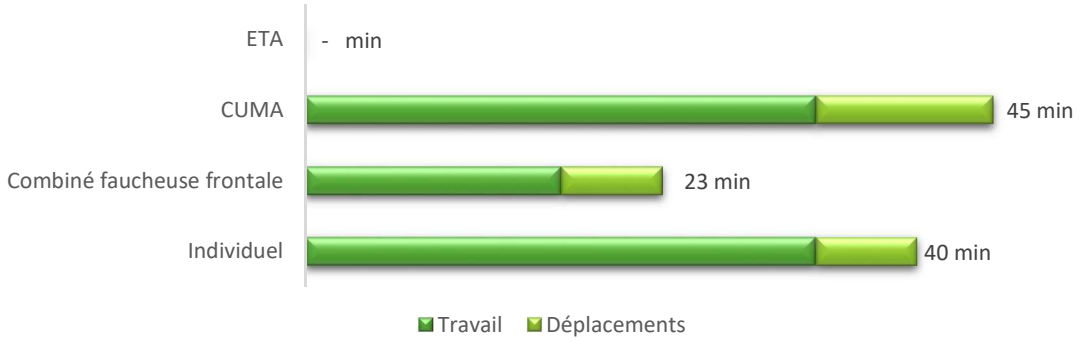


Figure 43 : Temps de travail de la fauche pour différents types de mécanisation (min/ha)

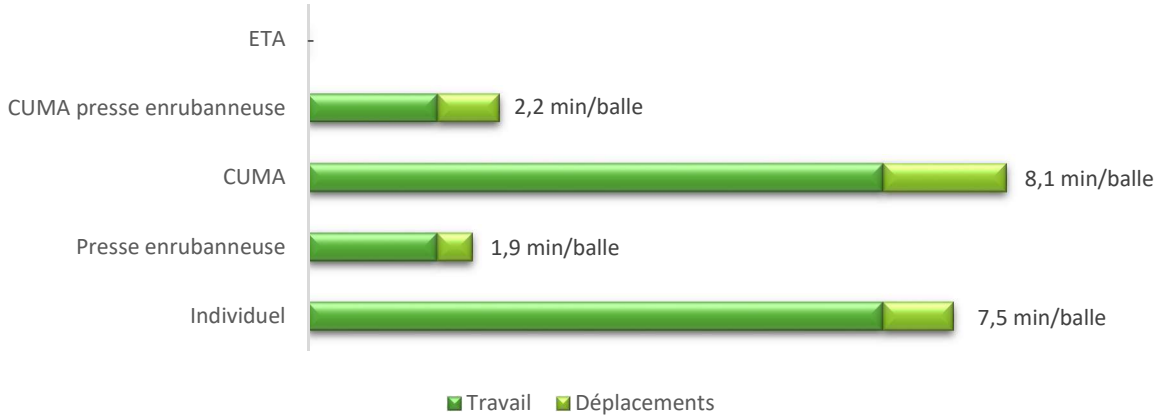


Figure 44 : Temps de travail du pressage et de l'enrubannage pour différents types de mécanisation (min/balle)

La mécanisation est le premier poste de charges pour la production de fourrages. Le matériel utilisé doit être raisonné en fonction de son utilisation, de la structure du parcellaire, de la main d'œuvre disponible, des avantages fiscaux, du confort de travail et la sécurisation de la récolte. Une chaîne de récolte en propriété doit être utilisée sur une surface de fauche permettant des économies d'échelle suffisantes pour limiter les charges de mécanisation. L'utilisation de matériel en combiné s'avère intéressante lorsque la surface de fauche est importante et la main d'œuvre disponible est un facteur limitant. Dans un contexte d'exploitations de tailles modestes, le partage du matériel en CUMA et l'appel à un prestataire de service dans une moindre mesure permettent un meilleur amortissement des charges malgré des contraintes en termes de disponibilité du matériel. Afin d'optimiser les coûts de la chaîne de récolte, il est primordial de choisir une stratégie de mécanisation et de s'y tenir.

2.3 GESTION DES CHARGES DE FERTILISATION

2.3.1 Répartition du coût complet de la fertilisation en fonction du type d'apport

Les coûts complets d'épandage du lisier et du compost se répartissent entre les charges de mécanisation (72% en moyenne) et les charges de main d'œuvre (environ 28% en moyenne ; Figure 45 et Figure 46). Les déplacements représentent 25 à 30% des coûts complets de la fertilisation organique. Les charges d'épandage du lisier et du compost sont d'autant plus importantes que la parcelle est éloignée du lieu de stockage des effluents. L'impact de l'amortissement des outils (49,2% pour le compost et 21,3% pour le lisier) et du temps de déplacement sur le coût complet de l'épandage d'engrais organiques est évalué dans la partie 2.3.3.1.

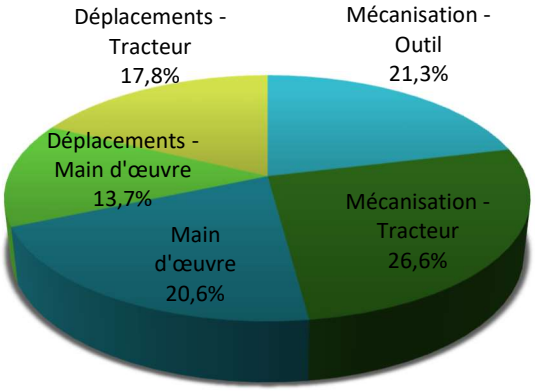


Figure 46 : Répartition du coût complet de la fertilisation pour 6 interventions d'épandage de 40 m3 de lisier

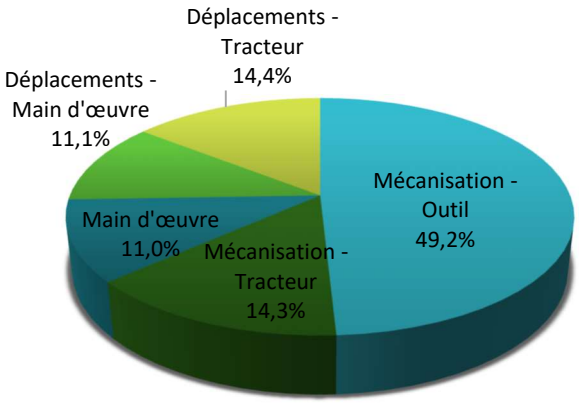


Figure 45 : Répartition du coût complet de la fertilisation pour 6 interventions d'épandage de 12 t de compost

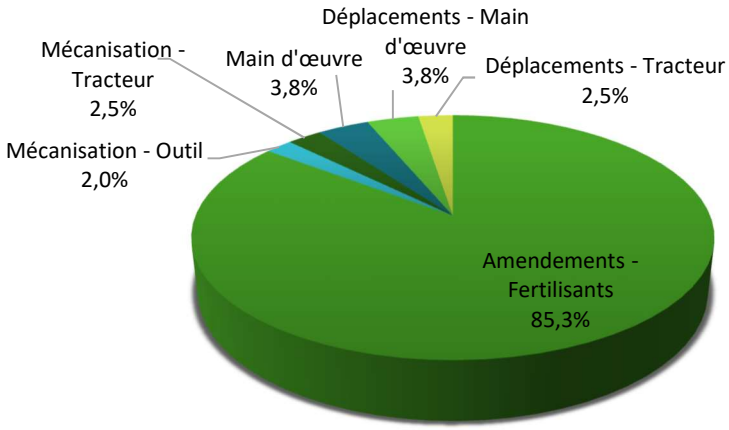


Figure 47 : Répartition du coût complet de la fertilisation pour 6 interventions d'épandage de 70 kg de N

L'achat de l'engrais minéral correspond au premier poste de charges pour la fertilisation minérale (85,3 % ; Figure 47). Le coût complet de la fertilisation minérale est fortement corrélé à la dose épandue. Les coûts complets de l'épandage de l'engrais minéral sont plus faibles que ceux de l'épandage de l'engrais organique. Le prix d'achat du matériel et la moindre utilisation de la mécanisation par kg de N épandu avec l'épandeur à engrais expliquent cette différence (3 900€ pour un épandeur à engrais contre < 20 000€ pour un épandeur à lisier ou à fumier). L'impact du

nombre d'unités d'azote épandues, du fractionnement des épandages et du temps de déplacement sur le coût complet de la fertilisation minérale est évalué dans la partie 2.3.3.3.

2.3.2 Coût complet de l'unité d'azote épandue

Le Tableau 27 présente les coûts complets de la fertilisation par unité d'azote totale et unité d'azote utile épandues. Les coûts complets de la fertilisation avec du compost par unité d'azote total sont les plus faibles (0,82 €/kg de N total). L'azote total apporté par le compost est intéressant sur le long terme autant d'un point de vue agronomique qu'économique. L'effet agronomique du compost est limité sur le court terme. De plus, l'apport d'azote utile par le compost revient à 5,46 €/kg de N (2,3 fois supérieur à l'engrais minéral).

L'engrais minéral est la source d'azote total avec le coût complet le plus élevé (2,37 €/kg d'azote). Le coût complet de la fertilisation minérale par unité d'azote utile est inférieur à celui de la fertilisation organique. L'apport d'engrais minéral présente un intérêt pour une fertilisation sur le court terme.

Le lisier constitue un intermédiaire entre le compost et l'engrais minéral. Les coûts complets d'épandage du lisier sont de 1,52 €/kg de N total et 3,45 €/kg de N utile. L'épandage de lisier assure une bonne réponse des graminées fourragères à l'apport d'azote avec un coût complet modéré.

Tableau 27 : Coût complet de la fertilisation par unité d'azote épandue

Type d'engrais	Kg de N apporté	Coefficient d'utilisation de l'azote	Coût complet	Coût complet par kg de N total	Coût complet par kg de N utile
Lisier	3,3 kg de N/m^3	0,40	4,55 €/m3	1,52 €/kg de N	3,45 €/kg de N
Compost	7,6 kg de N/t	0,15	6,23 €/t	0,82 €/kg de N	5,46 €/kg de N
Minéral	30 kg de N/100 kg	1,00	1,23 €/kg de 30.10.10	2,37 €/kg de N	2,37 €/kg de N

2.3.3 Equations simplifiées pour le calcul du coût complet de la fertilisation

2.3.3.1 Calcul du coût complet de l'épandage de lisier

L'amortissement annuel de la tonne à lisier et le temps de déplacement à la parcelle ont été déterminés comme les principaux postes de dépenses pour l'épandage de lisier (partie 3 : 2.3.1). Le calcul du coût complet de l'épandage d'un m3 de lisier en fonction de ces deux paramètres est déterminé par l'**11.**

Équation 6. Le détail des calculs est présenté en **ANNEXE 11.**

Équation 6 : Coût complet de l'épandage d'un m^3 de lisier en fonction de la quantité totale épandue par an et du temps de déplacement à la parcelle

$$\text{Coût complet } de\ l'épandage\ de\ lisier[€/m3] = 2{,}29 + \left(\frac{2778{,}75}{Quantité\ épandue\ [m3/an]}\right) + 8{,}6 * Temps\ de\ déplacement\ [h]$$

Les charges fixes d'une tonne à lisier de 10,5 m^3 en fonction de son utilisation annuelle sont de 2778,8/Quantité épandue en m^3/an. La part du coût complet liée à la distance entre le lieu de stockage du lisier et la parcelle est de 8,6 * Temps de déplacement [h] par m^3. Elle est d'autant plus importante que la parcelle est éloignée du lieu de stockage des effluents d'élevage.

2.3.3.2 Calcul du coût complet de l'épandage de compost

Le calcul du coût complet de l'épandage d'une tonne de compost en fonction de de la quantité totale épandue par an et du temps de déplacement à la parcelle est déterminé par Équation 7. Le détail des calculs est présenté en **ANNEXE 12.**

Équation 7 : Coût complet de l'épandage d'une tonne de compost en fonction de la quantité totale épandue par an et du temps de déplacement à la parcelle

$$\text{Coût complet de l'épandage de fumier/compost}[€/\text{t}] = 1{,}53 + \left(\frac{2889{,}95}{Quantité\ épandue\ [t/an]}\right) + 8{,}6 * Temps\ de\ déplacement\ [h]$$

Les charges fixes d'un épandeur à fumier/compost de 10 t en fonction de son utilisation annuelle sont de 2 890/Quantité épandue en t/an. La part du coût complet liée à la distance entre le lieu de stockage du compost est identique à l'épandage de lisier. Elle est de 8,6 * Temps de déplacement [h] par tonne épandue.

2.3.3.3 Calcul du coût complet de la fertilisation minérale

Le calcul du coût complet de l'épandage d'engrais minéral par ha en fonction du nombre d'unités d'azote épandues, du fractionnement des épandages et du temps de déplacement est déterminé par l'Équation 8. Le détail des calculs est présenté en **ANNEXE 13.**

Équation 8 : Coût complet de l'épandage d'engrais minéral en fonction du nombre d'unités d'azote épandues, du fractionnement des épandages et du temps de déplacements

$$\text{Coût complet } de\ l'épandage\ d'engrais\ minéral\ [€/ha] = 1{,}99 * Nombre\ d'unités\ épandues\ [kg\ de\ N] + Nombre\ d'interventions * \left(10{,}3125 + \frac{370{,}5}{Surface\ annuelle\ épandue\ [ha/an]} + Temps\ de\ déplacements\ [h] * 62{,}5\right)$$

Le coût complet de la fertilisation minérale est fortement corrélé au nombre d'unités d'azote apportées. Le prix d'achat d'une unité de 30.10.10 est de 1,99 €/kg de N. Compte tenu du coût modéré de l'épandage, un fractionnement optimal des apports permet une meilleure efficacité de l'engrais et limite les pertes d'azote. L'ajout d'une opération d'épandage augmente les coûts de $10{,}3 + {}^{370{,}5}/_{Surface\ annuelle\ épandue\ [ha/an]} + Temps\ de\ déplacements\ [h] * 62{,}5$. Plus la parcelle est éloignée, plus le gain de rendement permis par le fractionnement des apports doit être important.

Les charges d'épandage des engrais organiques se répartissent entre la mécanisation, la main d'œuvre et les frais de déplacements. L'azote apporté par l'épandage de compost, bien que peu disponible à court terme, est économiquement intéressant. L'achat d'engrais est le premier poste de charges de la fertilisation minérale. Cette dernière présente un intérêt pour les parcelles éloignées du corps de ferme avec un coût du kg de N utile faible. Le lisier constitue un intermédiaire entre l'épandage de compost et la fertilisation minérale en assurant une bonne réponse des graminées avec un coût d'épandage modéré.

3 OPTIMISATION DES PRAIRIES PAR UNE FERTILISATION RAISONNEE

Le choix du mode de fertilisation (type d'engrais, dose apportée) doit être pertinent en fonction de la structure du parcellaire, des objectifs de rendement de l'éleveur, de la main d'œuvre disponible et des contraintes du milieu. L'intensification des surfaces fourragères est justifiée dans la mesure où le rendement potentiel supplémentaire permis par l'ajout d'engrais couvre les charges engagées. Cette partie vise à modéliser les rendements et les gains de production seuils permettant de couvrir des charges de fertilisation afin d'optimiser l'intensification et la gestion des prairies à la Réunion.

3.1 OPTIMISATION DE L'INTENSIFICATION DES PRAIRIES VALORISEES EN ENRUBANNAGE

3.1.1 Modélisation du rendement seuil permettant de couvrir charges de la culture en fonction du prix de l'enrubannage

L'achat d'enrubannage permet de pallier à un déficit fourrager occasionnel. Toutefois, le prix d'achat de l'enrubannage à la Réunion est supérieur aux coûts marginaux de l'enrubannage de kikuyu avec fertilisation minérale et de chloris fertilisé (partie 3 : 1.6.3). Lors des diagnostics sur les exploitations réunionnaises, des coûts complets supérieurs au prix d'achat de l'enrubannage ont étaient relevés sur quelques élevages. La Figure 48 modélise le seuil de rendement à partir duquel il est plus intéressant d'intensifier la production que d'acheter du fourrage enrubanné.

Les seuils de rendement sans fertilisation pour produire à un coût complet inférieur au prix d'achat de l'enrubannage sont de respectivement 7,9 tMS/ha pour le kikuyu, 11,8 tMS/ha pour le chloris non irrigué et 12,0 tMS/ha pour les prairies tempérées. Le rendement des prairies tempérées non fertilisées est de 9,7 tMS/ha. Il serait alors économiquement plus intéressant d'acheter de l'enrubannage ou d'apporter de la fertilisation sur les prairies tempérées plutôt que de produire de l'enrubannage sur des prairies tempérées non fertilisées.

Le rendement par hectare est représenté en fonction du coût complet de la fertilisation pour chaque modalité du référentiel. Les coûts complets des itinéraires types sont situés au-dessus de leur courbe de rendement seuil respective à la culture, à l'exception de l'enrubannage de prairies tempérées avec un apport de 70 kg de N/coupe. L'autoproduction d'enrubannage est donc économiquement plus intéressante que l'achat de fourrage. L'apport de 70 kg de N/coupe sur les prairies tempérées ne permet pas de couvrir les charges de fertilisation engagées à la vue du gain de production espéré.

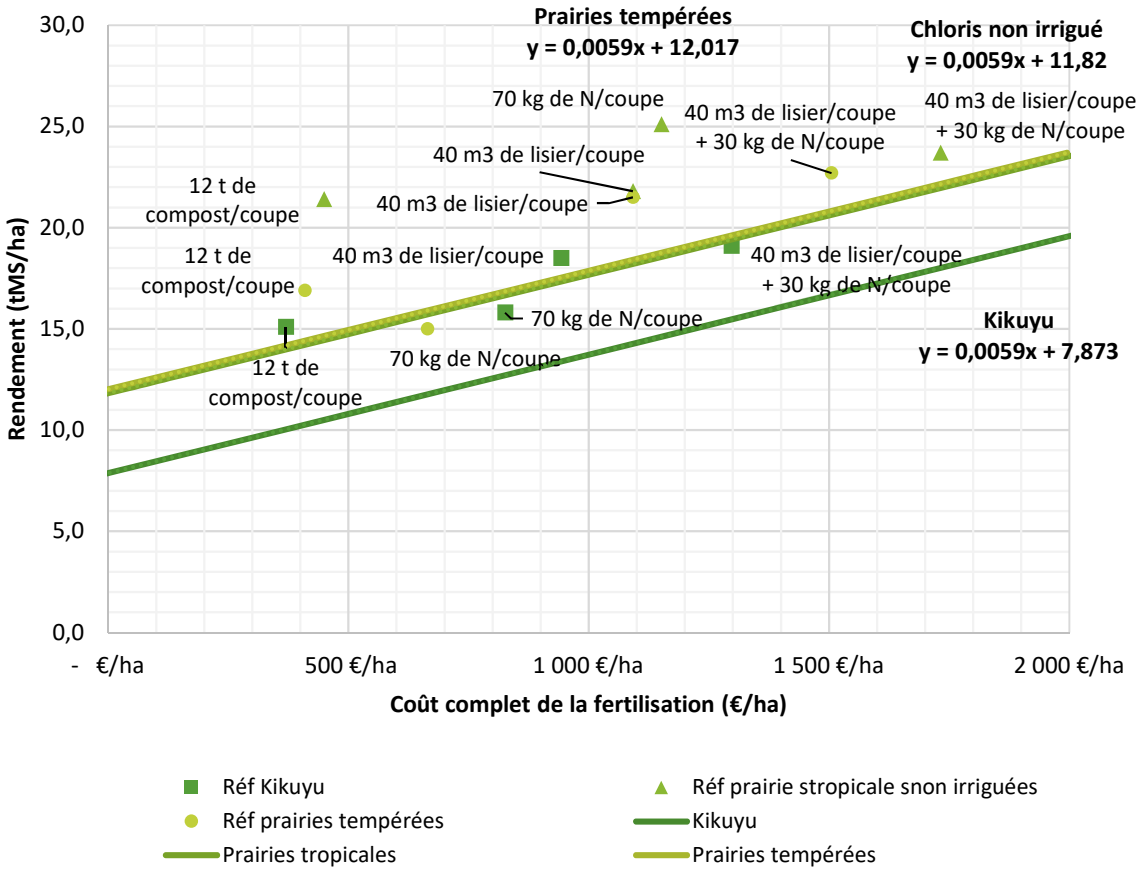


Figure 48 : Modélisation du seuil de rendement à partir duquel il est plus intéressant d'intensifier la production que d'acheter du fourrage enrubanné.

3.1.2 Modélisation du gain de rendement seuil permettant de couvrir les charges de fertilisation

La Figure 49 modélise le gain de rendement à partir duquel les charges engagées pour l'intensification de la production sont couvertes. Le gain de rendement seuil pour couvrir les charges de fertilisation par euro engagé en fertilisants s'élève à 4,7 kgMS/€ pour les prairies tempérées, 9,7 kgMS/€ pour le kikuyu et 9,8 kgMS/€ pour le chloris non irrigué. Par exemple, le coût complet de la fertilisation d'une prairie tempérée est estimé à 1 000 €/ha. Le coût complet de l'enrubannage produit sur cette prairie sera inférieur au coût complet de l'enrubannage produit sur une même prairie non fertilisée pour un rendement supérieur à 9,7 + 0,0047 * 1 000 = 14,4 tMS/an.

Le gain de production permis par l'apport de fertilisants est représenté en fonction du coût complet de la fertilisation pour chaque modalité du référentiel. Pour les prairies tempérées, les itinéraires du référentiel se situent au-dessus du gain de rendement seuil. L'apport d'engrais sur ces prairies diminue le coût complet total de l'enrubannage produit. Pour le kikuyu et le chloris non irriguées, les itinéraires du référentiel se situent au-dessous du gain de production seuil de ces prairies. L'apport de fertilisants augmente le coût complet global de l'enrubannage produit. Dans ce cas, l'intensification des prairies est à raisonner en fonction du coût marginal de l'enrubannage afin de ne pas produire un fourrage à un coût complet supérieur au prix d'achat de l'enrubannage.

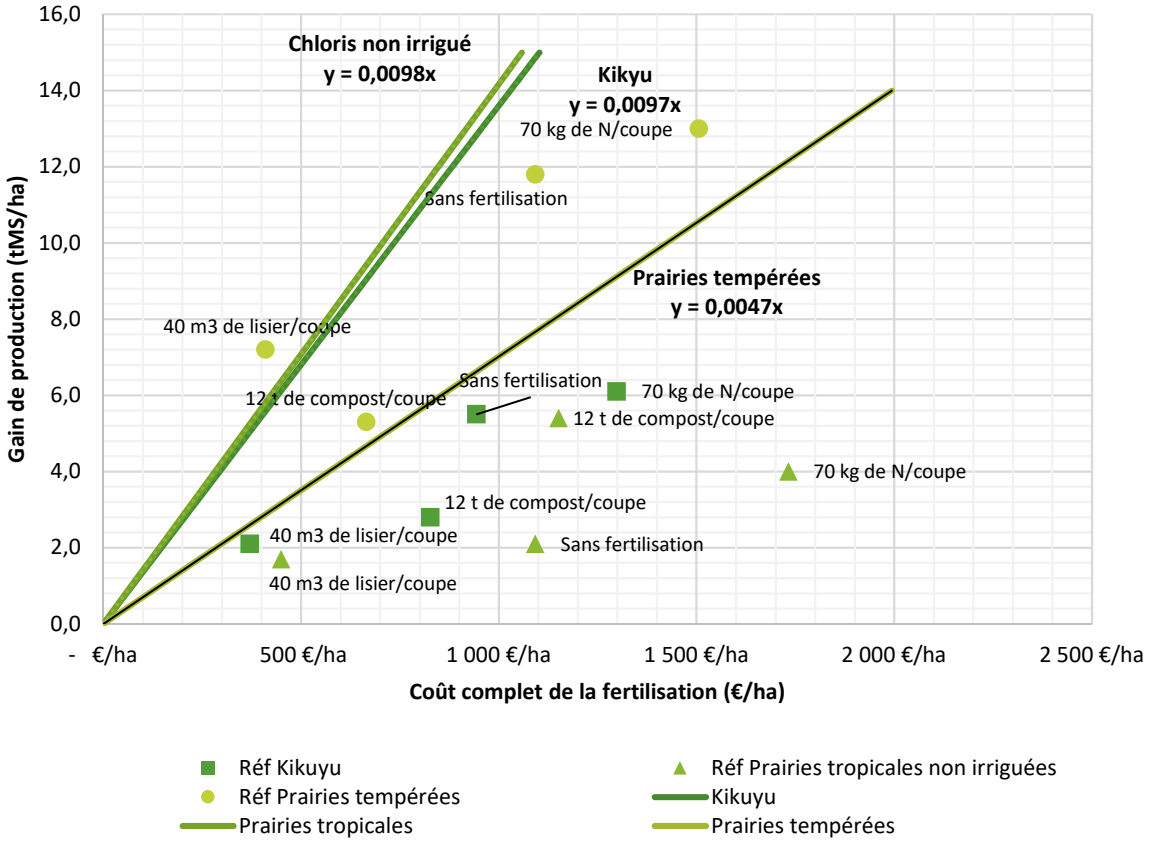


Figure 49 : Gain de production seuil en fonction du coût complet de la fertilisation pour différents types de prairie

Le gain de production seuil permettant de couvrir les charges de fertilisation est directement lié au coût complet de l'implantation de la prairie et au rendement sans fertilisation. Les prairies de kikuyu ont des coûts complets d'implantation par an faibles grâce à leur longévité. Le chloris a un potentiel de production élevé sans fertilisation (19,7 tMS/ha). Ces deux critères expliquent le gain de production seuil élevé pour ces deux types de prairies. A l'inverse, les prairies tempérées ont des coûts complets d'implantation élevés et un rendement faible sans fertilisation (9,7 tMS/ha). Le gain de production seuil de ces prairies est faible. Compte tenu de la forte réponse à l'apport d'azote des graminées tempérées, les charges engagées pour l'intensification des prairies tempérées sont mieux valorisées que celles engagées sur les prairies de kikuyu et le chloris non irrigué.

La modélisation des rendements et des gains de productions seuils couvrant les charges de fertilisation permettent de quantifier l'intérêt de la production et de l'intensification des prairies. Les rendements seuils à partir desquels il est plus intéressant de produire du fourrage que d'acheter de l'enrubannage sont de 7,9 tMS/ha pour le kikuyu, 11,8 tMS/ha pour le chloris non irrigué et 12,0 tMS/ha pour les prairies tempérées. Les gains de production seuils par euro engagé en fertilisants, à partir desquels il est plus intéressant d'intensifier la production sont de 4,7 kgMS/€ pour les prairies tempérées, 9,7 kgMS/€ pour le kikuyu et 9,8 kgMS/€ pour le chloris non irrigué.

3.2 DETERMINATION DE LA FERTILISATION OPTIMALE POUR LA PRODUCTION DE FOIN DE CHLORIS SUR PARCELLES IRRIGUEES

Un coût complet du foin par tMS est calculé pour chacune des modalités des essais de fertilisation réalisés par l'IRAT sur du chloris irriguées (Tableau 28).

Tableau 28 : Coûts complets détaillés pour les essais de fertilisation menés par l'IRAT sur du chloris irrigué

Azote annuel (kg de N/ha)	Rendement (tMS/ha)	Coût de l'installation (€/ha)	Coût de la fertilisation (€/ha)	Coût de l'irrigation (€/ha)	Coût de la récolte (€/ha)	Coût du stockage (€/ha)	Coût complet (ha)	Coût complet (tMS)
935	43	1381 €	2 117 €	1 505 €	3 463 €	254 €	**8 720 €**	**202,8 €**
765	38	1381 €	1 737 €	1 478 €	3 095 €	231 €	**7 922 €**	**208,5 €**
800	39,1	1381 €	1 786 €	1 484 €	3 176 €	235 €	**8 062 €**	**206,2 €**
420	25,2	1381 €	1 008 €	1 410 €	2 153 €	181 €	**6 132 €**	**243,3 €**
360	21,3	1381 €	931 €	1 389 €	1 866 €	168 €	**5 735 €**	**269,3 €**
720	34,9	1381 €	1 647 €	1 461 €	2 867 €	222 €	**7 578 €**	**217,2 €**
1080	42,9	1381 €	2 364 €	1 504 €	3 455 €	262 €	**8 966 €**	**209,0 €**

La modélisation du coût complet en fonction du coût de fertilisation représentée graphiquement à partir du Tableau 28 présente un minimum (Figure 50). Ce minimum correspond à l'optimum de fertilisation permettant d'avoir le coût complet le plus faible par tMS. Ce point correspond à un coût complet de la fertilisation de 2 073 €/ha pour un coût complet du foin de 203,5 €/tMS. Ces charges de fertilisation correspondent à un apport annuel de 903 kg de N en 12 interventions[12], soit un apport de 75 kg de N/coupe. Le rendement permis par un apport de 903 kg de N annuels est de 41,3 tMS (cf courbe de réponse à l'azote PARTIE 2 : 2.4.3.2.1).

[12] Pour un apport de 903 kg de N, le rendement est proche de 42 tMS/ha, soit pour un tonnage de 3,5 tMS/coupe, la récolte est réalisée en 12 coupes.

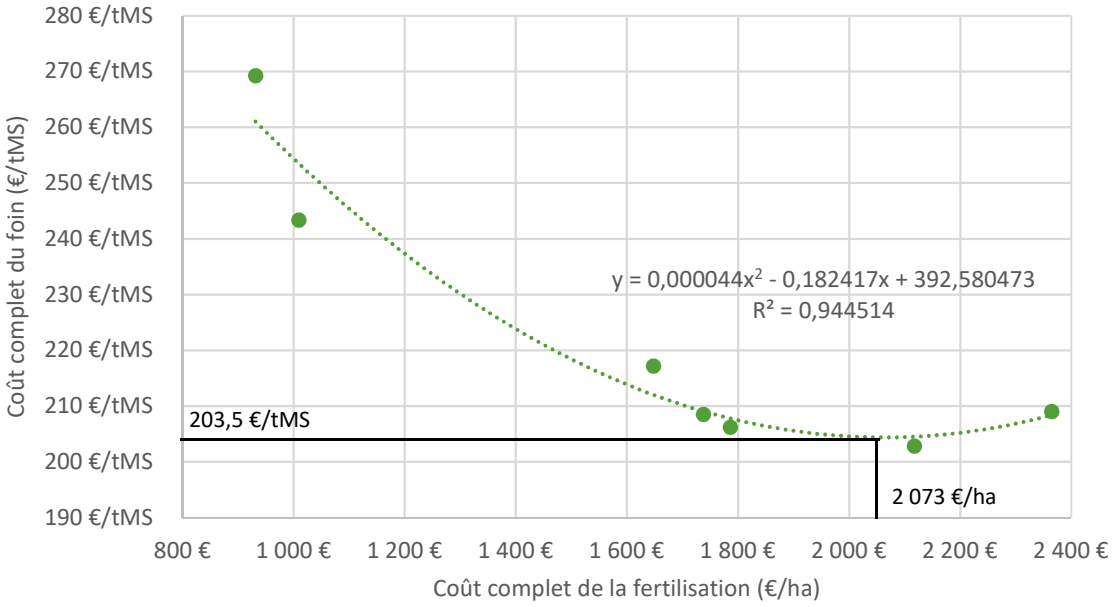


Figure 50 : Coût complet du foin en fonction du coût complet de la fertilisation

L'optimisation des charges de fertilisation dépend du potentiel agronomique de la prairie. Le calcul des coûts marginaux montre que l'augmentation de la productivité d'une prairie par l'apport supplémentaire de fertilisants n'apporte pas systématiquement le meilleur ratio coût/bénéfices. La modélisation de rendements et de gains de production seuils en fonction des charges de fertilisation engagées quantifie la limite d'intensification de la production des prairies en fonction de leur réponse à la fertilisation.

Un optimum de fertilisation peut être déterminé par la représentation graphique du coût complet par tMS en fonction du coût complet de la fertilisation. Il correspond au minimum de cette modélisation. Pour une prairie de chloris irriguée, il est atteint pour une fertilisation de 903 kg de N/an assurant un rendement de 41,3 tMS/ha. Le coût complet du foin associé à cet itinéraire est de 203,5 €/tMS.

PARTIE 4 : DISCUSSION ET PROPOSITIONS

1) Etudier les atouts et les contraintes des systèmes d'élevage réunionnais

- Caractériser les systèmes fourragers de la Réunion.
- Identifier les pratiques de gestion des surfaces fourragères.
- Répertorier les acteurs du paysage agricole réunionnais.
- Etudier les difficultés rencontrées par les conseillers fourragers des OPA de l'île.

2) Concevoir un outil de diagnostic technico-économique de gestion des surfaces fourragères

- Etudier l'ensemble des étapes de calcul d'un coût complet et d'un coût de revient des fourrages
- Créer une application Excel permettant de calculer à l'échelle de l'itinéraire technique les coûts complets, les coûts de revient et le temps de travail associés à l'implantation, la conduite, la récolte, le stockage et la distribution des fourrages
- Identifier les fournisseurs et les prestataires agricoles travaillant avec les éleveurs bovins à la Réunion
- Intégrer une base de donnée tarifaire réunionnaises à l'outil de calcul
- Valider les résultats de l'outil de simulation avec les partenaires et des éleveurs
- Former un technicien de l'ARP à l'utilisation de l'outil

3) Analyser les marges de progrès technico-économiques des productions fourragères à partir d'itinéraires techniques de référence

- Identifier des itinéraires culturaux types sur les principaux fourrages et en calculer les coûts complets et les coûts de revient
- Déterminer les coûts marginaux de la tMS
- Etudier la répartition des charges entre les opérations et les postes de charges
- Analyser les facteurs explicatifs de la variabilité des coûts complets et des coûts de revient des fourrages
- Déterminer les rendements seuils pour l'optimisation des charges de fertilisation
- Dégager des propositions d'optimisation de gestion des surfaces fourragères à l'échelle de l'île

Figure 51 : Objectifs et déroulé de l'étude des coûts des fourrages à la Réunion

Le développement d'un outil de calcul a permis d'aboutir d'une part à la création d'un référentiel des coûts complets et des coûts de revient des fourrages à la Réunion, et d'autre part à modéliser les marges de progrès possibles en faisant varier l'itinéraire technique des prairies (Figure 51). Cette partie synthétise les leviers d'action identifiés pour une optimisation technico-économique des surfaces fourragères. Elle présente des axes de réflexion et des perspectives d'évolution pour l'outil de calcul et la création de références technico-économiques sur les fourrages, afin que les résultats obtenus soient utilisés à des fins de conseil et d'accompagnement pour les éleveurs réunionnais.

1 DISCUSSION DES PRINCIPAUX RESULTATS

1.1 EVALUATION TECHNICO-ECONOMIQUE DE LA PRODUCTION FOURRAGERE

L'analyse a mis en avant que les coûts complets moyens de l'enrubannage et du foin autoproduits par les éleveurs sont globalement inférieurs aux prix d'achat des fourrages et des valeurs alimentaires des concentrés à la Réunion (Tableau 29). Toutefois, les coûts complets des fourrages modélisés pour une exploitation et une parcelle type sont très variables en fonction du choix des espèces et de l'itinéraire technique de production. Cela confirme la diversité de performances technico-économiques observée lors les diagnostics réalisés dans des élevages réunionnais. Des marges de progrès existent ainsi pour une meilleure gestion des surfaces fourragères.

Les prairies de chloris non irriguées (graminée de type C4) a un haut potentiel de rendement sans fertilisation (19,7 tMS/ha), mais de faibles valeurs alimentaires (< 0,63 UF et < 11% de MAT). Sa réponse à un apport d'engrais organique et/ou minéral est faible (< 5,5 tMS/ha). Son coût complet dans un itinéraire sans fertilisation présente un bon rapport quantité/prix (206,7 €/tMS). Le coût marginal de la tMS produite par une intensification du chloris sans irrigation est supérieur au prix d'achat de l'enrubannage. Dans ce cas, il est économiquement plus intéressant d'acheter de l'enrubannage que d'apporter des fertilisants sur les prairies de chloris non irriguées.

A l'inverse, les prairies tempérées ont de faibles potentiels de rendement sans fertilisation (9,7 tMS/ha), mais de bonnes valeurs alimentaires (> 0,67 UF et > 14,5% de MAT). Des apports de compost ou de lisier permettent des gains de rendement respectifs de 7,2 et 11,8 tMS/ha. L'apport de fertilisation organique sur ces prairies permet d'atteindre un bon rapport qualité/prix (335 €/1 000 UF et 17,0 €/MAT). L'exploitation de prairies tempérées non fertilisées ou avec un apport d'engrais minéral est moins intéressante que l'achat d'enrubannage (327,3 €/tMS et 286,5 €/tMS > 280 €/tMS, prix d'achat de l'enrubannage).

Le kikuyu constitue un intermédiaire entre le chloris et les prairies tempérées, en termes de potentiel de rendement et de valeurs alimentaires. Le coût complet de l'enrubannage de kikuyu sans fertilisation est le plus faible de la simulation (203,2 €/tMS pour 13,0 tMS/ha) avec un bon rapport qualité/prix (353 €/1 000 UF et 17,2 €/MAT). L'apport de fertilisants organiques sur le kikuyu permet un gain de biomasse de 3 à 5,5 tMS/ha, tout en maintenant des coûts marginaux inférieurs au prix d'achat de l'enrubannage (280 €/tMS). La fertilisation minérale sur le kikuyu est économiquement moins intéressante, à cause de la faible valorisation de l'azote minéral par le kikuyu (+ 2,8 tMS/ha pour 70 kg de N/coupe).

Tableau 29 : Résumé comparé des potentiels de production, des coûts complets, des coûts de revient et des coûts marginaux des fourrages conservés à la Réunion en fonction de l'itinéraire technique type étudié

		Potentiels de production			Coût complet par ha	Coûts par tMS		Coûts complets des valeurs alimentaires		Coût marginal
Type de fourrage	Mode de fertilisation	Rendement (tMS/ha/an)	UF (g/kg)	MAT (%)	€/ha	Coût complet (€/tMS)	Coût de revient (€/tMS)	€/ 1 000 UF	€/MAT	€/tMS
Enrubannage de kikuyu	Sans fertilisation	13,0	0,575	11,79	2 642	203,2	149,1	353	17,2	-
	Avec lisier	18,5	0,621	12,00	4 159	224,8	176,3	362	18,7	275,9
	Avec compost	15,1	0,603	11,89	3 201	212,0	158,2	351	17,8	266,5
	Avec fertilisation minérale	15,8	0,609	11,83	3 832	242,5	195,7	398	20,5	425,0
	Avec fertilisation mixte	19,1	0,624	12,09	4 592	240,4	192,2	385	19,9	319,7
Enrubannage de chloris non irrigué	Sans fertilisation	19,7	0,564	10,62	4 072	206,7	154,9	361	19,5	-
	Avec lisier	21,8	0,591	10,68	5 428	249,0	194,0	421	23,3	645,8
	Avec compost	21,4	0,590	10,65	4 689	219,1	166,3	371	20,6	362,8
	Avec fertilisation minérale	25,1	0,624	10,70	5 806	231,3	189,0	371	21,6	321,0
	Avec fertilisation mixte	23,7	0,625	10,72	6 344	267,7	215,3	428	25,0	568,1
Enrubannage de prairies tempérées	Sans fertilisation	9,7	0,671	14,57	3 175	327,3	225,9	488	22,5	-
	Avec lisier	21,5	0,762	14,57	5 323	247,6	192,0	325	17,0	182,1
	Avec compost	16,9	0,723	14,58	4 213	249,3	183,7	345	17,1	144,2
	Avec fertilisation minérale	15,0	0,705	14,57	4 298	286,5	219,1	407	19,7	211,8
	Avec fertilisation mixte	22,7	0,763	14,56	5 845	257,5	204,5	338	17,7	205,4
	MOYENNE ENRUBANNAGE	**18,6**	**0,643**	**12,39**	**4 508**	**244,3**	**187,7**	**381**	**19,8**	
Foin de chloris irrigué	40 kg de N/coupe	21,3	0,63	11,6	5 386	252,9	225,0	401	21,8	-
	80 kg de N/coupe	35,9			7 758	216,1	194,6	343	18,6	162,4
	120 kg de N/coupe	42,9			9 696	226,0	206,6	359	19,5	276,8
	MOYENNE FOIN	**34,0**	**0,63**	**11,6**	**7 613**	**231,7**	**208,7**	**368**	**20,0**	

Les cases marquées en rouge correspondent aux valeurs supérieures aux prix d'achat des fourrages et des valeurs alimentaires des concentrés à la Réunion

L'irrigation du chloris, associée à de hauts niveaux de fertilisation azotée dans les Bas (proches de 1 000 kg de N/ha/an), augmente considérablement les potentiels de rendements fourragers de ces prairies (> 35 tMS/ha). L'exploitation intensive du chloris irrigué permet une production de biomasse deux à trois fois supérieure aux prairies des Hauts, avec un coût complet inférieur à la moyenne des enrubannages de la simulation (216,1 €/tMS contre 244,3 €/tMS).

L'étude des coûts de revient rend compte de l'importance des aides attribuables à la production de fourrages. Elles représentent 43,3 €/tMS pour l'enrubannage, soit 23,1% du coût complet moyen et 23,0 €/tMS pour le foin de chloris, soit 9,9% du coût complet moyen. Le coût de revient moyen du foin est de ce fait supérieur à celui de l'enrubannage (208 ,7 €/tMS contre 187,7 €/tMS). Face à l'importance des aides attribuables aux productions fourragères, il convient de raisonner conjointement le coût complet et le coût de revient des fourrages afin de tenir compte de l'optimisation financière et fiscale sur les exploitations d'élevage.

Les prairies de chloris non irriguées et de kikuyu conduites sans fertilisation, ont un bon rapport quantité/prix. L'irrigation du chloris, mené dans une conduite intensive répond à une forte demande en fourrages avec un coût complet intéressant. A l'inverse, les prairies tempérées présentent un bon rapport qualité/prix à condition d'apports d'engrais organiques raisonnés. Toutefois, l'augmentation de la productivité d'une prairie par l'apport supplémentaire de fertilisant n'est pas systématiquement la solution ayant le meilleur rapport coût/bénéfice. Dans certains cas, d'autres stratégies d'augmentation de la disponibilité en fourrages peuvent s'avérer plus intéressantes, telles que l'augmentation de la surface en herbe ou l'achat de fourrages.

1.2 FACTEURS DE VARIABILITE DES COUTS COMPLETS DES FOURRAGES ET EVALUATION DES MARGES DE PROGRES

La récolte et la conduite de la culture représentent les deux principales opérations pour la réalisation de fourrages conservés. Le coût complet de la récolte est plus important en enrubannage qu'en foin (113,7 €/tMS contre 82,2 €/tMS). La mécanisation représente plus de 60% des charges de récolte. En prenant en compte les charges de main d'œuvre, liées à la performance des outils, les choix de mécanisation représentent 2/3 des coûts complets des fourrages et plus de 80% des coûts complets de la récolte. La maitrise de ces charges passe par des investissements raisonnés sur le matériel de traction et la chaîne de récolte (40% des coûts de récolte) en fonction de la structure de l'exploitation, de la disponibilité de la main d'œuvre, du contexte fiscal et du confort de travail souhaité.

Différentes stratégies de mécanisation pour la chaîne de récolte existent en élevage : l'achat de matériel simple ou combiné en propriété, le partage de matériel en CUMA ou l'intervention d'une ETA. L'achat d'une chaîne de récolte en propriété est économiquement intéressant pour une production de l'exploitation supérieure à 2 350 balles/an. L'utilisation de matériel en combiné s'avère d'autant plus intéressante lorsque la surface en fauche est importante et que la main d'œuvre disponible est un facteur limitant. Dans un cas général, et plus particulièrement pour les exploitations récoltant moins de 2 350 balles/an, le partage du matériel en CUMA permet un meilleur amortissement des charges malgré un temps de travail plus important et des contraintes de disponibilité du matériel non négligeables. Afin d'optimiser les coûts de revient de la chaîne de récolte, il est avant tout essentiel d'adopter une stratégie unique de mécanisation à l'échelle de l'exploitation.

Le mode de fertilisation (organique et/ou minéral) et la dose apportée déterminent la hauteur et la composition des charges engagées pour la fertilisation de la culture. Les charges d'épandage des engrais organiques se répartissent entre la mécanisation (50,7%), les frais de déplacements (28,5%) et la main d'œuvre (15,8%). L'achat d'engrais est le poste de dépenses principal de la fertilisation minérale (85% des charges).

L'épandage de compost est intéressant sur le long terme autant d'un point de vue agronomique qu'économique. La fertilisation minérale présente un intérêt pour les parcelles éloignées du corps de ferme et pour de faibles utilisations du matériel d'épandage. Le lisier constitue un intermédiaire entre le compost et la fertilisation minérale. Il est bien valorisé par les graminées (à l'exception des espèces tropicales) avec un coût d'épandage par unité d'azote modéré.

1.3 OPTIMISATION DE L'INTENSIFICATION DES RESSOURCES FOURRAGERES

L'intensification des surfaces fourragères est justifiée dans la mesure où le rendement potentiel supplémentaire permis par l'apport d'engrais couvre les charges engagées. Le choix du mode de fertilisation (type d'engrais, dose apportée) doit être pertinent en fonction de la structure du parcellaire, des objectifs de rendement de l'éleveur, de la main d'œuvre disponible et des contraintes du milieu. Les seuils d'optimisation des prairies déterminent le rendement permettant de couvrir les charges engagées pour la mise en place d'une prairie et le gain de production minimum permettant de couvrir les charges engagées pour la fertilisation de la culture (Tableau 30).

Tableau 30 : Seuils d'optimisation pour la couverture des charges de fertilisation pour le kikuyu, le chloris et les prairies tempérées récoltées en enrubannage

Type de prairie	Rendement minimum pour couvrir les charges de mise en place et de récolte d'une prairie (tMS/ha)	Gain de production minimum pour couvrir les charges de fertilisation (kgMS/€ engagé pour la fertilisation)
Kikuyu	7,9 tMS/ha	9,7 kgMS/€
Prairies tempérées	12,0 tMS/ha	4,7 kgMS/€
Prairies tropicales non irriguées	11,8 tMS/ha	9,8 kgMS/€

La fertilisation optimale pour la production de foin sur des parcelles de chloris irrigué est de 903 kg de N/ha/an, soit 12 interventions apportant chacune 75 kg de N. Cette fertilisation permet un potentiel de rendement de 41,3 tMS/ha à un coût complet de 203,5 €/tMS.

Le calcul des coûts complets et des coûts de revient de la production de fourrages a permis d'identifier les charges de mécanisation et de fertilisation comme principaux facteurs de variabilité de ces derniers. La modélisation des rendements seuils à partir de ces calculs donne des repères chiffrés pour l'optimisation de la gestion technique des prairies. Les références technico-économiques calculées, représentatives de la diversité des pratiques fourragères de l'île, et la méthode d'analyse élaborée fournissent les éléments nécessaires aux techniciens de l'ARP pour évaluer les performances des pratiques fourragères des éleveurs en utilisant l'outil développé lors de leurs visites en élevage.

1.4 CONFRONTATION DES RESULTATS AUX DONNEES TECHNICO-ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION FOURRAGERE

1.4.1 A la Réunion

Les résultats de l'étude ne seront pas comparés en détail avec les références économiques de l'ARP sur la production de fourrages datant de 2003 et 2011, car aucune méthodologie relative aux précédents calculs n'a été retrouvée. Toutefois, les résultats de l'étude présentée dans ce mémoire sont compris entre les coûts complets des référentiels de l'ARP de 2003 et 2011 (116,2 €/tMS pour un enrubannage à 35% de MS en 2003 ; BARBET MASSIN *et al.*, 2004 ; et entre 91 à 154 €/tMS pour 2011 ; ODEADOM, 2012) et les prix de vente de l'enrubannage et du foin à la Réunion (280 €/tMS et 329 €/tMS). Les résultats du référentiel sont donc pertinents à la vue de ces données.

Les données détaillées issues des diagnostics chez les éleveurs sont présentées en **ANNEXE 14.** Le Tableau 31 compare la moyenne des coûts complets des diagnostics en élevage avec celle du référentiel. Les coûts complets moyens des enrubannages calculés en élevage (245,9 €/tMS) et ceux du référentiel (244,3 €/tMS) ne sont pas significativement différents ($\alpha = 0,05$). Les coûts complets du référentiel sont donc représentatifs des coûts complets des éleveurs enquêtés. Toutefois, la représentativité de l'échantillon des éleveurs n'a pas été vérifiée.

Tableau 31 : Moyennes des coûts complets des éleveurs et du référentiel

	Eleveurs (€/tMS) *	Référentiel (€/tMS)
Moyenne enrubannage[13]	**245,9** (7) (min 175,0 ; max 373,3)	**244,3** (min 203,2 ; max 327,3)
Enrubannage de kikuyu	*179,0* (1)	*224,6*
Enrubannage de prairies tropicales	*246,3* (3)	*234,8*
Enrubannage de prairies tempérées	*276,2* (3)	*273,6*
Moyenne foin	**245,7** (1)	**231,7**

** L'exposant spécifie le nombre de valeurs dans l'échantillon*

1.4.2 En métropole

Les particularités du contexte de la production de fourrages à la Réunion (climat tropical, insularité, RUP) limitent les comparaisons technico-économiques de la production fourragère de l'île à d'autres travaux. Par ailleurs, il existe peu de références comparables et récentes utilisant la méthode analytique de calcul des coûts des fourrages et prenant en compte le coût de la main d'œuvre et des déplacements (GUIBERT et PIERRE, 2016). En outre, des études réalisées par l'Institut de l'Elevage visent à comparer différents modes de valorisation des fourrages (ensilage de maïs, ensilage d'herbe, enrubannage, foin, pâture) tandis que l'objet principal de l'étude à la Réunion est de comparer les fourrages en fonction de leur nature et de différents itinéraires techniques (CROZAT *et al.*, 2009).

La méthodologie utilisée dans le présent mémoire est similaire à celle utilisée en Pays de la Loire en 2013 par DESARMENIEN (2014). Les Tableau 32 et Tableau 33 présentent un comparatif des prix des principaux intrants, des facteurs de production et des coûts complets des fourrages à la Réunion et en Pays de la Loire (DESARMENIEN, 2014). La comparaison est réalisée sur la moyenne des itinéraires techniques des prairies tempérées (cas étudié en Pays de la Loire). Les valeurs de 2014

[13] Test de Student.

sont corrigées avec l'indice fermage et l'Indice des Prix d'Achat des Moyens de Production Agricole (IPAMPA) pour 2016 afin d'être comparables (INSEE, 2017).

Tableau 32 : Comparatif des coûts des intrants et des facteurs de production à la Réunion et en métropole (d'après SAFER, 2017 ; PERES et al., 2016 ; PARMENTIER, 2014)

Intrant	Prix Réunion	Prix métropole	Variation
Valeur vénale du foncier	7 500 €/ha	4 500 €/ha	+ 67%
Engrais (Ammonitrate 33)	550 €/t	323 €/t	+ 70%
Tracteur 80 cv	43 875 €	36 850 €	+ 19%
Tracteur 130 cv	99 450 €	65 950 €	+ 51%
Chaîne de récolte de taille moyenne comprenant faucheuse, faneuse, andaineur, presse et enrubanneuse (référentiel)	83 580 €	57 300€	+ 46%

Tableau 33 : Comparatif des coûts complets des fourrages à la Réunion et en métropole (d'après DESARMENIEN, 2014)

Intrant	Prix Réunion (prairie tempérée)	Prix métropole	Variation
Coût du foncier	600 €/ha	167 €/ha	+ 259%
Coût de l'implantation	486 €/ha	184 €/ha	+ 164%
Coût de conduite	48 €/tMS	32 €/tMS	+ 50%
Coût de récolte en enrubannage (€/tMS)	114 €/tMS	98 €/tMS	+ 16%
Coût du fourrage stocké	260 €/tMS[14]	185 €/tMS	+ 41%

Le coût de l'enrubannage après stockage des prairies tempérées est 41% plus élevé à la Réunion qu'en métropole (260 €/tMS contre 185 €/tMS). Ce surcoût se justifie par le prix du fermage (+ 259%), la prise en compte d'aménagements fonciers à l'implantation (+ 164%), le prix des engrais (+ 70%) et le prix d'achat du matériel neuf (de + 19% à + 51%). Le coût complet des fourrages à la Réunion par rapport à la métropole est cohérent avec le surcoût du foncier, des intrants et du matériel lié au contexte insulaire.

Le coût de l'enrubannage après stockage toutes prairies et tout itinéraires confondus est 32% plus élevé à la Réunion qu'en métropole (244 €/tMS contre 185 €/tMS). Le surcoût de la production de fourrages à la Réunion vis-à-vis de la métropole peut être comparé avec les variations des prix d'achat des fourrages et des concentrés, et les prix de vente des produits à la Réunion (Tableau 34). Compte tenu des prix de vente du lait et de la viande (respectivement + 92% et + 45% à la Réunion), la différence de prix moins importante pour les concentrés que pour les fourrages (+14% contre + 32%) peut expliquer en partie la part importante des concentrés dans les rations laitières et allaitantes réunionnaises par rapport à la métropole (PARTIE 1 : 2.1.3). L'intérêt économique pour les éleveurs réunionnais avec de fortes proportions en concentrés (55%) a déjà été relevé dans BRUNSCHWIG *et al.* (2009).

[14] Moyenne des coûts complets des itinéraires avec fertilisation.

Tableau 34 : Comparaison des prix d'achat des fourrages et des concentrés et des prix de vente des produits à la Réunion et en métropole (d'après DESARMENIEN, 2014 ; ODEADOM, 2016 ; IDELE, 2017)

Intrant	Prix Réunion	Prix métropole	Variation
Prix d'achat de l'enrubannage	280 €/tMS	109 à 155 €/tMS	De + 81% à + 157%
Prix d'achat du foin	294 à 365 €/tMS	94 à 141 €/tMS	De + 160% à + 213%
Prix d'achat des concentrés	358 €/t	313 €/t	+ 14%
Coût complet de l'enrubannage toutes cultures et itinéraires confondus	244 €/tMS	185 €/tMS	+ 32%
Prix de vente du lait	595 €/1 000 l	310 €/1 000 l	+ 92%
Prix de vente de la viande (Jeune Bovin)	5,51 €/kg carcasse	3,80 €/kg carcasse	+ 45%

2 INTERETS ET LIMITES DE L'ETUDE

2.1 PERTINENCE DE LA METHODE EMPLOYEE ET DE L'OUTIL DE CALCUL

2.1.1 Intérêt de la démarche

La méthode d'étude s'est construite en deux temps : la conception d'un outil de calcul des coûts des fourrages et la réalisation d'un référentiel à partir de cet outil. Cette démarche a suivi le mode de calcul analytique, le plus adapté pour le conseil et l'accompagnement en élevage (GUIBERT et PIERRE, 2016).

Ce travail a été réalisé avec un regard extérieur, sans idées préconçues sur la région et les systèmes d'élevages à la Réunion. Bien que l'ARP ait des activités commerciales annexes au service de conseil (vente de semences, maitrise d'ouvrage, gestion de la filière foin), l'étude a été menée indépendamment de ces activités. Les choix méthodologiques n'ont donc pas été influencés par des intérêts visant à favoriser un fourrage ou un mode de conduite vis-à-vis d'un autre.

La participation aux comités de pilotage et aux réunions techniques au sein du RITA Animal a permis de mieux appréhender les problèmes d'autonomie fourragère des exploitations, les difficultés rencontrées par les conseillers fourragers sur le terrain et les jeux d'acteurs dans un contexte insulaire de quasi-monopole des filières animales. Les nombreux échanges avec les organismes de conseil et des éleveurs ont permis de déterminer si l'OAD répondait aux attentes, et de le faire évoluer en fonction des retours des utilisateurs potentiels.

La réalisation de diagnostics en élevages a permis de tester la validité de la méthode de calcul et l'adaptabilité de l'outil à l'information disponible sur le terrain. Neuf diagnostics ont été réalisés d'août à novembre 2016. Le choix des exploitations s'est fait en concertation avec les techniciens de l'ARP selon les informations que les éleveurs disposaient sur la gestion de leurs surfaces fourragères et en fonction de l'intérêt personnel des exploitants pour l'étude des coûts des fourrages. Ces entretiens ont été poursuivis jusqu'à la fin de l'étude pour les raisons suivantes :

- Les marges de progrès et les scénarios étudiés en exploitation ont permis la conception de la méthodologie d'analyse des itinéraires types et l'identification des leviers d'action. L'étude du référentiel a été construite sur les pratiques et les questionnements des éleveurs relevés lors des entretiens.
- La rencontre avec des éleveurs en entretiens individuels ont permis de mieux cerner le contexte de l'étude, et les éventuelles divergences entre les objectifs des éleveurs et les objectifs des filières.

- Une partie des éleveurs étudiés appartenaient aux conseils d'administration et aux comités techniques des coopératives bovines. Ces entretiens ont donc participé activement à la communication sur l'outil auprès des éleveurs de l'île.

2.1.2 Un outil de modélisation évolutif et fiable

2.1.2.1 Discussion des choix méthodologiques pour la conception de l'outil

La méthode analytique a été choisie pour le calcul des coûts de production en raison de sa flexibilité et de son exhaustivité. D'autres méthodes existent. Le réseau Insosys – Institut de l'Elevage propose une approche systémique, par répartition des données comptables (GUIBERT et PIERRE, 2016 ; RMT ECONOMIE DES FILIERES, 2013). Compte tenu des informations disponibles sur les exploitations, la répartition des charges comptables à dires d'éleveurs aurait suscité un risque d'erreur important, difficile à quantifier. En outre, la mise à disposition des données comptables des exploitations aurait pu être un frein à la réalisation de diagnostics en élevage.

L'amortissement technique a été choisi pour le calcul des coûts d'utilisation du matériel afin de s'affranchir des stratégies fiscales et des modes d'investissement différents selon les élevages. Cela a permis en outre d'homogénéiser les données entre élevages (RMT ECONOMIE DES FILIERES, 2013). L'amortissement comptable par matériel aurait en outre complexifié la saisie du parc matériel lors des diagnostics en élevage. En effet, le calcul détaillé de ces amortissements est uniquement présent dans la comptabilité des exploitations ayant souscrit à cette option auprès de leur centre de gestion.

Lors de la réalisation de la base de données tarifaire, seules les coopératives d'approvisionnement et les plus grands opérateurs de l'île ont été sollicités. Les fournisseurs indépendants n'ont pas été contactés pour l'étude car leurs prix s'alignent sur les grilles tarifaires des coopératives. En effet, cette prospection avait pour objectif d'établir une base tarifaire « technique » et non une comparaison des prix des différents fournisseurs de l'île. Les entretiens réalisés ont ainsi permis d'établir une base de données représentative des prix pour les différentes régions d'élevage de l'île.

2.1.2.2 Valeur ajoutée de l'outil de diagnostic pour les éleveurs

Une méthode d'entretien a été développée et mise en application pour les diagnostics sur les élevages. La première partie de l'entretien consiste à vérifier et adapter la base de données tarifaire de l'outil en fonction de l'exploitation. Cette étape préliminaire au calcul apporte de la crédibilité et de la valeur ajoutée à l'outil pour l'éleveur, attestant que les résultats seront individualisés et propres à son exploitation (DURU *et al.*, 2010).

La seconde partie de l'entretien se réfère à la saisie interactive de l'itinéraire cultural. La majorité des éleveurs réunionnais ne notent pas les opérations réalisées sur les surfaces fourragères. Dans ce sens, l'outil permet d'une part d'avoir un relevé des pratiques de l'éleveur pour les conseillers. D'autre part, l'éleveur peut prendre ainsi du recul sur son itinéraire technique afin d'en évaluer la pertinence. Dans ce sens, l'outil permet d'avoir une vision globale des pratiques de l'éleveur sur les surfaces fourragères, élément qu'il peut dès à présent utiliser lui-même comme référence de ses propres pratiques. Par ailleurs, l'outil joue un rôle pédagogique dans la sensibilisation de l'éleveur à la production de l'herbe. Les étapes de saisie mobilisent des concepts et des notions clés dans la production de fourrages comme par exemple le raisonnement à la tonne de matière sèche plutôt qu'à la balle (GERBEAUD, 2004). La saisie précise des données permet à l'éleveur, avec l'aide du technicien, de réfléchir sur ses pratiques en vue de dégager des marges de progrès.

Une fois les coûts calculés, différents scénarios d'investissement ou de modification des pratiques sont proposés par l'éleveur selon ses objectifs de production et les observations précédemment relevées avec le technicien. Il est important que les marges de progrès soient issues de l'analyse propre de l'éleveur afin qu'il engage une réflexion sur son système et ses pratiques. L'outil prend alors sa dimension d'OAD. Il ne se substitue pas au processus de décision de l'éleveur mais vient en appui, en servant de support de saisie et de réflexion sur les pratiques fourragères et leur impact technico-économique (MC COWN, 2002).

2.2 LIMITES DE L'ETUDE

2.2.1 Précision des données

Les résultats de l'étude du référentiel sont basés sur l'expérience des diagnostics en élevage, les entretiens avec les agents des organisations professionnelles et les résultats de la recherche sur les productions fourragères à la Réunion. Relativement peu de données récentes existent sur les productions fourragères à la Réunion. Une grande majorité des éleveurs ne relèvent pas les opérations réalisées sur les parcelles et la quantité de fourrage récoltée. A titre d'exemple, la formulation des engrais est méconnue de la part des éleveurs : « je prends le moins cher et celui qui est disponible », ou encore l'épandage du lisier sur les prairies est réalisé « quand la fosse est pleine » et non au moment optimal pour la pousse de l'herbe. Des réponses similaires avaient déjà étaient relevées dans l'étude de GERBEAUD (2004). Ces imprécisions sont un frein considérable à l'étude individualisée des coûts des fourrages en élevage.

Actuellement, la profession possède peu de références faisant le lien entre mode de fertilisation et productivité des prairies. Les résultats des essais fertilisation du CIRAD entre 2006 et 2013 ont été choisis pour cette étude car ils présentaient l'avantage de tester les mêmes itinéraires techniques, sur la même période et sur trois types de couverts différents. Ils ont été complétés par des essais de l'IRAT pour le chloris irrigué, non étudié dans les essais fertilisation (FRITZ, 1971). Cependant, les résultats des essais fertilisation du CIRAD sont discutés actuellement par la profession. En effet, les pratiques testées sont éloignées de celles des éleveurs. Certains résultats ne reflètent la réalité du terrain. Les rendements obtenus pour les modalités non fertilisées apparaissent élevés vis-à-vis des observations terrains et d'études antérieures (essais fourrages de l'IRAT, de 1963 à 1980). Ainsi, le chloris, non irrigué et non fertilisé des essais du CIRAD, obtient un rendement moyen de 19,7 tMS/ha/an, alors que des essais réalisés dans les années 70^{e} s'accordent sur un rendement du chloris irrigué sans fertilisation compris entre 6,9 et 13,1 tMS/ha (FRITZ, 1971). L'ARP a observé le même ordre de grandeur dans le cadre de ses suivis. Le rendement du kikuyu non fertilisé, de l'ordre de 13 tMS/ha/an, pose également question, alors que les rendements moyens observés en élevages sont de l'ordre de 7 tMS/ha (BRL, 2017).

2.2.2 Méthodes d'adaptation des données de la recherche

Les données issues de la recherche à la Réunion ont nécessité une adaptation aux besoins de l'étude des coûts des fourrages. Face aux objectifs des essais différents de l'étude des coûts, plusieurs choix méthodologiques se sont présentés pour traiter les rendements des prairies en fonction de la fertilisation et du nombre de coupes :

- **Conserver les modalités des essais avec 6,3 coupes/an pour tout itinéraire technique quel que soit le rendement annuel.** L'amortissement des coûts de récolte sur le rendement aurait été le principal facteur explicatif de la variabilité des coûts complets, masquant ainsi l'impact d'autres paramètres. En outre, ce mode de calcul ne reflète pas la pratique des éleveurs, et aurait présenté moins d'intérêt pour les organismes techniques.

- **Conserver les rendements par coupe des essais et estimer un nombre de coupes annuel en fonction des itinéraires de fertilisation.** L'estimation du nombre de coupes aurait dans ce cas été subjective, car il n'existe pas de données d'élevage à ce sujet en fonction d'un itinéraire de fertilisation.
- **Raisonner les apports de fertilisation à l'année, en adaptant le nombre de coupes au rendement annuel et en recalculant les apports entre chaque coupe.** Ce mode de calcul aurait également été pertinent. Il admet que le nombre de coupes annuel n'influe pas sur le rendement annuel final, si l'on conserve la quantité d'azote annuelle apportée. Il n'a toutefois pas été choisi car les apports des essais fertilisation se basent sur une quantité épandue par coupe, quel que soit le nombre de coupes (entre 5 et 8 par an).
- **Adapter le nombre de coupes au rendement annuel en conservant l'apport entre chaque coupe (méthode choisie pour le référentiel).** La prise en compte de la variabilité du nombre de fauches reflète les pratiques des éleveurs. Il est admis que le nombre de coupes annuel n'influe pas sur le rendement final mais uniquement sur la qualité du fourrage récolté. Cette hypothèse n'est pas vérifiable avec les données de rendement disponibles à ce jour à la Réunion, mais la variation de rendements entre 5 et 8 coupes n'est pas significative sur les essais du CIRAD en comparaison avec la variabilité interannuelle.

Le Tableau 35 présente qualitativement les impacts sur les résultats du référentiel d'un raisonnement de l'apport d'azote à l'année. Ce mode de calcul impacterait peu les grandes tendances soulevées dans l'analyse du référentiel, voire les conforterait.

Tableau 35 : Impact qualitatif d'un raisonnement des apports de fertilisation à l'année

Itinéraire	Impact	Analyse
Sans fertilisation toutes prairies	Aucun impact	-
Prairies tropicales (tout itinéraire fertilisé) et prairies tempérées avec lisier et mixte	Faible car 6 à 7 coupes, et donc 6 à 7 apports d'engrais pris en compte dans le référentiel	-
Kikuyu fertilisé (tout itinéraire) et des prairies tempérées avec apport de compost et d'engrais minéral	Augmentation des coûts de fertilisation, et donc des coûts complets	Moins d'intérêt du kikuyu fertilisé (tout itinéraire) et des prairies tempérées avec apport de compost et d'engrais minéral

Par ailleurs, le tonnage récolté par coupe est fixé à 3,5 tMS/ha (BARBET MASSIN *et al.*, 2004 ; VAYSSIERES *et al.*, 2007). Toutefois, il n'est pas mentionné dans la littérature à quel type de prairies ce tonnage se rapporte. Des différences de densité entre les graminées tropicales et les graminées tempérées existent à cause des différences botaniques de ces graminées (stolons, couverture du sol). Le tonnage moyen par coupe récolté par les éleveurs serait à évaluer par culture avec plus de précisions.

2.2.3 Approche partielle du système de décision des éleveurs

La modélisation ne prend en compte qu'une partie des facteurs de variation des coûts des fourrages. En effet, les indicateurs mesurables (production, coût, temps de travail) sont liés aux choix technico-économiques de l'éleveur (itinéraire technique, mécanisation). Cependant, de nombreux facteurs de variation internes et externes à l'exploitation interviennent dans le processus de décision (Figure 52). Les objectifs et les compétences de l'exploitant, les moyens de production, le cadre règlementaire et le contexte économique et institutionnels ne sont donc qu'indirectement et partiellement représentés dans les données du référentiel. Toutefois, ces aspects-là sont pris en compte dans la mesure du possible lors des diagnostics en ferme.

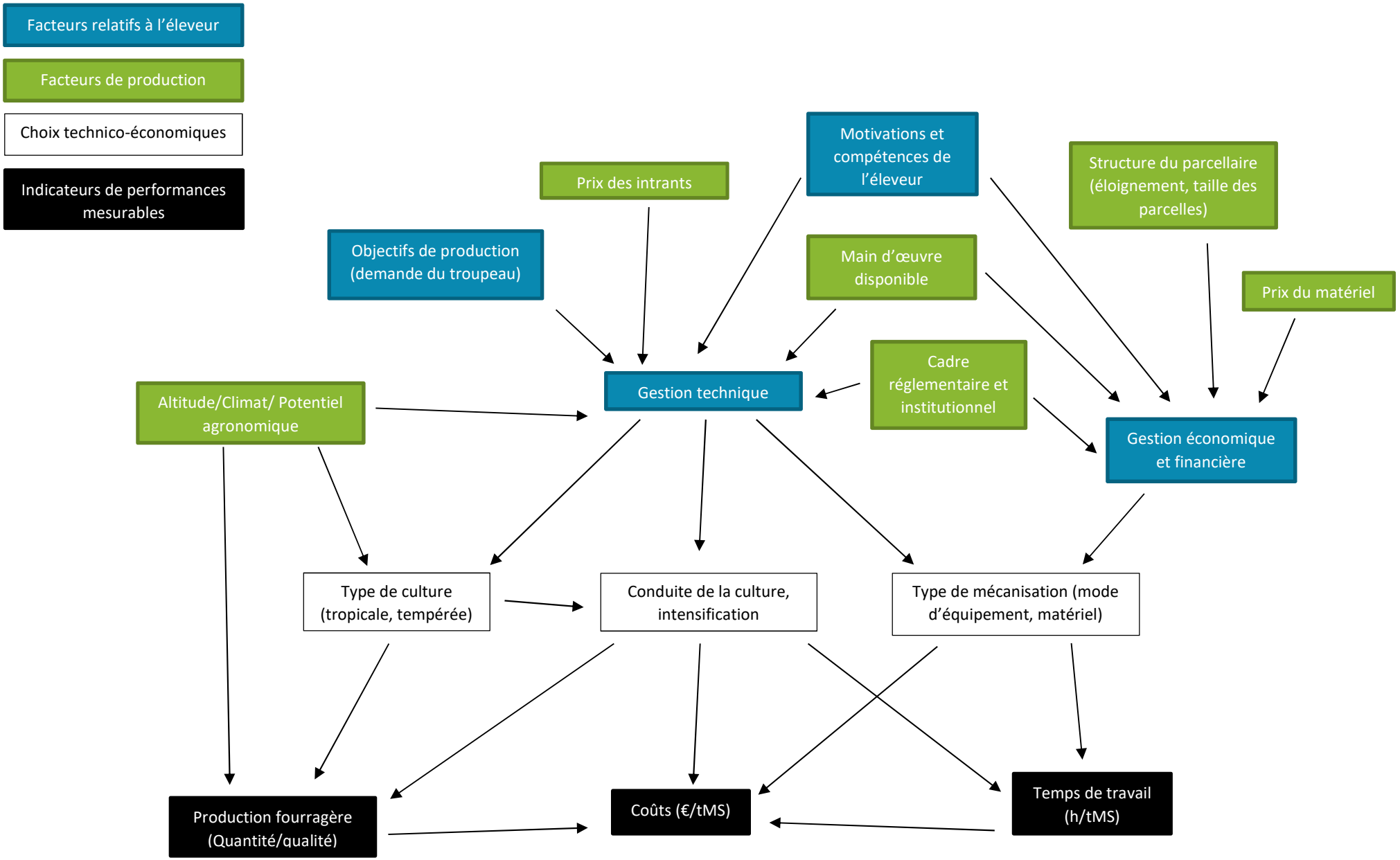


Figure 52 : Facteurs de production et humains déterminant les choix technico-économiques des éleveurs, et impactant les indicateurs mesurables (production fourragère, coûts, temps de travail)

Par ailleurs, l'étude de cas types revient à étudier des cas particuliers représentatifs de la diversité des pratiques des éleveurs. Face à la diversité des conditions pédoclimatiques à la Réunion et à la variabilité des performances entre les exploitations, les données chiffrées et les conclusions sur des itinéraires types ne peuvent pas être généralisées à l'ensemble des éleveurs de l'île. Elles sont donc à prendre avec précautions. Le diagnostic technico-économique individualisé sur les surfaces fourragères est au contraire pertinent pour les éleveurs afin d'objectiver leurs décisions.

3 PERSPECTIVES

3.1 VALORISATION DE L'ETUDE

3.1.1 Formation à l'utilisation de l'outil

Suite à la conception de l'outil de calcul, un technicien de l'ARP a été formé à la réalisation de diagnostics des coûts des fourrages en élevage. La formation au fonctionnement de l'outil de calcul a été réalisée lors des entretiens sur les exploitations par une appropriation progressive de l'application Excel®. Le modèle de construction de l'outil de calcul, le raisonnement suivi et les formules de calcul ont été explicitées et détaillées à une ingénieure de l'association afin de permettre une évolution future de l'outil de calcul selon les besoins du terrain.

3.1.2 Communication sur les coûts des fourrages

Plusieurs interventions ont été réalisées en cours et à la fin de l'étude pour présenter l'outil de diagnostic et le travail sur le référentiel aux partenaires. Une première intervention au comité technique du RITA Animal, le 22 septembre 2016, a eu pour objectif de (1) présenter l'approche analytique des coûts des fourrages, (2) soumettre l'outil de diagnostic en élevage aux partenaires, (3) discuter des premiers calculs réalisés sur les fermes et de (4) valider l'adéquation de l'outil par les partenaires au conseil en élevage à la Réunion. Vingt-quatre personnes étaient présentes dont des représentants des OPA réunionnaises et des éleveurs.

Une seconde intervention de 15 minutes a été réalisée le 23 novembre 2016 au comité de pilotage du RITA animal en présence notamment des représentants des filières animales à la Réunion et des financeurs (DAAF, région). Faisant suite à la présentation de l'outil, cette intervention a détaillé les premiers résultats de l'étude des coûts des fourrages en élevage et sur les itinéraires de références.

Suite à la première intervention lors du comité technique du RITA Animal, différentes présentations ont été réalisées auprès d'éleveurs sur la sollicitation des partenaires. Une première s'est tenue lors du conseil d'administration de la SICAREVIA le 9 novembre 2016. Une douzaine d'éleveurs bovins naisseurs et engraisseurs étaient présents. L'exposé s'est structuré autour de l'outil de diagnostic et de son utilisation dans une finalité de conseil auprès des éleveurs.

L'URCOOPA a réuni son comité technique ruminants viande et lait le 17 novembre 2016 pour une présentation d'environ deux heures de l'outil de diagnostic. Après une brève introduction méthodologique, un cas concret a été réalisé en direct avec une dizaine d'éleveurs et les agents de l'URCOOPA présents. Cette réunion a permis de communiquer sur le travail réalisé et les services proposés par l'ARP afin d'impliquer plus les éleveurs et les techniciens sur la production de fourrages en quantité et en qualité, avec des coûts maitrisés.

Les résultats sur le référentiel et l'analyse des itinéraires types ont été finalisés au cours du mois d'avril 2017. La publication du référentiel et la diffusion de ces résultats aux partenaires sont prévues par l'ARP au cours de l'année 2017.

Les sollicitations de la part des partenaires de l'ARP au cours de cette étude soulignent l'originalité de la démarche et son adéquation d'une part, avec la demande de départ des organismes professionnels et, d'autre part, avec les méthodes de conseil en élevage à la Réunion. Cependant, de nombreuses études en métropole et à la Réunion soulignent la difficulté à faire émerger une demande d'appui de la part des éleveurs pour la valorisation de l'herbe (GERBEAUD, 2004 ; MOREAU *et al.*, 2014). Cette difficulté n'a toutefois pas été rencontrée au cours de la période de l'étude, principalement grâce à la nouveauté apportée par l'outil et l'intérêt qu'il a suscité chez les organismes de conseil et chez un groupe d'éleveurs souhaitant travailler sur la valorisation de l'herbe. Toutefois, peu de demandes d'autres éleveurs sur le calcul des coûts des fourrages sont parvenues à l'ARP entre décembre 2016 et avril 2017.

3.2 PERSPECTIVES D'UTILISATION ET D'EVOLUTION DE L'OUTIL DE DIAGNOSTIC

3.2.1 D'un conseil individualisé à l'animation de groupes de travail

Outre le diagnostic individualisé, l'outil développé lors de cette étude peut être utilisé comme un support d'animation collective grâce à sa flexibilité et son utilisation interactive (DESJEUX, 2009). Suite à la simulation réalisée lors du comité technique de l'URCOOPA, il semblerait intéressant de reproduire cette expérience en créant des groupes de travail sur la valorisation de l'herbe à la Réunion. Ces groupes seraient constitués de 4 à 6 éleveurs présentant des contraintes et des objectifs similaires. La taille des groupes doit permettre la participation de chacun. L'utilisation de l'outil de diagnostic lors de réunions de groupe débuterait par la saisie d'un itinéraire type avec les participants en fonction de leurs pratiques. Les éleveurs proposeraient ensuite des variations sur cet itinéraire. Les conséquences des changements de l'itinéraire technique sur la production, les coûts et le temps de travail seraient commentées et argumentées par les éleveurs et l'animateur. Par ailleurs, il serait intéressant dans ce cadre d'ajouter à l'outil le calcul des coûts marginaux en fonction des potentiels de la région, et les équations de modélisation de la fertilisation optimale afin de représenter graphiquement l'intérêt technico-économique du fourrage étudié. La valeur ajoutée pour les éleveurs de ce travail résiderait dans la création d'échanges animés et argumentés entre les participants, permettant de favoriser les processus d'apprentissage par une meilleure appropriation des connaissances (MARTIN *et al.*, 2012). De plus, ce mode de conseil et de valorisation de l'outil introduirait une dynamique autour de la valorisation des prairies à la Réunion (DELABY, 2017).

3.2.2 Etudier la valorisation des fourrages jusqu'au coût d'alimentation

L'évaluation technico-économique d'un fourrage a pour objet la maitrise des coûts d'alimentation des animaux. Dans ce sens, un fourrage présente un intérêt particulier s'il existe une ration équilibrée ayant pour base ce fourrage, permettant d'atteindre des objectifs de production donnés à un coût plus faible que les autres rations possibles. La partie de l'outil qui a trait au coût de distribution va dans ce sens. Une évaluation des coûts des rations permettrait de déterminer si la production d'un fourrage de qualité, en fonction de son coût et de son encombrement, permet de diminuer la part des concentrés dans la ration et donc les coûts d'alimentation. Le coût d'engraissement d'un taurillon limousin à la Réunion a été simulé à partir des itinéraires du référentiel avec un conseiller de l'URCOOPA à la fin de la mission. Les résultats sont présentés en **ANNEXE 15**.

L'étude simultanée sur les élevages, des productions fourragères par l'ARP et du rationnement par l'URCOOPA, est pertinente dans la mesure où aujourd'hui l'optimisation économique des rations alimentaires n'est pas étudiée par les techniciens de l'URCOOPA par manque d'informations sur les fourrages. Ce travail collaboratif permettrait de faire le lien entre la production de fourrages, les systèmes d'alimentation et les performances des animaux. L'objet du calcul et de l'analyse des coûts d'alimentation serait de mieux valoriser les potentiels pastoraux et de mettre en place des systèmes de production plus robustes et plus durables face à la volatilité des prix des matières premières de l'aliment pour bétail.

3.3 AMELIORER LA CONSTITUTION DE REFERENCES

3.3.1 Préciser les données de rendements

Les conclusions de cette étude pourraient être précisées par de meilleures connaissances sur les potentiels de rendement du chloris, du kikuyu et des prairies tempérées avec différents niveaux de fertilisation. Les premiers résultats des essais fertilisation du CIRAD sont utilisés dans le référentiel des coûts des fourrages. Cependant, les moyennes calculées à ce jour semblent présenter des incohérences avec les connaissances actuelles, soulignées dans ce rapport (partie 4 : 2.2.1), et déjà constatées par des techniciens des organismes de conseil. Afin d'avoir plus de visibilité sur ces données, le CIRAD en partenariat avec l'ARP propose un stage de fin d'étude pour juin 2017 intitulé « analyse agronomique d'un essai longue durée et multisites, sur l'impact du type de fertilisation sur le chloris, le kikuyu et les prairies tempérées, à l'île de la Réunion ». Les objectifs de ce stage sont :

I) d'évaluer l'impact agronomique à moyen et long terme de la fertilisation organique et/ou minérale sur les rendements fourragers et sur le « capital fertilité » des sols,
II) de définir des valeurs de référence (sol/plante) en lien avec le mode de fertilisation.

Cette analyse cherche à produire des références techniques pour le conseil en fertilisation organique et/ou minérale sur les prairies de graminées tropicales et tempérées.

De plus, l'ARP a prévu de mettre en place en 2017 un observatoire de la pousse de l'herbe en partenariat avec le CIRAD et le RMT Prairie. Ce suivi sera composé de 6 à 12 parcelles de références en exploitation sur les 3 principaux secteurs fourragers de l'île (plaine des Cafres, Hauts de l'Ouest, Hauts de St Joseph). Elles seront suivies toutes les semaines, afin d'acquérir des références sur la croissance de l'herbe, la productivité et l'évolution des valeurs alimentaires en lien avec le climat et les pratiques des éleveurs.

Une actualisation du référentiel sera nécessaire suite à ces nouvelles données. Les itinéraires techniques types devront être réévalués pour être cohérents avec les données précises de rendement des prairies en situation expérimentale (rendement potentiel) et en élevage (rendement réel). Par ailleurs, une actualisation de la base de données de l'outil par l'ARP est souhaitable tous les ans afin de tenir compte de la variabilité des prix des intrants et du matériel des fournisseurs. La collecte des nouvelles grilles tarifaires, l'actualisation des données de l'outil et la publication d'un référentiel nécessitera environ une semaine de travail par an. Il sera réalisé par l'ingénieure de l'ARP.

3.3.2 Diversifier les modes de valorisation et les cultures

D'autres modes de valorisation des surfaces fourragères existent à la Réunion. Des études sur les coûts des fourrages en métropole montrent que le pâturage est le mode de valorisation de l'herbe

le plus intéressant économiquement (CROZAT *et al.*, 2009 ; DESARMENIEN, 2014). Toutefois, le coût de la main d'œuvre associée à la conduite des animaux et à l'entretien des pâtures n'est pas pris en compte. Des données précises sur le temps de travail sont nécessaires pour que la comparaison avec les systèmes de fauche soit pertinente. Ces données sont à la fois difficiles à estimer pour les éleveurs et les contraintes de temps de l'étude ne permettaient pas la réalisation d'enquêtes sur un échantillon significatif. Toutefois, l'outil de calcul permet de calculer les coûts complets et les coûts de revient pour le pâturage. Il serait donc intéressant d'approfondir les calculs pour ce mode de valorisation à la Réunion.

BONY *et al.* (2005b) ont étudié les possibilités de valoriser l'herbe en vert à la Réunion. Des essais ont été réalisés avec une auto chargeuse sur deux élevages laitiers pendant un an. L'affouragement en vert permet de fournir un fourrage de meilleure qualité aux animaux que l'enrubannage (0,86 UFL, 98 g de PDIN et 93 g de PDIE contre 0,71 UFL, 72 g de PDIN et 60g de PDIE pour l'enrubannage de prairies tempérées des exploitations suivies). L'intégration du fourrage vert diminue également la part des concentrés dans la ration (50% contre 55%) et améliore globalement la production laitière (+ 2,7 kg brut de lait/vache/j, + 0,4 g/kg de TP mais - 0,9 g/kg de TB). Les coûts de l'affouragement en vert sont inférieurs à l'enrubannage et au foin (Tableau 36). L'astreinte quotidienne supplémentaire est cependant la principale contrainte au développement de ce mode de récolte (60 min/jour). Au vu de ces résultats, une mise à jour des coûts complets de l'affourragement en vert est pertinente.

Tableau 36 : Coût comparatif (MS et UFL) des fourrages utilisés en élevage laitier à la Réunion (BONY et al., 2005b)

Mode de récolte	Type de fourrage	Teneur en MS	Coût du kg de MS (€/kg)	UFL/kg de MS	Coût de l'UFL (€/UFL)
Herbe verte	Tempéré	20%	0,12	0,83	0,14
Enrubannage	Tempéré	36%	0,18	0,71	0,25
Foin	Tropical	85%	0,30	0,60	0,50

De plus, des essais d'ensilage de jeune canne à sucre plante entière ont été réalisés au cours du mois de novembre 2016 par la SICALAIT et l'URCOOPA. L'adaptation de la méthode de calcul des coûts à cette culture serait nécessaire afin de déterminer l'intérêt économique quantitatif et qualitatif de ce fourrage par rapport à l'enrubannage et au foin.

3.3.3 Etudier le temps de travail

L'intérêt de la prise en compte du temps et de l'organisation du travail dans la modélisation et le conseil en élevage a été relevé à plusieurs reprises (PIERRE et LERAY, 2014 ; SEURET *et al.*, 2014). De ce fait, l'outil de diagnostic calcule les temps de travail associés à chaque itinéraire. Ce volet n'a toutefois pas été développé dans le référentiel par manque de temps. Il serait intéressant de comparer ces résultats en fonction des itinéraires techniques du référentiel, et pour les autres modes de valorisation des surfaces en herbe, afin d'avoir une vision globale production/coût/temps de travail pour chaque culture et chaque itinéraire technique.

3.4 FAIRE EMERGER UNE VOLONTE COMMUNE DE VALORISER L'HERBE

L'implication des éleveurs et des organismes professionnels pour une meilleure valorisation de l'herbe est nécessaire pour assurer la durabilité des élevages bovins réunionnais. Plusieurs axes de développement ont été suggérés par BRUNSCHWIG *et al.* (2009), DELABY (2017) et BRL (2017) afin de répondre à la fois aux objectifs et aux enjeux des filières animales, des éleveurs et sociétaux

(Figure 53 ; BERRE *et al.*, 2013). Ces propositions doivent être mises en œuvre en relation avec les objectifs et les motivations des éleveurs. Selon BRUNSCHWIG *et al.* (2009), une meilleure cohérence doit être recherchée entre les systèmes d'élevages et le potentiel fourrager des exploitations afin que la surface fourragère couvre au moins la moitié de l'alimentation du troupeau.

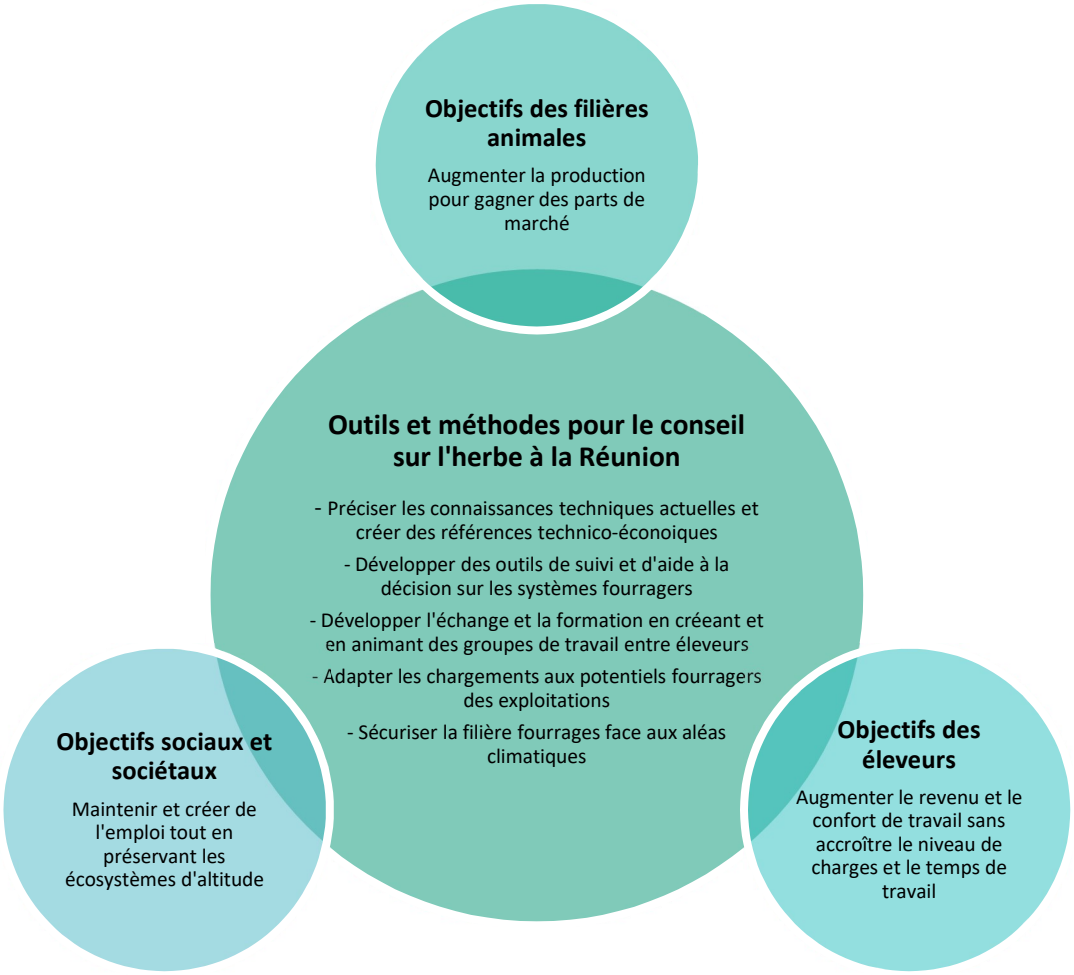


Figure 53 : Outils et méthodes pour le conseil sur l'herbe à la Réunion en relation avec les objectifs des coopératives, des éleveurs et de la société

L'étude des coûts des fourrages s'intègre pleinement dans ce dispositif d'accompagnement des éleveurs. Elle constitue une base de travail solide pour l'équipe de l'ARP afin de mettre en place une dynamique autour de la production et de la valorisation de l'herbe à la Réunion. Du coté, des éleveurs, l'outil de diagnostic et les données produites permettent d'aller vers une meilleure cohérence des systèmes entre les potentiels fourragers, la gestion technico-économique des prairies et les objectifs de production.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail a permis de développer une méthode de calcul des coûts des fourrages et un outil associé spécifique à la Réunion, pour une finalité de diagnostic et de conseil fourrager en élevage. Cet outil a servi dans un second temps à l'édition d'un référentiel à dires d'expert des coûts complets et des « coûts de revient » des fourrages tropicaux et tempérées à la Réunion.

L'étude des itinéraires types a mis en évidence une analyse technico-économique différente entre le chloris et les prairies tempérées. Le chloris non irrigué et le kikuyu, dans une conduite extensive, ont un bon rapport quantité/prix. A l'inverse, les prairies tempérées présentent un bon rapport qualité/prix et un potentiel d'intensification intéressant à condition de pratiquer des apports d'engrais organiques raisonnés. Le foin de prairies tropicales irriguées menées dans une conduite intensive peut répondre à une forte demande en fourrages avec un coût proche de celui de l'enrubannage. Toutefois, l'augmentation de la productivité d'une prairie par l'apport supplémentaire de fertilisant n'est pas systématiquement la solution ayant le meilleur rapport coût/bénéfice par rapport à d'autres stratégies d'augmentation de la disponibilité en fourrages, telles que l'exploitation de cultures tropicales à plus haut potentiel, l'augmentation de la surface en herbe ou l'achat de fourrages.

La gestion des systèmes fourragers résulte de nombreux facteurs internes et externes à l'exploitation influençant de façon plus ou moins directe les coûts des fourrages. L'amélioration des performances techniques et économiques des élevages passe par un accompagnement des éleveurs sur la gestion des surfaces fourragères adaptée à leurs besoins et à leurs attentes. Il est important de concilier à la fois une gestion à la parcelle afin d'optimiser les potentiels agronomiques, et une gestion globale du système fourrager afin de répondre aux besoins des animaux au coût le plus faible.

Les Hauts de la Réunion, de par leur diversité naturelle et culturelle, forment en quelque sorte « l'âme » et l'originalité de l'île. L'élevage bovin constitue un marqueur de ces paysages d'altitude. La pérennité des exploitations existantes est essentielle pour maintenir un équilibre territorial entre la côte et l'intérieur des terres et assurer un développement durable de l'île. En effet, les élevages bovins participent fortement au développement économique des Hauts et assurent l'approvisionnement en produits laitiers et carnés de l'île, réduisant ainsi sa dépendance aux importations. Ils créent et maintiennent des emplois dans les campagnes réunionnaises, entretiennent les zones pastorales, et participent à leur mise en valeur par le développement du tourisme rural, autre pilier majeur de l'économie réunionnaise. Afin de conserver l'ensemble des services rendus par l'élevage bovin, il apparait pertinent de mettre en place une stratégie fourragère efficace et cohérente à l'échelle de l'île.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGRESTE, 2013. Mémento 2013 agricole et rural. *Statistiques agricoles*, 87. [En ligne]. Disponible sur : http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/D97413C01.pdf (consulté le 20/02/2017).

AGRESTE, 2015a. Le modèle agricole réunionnais résiste : l'emploi et les surfaces exploitées se stabilisent. *Analyses DAAF Réunion*, 95, 6 p.

AGRESTE, 2015b. La protection du foncier agricole à La Réunion. *Analyses DAAF Réunion*, 95, Octobre 2015. 6 p.

ALARY V., MESSAD S., TACHE C., TILLARD E., 2002. Approche de la diversité des systèmes d'élevage laitiers à la Réunion. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Trop*icaux, 55, pp. 285-297.

ARIBEV, 2017. DEFI. Dossier de Presse, 13 p. [En ligne] Disponible sur : http://www.opmr.re/wp-content/uploads/2015/09/DP-DEFI.pdf.pdf (Consulté le 2/04/2017)

BARBET MASSIN V., GRIMAUD P., MICHON A., THOMAS P., 2004. Guide technique pour la création, la gestion et la valorisation des prairies à la Réunion. La Réunion : CIRAD Editions, 99 p.

BENOIT G, MADIGNIER M.-L., DOMERGUE L., 2013. Document annexe 1. L'île de La Réunion : la canne et le foncier, les Hauts et l'élevage. In : La France et ses campagnes 2025-2050. Regards croisés filières et territoires. 30 p.

BERRE D., BLANCARD S., BOUSSEMART J.P., LELEU H., TILLARD E., 2013. Analyse de l'éco-efficience du secteur laitier réunionnais : confrontation des objectifs productiviste et environnementaliste, *Revue d'Economie Politique*, 123, pp. 549-572.

BLANFORT V., 1998. Agroécologie des pâturages d'altitude à l'île de la Réunion : pratiques d'éleveurs et durabilité des ressources herbagères dans un milieu à fortes contraintes. Thèse de doctorat. Montpellier : CIRAD-EMVT, 335 p.

BONY J., CONTAMIN V., GOUSSEFF M., METAIS J., TILLARD E., JUANES X., DECRUYENAERE V., COULON J.-B., 2005a. Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion. *INRA Productions Animales*, 18, 255-263.

BONY J., LECOMTE P., BARBET-MASSIN V., LEPETIT J., 2005b. L'affouragement en vert des vaches laitières à la Réunion. Rapport CIRAD. 18 p.

BRL, 2017. 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. 58 p.

BRUNSCHWIG P., LANCELOT R., ZANELLA G., 2009. Expertise sur la mortalité des bovins laitiers à la Réunion. Direction générale de l'Alimentation, 43 p.

CA REUNION, 2014. Récapitulatif des résultats du Contrôle laitier Réunion 2008 – 2013. [En ligne] Disponible sur : http://www.reunion.chambagri.fr/Files/PDF/Elevage/laitier/RECAP%202008_2013.pdf (Consulté le 01/01/2017)

CESER, 2005. Quel projet de développement agricole pour la Réunion ? 50 p.

CHOISIS J.P., LACROIX S., LATCHIMY J.Y., LEGENDRE E., 2003. La filière viande se structure dans un contexte difficile. *Economie de la Réunion*, 117, pp. 8-9.

CHOISIS J.P., LASSALLE C., MESSAD S., GRIMAUD P., 2008. Performances zootechniques et pratiques des éleveurs en élevage bovin naisseur à la Réunion. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Trop*icaux, 61, pp. 89-96.

CHOISIS J.-P., GRIMAUD P., LASSALLE 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.

CHOISIS J.-P., FUSILLIER J.-L., LEMOINE F., 2011. Perspectives de diversification des exploitations cannières de l'île de la Réunion : exemple du modèle canne à sucre-engraissement. In : PENOT E., Exploitations agricoles, stratégies paysannes et politiques publiques. Paris : Editions Quae, 335 p.

CROZAT C., GORON J.-P., LAPOUTE J.-L., LAURENT M., 2009. Coûts des fourrages dans les élevages laitiers de Rhones Alpes. Institut de l'Elevage, 6 p.

DAAF, 2015. Les revenus agricoles retrouvent la croissance en 2014. Agreste La Réunion, 97, Septembre 2015. [En ligne] Disponible sur : http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/D97415A05.pdf [Consulté le 22/06/2016]

DELABY, 2017. Mission d'expertise Elevage bovin et pâturage à La Réunion. Compte rendu du 23 février 2017, 23 p.

DESJEUX, Y., 2009. Le conseil en agriculture : revue de littérature et analyse des dispositifs de conseil. Montpellier Supagro, 47 p.

DESARMENIEN, 2014. Fiche synthèse sur les coûts des fourrages rendus à l'auge : Détails de la méthode. PEREL 2014, 4 p. Disponible sur : http://www.perel.paysdelaloire.chambagri.fr/fileadmin/A_minisites/perel/CAPL_PEREL_1B_Cout_fourrage_methode.pdf (Consulté le 10/06/2016)

DEPARTEMENT DE LA REUNION, 2006. Cahiers de l'agriculture, Août 2006. [En ligne] Disponible sur : http://www.cg974.fr/index.php/Cahiers-de-l-agriculture.html (Consulté le 22/06/2016)

D'HAESE M., SPEELMAN S., ALARY V., TILLARD E., D'HAESE L., 2009. Efficiency in milk production on Reunion Island: Dealing with land scarcity. *Journal of Dairy Science*, 92, pp. 3676–3683.

DULPHY J.-P., MARTIN ROSSET W., 2001. Valeurs comparatives de différents types de fourrages conservés. In : GAREL J.-P., JOSIEN E. Etude de la faisabilité de la mise en œuvre de l'arrêt de l'utilisation des fourrages fermentés. Aurillac : INRA Editions, pp. 12 – 30.

DURU M., CRUZ P., JOUANY C., THEAU J.-P., 2010. Herb'type© : un nouvel outil pour évaluer les services de production fournis par les prairies permanentes. *Inra Productions Animales*, 23, pp. 319-332.

ETATS GENERAUX DE L'OUTRE-MER REUNION, 2013. Dossier de presse : « Projet Développement de l'Elevage et des Filières des Interprofessions », Janvier 2013.

FRITZ J., 1971. Synthèse des recherches sur les productions fourragères effectuées par l'IRAT Réunion de 1963 à 1970. Rapport de synthèse. IRAT Réunion, pp. 75-98.

FRITZ J., 1973. Quelques données sur la valeur alimentaire de fourrages de la Réunion. *Fourrages*, 55, pp. 93-98.

FRITZ J., LOYNET G., 1973. Facteurs agissant sur l'efficience des engrais azotés, en production intensive de fourrage de Chloris Gayana. *Fourrages,* 55, pp. 93-91.

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

GERBAUD S., 2004. Etude d'un processus de construction et d'appropriation d'outils : le cas du programme de gestion raisonnée des prairies à la Réunion. Mémoire de fin d'études. INA Paris-Grignon, 80 p.

GRIES J., 2013. Evaluation en exploitation par spectrométrie dans le proche infrarouge de la qualité et de la composition des ensilages d'herbe et de leurs facteurs de variation à la Réunion. Mémoire de fin d'étude. ISTOM, 81 p.

GRIMAUD P., THOMAS P, 2002. Les systèmes d'alimentation à base de Graminées dans les élevages bovins de l'Île de la Réunion*. Fourrages*, 44, pp 202-223.

GUIBERT S., PIERRE P., 2016. Coût des fourrages : des méthodes et des usages variés. Institut de l'élevage, 8 p.

HUET S., JOLIVET E., MESSEAN A., 1992. La régression non-linéaire : méthodes et applications en biologie. Paris : INRA Editions, 236 p.

IDELE, 2013. Repères issus des réseaux d'élevage bovins lait sud-ouest. Résultats technico-économiques 2012. Institut de l'Elevage, 28 p.

IDELE, 2017. Repères 2015 issus des Réseaux d'Elevage bovins lait Sud-Ouest. [En ligne] Disponible sur :http://idele.fr/presse/publication/idelesolr/recommends/reperes-issus-des-reseaux-delevage-bovins-lait-sud-ouest-2015.html (consulté le 02/02/2017)

INSEE, 2015a. La croissance de la population ralentit. [En ligne] Disponible sur : https://www.insee.fr/fr/statistiques/1288155 (Consulté le 10/03/2017)

INSEE, 2015b. Un taux de chômage de 26,8 % en moyenne en 2014. [En ligne] Disponible sur : https://www.insee.fr/fr/statistiques/1285545 (Consulté le 10/03/2017)

INSEE, 2016. Les prix sont plus élevés de 7,2% à la Réunion. [En ligne] Disponible sur : https://www.insee.fr/fr/statistiques/1908449 (Consulté le 10/03/2017)

INSEE, 2017. Indices des prix des moyens de production agricole (IPAMPA) - Base 2010. [En ligne] Disponible sur : https://www.bdm.insee.fr/bdm2/choixCriteres?codeGroupe=1466 (Consulté le 10/04/2017)

JACQUOT T., MILKOFF R., 2007. Comptabilité de gestion. Paris : Editions Pearson Education, 320 p.

KLEIN H. D., RIPPSTEIN G., HUGUENIN J., TOUTAIN B., GUERIN H., LOUPPE D., 2014. Les cultures fourragères. Gembloux : Editions Quae. 264 p.

KNODEN D., LAMBERT R., NIHOUL P., STILMANT D., POCHET P., CREMER S., LUXEN P., 2007. Fertilisation raisonnée des prairies. *Les livrets de l'Agriculture*, 15, 45 p.

LA FRANCE AGRICOLE, 2016. Le prix des terres progresse de 1,6 % en 2015. [En ligne]. Disponible sur : http://www.lafranceagricole.fr/actualites/videos/foncier-agricole-le-prix-des-terres-progresse-de-1-6-en-2015-1,0,1326310637.html (consulté le 01/03/2017)

LAROUSSE, 2017. La Réunion (974). In Encyclopédie Larousse. [En ligne] Disponible sur : http://www.larousse.fr/encyclopedie/departement/La_Réunion_974/138726 (consulté le 2/04/2017)

MANDRET G., HASSOUN P., PAILLAT J.-M., TILLARD E, 2000. L'élevage bovin à la Réunion : Synthèse de quinze ans de recherche. Montpellier : CIRAD Editions, 391 p.

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.

MC COWN R.L., 2002. Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms and prospects. *Agriculture Systèmes,* 74, pp. 179-220.

METEOFRANCE, 2017. Climat de la Réunion. [En ligne]. Disponible sur : http://www.meteofrance.re/climat/description-du-climat (Consulté le 2/04/2017)

MOREAU J.-C., DELABY L., DURU M., GUERIN G., 2009. Démarches et outils de conseil autour du système fourrager : évolutions et concepts. *Fourrages*, 200, pp. 565-586.

MOREAU J.C., FRAPPAT B., BEAUCHAMP J.J., 2014. Rénover le conseil autour de la prairie : les propositions du projet PraiCoS. *Fourrages*, 219, pp. 235-245.

ODEADOM, 2009. Résultats technico-économiques des exploitations bovins lait du Réseau de Références de la Réunion. [En ligne] Disponible sur : http://www.odeadom.fr/wp-content/uploads/2012/11/Resultats_technico_economiques_exploitations_bovins_lait_reseau_references_La_Reunion_decembre_2009-1.pdf (consulté le 20/06/2016)

ODEADOM, 2012. Référentiel technico-économique bovin lait. Ile de La Réunion. Conjoncture 2011. Chambre d'Agriculture de La Réunion. 19 p. [En ligne] Disponible sur : http://www.odeadom.fr/wp-content/uploads/2013/10/Referentiel-Bovins-Lait-2012-1.pdf (consulté le 10/03/2017)

ODEADOM, 2016a. Référentiel technico-économique bovin lait. Ile de La Réunion. Conjoncture 2015. Chambre d'Agriculture de La Réunion, 12 p.

ODEADOM, 2016b. Référentiel technico économique bovin viande. Ile de La Réunion. Conjoncture 2016-2015. Chambre d'Agriculture de La Réunion, 8 p.

ODEADOM, 2016c. ANNEXE IV : Programme de soutien des productions animales à La Réunion. 58 p. [En ligne] Disponible sur : http://www.odeadom.fr/wp-content/uploads/2016/04/struc_elev_annexe_La_Reunion_2016-1.pdf (consulté le 03/03/2017)

PAILLAT J.-M., 1995. Etude de l'ensilage en balles enrubannées sous climat tropical d'altitude - Cas des fourrages tempérés et tropicaux récoltés à l'île de La Réunion. Thèse de Doctorat Paris Grignon-CIRAD, 300 p.

PARMENTIER V., 2014. Prix d'achat observés des engrais azotés. [En ligne] Disponible sur : http://www.revenuagricole.fr/97-agora/agora-memos/1363-prix-d-achat-observes-des-engrais-azotes (consulté le 10/04/2017)

PERES J. L., HAMITI N., VAN KEMPEN P. Machinisme agricole – Les coûts 2016. Paris : APCA – Chambres d'agriculture France, 84 p.

PIERRE P., LERAY O., 2014. De l'approche collective au conseil individuel. Des outils et des références, pour quels usages ? Le point de vue de deux techniciens en herbe. *Fourrages*, 219, pp. 229-233.

RMT ECONOMIE DES FILIERES, 2013. Coût complet des filières animales et végétales : Méthodologie et éléments d'analyse. Institut de l'Elevage, 61 p.

SAFER, 2017. Barème de la valeur vénale des terres agricoles à la Réunion. [En ligne]. Disponible sur : http://daaf.reunion.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/DAAF_Reunion_Valeur_terres_2015_cle488841.pdf (consulté le 20/02/2017)

SEURET J.-M., THEAU J.-P., POTTIER E., PELLETIER P., PIQUET M., DELABY L., 2014. Des outils d'aide à la gestion du pâturage pour mieux valoriser les prairies et renforcer la confiance des éleveurs. *Fourrages*, 218, pp. 191-201.

SICAREVIA, 2016. Compte rendu de l'assemblée générale ordinaire. Juin 2016. 24 p.

TRAVAIL EMPLOI GOUV, 2016. Le montant du SMIC brut horaire. [En ligne] Disponible sur : http://travail-emploi.gouv.fr/droit-du-travail/remuneration-et-participation-financiere/remuneration/smic/article/le-montant-du-smic-brut-horaire (Consulté le 20/06/2016)

VAN KEMPEN P., 2015. Une méthode comparative des coûts de mécanisation. *Revue des Chambres d'Agriculture*, 1046, pp. 40 – 44.

VAYSSIERES J., LECOMTE P., GUERRIN., NIDUMOLU U. B., 2007. Modelling farmers' action : decision rules capture methodology and formalisation structure : a case of biomass flow operations in dairy farms of a tropical island. *Animal*, pp. 716–733.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de la Réunion 5
Figure 2 : Mode d'occupation des sols de la Réunion (AGRESTE, 2013) 5
Figure 3 : Isohyètes moyennes annuelles de la Réunion pour la période 1981-2010 (METEOFRANCE, 2017) 7
Figure 4 : Isothermes annuelles moyenne de la Réunion pour la période 1981-2010 (METEOFRANCE, 2017) 7
Figure 5 : Schéma organisationnel des filières bovines à la Réunion 8
Figure 6 : Enjeux et multifonctionnalité de l'élevage bovin à la Réunion 9
Figure 7 : Les bassins de production laitière et allaitante naisseurs 10
Figure 8 : Caractérisation des systèmes bovins laitiers du Réseau de Références de la Réunion (ODEADOM, 2016a) 11
Figure 9 : Variation du prix moyen des concentrés pour bovin lait à la Réunion entre 2007 et 2015 14
Figure 10 : Evolution de la production laitière et du nombre d'exploitation à la Réunion (Source : SICA Lait) 14
Figure 11 : Evolution de la production et de la demande en viande bovine (SICAREVIA, 2016) 15
Figure 12 : Répartition de la SFP à la Réunion (Source : ARP) 17
Figure 13 : Répartition des espèces fourragères à la Réunion (BRL, 2017 ; DELABY, 2017) 17
Figure 14 : Répartition altitudinale des espèces fourragères (Source : ARP) 18
Figure 15 : Rendements réels et potentiels en fonction de la zone et du type de culture (BRL, 2017) 19
Figure 16 : Missions et domaines de compétences de l'ARP 21
Figure 17 : Schéma méthodologique des étapes de travail 27
Figure 18 : Conceptualisation de l'outil de diagnostic des coûts complets et des coûts de revient des fourrages 30
Figure 19 : Etapes de calcul de l'outil 34
Figure 20 : Construction et déroulé des entretiens pour le diagnostic des coûts des fourrages en élevage 35
Figure 21 : Situation des sites d'expérimentation du CIRAD et de l'IRAT (Source : Google Map) ... 41
Figure 22 : Localisation des sites d'expérimentation de l'IRAT (Source : Google Map) 45
Figure 23 : Réponse à l'azote minéral du chloris irrigué 46
Figure 24 : Coût complet du foin en fonction du coût complet de la fertilisation minérale 47
Figure 25 : Coûts complets en €/ha 56
Figure 26 : Coûts complets de l'enrubannage et du foin en €/tMS 57
Figure 27 : Coûts de revient de l'enrubannage et du foin en €/tMS 58
Figure 28 : Coûts marginaux de l'enrubannage 59
Figure 29 : Coûts marginaux du foin 60
Figure 30 : Coût complet de l'UFL en fonction du coût complet de la tMS 61
Figure 31 : Coût complet de la MAT en fonction du coût complet de la tMS 62
Figure 32 : Répartition du coût complet moyen de l'enrubannage par opération 64
Figure 33 : Répartition du coût complet moyen du foin par opération 65
Figure 34 : Répartition du coût complet moyen de l'enrubannage par poste de charges 66
Figure 35 : Répartition du coût complet moyen du foin par postes de charges 66
Figure 36 : Répartition par opération du coût complet moyen de la récolte en enrubannage 67
Figure 37 : Répartition par opération du coût complet moyen de la récolte en foin 67

Figure 38 : Répartition du coût complet de récolte du foin par poste de charges 68
Figure 39 : Répartition du coût complet de récolte de l'enrubannage par poste de charges 68
Figure 40 : Relation linéaire entre le nombre de coupes et le coût complet de la récolte pour la chaîne de récolte de référence et 3,5 tMS récoltées par hectare et par coupe 69
Figure 41 : Coût de revient du pressage et de l'enrubannage en fonction du nombre de balles effectuées par an pour différentes organisations du chantier de récolte 71
Figure 42 : Coût de revient de la fauche par hectare en fonction du nombre d'hectares travaillées par an et de l'organisation du chantier de récolte 71
Figure 43 : Temps de travail de la fauche pour différents types de mécanisation (min/ha) 73
Figure 44 : Temps de travail du pressage et de l'enrubannage pour différents types de mécanisation (min/balle) 73
Figure 45 : Répartition du coût complet de la fertilisation pour 6 interventions d'épandage de 12 t de compost 74
Figure 46 : Répartition du coût complet de la fertilisation pour 6 interventions d'épandage de 40 m3 de lisier 74
Figure 47 : Répartition du coût complet de la fertilisation pour 6 interventions d'épandage de 70 kg de N 74
Figure 48 : Modélisation du seuil de rendement à partir duquel il est plus intéressant d'intensifier la production que d'acheter du fourrage enrubanné. 78
Figure 49 : Gain de production seuil en fonction du coût complet de la fertilisation pour différents types de prairie 79
Figure 50 : Coût complet du foin en fonction du coût complet de la fertilisation 81
Figure 51 : Objectifs et déroulé de l'étude des coûts des fourrages à la Réunion 83
Figure 52 : Facteurs de production et humains déterminant les choix technico-économiques des éleveurs, et impactant les indicateurs mesurables (production fourragère, coûts, temps de travail) 94
Figure 53 : Outils et méthodes pour le conseil sur l'herbe à la Réunion en relation avec les objectifs des coopératives, des éleveurs et de la société 99

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Structure des exploitations bovin viande selon la typologie du Réseau de Références de la Réunion (ODEADOM, 2016b) 11
Tableau 2 : Rations types des vaches laitières à la Réunion (BRL, 2017) 12
Tableau 3 : Comparatif de la qualité du lait avec des systèmes spécialisé de piémont métropolitains (d'après CA REUNION, 2014 ; IDELE, 2013) 13
Tableau 4 : Barème indicatif comparé des prix des matières premières agricoles à la Réunion (d'après ODEADOM, 2016 ; PERES et al., 2016 ; PARMENTIER, 2014 ; IDELE, 2017) 13
Tableau 5 : Rendements et valeurs nutritives potentielles en vert des principales espèces fourragères présentes à la Réunion (Source : BARBET MASSIN et al., 2004 ; MANDRET et al., 2000) 18
Tableau 6 : Valeurs alimentaires des principaux fourrages conservés à la Réunion 20
Tableau 7 : Sources de données pour la réalisation du référentiel 37
Tableau 8 : Caractéristiques et coût horaire d'utilisation des tracteurs de l'exploitation type 38
Tableau 9 : Caractéristiques du parc matériel de l'exploitation type 38
Tableau 10 : Prix moyens du fermage 39
Tableau 11 : Itinéraire technique de l'implantation d'une prairie 39
Tableau 12 : Types de prairies, modes de récolte et modes fertilisation modélisés 40
Tableau 13 : Caractéristiques des balles et utilisation de consommables par balle 40
Tableau 14 : Prix d'achat du foin de chloris à la Réunion 42
Tableau 15 : Résultats d'essais menés par l'IRAT entre 1967 et 1971 sur du chloris irrigué à La Bretagne et à Mon Caprice pour différents niveaux de fertilisation minérale 46
Tableau 16 : Nombre de coupes calculé pour chaque essai de l'IRAT 47
Tableau 17 : Types de prairies, modes de récolte et modes fertilisation modélisés 50
Tableau 18 : Rendements annuels moyens des prairies tempérées, du kikuyu et du chloris non irrigué d'après les essais du CIRAD (communication personnelle CIRAD, non publié) 51
Tableau 19 : Rendements annuels moyens du chloris irrigué d'après les essais de l'IRAT à Mon Caprice (FRITZ, 1971) 51
Tableau 20 : Valeurs alimentaires moyennes des enrubannages en élevage bovin à la Réunion (d'après GRIES, 2013) 52
Tableau 21 : Valeurs énergétiques et protéiques des fourrages conservés pour chaque itinéraire modélisé d'après les données de GRIES (2013) et BARBET MASSIN et al. (2004) 52
Tableau 22 : Coût complet et coût de revient de la mise en place d'une prairie (foncier, amélioration foncière, implantation) amortis sur sa durée de vie 53
Tableau 23 : Coût complet de la fertilisation par intervention et par ha pour chaque itinéraire étudié 54
Tableau 24 : Coût complet de la récolte en enrubannage par balle, par coupe et par hectare pour chaque itinéraire 55
Tableau 25 : Coût complet de la récolte en foin par balle, par coupe et par hectare pour chaque itinéraire 55
Tableau 26 : Taux et impacts des aides sur le coût complet et le coût de revient de l'enrubannage et du foin 59
Tableau 27 : Coût complet de la fertilisation par unité d'azote épandue 75
Tableau 28 : Coûts complets détaillés pour les essais de fertilisation menés par l'IRAT sur du chloris irrigué 80

Tableau 29 : Résumé comparé des potentiels de production, des coûts complets, des coûts de revient et des coûts marginaux des fourrages conservés à la Réunion en fonction de l'itinéraire technique type étudié 85
Tableau 30 : Seuils d'optimisation pour la couverture des charges de fertilisation pour le kikuyu, le chloris et les prairies tempérées récoltées en enrubannage 87
Tableau 31 : Moyennes des coûts complets des éleveurs et du référentiel 88
Tableau 32 : Comparatif des coûts des intrants et des facteurs de production à la Réunion et en métropole (d'après SAFER, 2017 ; PERES et al., 2016 ; PARMENTIER, 2014) 89
Tableau 33 : Comparatif des coûts complets des fourrages à la Réunion et en métropole (d'après DESARMENIEN, 2014) 89
Tableau 34 : Comparaison des prix d'achat des fourrages et des concentrés et des prix de vente des produits à la Réunion et en métropole (d'après DESARMENIEN, 2014 ; ODEADOM, 2016 ; IDELE, 2017) 90
Tableau 35 : Impact qualitatif d'un raisonnement des apports de fertilisation à l'année 93
Tableau 36 : Coût comparatif (MS et UFL) des fourrages utilisés en élevage laitier à la Réunion (BONY et al., 2005b) 98

TABLE DES EQUATIONS

Équation 1 : Calcul du coût marginal de la tMS d'enrubannage 43
Équation 2 : Calcul du coût marginal de la tMS du foin pour 80 kg de N/coupe 43
Équation 3 : Calcul du coût marginal de la tMS pour 120 kg de N/coupe 43
Équation 4 : Calcul les charges maximales de fertilisation à engager produire un enrubannage à un coût complet inférieur ou égal au prix d'achat de l'enrubannage, pour une culture et un objectif de rendement fixé 44
Équation 5 : Charges de fertilisation maximales à engager en fonction d'un objectif de gain de production fixé pour que l'enrubannage produit ait un coût complet inférieur ou égal au coût complet d'une même prairie non fertilisée 45
Équation 6 : Coût complet de l'épandage d'un m^3 de lisier en fonction de la quantité totale épandue par an et du temps de déplacement à la parcelle 75
Équation 7 : Coût complet de l'épandage d'une tonne de compost en fonction de la quantité totale épandue par an et du temps de déplacement à la parcelle 76
Équation 8 : Coût complet de l'épandage d'engrais minéral en fonction du nombre d'unités d'azote épandues, du fractionnement des épandages et du temps de déplacements 76

TABLE DES MATIERES

Résumé III
Abstract III
Remerciements V
Sommaire IX
Sigles et abréviations XI
Introduction générale 2

PARTIE 1 : Contexte 4
1 L'élevage bovin : un secteur stratégique de développement de l'île de la Réunion 6
1.1 Le contexte écologique 6
1.1.1 Les Hauts : un espace à fortes contraintes 6
1.1.2 Un climat tropical contrasté 6
1.2 Le choix de l'élevage bovin pour les zones d'altitude 7
1.3 La dimension multifonctionnelle de l'élevage bovin réunionnais 9
2 Dynamiques des productions bovines à la Réunion 10
2.1 Caractérisation des élevages bovins réunionnais 10
2.1.1 Organisation spatiale de l'élevage bovin à l'échelle de l'île 10
2.1.2 Caractérisation des exploitations bovines laitières et allaitantes 11
2.1.3 Des performances techniques hétérogènes liées aux systèmes d'alimentation 12
2.1.4 Des coûts de production élevés 13
2.1.5 Des soutiens économiques importants empreints du contexte ultramarin 13
2.2 Les élevages et les filières sont fragilisées par la conjoncture économique 14
2.3 Objectifs de développement de l'élevage bovin 15
3 Production et valorisation des ressources fourragères 16
3.1 Des potentiels fourragers diversifiés mais sous-exploités 16
3.1.1 L'hétérogénéité climatique sur le territoire conditionne les choix d'espèces fourragères 16
3.1.2 Une production en quantité et en qualité en dessous du potentiel fourrager 18
3.1.3 Utilisation et valorisations des ressources fourragères 19
3.2 L'ARP : l'expertise des productions fourragères à la Réunion 20
3.2.1 Présentation de la structure 20
3.2.2 Conseil et expertise pour la mise en valeur des surfaces fourragères 21
3.2.3 Animation et structuration de la filière foin 22
4 Concepts et outils pour le conseil fourrager 22
4.1 Intégration des outils informatiques dans le conseil sur l'herbe 22
4.2 Démarche de conception d'un outil d'aide à la décision 23
5 Problématique 24
6 Hypothèses 25

PARTIE 2 : Cadre méthodologique de l'étude 26
1 Conception et validation d'un outil de calcul des coûts des fourrages 28
1.1 Méthodologie analytique de calcul des coûts 28
1.1.1 Présentation de la méthode 28
1.1.2 Définition du coût complet et du coût de revient 28
1.1.3 Concepts pour la création d'un outil de diagnostic technico-économique pour la gestion des surfaces fourragères 29
1.2 Collecte des données 31
1.2.1 Les améliorations foncières 31
1.2.2 Les intrants 31
1.2.3 La mécanisation et l'utilisation du matériel 31
1.2.3.1 Détermination du coût d'utilisation du matériel 31

1.2.3.2 Application du coût d'utilisation du matériel au cas particulier des Coopératives d'Utilisation du Matériel Agricole (CUMA) ... 32
1.3 Création de l'outil de calcul ... 32
1.4 Validation et utilisation de l'outil chez les éleveurs ... 35
1.4.1 Validation de l'outil et application en élevage ... 35
1.4.2 Communication auprès des partenaires ... 35
2 Construction d'un référentiel des coûts des fourrages à la Réunion ... 36
2.1 Définition des itinéraires types ... 36
2.2 Collecte des informations ... 36
2.3 Données d'entrée ... 37
2.3.1 Exploitation type ... 37
2.3.2 Itinéraires techniques ... 39
2.3.2.1 Foncier et amélioration foncière ... 39
2.3.2.2 Implantation de la prairie ... 39
2.3.2.3 Fertilisation et irrigation ... 40
2.3.2.4 Récolte ... 40
2.3.2.5 Pertes au stockage ... 40
2.3.3 Rendements et valeurs alimentaires des fourrages ... 41
2.3.3.1 Détermination des rendements annuels ... 41
2.3.3.2 Calendrier de fauche ... 41
2.3.3.3 Estimation des valeurs alimentaires ... 41
2.3.4 Prix d'achat des fourrages et des valeurs alimentaires pour les éleveurs à la Réunion ... 42
2.4 Calcul et analyse des données ... 42
2.4.1 Calcul et comparaison des coûts complets et des coûts de revient de l'enrubannage et du foin 42
2.4.1.1 Coût complet, coût de de revient de la tMS et coût complet des valeurs alimentaires 42
2.4.1.2 Coût marginal de la tMS ... 43
2.4.2 Détermination des leviers d'action pour une maîtrise des charges ... 43
2.4.3 Optimisation de l'intensification des prairies ... 44
2.4.3.1 Etude de l'intensification des prairies récoltées en enrubannage ... 44
2.4.3.2 Détermination de la fertilisation optimale pour la production de foin de chloris sur parcelles irriguées ... 45

PARTIE 3 : Résultats ... 48
1 Etude technico-économique de l'enrubannage et du foin ... 50
1.1 Caractéristiques des cultures fourragères étudiées ... 50
1.1.1 Rendements des prairies ... 50
1.1.2 Valeurs alimentaires des fourrages conservés ... 51
1.2 Coût de la mise en place d'une prairie ... 53
1.3 Coût de la fertilisation et de l'irrigation ... 54
1.4 Coût de la récolte ... 54
1.5 Coût des pertes au stockage ... 55
1.6 Comparaison des coûts pour les quatre fourrages étudiés ... 56
1.6.1 Coûts complets par hectare de prairies ... 56
1.6.2 Coûts complets et coûts de revient de l'enrubannage et du foin ... 56
1.6.3 Coûts marginaux ... 59
1.6.3.1 Coûts marginaux de l'enrubannage ... 59
1.6.3.2 Coûts marginaux du foin ... 60
1.6.4 Coût complet de l'énergie et de la protéine ... 61
2 Leviers d'action pour une meilleure maîtrise des charges ... 64
2.1 Identification des principaux postes de dépenses ... 64
2.1.1 Répartition des coûts complets par opération ... 64

2.1.2 Répartition des coûts complets par poste de charges 65
2.2 Leviers pour la maitrise des coûts de récolte 67
2.2.1 Structure des coûts complets de la récolte 67
2.2.1.1 Répartition des coûts complets de la récolte par opération 67
2.2.1.2 Répartition des coûts complets de récolte par poste de charges 68
2.2.2 Modélisation du coût complet de la récolte en fonction du nombre de coupes 69
2.2.3 Stratégies de mécanisation pour l'optimisation du coût de revient de la chaîne de récolte .. 70
2.2.3.1 Optimisation des « coûts de revient » de la fauche, du pressage et de l'enrubannage 70
2.2.3.2 Temps de travail de la fauche, du pressage et de l'enrubannage pour différentes stratégies de mécanisation 72
2.3 Gestion des charges de fertilisation 74
2.3.1 Répartition du coût complet de la fertilisation en fonction du type d'apport 74
2.3.2 Coût complet de l'unité d'azote épandue 75
2.3.3 Equations simplifiées pour le calcul du coût complet de la fertilisation 75
2.3.3.1 Calcul du coût complet de l'épandage de lisier 75
2.3.3.2 Calcul du coût complet de l'épandage de compost 76
2.3.3.3 Calcul du coût complet de la fertilisation minérale 76
3 Optimisation des prairies par une fertilisation raisonnée 77
3.1 Optimisation de l'intensification des prairies valorisées en enrubannage 77
3.1.1 Modélisation du rendement seuil permettant de couvrir charges de la culture en fonction du prix de l'enrubannage 77
3.1.2 Modélisation du gain de rendement seuil permettant de couvrir les charges de fertilisation 78
3.2 Détermination de la fertilisation optimale pour la production de foin de chloris sur parcelles irriguées 80

PARTIE 4 : Discussion et propositions 82
1 Discussion des principaux résultats 84
1.1 Evaluation technico-économique de la production fourragère 84
1.2 Facteurs de variabilité des coûts complets des fourrages et évaluation des marges de progrès 86
1.3 Optimisation de l'intensification des ressources fourragères 87
1.4 Confrontation des résultats aux données technico-économiques de la production fourragère 88
1.4.1 A la Réunion 88
1.4.2 En métropole 88
2 Intérêts et limites de l'étude 90
2.1 Pertinence de la méthode employée et de l'outil de calcul 90
2.1.1 Intérêt de la démarche 90
2.1.2 Un outil de modélisation évolutif et fiable 91
2.1.2.1 Discussion des choix méthodologiques pour la conception de l'outil 91
2.1.2.2 Valeur ajoutée de l'outil de diagnostic pour les éleveurs 91
2.2 Limites de l'étude 92
2.2.1 Précision des données 92
2.2.2 Méthodes d'adaptation des données de la recherche 92
2.2.3 Approche partielle du système de décision des éleveurs 93
3 Perspectives 95
3.1 Valorisation de l'étude 95
3.1.1 Formation à l'utilisation de l'outil 95
3.1.2 Communication sur les coûts des fourrages 95
3.2 Perspectives d'utilisation et d'évolution de l'outil de diagnostic 96
3.2.1 D'un conseil individualisé à l'animation de groupes de travail 96
3.2.2 Etudier la valorisation des fourrages jusqu'au coût d'alimentation 96
3.3 Améliorer la constitution de références 97
3.3.1 Préciser les données de rendements 97

3.3.2 Diversifier les modes de valorisation et les cultures 97
3.3.3 Etudier le temps de travail 98
3.4 Faire émerger une volonté commune de valoriser l'herbe 98

Conclusion générale 100
Références bibliographiques 102
Table des figures 108
Table des tableaux 110
Table des équations 112
Table des matières 114

ANNEXES

ANNEXE 1 : PHOTOS DE TRAVAUX D'AMELIORATION FONCIERE

Figure 56 : Défrichage à la Plaine des Cafres (Photo prise le 19/06/2016)

Figure 55 : Travaux d'amélioration foncière (arasage de buttes) à la Plaine des Cafres (Photo prise le 19/06/2016)

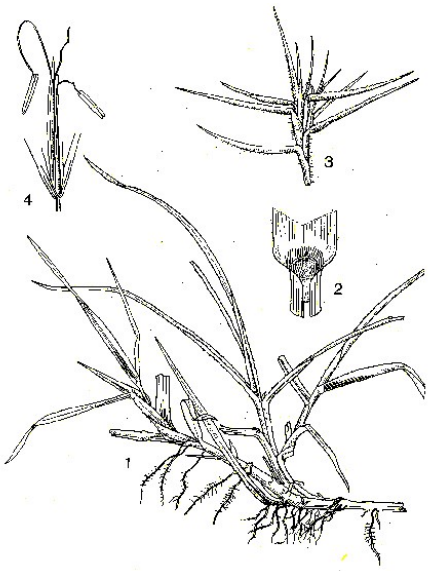
Figure 54 : Prairie aménagée à la Plaine des Cafres (Photo prise le 17/07/2016)

ANNEXE 2 : CARACTERISTIQUES BOTANIQUES ET POTENTIELS FOURRAGERS DU KIKUYU ET DU CHLORIS

KIKUYU *(PENNISETUM CLANDESTINUM)*

Le kikuyu (*Pennisetum clandestinum)* est une graminée tropicale pérenne (métabolisme en C4), originaire des Hauts plateaux du Kenya. Le kikuyu possède des rhizomes et des stolons, qui s'enracinent à chaque nœud, lui conférant une grande compétitivité et une bonne résistance au piétinement (Figure 57 et Figure 58). Il forme d'épais tapis couvrant le sol. Son port rampant rend toutefois son exploitation en fauche difficile (MANDRET *et al.*, 2000).

Le kikuyu est cultivé à la Réunion entre 600 et 1 600 m d'altitude. Au-delà de 1 600 m, le kikuyu entre dans un stade végétatif en hiver à cause des basses températures (gel). Il est implanté sur environ 8 000 ha (73% de la SFP de l'île). Son mode de valorisation principal est le pâturage (MANDRET *et al.*, 2000).



Pennisetum clandestinum Hochst. ex Chiov. 1, habit of basal plant part; 2, ligule; 3, inflorescence; 4, spikelet.

Figure 57 : Profil botanique du kikuyu (Pennisetum clandestinum)

Figure 58 : Kikuyu (DELABY, 2017)

Le kikuyu a un potentiel de rendement compris entre 15 et 20 tMS/ha. Les valeurs alimentaires du kikuyu sont intermédiaires entre les prairies tropicales et les prairies tempérées (Tableau 37 ; MANDRET *et al.*, 2000).

Tableau 37 : Valeurs nutritives du Kikuyu (BARBET MASSIN et al., 2004)

SAISON CHAUDE	DMO	UFL	UFV	PDIN	PDIE
3 semaines	67	0.83	0.76	126	124
4 semaines	68	0.84	0.77	146	134
5 semaines	63	0.76	0.68	111	115
6 semaines	60	0.71	0.63	98	107
7 semaines	58	0.70	0.61	90	103
8 semaines	55	0.65	0.56	80	96
9 semaines	52	0.61	0.51	68	87
10 semaines	50	0.57	0.47	63	84
SAISON FRAÎCHE	**DMO**	**UFL**	**UFV**	**PDIN**	**PDIE**
3 semaines	69	0.85	0.79	127	127
4 semaines	68	0.82	0.78	125	122
5 semaines	59	0.71	0.62	99	108
6 semaines	60	0.72	0.64	87	102
7 semaines	58	0.70	0.62	90	104
8 semaines	60	0.74	0.66	83	99
9 semaines	61	0.75	0.67	71	92
10 semaines	54	0.65	0.55	68	91

CHLORIS GAYANA OU HERBE DE RHODE

Le chloris, *Chloris gayana*, est une graminée tropicale pérenne (métabolisme en C4), originaire du sud de l'Afrique. Le chloris a une bonne compétitivité, couvrant rapidement le sol grâce à ses stolons qui donnent naissance à de nouvelles touffes (Figure 59 et Figure 60). Les inflorescences se terminent en bouquet d'épis. L'épiaison a lieu toute l'année (MANDRET *et al.*, 2000).

A la Réunion, cette graminée fourragère est cultivée entre 0 et 800 m d'altitude. La productivité moyenne est de 25 à 35 t MS/ha/an sur le littoral irrigué (0 à 600 m d'altitude). A partir de 600 m, on observe une baisse de rendement de l'ordre de 40 % en hiver. Les rendements sont de l'ordre de 15 à 25 t MS/ha/an entre 600 m et 800 m d'altitude sans irrigation (sous réserve d'une fertilisation de l'ordre de 375 à plus de 600 kg de N/an ; MANDRET *et al.*, 2000).

Figure 59 : Profil botanique du Chloris Gayana (Source : USDA)

Figure 60 : Chloris Gayana (DELABY, 2017)

Le chloris est principalement récolté en foin. Cinq à 9 coupes sont réalisées. Le stade optimal pour une récolte en foin se situe juste avant ou au début de la floraison (MANDRET *et al.*, 2000).

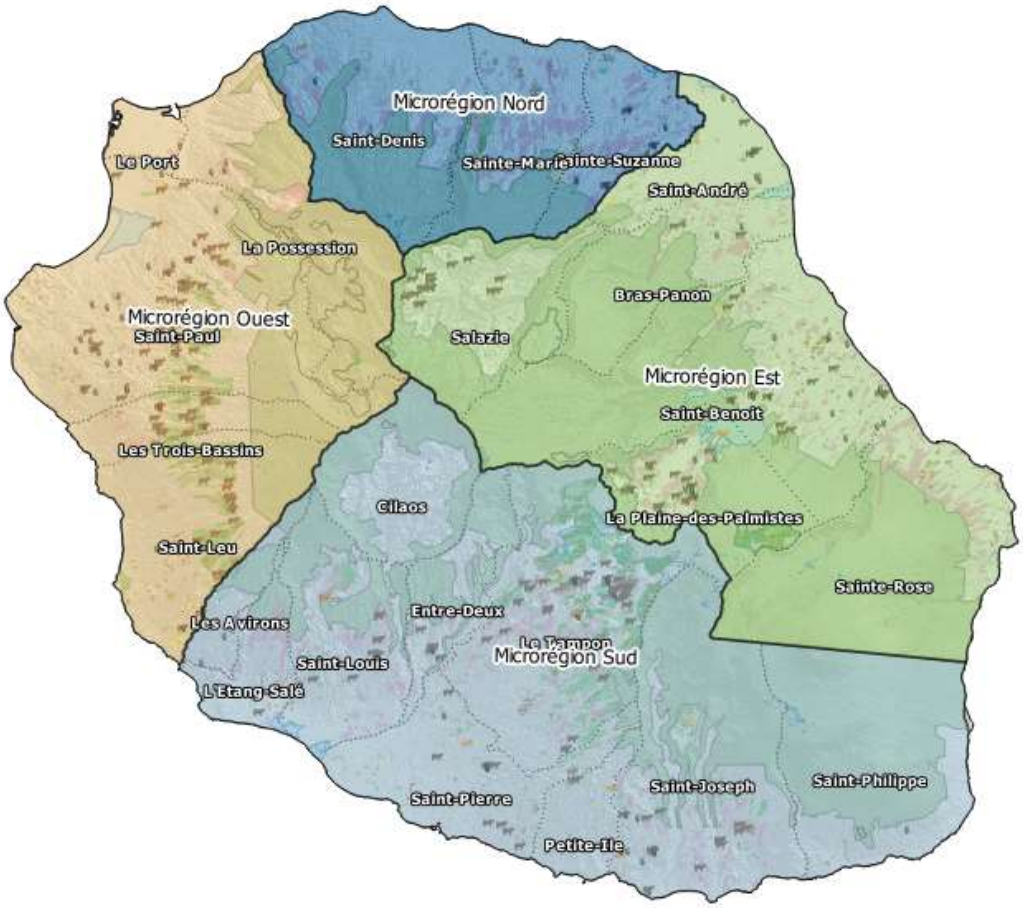
Les valeurs alimentaires du chloris sont moyennes (Tableau 38). La digestibilité est inférieure à celle d'une graminée tempérée, mais est améliorée par la fertilisation azotée. Les valeurs nutritives du foin sont constantes au cours de l'année (MANDRET *et al.*, 2000).

Tableau 38 : Valeurs alimentaires du Chloris Gayana au stade optimal (Source : ARP)

	Vert $_{hiver}$	Vert $_{été}$	Foin	Ensilage
MS (%)	15 - 24	13 - 25	80 - 86	21 - 24
UFL *(u / kg MS)*	0,55-0,75	0,46-0,71	0,63	0,72
UFV *(u / kg MS)*	0,66	0,70	0,53	0,64
PDIN *(g/100g)*	110	134	72	75
PDIE *(g/100g)*	111	126	93	82
NDF *(% MS)*	75	75	75,9	-
Ca *(g / kg MS)*	4,4	4,7	2,7	3,1
P *(g / kg MS)*	0,3	0,3	2,9	2,3

ANNEXE 3 : RENDEMENTS DES PRAIRIES PAR CULTURE ET PAR SECTEUR (BRL, 2017)

IDENTIFICATION DES SECTEURS



RENDEMENTS SECTEUR OUEST

OUEST							
Rendement	**ALTITUDE**	**Tropical (Chloris, Bracharia, Setaria)**		**Kikuyu**		**Tempéré (Ray-Grass, Dactyle, ...)**	
		Rendement (t MS/ha)	**Cycles**	**Rendement (t MS/ha)**	**Cycles**	**Rendement (t MS/ha)**	**Cycles**
Rendement pratiqué en pâture	0 à 400	Pas de références					
	400 à 600	Pas de références					
	600 à 800	Pas de références		6 (2 à 17)	4 à 9		
	800 à 1000	Pas de références		6 (2 à 17)	4 à 9	6 (2 à 17)	4 à 9
	1000 à 1200			6 (2 à 14)	4 à 9	6 (2 à 14)	4 à 9
	1200 à 1500			6 (2 à 14)	4 à 9	6 (2 à 14)	4 à 9
	1500 à 1700			6 (2 à 14)	4 à 9		
	1700 à 1900			6 (2 à 14)	4 à 9		
Rendement pratiqué en fauche**	0 à 400	25 (15 - 30)	5 à 8				
	400 à 600	25 (15 - 30)	5 à 8				
	600 à 800	25 (15 - 30)	5 à 8	15 (9 à 20)	1 à 5		
	800 à 1000	20 (11 - 25)	5 à 7	15 (9 à 20)	1 à 5	15 (9 à 20)	1 à 5
	1000 à 1200	16 (11-20)	4 à 6	7 (3 à 10)	1 à 5	7 (3 à 10)	1 à 5
	1200 à 1500			7 (3 à 10)	1 à 5	7 (3 à 10)	1 à 5
	1500 à 1700			7 (3 à 10)	1 à 5		
	1700 à 1900			7 (3 à 10)	1 à 5		
Rendement potentiel fauche et pâture *	0 à 400	25 (16-31)	6 à 8				
	400 à 600	23 (16-30)	6 à 8				
	600 à 800	23 (16-27)	6 à 8	17 (9-25)	6 à 7		
	800 à 1000	16 (15-20)	6 à 8	17 (9-25)	6 à 7	19 (11-28)	5 à 7
	1000 à 1200			17 (9-25)	6 à 7	19 (11-28)	5 à 7
	1200 à 1500			15 (7-20)	6 à 7	15 (11-20)	5 à 7
	1500 à 1700			12 (6-17)	6 à 7		
	1700 à 1900			12 (6-17)	6 à 7		

*moyenne (min-max observé) pour une fertilisation raisonnées (50 à 60 u N/ha/cpe et 5 à 8 cpe/an), sur la base de l'analyse des essais ferti CIRAD et IRAT
** fauche exclusive

RENDEMENTS SECTEUR SUD

Sud							
Type de valorisation	**ALTITUDE**	**Tropical (Chloris, Bracharia, Setaria)**		**Kikuyu**		**Tempéré (Ray-Grass, Dactyle, ...)**	
		Rendement (t MS/ha)	**Cycles**	**Rendement (t MS/ha)**	**Cycles**	**Rendement (t MS/ha)**	**Cycles**
Rendement pratiqué en pâture	0 à 400	Pas de références					
	400 à 600	Pas de références					
	600 à 800	Pas de références		10 (2 à 20)	4 à 9		
	800 à 1000	Pas de références		10 (2 à 20)	4 à 9	10 (2 à 20)	4 à 9
	1000 à 1200			5 (3 à 7)	4 à 9	5 (3 à 7)	4 à 9
	1200 à 1500			5 (3 à 7)	4 à 9	5 (3 à 7)	4 à 9
	1500 à 1700			5 (3 à 7)	4 à 9	5 (3 à 7)	4 à 9
	1700 à 1900			5 (3 à 7)	4 à 9		
Rendement pratiqué en fauche	0 à 400	25 (15 - 30)	5 à 8				
	400 à 600	20 (12 - 27)	5 à 7				
	600 à 800	16 (11-20)	4 à 6	20 (6 à 30)	1 à 5		
	800 à 1000	16 (11-20)	4 à 6	20 (6 à 30)	1 à 5	20 (6 à 30)	1 à 5
	1000 à 1200			Pas de références	1 à 5	Pas de références	1 à 5
	1200 à 1500			Pas de références	1 à 5	Pas de références	1 à 5
	1500 à 1700			Pas de références	1 à 5	Pas de références	1 à 5
	1700 à 1900			Pas de références	1 à 5		
Rendement potentiel fauche et pâture *	0 à 400	25 (16-31)	6 à 8				
	400 0 600	23 (16-30)	6 à 8				
	600 à 800	23 (16-27)	6 à 8	17 (9-25)	6 à 7		
	800 à 1000	16 (15-20)	6 à 8	17 (9-25)	6 à 7	19 (11-28)	5 à 7
	1000 à 1200			17 (9-25)	6 à 7	19 (11-28)	5 à 7
	1200 à 1500			15 (7-20)	6 à 7	15 (9-20)	5 à 7
	1500 à 1700			12 (6-17)	6 à 7	13 (9-15)	5 à 7
	1700 à 1900			12 (6-17)	6 à 7		

RENDEMENTS SECTEUR EST

Est							
Type de valorisation	**ALTITUDE**	**Tropical (Chloris, Bracharia, Setaria)**		**Kikuyu**		**Tempéré (Ray-Grass, Dactyle, ...)**	
		Rendement (t MS/ha)	**Cycles**	**Rendement (t MS/ha)**	**Cycles**	**rendement (t MS/ha)**	**Cycles**
Rendement pratiqué en pâture	0 à 400	pas de références					
	400 à 600	pas de références		pas de références			
	600 à 800	pas de références		pas de références			
	800 à 1000	pas de références		pas de références		pas de références	
	1000 à 1200			pas de références		pas de références	
	1200 à 1500			pas de références		pas de références	
	1500 à 1700			pas de références		pas de références	
	1700 à > 1900			pas de références			
Rendement pratiqué en fauche	0 à 400	25 (15 - 30)	5 à 8				
	400 à 600	20 (12 - 27)	5 à 7	pas de références			
	600 à 800	16 (11-20)	4 à 6	pas de références			
	800 à 1000	16 (11-20)	4 à 6	pas de références			
	1000 à 1200			pas de références			
	1200 à 1500			pas de références			
	1500 à 1700			pas de références			
	1700 à > 1900			pas de références			
Rendement potentiel fauche et pâture *	0 à 400	25 (16-31)	6 à 8				
	400 à 600	23 (16-30)	6 à 8	17 (9-25)	6 à 7		
	600 à 800	23 (16-27)	6 à 8	17 (9-25)	6 à 7		
	800 à 1000			17 (9-25)	6 à 7	15 (11-24)	5 à 7
	1000 à 1200			17 (9-25)	6 à 7	19 (11-28)	5 à 7
	1200 à 1500			17 (9-25)	6 à 7	19 (11-28)	5 à 7
	1500 à 1700			15 (9-20)	6 à 7	15 (11-20)	5 à 7
	1700 à > 1900			15 (9-20)	6 à 7		

RENDEMENTS SECTEUR NORD

Nord							
Type de valorisation	**ALTITUDE**	**Tropical (Chloris, Bracharia, Setaria)**		**Kikuyu**		**Tempéré (Ray-Grass, Dactyle, ...)**	
		Rendement (t MS/ha)	**Cycles**	**Rendement (t MS/ha)**	**Cycles**	**Rendement (t MS/ha)**	**Cycles**
Rendement pratiqué en pâture	0 à 400	pas de références					
	400 à 600	pas de références					
	600 à 800	pas de références					
	800 à 1000	pas de références		pas de références			
	1000 à 1200			pas de références			
	1200 à 1500			pas de références			
	1500 à 1700			pas de références			
	1700 à > 1900			pas de références			
Rendement pratiqué en fauche	0 à 400	25 (15 - 30)	5 à 8				
	400 à 600	20 (12 - 27)	5 à 7				
	600 à 800	16 (11-20)	4 à 6				
	800 à 1000	16 (11-20)	4 à 6	pas de références			
	1000 à 1200			pas de références			
	1200 à 1500			pas de références			
	1500 à 1700			pas de références			
	1700 à > 1900			pas de références			
Rendement potentiel fauche et pâture *	0 à 400	25 (16-31)	6 à 8				
	400 à 600	23 (16-30)	6 à 8				
	600 à 800	23 (16-27)	6 à 8				
	800 à 1000	16 (15-20)	6 à 8	17 (9-25)	6 à 7	19 (11-28)	5 à 7
	1000 à 1200			17 (9-25)	6 à 7	19 (11-28)	5 à 7
	1200 à 1500						
	1500 à 1700						
	1700 à > 1900						

ANNEXE 4 : COUT DES AMELIORATIONS FONCIERES

TRAVAUX D'AMELIORATION FONCIERE

Travaux	Coût objectif (€/ha)
Débroussaillage	3 000 €
Défrichement	4 100 €
Réaménagement simple	6 600 €
Réaménagement classique	8 600 €
Réaménagement lourd	12 600 €
Epierrage fin	3 900 €
Broyage de pierre	5 200 €

EQUIPEMENTS D'AMENAGEMENT

Equipement parcelle	Coût plafond	Unité
Clôture pérenne	3 840 €	km
Complexe de contention	9 000 €	unité
Portail d'accès aux parcelles prairiales	350 €	unité
Râtelier à foin avec cornadis	1 200 €	unité
Auge pour alimentation ruminants	580 €	unité
Abreuvoir	300 €	unité
Clôture électrique	420 €	unité
Silo de stockage pour aliment de 10 m3	2 300 €	unité
Desserte en eau des pâturages	800 €	km
Nourrisseur	1 200 €	unité

EQUIPEMENTS D'IRRIGATION

Equipement irrigation	Coût plafond	Unité
Aspersion	4 480,00 €	ha
Station de tâte et fertigation	2 500,00 €	unité
Disconnecteur	1 500,00 €	unité
Programateur autonome	900,00 €	ha

ANNEXE 5 : GRILLES TARIFAIRES DES INTRANTS

SEMENCES

Semences	Prix HT (€/kg)
Chloris Gayana	23,10 €
Brachiaria Decumbens	18,93 €
Kikuyu	46,08 €
Sétaria Narok	24,50 €
Ray Grass Hybride Tetila	13,27 €
Luzerne Australis	24,55 €
Trèfle Blanc Haifa	21,50 €
Dactyle	7,90 €
Ray Grass Hybride	5,80 €
Avoine	1,70 €
Fétuque	7,00 €
Vigna Parkeri	72,00 €

AMENDEMENTS

Nom	Prix (€/t)
Chaux vive	545,00 €
Polysulfate - 14% K20/48% SO3	440,55 €
Calciphan	372,02 €
Physiolyth	411,18 €

ENGRAIS MINERAUX

Nom	Azote	Phosphore	Potassium	Prix (€/t)
Engrais 33.11.06 - Sac de 25 kg mélange	33	11	6	640,00 €
Engrais 33.11.06 - Big Bag 500 kg mélange	33	11	6	629,00 €
Engrais 15.12.24 - Sac de 25 kg complexe	15	12	24	640,00 €
Engrais 26.00.00 - Big Bag 600 kg Duramon	26	-	-	550,00 €
Engrais 30.10.10	30	10	10	597,19 €
Engrais 28.04.04	28	4	4	577,61 €
Engrais 20.0.0 - Sulfate d'ammoniaque	20	-	-	450,34 €
Engrais 26.00.00 - Duramon CDA	26	-	-	558,03 €
Engrais 12.6.20	12	6	20	582,51 €
Sulfammo 26 N process - Big Bag	26	-	-	640,00 €
Sulfammo 26 N process - sac	26	-	-	652,00 €
Sulfammo 23 N process - Big Bag	23	-	-	616,00 €
Sulfammo 23 N process - sac	23	-	-	624,00 €
Engrais 20.05.10 Big bag complex	20	5	10	484,00 €
Engrais 20.05.10 sac complex	20	5	10	512,00 €
Engrais 15.10.24. souffré complexe Big Bag	15	10	24	524,00 €
Engrais 15.10.24. souffré complexe sac	15	10	24	532,00 €
Physalg 27% P2O5	-	27	-	574,67 €

COMPOSITION DES ENGRAIS ORGANIQUES A LA REUNION

Matières organiques	Azote total (kg N/t produit brut)	Moyenne CE-N	Phosphore total (kg P2O5/t produit brut	Moyenne CE-P2O5	Potassium total (kg K2O/t produit brut)	Moyenne CE-K2O
Compost de déchets verts	9,10	10%	4,30	50%	5,80	100%
Compost de fumier de bovin	7,60	15%	3,00	100%	7,30	100%
Compost de fumier de poules pondeuses	13,20	40%	25,00	65%	14,70	100%
Compost de fumier de poulet de chair	24,70	40%	17,30	65%	19,00	100%
Fumier de bovin	6,20	15%	3,10	100%	7,20	100%
Fumier de caprin	9,10	20%	3,10	100%	13,90	100%
Fumier de lapin	4,80	20%	2,70	100%	3,20	100%
Fumier de mouton	8,60	20%	4,00	100%	13,30	100%
Fumier de poule pondeuse	12,40	60%	20,40	65%	10,80	100%
Fumier de poulet de chair	22,50	50%	20,20	65%	18,80	100%
Lisier de bovin	3,30	40%	1,80	100%	3,80	100%
Lisier de porc	3,50	40%	2,30	85%	3,40	100%

PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Nom	Prix (€/l)
Opal 1L	43,03 €
Opal 5L	37,94 €
Garlon XL 1L	52,05 €
Garlon XL 5L	25,11 €
Allié SX 60 g	75,91 €
Viaglif 1L	10,89 €
Round Up 20L	11,62 €
Starane L	38,24 €
Genoxone	37,69 €
Dicopur 600	8,22 €
Starane 200	39,16 €
Banvel 4S	34,27 €

CONSOMMABLES

Nom	Prix (€)	Unité
Filet	0,30 €	tour
Ficelle	1,01 €	balle
Mélasse	0,14 €	kg
Film plastique	1,00 €	couche
Bâche	1,00 €	m²
Conservateur PS	1,40 €	g
Conservateur DRY	1,40 €	g
Conservateur FRESH	2,40 €	g

ANNEXE 6 : GRILLE TARIFAIRE DU MATERIEL

TRACTEURS

Choix du tracteur	Prix d'achat HT	Charges de carburant	Charges variables hors carburant	Pneumatiques
Tracteur - 4RM (80 cv) avec cabine	43 875 €	4,03 €/h	2,19 €/h	0,49 €/h
Tracteur - 4RM (110 cv) avec pont suspendu	81 900 €	5,54 €/h	3,14 €/h	1,17 €/h
Tracteur - 4RM (130 cv) avec pont et cabine suspendus	99 450 €	6,55 €/h	3,24 €/h	1,33 €/h
Tracteur - 4RM (150 cv) avec boîte direct drive	144 300 €	7,56 €/h	3,54 €/h	1,64 €/h
Tracteur - 4RM (170 cv) avec boîte autopower	174 525 €	8,57 €/h	3,61 €/h	2,27 €/h

PARC MATERIEL

A) Matériel d'implantation

Outils	Performance	Prix d'achat neuf	Charges variables
Broyeur horizontal 2,5 m	0,80 h/ha	7 310 €	4,00 €/ha
Broyeur horizontal 3 m	0,67 h/ha	8 775 €	4,00 €/ha
Broyeur déporté 1,8 à 2 m	1,43 h/ha	8 775 €	5,00 €/ha
Broyeur vertical - Giro 180 cm	1,43 h/ha	3 900 €	2,20 €/ha
Gyrobroyeur 1,5 m à chaînes	1,43 h/ha	3 020 €	2,20 €/ha
Gyrobroyeur 1,8 m à lames renforcées	1,43 h/ha	4 390 €	2,20 €/ha
Broyeur 2,25 m marteaux	1,43 h/ha	8 680 €	4,00 €/ha
Epierreuse broyeuse Rotor 1 à 1,5 m	1,43 h/ha	18 160 €	7,30 €/ha
Déchaumeur rapide à disques indépendants - 3 m	0,40 h/ha	16 090 €	3,10 €/ha
Pulvériseur 3 m	0,83 h/ha	5 605 €	2,00 €/ha
Pulvériseur 3,6 m	0,67 h/ha	9 700 €	2,00 €/ha
Rouleau packer 3 m	0,50 h/ha	3 510 €	0,10 €/ha
Semoir 3m - Cannelures ou ergots	0,71 h/ha	5 360 €	1,10 €/ha
Semoir 3m intégré - Pneumatique	0,71 h/ha	14 625 €	1,30 €/ha
Semoir à disque 3m gravitaire	0,56 h/ha	12 675 €	3,00 €/ha
Pulvérisateur porté 600 l	0,33 h/ha	2 195 €	0,70 €/ha
Pulvérisateur porté 1000 l - 8 rangs	0,25 h/ha	7 700 €	0,80 €/ha

B) Matériel de fertilisation

Outils	Performance	Prix d'achat neuf	Charges variables
Epandeur à engrais - Cuve 600/800 litres	0,33 h/ha	3 900 €	0,40 €/ha
Epandeur à engrais - Cuve 1000/1200 litres	0,33 h/ha	8 775 €	0,40 €/ha
Epandeur à lisier 8 m3 standard - Buse simple	0,50 h/voy	17 550 €	1,40 €/voy
Epandeur à lisier 10,5 m3 standard	0,50 h/voy	24 375 €	1,40 €/voy
Epandeur à lisier 12,5 m3 standard	0,50 h/voy	38 025 €	1,90 €/voy
Epandeur à lisier 15,5 m3 standard + Rampe à pendillards de 12m	0,50 h/voy	70 200 €	1,90 €/voy

Outils	Performance	Prix d'achat neuf	Charges variables
Epandeurs à fumier 8 t - 2 hérissons verticaux	0,33 h/voy	22 425 €	1,10 €/voy
Epandeurs à fumier 10 t - 2 hérissons verticaux	0,33 h/voy	25 350 €	1,10 €/voy
Epandeurs à fumier 12 t - 2 hérissons verticaux	0,33 h/voy	36 075 €	1,10 €/voy
Epandeurs à fumier 13 t - 2 hérissons verticaux	0,33 h/voy	44 850 €	1,10 €/voy
Epandeurs à fumier 15 t - 2 hérissons verticaux	0,33 h/voy	52 650 €	1,10 €/voy
Epandeurs à fumier 18 t - 2 hérissons verticaux	0,33 h/voy	58 500 €	1,10 €/voy

C) Matériel de récolte

Outils	Performance	Prix d'achat neuf	Charges variables
Faucheuse Rotative 2,8 m - 7 disques	0,56 h/ha	10 725 €	3,60 €/ha
Faucheuse frontale 2,8 m		15 110 €	6,30 €/ha
Faucheuse conditionneuse 2,40 m portée	0,67 h/ha	14 625 €	5,00 €/ha
Faucheuse conditionneuse 2,80 m portée	0,56 h/ha	17 550 €	5,00 €/ha
Faucheuse conditionneuse 3 m trainée	0,50 h/ha	23 400 €	6,30 €/ha
Faucheuse conditionneuse 3,5 m trainée	0,42 h/ha	27 300 €	6,30 €/ha
Faneuse 4,5 m	0,50 h/ha	7 360 €	1,70 €/ha
Faneuse 4 axes - 5,5 m	0,40 h/ha	8 090 €	1,70 €/ha
Faneuse 6 axes - 6,5 m	0,29 h/ha	11 455 €	1,70 €/ha
Andaineur 3,5 m	0,50 h/ha	5 655 €	1,70 €/ha
Andaineur 4,2/4,5 m	0,40 h/ha	9 900 €	1,70 €/ha
Andaineur 6 m trainé - 2 rotors	0,25 h/ha	15 600 €	1,70 €/ha
Andaineur 6,8 m	0,20 h/ha	21 450 €	1,70 €/ha
Andaineur frontal 6 m		14 625 €	1,70 €/ha
Presse balles rondes - Chambre fixe 120x120	25 bal/h	30 000 €	0,50 €/bal
Presse balles rondes - Chambre variable 120x160	30 bal/h	34 125 €	0,70 €/bal
Presse Haute Densité - Canal : 70x120	30 bal/h	87 750 €	0,75 €/bal
Presse Haute Densité - Canal : 90x120	30 bal/h	117 000 €	0,75 €/bal
Presse enrubanneuse balle 120x120	40 bal/h	73 125 €	0,91 €/bal
Presse balles carrées moyenne densité	400 bal/h	24 375 €	0,02 €/bal
Enrubanneuse 1 balle portée	10 bal/h	9 750 €	0,26 €/bal
Enrubanneuse 1 balle trainée	17 bal/h	18 040 €	0,36 €/bal

D) Matériel de transport et de distribution

Outils	Prix d'achat neuf	Charges variables
Plateau 10 m - 10t - 4 roues	9 650 €	1,10 €/h
Plateau 10 m - 15t - 6 roues	12 190 €	1,50 €/h
Chargeur frontal 3 fonctions (griffe, godet et autre) Levier multifonction	15 115 €	1,10 €/h
Remorque mélangeuse 10 à 12 m3	29 250 €	1,50 €/h
Remorque mélangeuse 14 à 15 m3	33 150 €	1,50 €/h
Remorque mélangeuse 18 à 20 m3	40 950 €	2,50 €/h
Dérouleuse de balle ronde portée	5 850 €	0,36 €/h
Remorque autochargeuse 25 m3 sans couteaux	34 125 €	2,20 €/h
Remorque autochargeuse 35 m3 sans couteaux	53 625 €	2,20 €/h
Remorque autochargeuse 55 m3 avec couteaux	68 250 €	6,40 €/h

ANNEXE 7 : GRILLE TARIFAIRE DES ETA

	Nom ETA	Tarif HT
Semis	Grande ferme	210,00 €/ha
Fauchage	Grande Ferme	49,50 €/ha
	SMTA - Faucheuse frontale + arrière	51,48 €/ha
	SMTA - Faucheuse arrière	69,13 €/ha
Fanage	Grande Ferme	29,67 €/ha
	SMTA	18,15 €/ha
Andainage	Grande Ferme	44,50 €/ha
	SMTA - Andaineur simple	48,39 €/ha
	SMTA - Andaineur 2 rotors	41,48 €/ha
Pressage	Grande Ferme - Balles cubiques	10,88 €/bal
	SMTA	5,90 €/bal
Enrubannage	Grande Ferme	9,30 €/bal
Tracteurs	SMTA - Tracteur avec chargeur et chauffeur	60,00 €/h
	SMTA - Tracteur + Remorque	73,00 €/h
	Grande Ferme - CASE (180 CH) avec chauffeur	92,00 €/h
	Grande Ferme - Renault (110 CV) avec chauffeur	75,00 €/h

ANNEXE 8 : CALCUL DES COUTS D'UTILISATION DU MATERIEL AGRICOLE

LES CHARGES FIXES

Les charges fixes du matériel correspondent à l'amortissement, aux intérêts du capital engagé, à l'assurance et au remisage. Les prix d'achat du matériel proviennent des grilles tarifaires des revendeurs de matériel de la Réunion. La dépréciation du matériel est estimée en fonction de sa durée d'obsolescence, de sa durée de vie technique et de son niveau d'utilisation annuel (VAN KEMPEN, 2015).

La dépréciation des tracteurs est liée au nombre d'heures d'utilisation. Le taux est estimé sur une base de 7 000 h d'utilisation, soit 700 h pendant 10 ans ou moins de 500 h sur 14 ans. Il varie selon la durée d'amortissement car la valeur résiduelle d'un tracteur est liée au nombre d'heures affichées par le compteur. Pour les tracteurs ayant une utilisation inférieure à 500 h par an, le taux de dépréciation retenu est celui de la tranche minimale car l'âge du tracteur intervient davantage dans la décote. Le Tableau 39 calcule l'amortissement annuel et la valeur résiduelle pour un taux de dépréciation de 9%. L'amortissement annuel est linéarisé sur la durée de l'amortissement afin d'obtenir un taux d'amortissement moyen de 7,50 % (VAN KEMPEN, 2015).

Tableau 39 : Exemple de calcul du taux global moyen d'amortissement d'un tracteur pour un taux de dépréciation de 9%

Durée année	Valeur résiduelle début d'année	Amort. annuel	Amort. moyen (%)	Intérêt annuel	Intérêt moyen	Assurance	Remisage	Taux global moyen
1	1,000	0,0900	9,00%	0,0200	2,00%	0,70%	0,40%	**12,10%**
2	0,910	0,0819	8,60%	0,0182	1,91%	0,70%	0,40%	**11,61%**
3	0,828	0,0745	8,21%	0,0166	1,83%	0,70%	0,40%	**11,14%**
4	0,754	0,0678	7,86%	0,0151	1,75%	0,70%	0,40%	**10,70%**
5	0,686	0,0617	7,52%	0,0137	1,67%	0,70%	0,40%	**10,29%**
6	0,624	0,0562	7,20%	0,0125	1,60%	0,70%	0,40%	**9,90%**
7	0,568	0,0511	6,90%	0,0114	1,53%	0,70%	0,40%	**9,54%**
8	0,517	0,0465	6,62%	0,0103	1,47%	0,70%	0,40%	**9,19%**
9	0,470	0,0423	6,36%	0,0094	1,41%	0,70%	0,40%	**8,87%**
10	0,428	0,0385	6,11%	0,0086	1,36%	0,70%	0,40%	**8,56%**
11	0,389	0,0350	5,87%	0,0078	1,30%	0,70%	0,40%	**8,27%**
12	0,354	0,0319	5,65%	0,0071	1,25%	0,70%	0,40%	**8,00%**
13	0,322	0,0290	5,43%	0,0064	1,21%	0,70%	0,40%	**7,74%**
14	0,293	0,0264	5,24%	0,0059	1,16%	0,70%	0,40%	**7,50%**
15	0,267	0,0240	5,05%	0,0053	1,12%	0,70%	0,40%	**7,27%**

* L'amortissement annuel correspond à la valeur résiduelle en début d'année multipliée par le taux de dépréciation retenu (9%).

La dépréciation des outils varie en fonction du type de matériel et de l'usure des pièces travaillantes. Les durées d'amortissement et le taux de dépréciation des outils sont présentés dans le Tableau 40 (PERES *et al*, 2016). Cette durée et ce taux sont appliqués sur un amortissement en mode dégressif. De la même manière, le taux dégressif est linéarisé sur le durée afin de lisser la charge d'amortissement sur toute la durée d'utilisation du matériel (PERES *et al*, 2016).

Tableau 40 : Taux d'amortissement en fonction du type d'outil

Type de matériel	Durée d'amort. (ans)	Taux d'amort. annuel	Taux moyen amort.	Taux moyen intérêts	Remisage	Taux global moyen
Plateaux	15	10%	5,29%	1,06%	0,40%	**6,75%**
Pulvériseurs à disques, déchaumeurs, rouleaux, semoirs à socs	10	10%	6,51%	1,30%	0,40%	**8,21%**
Pulvérisateurs, chargeurs frontaux	10	12%	7,21%	1,20%	0,40%	**8,81%**
Distributeurs d'engrais, faneuses, andaineurs, presses balles rondes, auto chargeuses	10	15%	8,03%	1,07%	0,40%	**9,50%**
Semoirs à disques et à dents	8	15%	9,09%	1,21%	0,40%	**10,70%**
Rouleaux packer, épandeurs à lisiers, épandeurs à fumier, faucheuses rotatives et frontales, enrubanneuses, mélangeuses dessileuses, dérouleuses	7	15%	9,71%	1,29%	0,40%	**11,40%**
Faucheuses conditionneuses, presses balles cubiques, presses enrubanneuses, enrubanneuses balles continues, broyeurs, broyeurs de pierre	7	20%	11,29%	1,13%	0,40%	**12,82%**
Mélangeurs et mixeurs à lisier	5	25%	15,25%	1,22%	0,40%	**16,87%**

Les frais financiers sont appliqués selon le même principe de calcul que les amortissements. Le taux retenu pour l'année 2016 est de 2%. Il correspond aux frais versés à la banque dans le cas d'un investissement par un emprunt ou la rémunération du capital investi dans le cas d'un autofinancement (PERES *et al*, 2016).

Des frais d'assurance et de remisage sont ajoutés aux charges fixes. Pour l'année 2016, le taux d'assurance afféré au matériel de traction est de 0,7% de la valeur neuve. Les frais de remisage correspondent aux charges liées à l'amortissement du lieu d'entreposage du matériel ou si le matériel est stocké en plein air, à la dépréciation supplémentaire annuelle dû aux aléas climatiques. Ce taux est fixé à 0,4% pour l'année 2016 (PERES J.-L. et al, 2016).

Les charges fixes horaires totales sont calculées de la manière suivante (VAN KEMPEN P., 2015) :

> *Charges fixes horaires [€/unité] = [Prix d'achat du matériel [€] * (Amortissement moyen [%] + Intérêt moyen [%] + Assurance [%] + Remisage [%])] / Nombre d'unités d'utilisation annuelle [unité]*

LES CHARGES VARIABLES

Les charges variables correspondent aux charges d'entretien, de réparation et aux pneumatiques (VAN KEMPEN, 2015). Il est difficile d'adapter ces charges au cas réunionnais du fait de la grande variabilité des situations. Par conséquent, les montants retenus sont les prix indicatifs du BCMA métropolitain 2016 afin de conserver le différentiel entre les outils et les largeurs de travail.

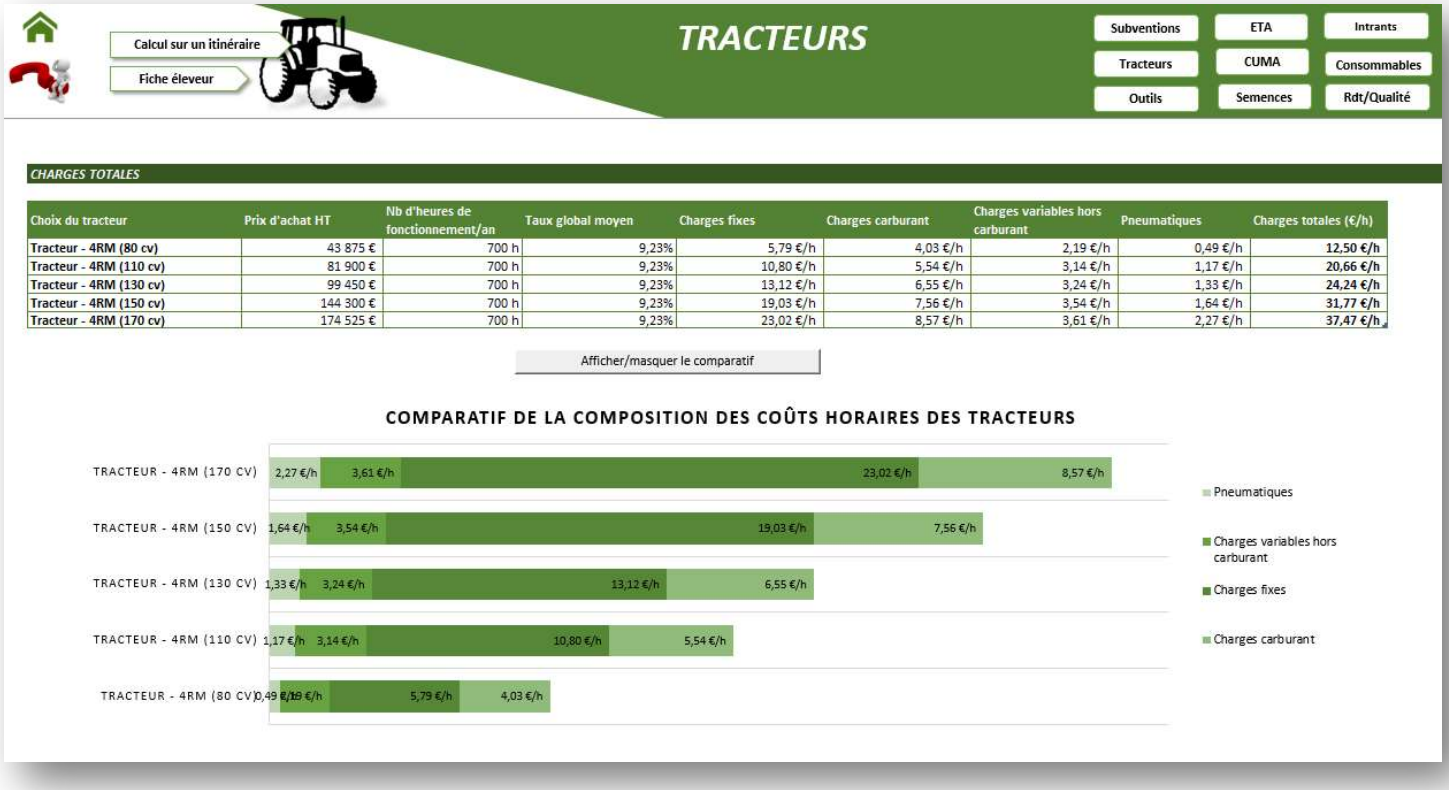
LE CARBURANT ET LES LUBRIFIANTS

La consommation en carburant est estimée en fonction de la puissance du tracteur et du taux de charge du moteur (VAN KEMPEN, 2015). Le prix du Gazole Non Routier (GNR) à la Réunion est fixé par la région soit en juin 2016, 0,60 €/litre. Le taux de charge du moteur moyen pour les exploitations de polyculture élevage est de 35% (VAN KEMPEN, 2015). Les charges en carburant sont calculées selon l'équation suivante :

> *Charges de carburant [€/h] = (0,22 * Puissance du tracteur [cv] * Taux de charge du moteur [%]) * Prix du GNR [€]*

La vidange d'huile des moteurs est estimée toutes les 400 heures et les vidanges de la transmission toutes les 1 000 heures. Le prix de l'huile est de 3,50 €/litre (PERES *et al*, 2016).

ANNEXE 9 : CAPTURES D'ECRAN DE L'OUTIL DE CALCUL DES COUTS DES FOURRAGES



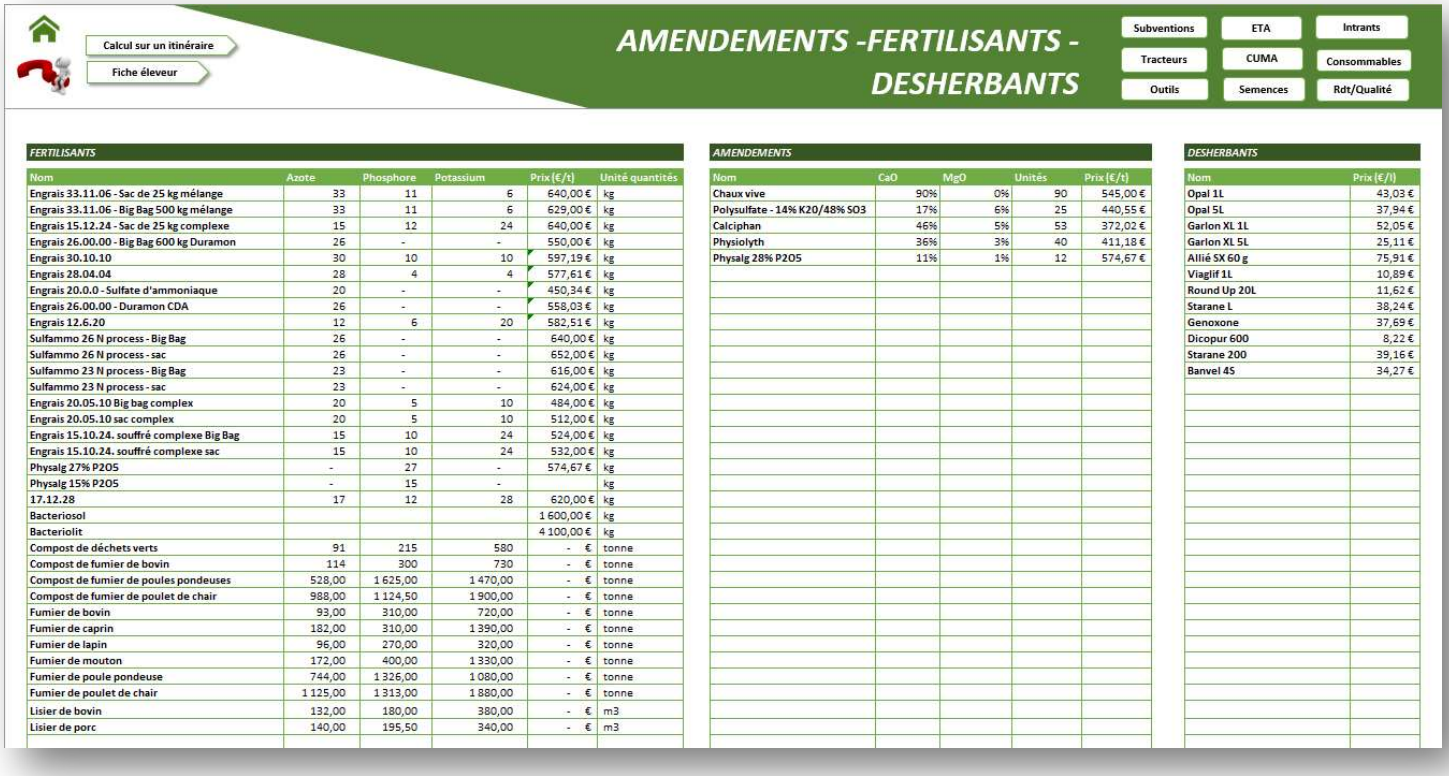
CHARGES TOTALES

Choix du tracteur	Prix d'achat HT	Nb d'heures de fonctionnement/an	Taux global moyen	Charges fixes	Charges carburant	Charges variables hors carburant	Pneumatiques	Charges totales (€/h)
Tracteur - 4RM (80 cv)	43 875 €	700 h	9,23%	5,79 €/h	4,03 €/h	2,19 €/h	0,49 €/h	**12,50 €/h**
Tracteur - 4RM (110 cv)	81 900 €	700 h	9,23%	10,80 €/h	5,54 €/h	3,14 €/h	1,17 €/h	**20,66 €/h**
Tracteur - 4RM (130 cv)	99 450 €	700 h	9,23%	13,12 €/h	6,55 €/h	3,24 €/h	1,33 €/h	**24,24 €/h**
Tracteur - 4RM (150 cv)	144 300 €	700 h	9,23%	19,03 €/h	7,56 €/h	3,54 €/h	1,64 €/h	**31,77 €/h**
Tracteur - 4RM (170 cv)	174 525 €	700 h	9,23%	23,02 €/h	8,57 €/h	3,61 €/h	2,27 €/h	**37,47 €/h**

Afficher/masquer le comparatif

COMPARATIF DE LA COMPOSITION DES COÛTS HORAIRES DES TRACTEURS

Figure 62 : Base de données "Tracteurs"



FERTILISANTS

Nom	Azote	Phosphore	Potassium	Prix (€/t)	Unité quantités
Engrais 33.11.06 - Sac de 25 kg mélange	33	11	6	640,00 €	kg
Engrais 33.11.06 - Big Bag 500 kg mélange	33	11	6	629,00 €	kg
Engrais 15.12.24 - Sac de 25 kg complexe	15	12	24	640,00 €	kg
Engrais 26.00.00 - Big Bag 600 kg Duramon	26	-	-	550,00 €	kg
Engrais 30.10.10	30	10	10	597,19 €	kg
Engrais 28.04.04	28	4	4	577,61 €	kg
Engrais 20.0.0 - Sulfate d'ammoniaque	20	-	-	450,34 €	kg
Engrais 26.00.00 - Duramon CDA	26	-	-	558,03 €	kg
Engrais 12.6.20	12	6	20	582,51 €	kg
Sulfammo 26 N process - Big Bag	26	-	-	640,00 €	kg
Sulfammo 26 N process - sac	26	-	-	652,00 €	kg
Sulfammo 23 N process - Big Bag	23	-	-	616,00 €	kg
Sulfammo 23 N process - sac	23	-	-	624,00 €	kg
Engrais 20.05.10 Big bag complex	20	5	10	484,00 €	kg
Engrais 20.05.10 sac complex	20	5	10	512,00 €	kg
Engrais 15.10.24. souffré complexe Big Bag	15	10	24	524,00 €	kg
Engrais 15.10.24. souffré complexe sac	15	10	24	532,00 €	kg
Physalg 27% P2O5	-	27	-	574,67 €	kg
Physalg 15% P2O5	-	15	-		kg
17.12.28	17	12	28	620,00 €	kg
Bacteriosol				1 600,00 €	kg
Bacteriolit				4 100,00 €	kg
Compost de déchets verts	91	215	580	- €	tonne
Compost de fumier de bovin	114	300	730	- €	tonne
Compost de fumier de poules pondeuses	528,00	1 625,00	1 470,00	- €	tonne
Compost de fumier de poulet de chair	988,00	1 124,50	1 900,00	- €	tonne
Fumier de bovin	93,00	310,00	720,00	- €	tonne
Fumier de caprin	182,00	310,00	1 390,00	- €	tonne
Fumier de lapin	96,00	270,00	320,00	- €	tonne
Fumier de mouton	172,00	400,00	1 330,00	- €	tonne
Fumier de poule pondeuse	744,00	1 326,00	1 080,00	- €	tonne
Fumier de poulet de chair	1 125,00	1 313,00	1 880,00	- €	tonne
Lisier de bovin	132,00	180,00	380,00	- €	m3
Lisier de porc	140,00	195,50	340,00	- €	m3

AMENDEMENTS

Nom	CaO	MgO	Unités	Prix (€/t)
Chaux vive	90%	0%	90	545,00 €
Polysulfate - 14% K20/48% SO3	17%	6%	25	440,55 €
Calciphan	46%	5%	53	372,02 €
Physiolyth	36%	3%	40	411,18 €
Physalg 28% P2O5	11%	1%	12	574,67 €

DESHERBANTS

Nom	Prix (€/l)
Opal 1L	43,03 €
Opal 5L	37,94 €
Garlon XL 1L	52,05 €
Garlon XL 5L	25,11 €
Allié SX 60 g	75,91 €
Viaglif 1L	10,89 €
Round Up 20L	11,62 €
Starane L	38,24 €
Genoxone	37,69 €
Dicopur 600	8,22 €
Starane 200	39,16 €
Banvel 4S	34,27 €

Figure 61 : Base de données "amendements - fertilisants - désherbants"

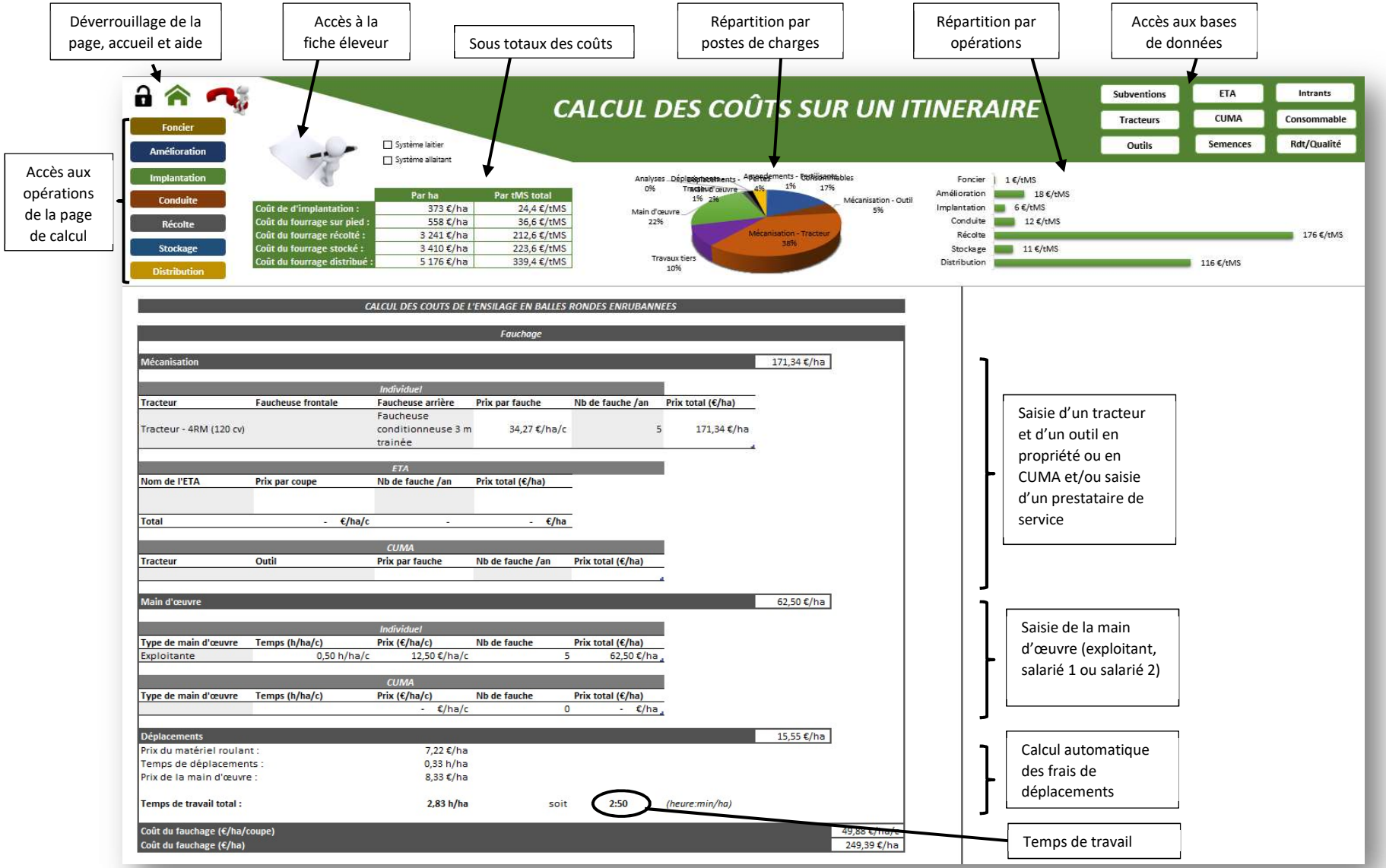


Figure 63 : Page de saisie de l'itinéraire cultural et de calcul des coûts

Fertilisation

Intrants — 1 152,00 €/ha

Fertilisant	Exploitation	Prix unitaire	Unité	Dose	Prix	Date
Engrais 33.11.06 - Sac de 25 kg mélange	1	0,64 €	kg	300	192,00 €/ha	
Engrais 33.11.06 - Sac de 25 kg mélange	2	0,64 €	kg	300	192,00 €/ha	
Engrais 33.11.06 - Sac de 25 kg mélange	3	0,64 €	kg	300	192,00 €/ha	
Engrais 33.11.06 - Sac de 25 kg mélange	4	0,64 €	kg	300	192,00 €/ha	
Engrais 33.11.06 - Sac de 25 kg mélange	5	0,64 €	kg	300	192,00 €/ha	
Engrais 33.11.06 - Sac de 25 kg mélange	6	0,64 €	kg	300	192,00 €/ha	
Lisier de porc	3	- €	m3	60	- €/ha	
Lisier de porc	5	- €	m3	60	- €/ha	
Total					**1 152,00 €/ha**	

Bilan fertilisation

Eléments	Unités/ha
Azote - N	762
Phosphore - P	433
Potassium - K	516

Mécanisation — 1 163,16 €/ha

Individuel

Tracteur	Distributeur engrais (par défaut)	Epandeur fumier/lisier	Nb de voyage parcelle/ intervention ou heure de fonctionnement brasseur/parcelle	Temps transport stockage/épandage (min)	Nombre total de voyages/ha/ intervention ou heure fct brasseur/ha	Nombre d'interventions par an	Prix (€/ha/an)
Tracteur - 4RM (185 cv)	Distributeur d'engrais - Cuve 600/800 litres					6	74,29 €/ha
Tracteur - 4RM (185 cv)		Epandeur à lisier 10,5 m3 standard +	12	10 min	6,0	2	1 088,87 €/ha
Total	**1**	**1**				**8**	**1 163,16 €/ha**

ETA

Nom de l'ETA	Prix/passage (€/ha)	Nb interventions	Prix total (€/ha)
Total			**- €/ha**

CUMA

Tracteur	Epandeur fumier/lisier	Nb de voyage parcelle/ intervention	Temps transport stockage/épandage (min)	Nombre total de voyages/ha/ intervention	Nombre d'interventions par an	Prix (€/ha/an)
Total	**0**				**-**	**- €/ha**

Main d'œuvre — 104,00 €/ha

Individuel

Type de main d'œuvre	Temps /intervention/ha	Prix/passage (€/ha)	Nb d'intervention/an	Prix total (€/ha)
Exploitante	0,33 h/ha	4,33 €/ha	6	26,00 €/ha
Exploitante	3,00 h/ha	39,00 €/ha	2	78,00 €/ha
Total	**3,33 h/ha**	**21,67 €/ha**	**8**	**104,00 €/ha**

CUMA

Type de main d'œuvre	Temps /intervention/ha	Prix/passage (€/ha)	Nb d'intervention/an	Prix total (€/ha)
Total	**- h/ha**	**#DIV/0!**	**-**	**- €/ha**

Déplacements — 474,91 €/ha

Prix du matériel roulant (€/ha) :	305,91 €/ha			
Temps de déplacements (en h/ha) :	13,00 h/ha			
Prix de la main d'œuvre (€/ha) :	169,00 €/ha			
Temps de travail total (en h/ha) :	21,00 h/ha	soit	**21:00**	*(heure:min/ha)*

Coût de la fertilisation — 2 894,07 €/ha

ANNEXE 10 : FICHE DE RESTITUTION AUX ELEVEURS

DIAGNOSTIC DU COUT DE PRODUCTION DES FOURRAGES

ARP
Association Réunionnaise de Pastoralisme

Parcelle de fauche

Balles rondes

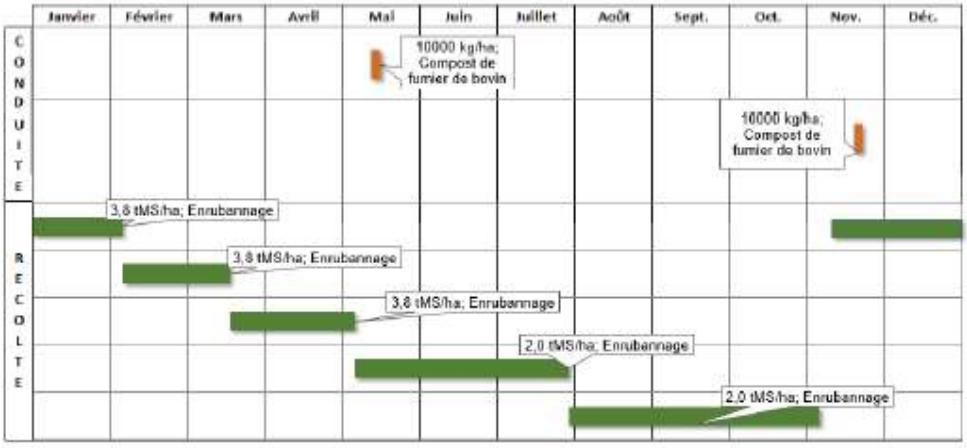
Simulation au 15/09/2016

CONTEXTE GENERAL

Taille moyenne parcelle : 5 ha
Eloignement moyen parcelle : 0:10 min

Rémunération exploitante : 25 €/h
Prix du carburant : 0,6 €/litre

CONDUITE TECHNIQUE



Rendement : 15,25 tMS/ha

BILAN INTRANTS SUR LA CONDUITE

Eléments	Apport
Amendements	-
Azote - N	23
Phosphore - P	60
Potassium - K	146

BILAN PRODUCTION

Production par ha (bottes/an) :	82
Production parcelle (bottes/an) :	411

Poids brut moyen de 560 kg et d'un taux de matière sèche moyen de 33,9 %

COUT DE PRODUCTION ET TEMPS DE TRAVAIL

REPARTITION DES COUTS PAR OPERATION

Coût par tMs :	319 €/tMS
Coût d'une botte	60,7 €/bal
Coût par ha :	4 872 €/ha
Total charges parcelle :	24 360 €

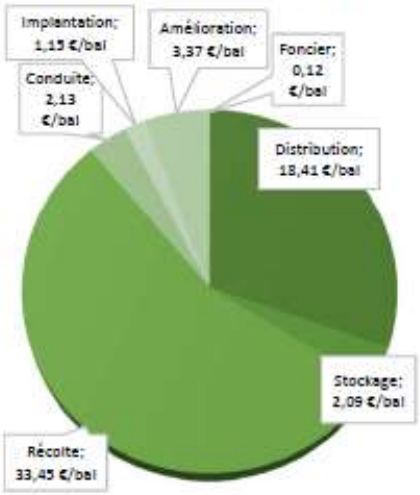
www.arp.re / contact@arp.re / 02 62 27 52 12

Données recueillies au cours de l'hiver 2016

DIAGNOSTIC DU COUT DE PRODUCTION DES FOURRAGES

		Coût (€/ha)	Coût (€/tMS)
Foncier	Coût du fermage	10 €	0,7 €
	Subventions	- €	- €
	TOTAL FONCIER	**10 €**	**0,7 €**
Amélioration foncière	Mécanisation	270 €	17,7 €
	Equipements	- €	- €
	Irrigation	- €	- €
	TOTAL AMELIORATION FONCIERE	**270 €**	**17,7 €**
Implantation	Défrichement	- €	- €
	Epierrage	- €	- €
	Désherbage	- €	- €
	Travail du sol	- €	- €
	Amendements	- €	- €
	Fertilisation	- €	- €
	Prép. semis	- €	- €
	Semis	93 €	6,1 €
	Roulage	- €	- €
	Irrigation	- €	- €
	Analyse de sol	- €	- €
	Subventions	- €	- €
	TOTAL IMPLANTATION	**93 €**	**6,1 €**
Conduite/ Entretien	Amendements	- €	- €
	Fertilisation	171 €	11,2 €
	Désherbage	- €	- €
	Irrigation	- €	- €
	Entretien/Giro	- €	- €
	TOTAL CONDUITE/ENTRETIEN	**171 €**	**11,2 €**
Coût du fourrage sur pied		**544 €**	**35,6 €**
Enrubannage	Fauchage	249 €	16,4 €
	Fanage	251 €	16,4 €
	Andainage	159 €	10,4 €
	Pressage	1 321 €	86,6 €
	Enrubannage	- €	- €
	Chgmt et transp.	699 €	45,9 €
	TOTAL RECOLTE ENRUBANNAGE	**2 679 €**	**175,6 €**
	Analyse	5 €	0,3 €
	TOTAL RECOLTE	**2 684 €**	**176,0 €**
Coût du fourrage récolté		**3 227 €**	**211,6 €**
Stockage	Pertes enrub.	168 €	11,0 €
	Stockage foin	- €	- €
	Pertes foin	- €	- €
	TOTAL STOCKAGE	**168 €**	**11,0 €**
Coût du fourrage stocké		**3 395 €**	**222,6 €**
Distribution	Enrubannage	1 477 €	96,8 €
	Foin	- €	- €
	TOTAL DISTRIBUTION	**1 477 €**	**96,8 €**
Coût du fourrage rendu auge		**4 872 €**	**319,5 €**

REPARTITION DES COUTS PAR BOULE

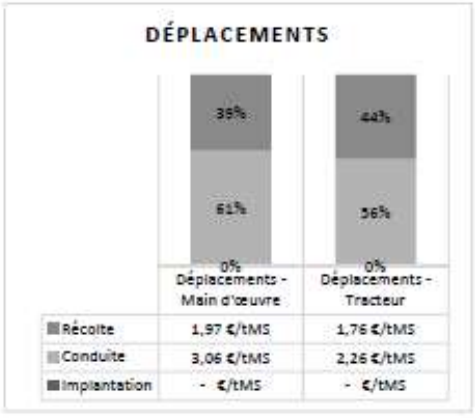


Coût total par botte :
60,72 €

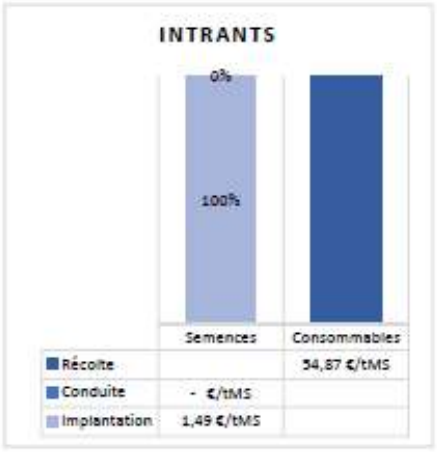
www.arp.re / contact@arp.re / 02 62 27 52 12

Données recueillies au cours de l'hiver 2016

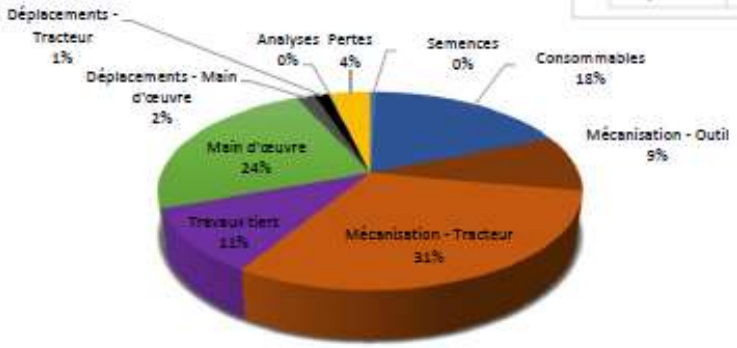
REPARTITION DES COUTS PAR POSTE DE CHARGE

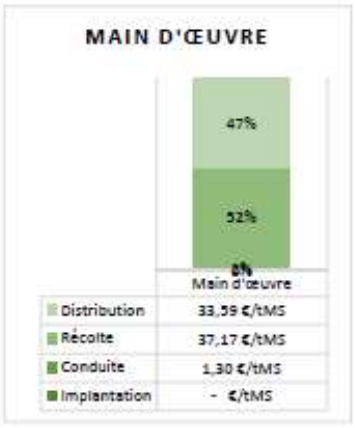


	Déplacements - Main d'œuvre	Déplacements - Tracteur
Récolte	1,97 €/tMS	1,76 €/tMS
Conduite	3,06 €/tMS	2,26 €/tMS
Implantation	- €/tMS	- €/tMS

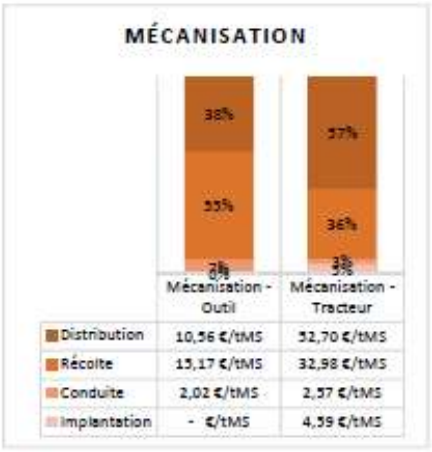


	Semences	Consommables
Récolte		54,87 €/tMS
Conduite	- €/tMS	
Implantation	1,49 €/tMS	





	Main d'œuvre
Distribution	33,59 €/tMS
Récolte	37,17 €/tMS
Conduite	1,30 €/tMS
Implantation	- €/tMS



	Mécanisation - Outil	Mécanisation - Tracteur
Distribution	10,56 €/tMS	52,70 €/tMS
Récolte	15,17 €/tMS	32,98 €/tMS
Conduite	2,02 €/tMS	2,57 €/tMS
Implantation	- €/tMS	4,59 €/tMS

Semences	1,5 €/tMS
Consommables	54,9 €/tMS
Mécanisation - Outil	27,7 €/tMS
Mécanisation - Tracteur	92,8 €/tMS
Main d'œuvre	72,1 €/tMS

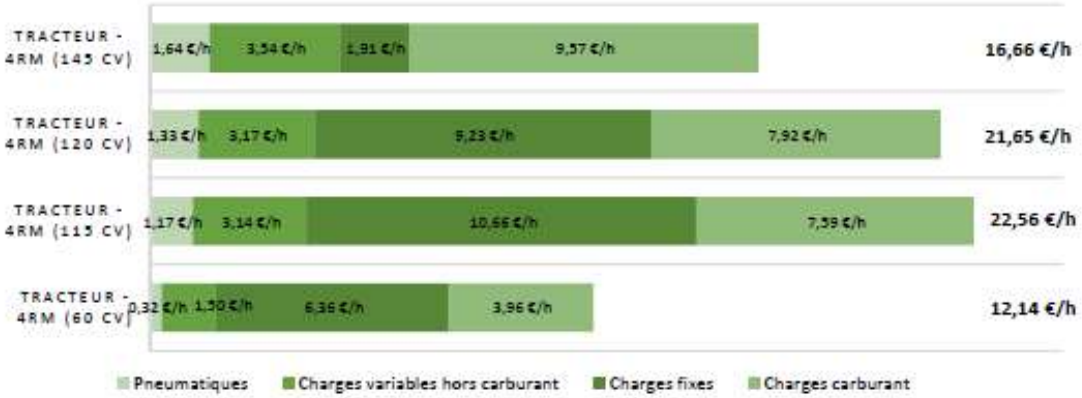
Déplacements - Main d'œuvre	5,0 €/tMS
Déplacements - Tracteur	4,0 €/tMS
Analyses	0,3 €/tMS
Pertes	11,0 €/tMS

Données recueillies au cours de l'hiver 2016

COÛT DES VALEURS ALIMENTAIRES

	Valeurs	Coût
UFL	0,78	0,410 €
Protein	14,53%	21,99 €
Cellulose	30,24%	10,56 €
NDF	56,89%	5,62 €

COÛT HORAIRE DES TRACTEURS



TEMPS DE TRAVAIL

Opération	Tps de travail [j:hh:mm/ha]	Tps [hh:mm/tMS]
Implantation	00:00	00:00
Conduite	0:02:39	00:10
Récolte	17:03	01:07
SS total hors distri	*0:19:42*	*01:17*
Distribution	0:20:29	01:20
Total	1:16:11	02:38

Données recueillies au cours de l'hiver 2016

ANNEXE 11 : EQUATION SIMPLIFIEE DU COUT COMPLET DE L'EPANDAGE D'UN M³ DE LISIER

Données :

- Coût horaire de la main d'œuvre : 18,75 €/h
- Coût d'utilisation horaire d'un tracteur de 130 chevaux : 24,24 €/h
- Performance de la tonne à lisier (10,5 m3 par/voyage) : 30 min/voyage
- Coût horaire de la tonne à lisier (€/voyage)

$$Coût\ horaire\ de\ la\ tonne\ à\ lisier\ [€/voy] = \frac{(Prix\ d'achat\ neuf\ [€] * Taux\ d'amortissement\ technique\ [\%])}{Nombre\ de\ voyages\ par\ an} + Charges\ variables\ [€/voy]$$

$$= \frac{(24\,375\ * 0{,}114)}{Nombre\ de\ voyages\ par\ an} + 1{,}4$$

$$= \left(\frac{2778{,}75}{Nombre\ de\ voyages\ par\ an}\right) + 1{,}4$$

Calcul du coût complet par voyage :

$$\text{Coût complet de l'épandage de lisier}[€/voy] = Coût\ d'utilisationdu\ tracteur\ [€/voy] + Coût\ d'utilisationde\ la\ tonne\ [€/voy] + \text{Coût complet } de\ la \text{ main } d'oeuvre\ [€/voy] + Coût\ complet\ des\ déplacements\ [€/voy]$$

$$= Coût\ horaire\ du\ tracteur\ [€/h] * Performance\ de\ la\ tonne\ [h] + Coût\ d'utilisationde\ la\ tonne\ [€/voy]" + Coût\ horaire\ de\ la\ main\ d'oeuvre\ "[€/h]" * Performanc\ \ de\ la\ tonne\ [h]\ + 2 * Temps\ de\ déplacement\ [h] * (Coût\ horaire\ de\ la\ main\ d'oeuvre\ [€/h] + Coût\ horaire\ du\ tracteur\ [€/h])"$$

$$= 24{,}24 * 0{,}5 + \left(\frac{2778{,}75}{Nombre\ de\ voyages\ par\ an}\right) + 1{,}4 + 9{,}375 + 2 * Temps\ de\ déplacement\ [h] * (18{,}75 + 24{,}24)$$

$$= 22{,}895 + \frac{2778{,}75}{Nombre\ de\ voyages\ par\ an} + 85{,}98 * Temps\ de\ déplacement\ [h]$$

Calcul du coût complet par m3 :

$$\text{Coût complet de l'épandage de lisier}[€/\text{m3}] = 2{,}2895 + \left(\frac{2778{,}75}{Quantité\ épandue\ [m3/an]}\right) + 8{,}598 * Temps\ de\ déplacement\ [h]$$

ANNEXE 12 : EQUATION SIMPLIFIEE DU COUT COMPLET DE L'EPANDAGE D'UNE TONNE DE COMPOST

Données :

- Coût horaire de la main d'œuvre : 18,75 €/h
- Coût d'utilisation horaire d'un tracteur de 130 chevaux : 24,24 €/h
- Performance de l'épandeur à compost (10 t/voy) : 20 min/voy
- Coût horaire de l'épandeur à compost (€/voy)

$$Coût\ horaire\ de\ l'épandeur\ à\ compost\ [€/voy] = \frac{(Prix\ d'acha\ \ neuf\ [€] * Taux\ d'amortissement\ technique\ [\%])}{Nombre\ de\ voyages\ par\ an} + Charges\ variables\ [€/voy]$$

$$= \frac{(25\,350\ * 0{,}114)}{Nombre\ de\ voyages\ par\ an} + 1{,}1$$

$$= \left(\frac{2889{,}95}{Nombre\ de\ voyages\ par\ an}\right) + 1{,}1$$

Calcul du coût complet par voyage :

Coût complet de l'épandage de compost[€/voy]

$$= Coût\ d'utilisationdu\ tracteur\ [€/voy] + Coût\ d'utilisation\ de\ l'épandeur\ [€/voy] + Coût\ complet\ de\ la\ \text{main}\ d'oeuvre\ [€/voy] + Coût\ complet\ des\ déplacements\ [€/voy]$$

$$= Coût\ horaire\ du\ tracteur\ [€/h] * Performan\ \ de\ l'épandeur\ [h] + Coût\ d'utilisationde\ la\ tonne\ [€/voyage]" + Coût\ horaire\ de\ la\ main\ d'oeuvre\ "\ [€/h]"\ * Performance\ de\ la\ tonne\ [h]\ + 2 * Temps\ de\ déplacement\ [h] * (Coût\ horai\ \ de\ la\ main\ d'oeuvre\ [€/h] + Coût\ horaire\ du\ tracteur\ [€/h])"$$

$$= 24{,}24 * 0{,}33 + \left(\frac{2889{,}95}{Nombre\ de\ voyages\ par\ an}\right) + 1{,}1 + 6{,}1875 + 2 * Temps\ de\ déplacement\ [h] * (18{,}75 + 24{,}24)$$

$$= 15{,}2867 + \frac{2889{,}95}{Nombre\ de\ voyages\ par\ an} + 85{,}98 * Temps\ de\ déplacement\ [h]$$

Calcul du coût complet par tonne :

Coût complet de l'épandage de compost[€/t]

$$= 1{,}52867 + \left(\frac{2889{,}95}{Quantité\ épandue\ [t/an]}\right) + 8{,}598 * Temps\ de\ déplacement\ [h]$$

ANNEXE 13 : EQUATION SIMPLIFIEE DU COUT COMPLET DE L'EPANDAGE D'ENGRAIS MINERAL

Données :

- Coût horaire de la main d'œuvre : 18,75 €/h
- Coût d'utilisation horaire d'un tracteur de 80 chevaux : 12,50 €/h
- Prix d'achat de l'épandeur à engrais : 3 900 €
- Performance de l'épandeur à engrais : 0,33 h/ha
- Prix du 30.10.10 : 597,19 €

$$\text{Coût complet } de\ l'épandage\ d'engrais\ minéral\ [€/ha/an]$$

$$= \frac{Prix\ du\ 30.10.10[€/t]}{300} * Nombre\ d'unités\ épandues\ [kg\ de\ N/ha] + Nombre\ d'interventions$$
$$* \Big(Coût\ d'utilisation\ du\ tracteur\ [€/h] * Performance\ de\ l'épandeur[h/ha]$$
$$+ \frac{Prix\ d'achat\ de\ l'épandeur\ [€] * 0{,}095}{Surface\ épandue\ annuelle\ [ha/an]} + Coût\ horaire\ de\ la\ main\ d'oeuvre[€/h]$$
$$* Performance\ de\ l'épandeur[h/ha] + 2 * Temps\ de\ déplacements\ [h]$$
$$* (Coût\ horaire\ du\ tracteur\ [€/h] + Coût\ horaire\ d\ ela\ mian\ d'oeuvre\ [€/h]) \Big)$$

$$= \frac{597{,}19}{300} * Nombre\ d'unités\ épandues\ [kg\ de\ N/ha] + Nombre\ d'interventions$$
$$* \left(12{,}5 * 0{,}33 + \frac{3900 * 0{,}095}{Surface\ épandue\ annuelle\ [ha/an]} + 18{,}75 * 0{,}33 + 2 \right.$$
$$\left. * Temps\ de\ déplacements\ [h] * (12{,}50 + 18{,}75) \right)$$

$$= 1{,}99 * Nombre\ d'unités\ épandues\ [kg\ de\ N/ha] + Nombre\ d'interventions$$
$$* \left(4{,}125 + \frac{370{,}5}{Surface\ annuelle\ épandue[ha/an]} + 6{,}1875 \right.$$
$$\left. + Temps\ de\ déplacements\ [h] * 62{,}5 \right)$$

$$= 1{,}99 * Nombre\ d'unités\ épandues\ [kg\ de\ N/ha] + Nombre\ d'interventions$$
$$* \left(10{,}3125 + \frac{370{,}5}{Surface\ annuelle\ épandue[ha/a\ ]} + Temps\ de\ déplacements\ [h] \right.$$
$$\left. * 62{,}5 \right)$$

ANNEXE 14 : BILAN DES ENQUETES SUR LES COUTS DES FOURRAGES EN ELEVAGE

	Eleveur 1	Eleveur 2	Eleveur 3a	Eleveur 3b	Eleveur 4	Eleveur 5	Eleveur 6	Eleveur 7	Eleveur 8
Type d'élevage	Allaitant naisseur	Allaitant engraisseur et cervidés	Allaitant naisseur et laitier		Allaitant naisseur et cervidés	Allaitant engraisseur	Allaitant naisseur-engraisseur	Allaitant engraisseur	Laitier
Type de prairie	Tempérée (dactyle/ avoine)	Tropical (brachiaria/ chloris)	Tempérée (fétuque/ ray grass)	Tempérée (ray Grass/ trèfle)	Kikuyu	Chloris	Chloris	Tropical (chloris/ brachiaria/ luzerne)	Tempérée avec sursemis d'avoine
Mode de récolte	Enrubannage	Enrubannage	Enrubannage	Vert	Enrubannage	Foin	Enrubannage	Enrubannage	Enrubannage
Surface de la parcelle	2,4 ha	8 ha	2,4 ha	5,9 ha	3 ha	2 ha	2 ha	8,5 ha	5,0 ha
Eloignement	32 min	6 min	30 min	10 min	5 min	15 min	45 min	5 min	10 min
Rémunération de la main d'œuvre	19 €/h	20 à 30 €/h	19 €/h	19 €/h	19 €/ha	19 €/h	13 €/h	13 à 19 €/h	25 €/h
Type de mécanisation	CUMA	Propriété combiné	Propriété simple		CUMA	Propriété simple	Propriété simple	Entraide	Propriété simple ETA (pressage)
Fertilisation azotée NPK	224.261.115	401.456.925	225.75.75	235.54.114	150.50.50	430.106.105	762.433.516	364.368.828	23.60.146
Irrigation	Non	Non	Non	Non	Non	10 000 m^3	8 500 m^3	Non	Non
Rendement (tMS/ha)	14 tMS/ha	27,7 tMS/ha	12,8 tMS/ha	15,4 tMS/ha	11,5 tMS/ha	24,1 tMS/ha	34,8 tMS/ha	19,6 tMS/ha	15,3 tMS/ha
Coût du fourrage implanté	81,1 €/tMS	7,5 €/tMS	26,5 €/tMS	13,1 €/tMS	16,3 €/tMS	43,3 €/tMS	42,4 €/tMS	27,1 €/tMS	24,5 €/tMS
Coût du fourrage sur pied	178,9 €/tMS	83,7 €/tMS	115,0 €/tMS	47,8 €/tMS	69,7 €/tMS	176,1 €/tMS	270 €/tMS	83,8 €/tMS	36,6 €/tMS
Coût du fourrage récolté	314,8 €/tMS	189,6 €/tMS	263,5 €/tMS	133,3 €/tMS	174,7 €/tMS	245,7 €/tMS	369,5 €/tMS	173,2 €/tMS	212,5 €/tMS
Coût du fourrage stocké	330,7 €/tMS	190,6 €/tMS	274,4 €/tMS		179,0 €/tMS	245,7 €/tMS	373,3 €/tMS	175,0 €/tMS	223,6 €/tMS
Coût du fourrage distribué	339,3 €/tMS	220,2 €/tMS	300,2 €/tMS		254,2 €/tMS	347,8 €/tMS	380,1 €/tMS	229,3 €/tMS	330,0 €/tMS
Coût de l'UFL stocké (€/UFL)	-	0,307	-	-	-	0,409	0,533	0,219	0,287
Coût de la MAT stocké (€/MAT)	-	19,49	-	-	-	20,47	31,11	10,29	15,39

ANNEXE 15 : CALCUL DU COUT ALIMENTAIRE DE L'ENGRAISSEMENT D'UN TAURILLON LIMOUSIN

Un début d'évaluation des coûts d'alimentation sur des rations d'engraissement a été réalisé conjointement avec l'URCOOPA à la fin de l'étude à partir des itinéraires types du référentiel. Différentes rations d'engraissement pour des taurillons limousins ont été simulés avec le logiciel de formulation Aliplan®. Les objectifs de performance considérés étaient d'un GMQ moyen de 1 199 g/j pendant 251 jours. Les prix des concentrés sont issus de la grille tarifaire de l'URCOOPA. L'utilisation du logiciel Aliplan® a permis d'équilibrer les rations en faisant varier la nature des concentrés en fonction des valeurs alimentaires apportées par le fourrage. De la mélasse a été incorporée pour équilibrer la ration en plus du fourrage et des concentrés, (121,50 €/tMS ; ODEADOM, 2016a).

La comparaison a été réalisée avec une ration d'engraissement « témoin » sèche à base de paille de canne achetée (120 €/tMS, ODEADOM, 2016a) et de concentrés. Trois rations, à base d'enrubannage, ont été inclus dans la comparaison afin de déterminer dans quelles mesures la variation qualitative entre les fourrages tropicaux et tempérées influençait la quantité de concentrés distribuée et le coût de l'engraissement d'un taurillon. Différents types de concentrés sont utilisés en fonction des fourrages étudiés. Les coûts d'engraissement par taurillon en fonction du fourrage principal de la ration sont présentés dans la Figure 64 pour le coût complet moyen et le coût de revient moyen de chaque fourrage.

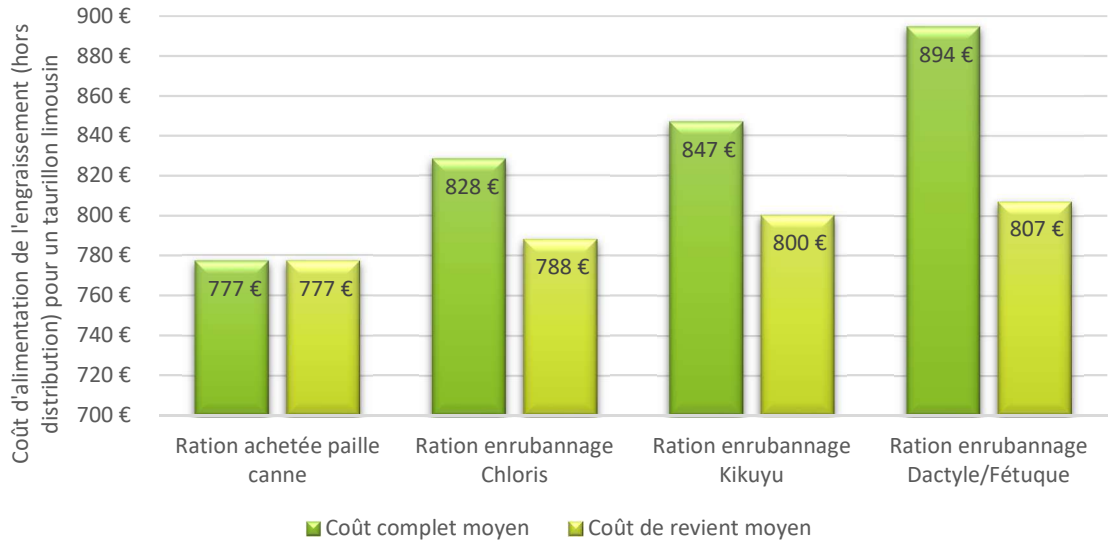


Figure 64 : Coût de l'engraissement d'un taurillon limousin pour différents fourrages

Les plans d'engraissement utilisant de l'enrubannage autoproduit ont un coût complet et un coût de revient supérieur au coût de la ration à base de paille de canne, de mélasse et de concentrés. Suite à ce premier constat, il serait intéressant d'aller plus loin dans cette analyse en ajoutant une ration à base de foin de Chloris à cette comparaison et de réaliser des rations pour les élevages laitiers et les naisseurs.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Photos de travaux d'amélioration foncière 1

ANNEXE 2 : Caractéristiques botaniques et potentiels fourragers du kikuyu et du chloris..... 2

ANNEXE 3 : Rendements des prairies par culture et par secteur (BRL, 2017).....4

ANNEXE 4 : Coût des améliorations foncières.....9

ANNEXE 5 : Grille tarifaire des intrants.....10

ANNEXE 6 : Grille tarifaire du matériel.....12

ANNEXE 7 : Grille tarifaire des ETA.....14

ANNEXE 8 : Calcul des coûts d'utilisation du matériel agricole.....15

ANNEXE 9 : Captures d'écran de l'outil de calcul des coûts des fourrages.....18

ANNEXE 10 : Fiche de restitution aux éleveurs.....21

ANNEXE 11 : Equation simplifiée du coût complet de l'épandage d'un m^3 de lisier.....25

ANNEXE 12 : Equation simplifiée du coût complet de l'épandage d'une tonne de compost.....26

ANNEXE 13 : Equation simplifiée du coût complet de l'épandage d'engrais minéral.....27

ANNEXE 14 : Bilan des enquêtes sur les coûts des fourrages en élevage.....28

ANNEXE 15 : Calcul du coût alimentaire de l'engraissement d'un taurillon limousin.....29