DGER/SDRICI/BDAPI

N° du projet : 5668

Titre du projet :

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

COMPTE-RENDU FINAL DU PROJET

2017 – 2020

Organisme chef de file : CIRAD

Nom et organisme du chef de projet :
Mathieu VIGNE, UMR Selmet, CIRAD
mathieu.vigne@cirad.fr

Site internet sur lequel les résultats du projet peuvent être consultés
https://www.mvad-reunion.org/focus/projet-gabir/

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTERE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORET

avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «Développement agricole et rural»

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES 1
LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET PHOTOS 3
SIGLES ET ABREVIATIONS 5
I – LES MODALITES D'ORGANISATION 7
I.1. Conventions avec les partenaires et avenants obtenus 7
I.2. Comités de pilotage 8
I.3. Autres modalités de pilotage 9
I.4. Calendrier prévisionnel et réel 10
I.5. Tableau de bord de suivi des moyens mis en œuvre 11
II – LES PARTENARIATS 12
II.1. Rôle et apport de chaque partenaire 12
II.2. Bilan du fonctionnement des partenariats 13
III – LE DEROULEMENT DU PROJET 14
III.1. Actions 1 et 2 : Inventaire des acteurs gestionnaires de biomasses valorisées ou valorisables en agriculture, quantification des flux de biomasses et inventaire des problématiques locales 14
3.1.1. Rappel des objectifs attendus 14
3.1.2. Organisation et méthodes mise en place par le chef de file et les partenaires 15
3.1.3. Résultats obtenus 15
3.1.4. Indicateurs de résultats 20
III.2. Actions 3 et 4 : Outils de modélisation et traitement des cas d'étude 20
3.2.1. Rappel des objectifs attendus 20
3.2.2. Organisation et méthodes mises en place par le chef de file et les partenaires 21
3.2.3. Résultats obtenus 22
3.2.4. Indicateurs de résultats 28
IV– LES MODALITES DE VALORISATION 29
IV.1. Rappel des objectifs attendus 29
IV.2. Organisation et méthodes mise en place par le chef de file et les partenaires 29
IV.3. Résultats obtenus 29
4.3.1. Valorisation auprès du grand public et des décideurs 29
4.3.2. Valorisation technique auprès des professionnels du secteur agricole 34
4.3.3. Valorisation auprès des apprenants et enseignants de l'enseignement agricole 37
4.3.4. Valorisation scientifique 39
4.3.5. Valorisation économique 41
IV.4. Indicateurs de résultats 41
V – LES PERSPECTIVES 43
V.1. Points forts du projet 43
V.2. Points faibles du projet 44
V.3. Difficultés rencontrées 44
V.4. Suites envisagées 44
V.5. Modalités d'évaluation de l'impact du projet envisagées 45
VI – CONCLUSION 46

VII – REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....48
VIII – ANNEXES.....i
ANNEXE I – Compte rendu du Comité de Pilotage n°1.....ii
ANNEXE II – Compte rendu du Comité de Pilotage N°2.....x
ANNEXE III – Compte rendu du Comité de Pilotage N°3.....xviii
ANNEXE IV – Schéma détaillé de l'organisation du projet GABiR.....xxx
ANNEXE V – Inventaire exhaustif des flux de biomasses retenue dans l'étude.....xxxi
ANNEXE VI – Exemple d'articles de presse mentionnant le projet.....xxxiii
ANNEXE VII – Exemple de synthèse 4 pages.....xxxiv
ANNEXE VIII – Exemple de fiches techniques nouvellement créées issus du Guide de la fertilisation organique a la Réunion.....xxxviii

LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET PHOTOS

Figures

Figure 1 Types d'acteurs impliqués dans les transferts de biomasses recensés dans le projet 16
Figure 2 Diagramme de type Sankey des flux de biomasses valorisées ou valorisables en agriculture à l'échelle de l'île de la Réunion..... 17
Figure 3 Classement des exploitations enquêtées selon leur stratégie de gestion 18
Figure 4 Modèle conceptuel de données produit par l'Action à partir de l'inventaire des acteurs et des biomasses valorisées ou valorisables en agriculture. 19
Figure 5 Carte d'occupation du sol 2016-2017 19
Figure 6 Copies-écran d'une représentation du modèle « démonstrateur » 22
Figure 7 Exemple des différentes étapes de la cartographie des surfaces épandables sur la commune de Saint-Joseph 23
Figure 8 Balances fourragères annuelles (en tonnes de matière sèche par an) dans 12 zones logistiques de l'île de La Réunion 24
Figure 9 Taux de couverture des besoins en azote organique des différentes parcelles de la commune de Saint-Joseph par les apports d'effluents d'élevage estimés à l'aide des plans d'épandage..... 26
Figure 10 Représentation schématique des différents scénarios dans la zone d'étude 27
Figure 11 Articles parus en 2018 et faisant mention du projet GABiR dans le Numéro 2 du magazine Terre Réunion (à gauche) et dans le magazine Made In Réunion de Mai 2018 (à droite) 34
Figure 12 Représentation du partenariat élargi du projet GABiR 43

Tableaux

Tableau 1 Institutions participants aux différents Comités de Pilotage..... 8
Tableau 2 Description des groupes de travail mis en place en 2017 9
Tableau 3 Calendrier réel simplifié du déroulement du projet 10
Tableau 4 Suivi des indicateurs de pilotage du projet..... 11
Tableau 5 Description des stages impliqués dans les actions 3 et 4 15
Tableau 6 Nouvelles analyses produites dans le cadre du stage 17
Tableau 7 Biomasses utilisables en AB en fonction de certaines conditions d'utilisations (Conrozier, 2019)..... 20
Tableau 8 Indicateurs de résultats des actions 1 et 2 20
Tableau 9 Description des stages impliqués dans les actions 3 et 4 21
Tableau 10 Estimation de la proportion de surfaces épandables (en % des surfaces agricoles totales) dans la commune de Saint-Joseph sous différentes contraintes de distance d'épandage aux habitations 25
Tableau 11 Production de matières organiques produites estimées selon 3 scénarios de transformation des biodéchets à la Réunion..... 28
Tableau 12 Indicateurs de résultats pour les actions 3 et 4 28
Tableau 13 Indicateurs de résultats pour l'action 5..... 41

Photos

Photo 1 Discours du Président de la Chambre d'Agriculture lors du lancement du projet (©Cirad) 30
Photo 2 Participants à la journée d'animation à mi-parcours du projet (©Chambre d'Agriculture) 30
Photo 3 Participants à la restitution finale du projet (©Cirad)..... 32
Photo 4 Présentation des travaux du projet GABiR à l'aide de poster par des membres du projet lors des AgroFert'Iles 2019 (©Cirad) 35
Photo 5 Présentation des résultats du projet GABiR sur la gestion des effluents en élevage (gauche) et discussions sur les pratiques de transformation des effluents d'élevage de M. Nativel, éleveur bovin (droite) (©FRCA/Cirad)..... 36
Photo 6 Présentation de M. Guillouais sur les principes de base du compostage lors de la première journée de formation (©Chambre d'Agriculture)..... 36
Photo 7 Stand du projet GABiR lors des AgroFert'Iles Junior 2018 (©Cirad) 37
Photo 8 Séance de jeu de rôles réalisée par les apprenants pendant la formation ComMod (©Lisode)..... 40

SIGLES ET ABREVIATIONS

AAI	Agro-Alimentaire et Industriel
AB	Agriculture Biologique
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
ADIR	Association pour le Développement Industriel de la Réunion
Agorah	Agence pour l'observation de la Réunion, l'Aménagement et l'Habitat
Armeflhor	Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Economie Fruitière, Légumière et Horticole
ARP	Association Réunionnaise de Pastoralisme
BRLi	Bas-Rhône Languedoc Ingénierie
BDD	Base de Données
BTS	Brevet de Technicien Supérieur
CA	Chambre d'Agriculture
CasDAR	Compte d'affection Spécial au Développement Agricole et Rural
CASUD	Communauté d'Agglomération du SUD de la Réunion
CFPPA	Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Agricole
Cirad	Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement
CoCoor	Comité de Coordination
CONVER	Co-conception d'un scénario de valorisation des biomasses dans une démarche d'économie circulaire, à la Réunion
CoPil	Comité de Pilotage
CoTech	Comité Technique
CRIPTIR	Complexe Régional d'Information Pédagogique et Technique agricole de l'île de la Réunion
DAAF	Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
DEAL	Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche
DGER	Enseignement Agricole
EA	Etablissement Public Local
EPL	Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricoles
EPLEFPA	Fédération Régional des Coopératives Agricoles
FRCA	Groupement des Agriculteurs Biologiques
GAB	Gestion Agricole des Biomasses à l'échelle de l'ile de la Réunion
GABiR	GIS Agent-based Modeling Architecture
GAMA	Gestion Intégrée des Résidus Organiques par la Valorisation Agronomique a la Réunion
GIROVAR	Groupe de Travail
GT	Green Tropical Circle
GTC	Installation Classée Protection de l'Environnement
ICPE	Institut National de la Recherche Agronomique
INRA	Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'environnement
INRAe	Journal de l'Ile de la Réunion
JIR	Kilotonne
kt	Laboratoire d'Informatique et de Mathématique
LIM	Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche
MAAP	Modèle Conceptuel de Données
MCD	

MIL	Module d'Initiative Locale
MVAD	Mission de Valorisation Agricole des Déchets
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PRAEC	Plan Régional d'Action en faveur de l'Economie Circulaire
RITA	Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole
RSD	Règlement Sanitaire Départemental
SAFER	Société d'aménagement foncier et d'établissement rural
SATEGE	Service d'Appui Technique à la Gestion des Epandages
Selmet	Systèmes d'Elevage Méditerranéens et Tropicaux
SFD	Service Formation et développement
SIG	Système d'Information Géographique
SMTD	Syndicat Mixte de Traitement des Déchets
SPL	Société Publique Locale
STEU	Station d'Epuration Urbaine
SYDNE	Syndicat Mixte de traitement des déchets du Nord et de l'Est
TCO	Territoire de la Côte Ouest
TETIS	Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale
tMS	Tonne Matière Sèche
UCARE	Unité Capitalisable d'Adaptation Régionale à l'Emploi
UMR	Unité Mixte de Recherche
URCOOPA	Union Réunionnaise des Coopératives Agricoles
VSC	Volontariat au Service Civique

I – LES MODALITES D'ORGANISATION

I.1. Conventions avec les partenaires et avenants obtenus

En tant qu'organisme chef de file, le Cirad a établi depuis début 2017 des conventions partenariales avec les sept autres partenaires du projet destinataires d'une aide CasDAR : la Chambre d'Agriculture, le CRIPTIR, la FRCA, l'INRA, Qualitropic, la SAFER et l'Université de la Réunion. Au 31 décembre 2018, **6 conventions** avaient été signées. Seule la convention avec la SAFER n'avait pu être finalisée compte-tenu de la vacance de direction au sein de la SAFER pendant plusieurs mois. En ce sens, il avait été décidé unanimement par l'ensemble des partenaires du projet de retirer la SAFER du partenariat, décision validée par les membres du comité de pilotage lors du troisième comité de pilotage.

Suite au retrait de la SAFER, il a été proposé aux différents partenaires de reventiler la subvention accordée à ce partenaire vers d'autres partenaires du projet. Cette proposition ayant été validée par l'ensemble des membres du Comité de Pilotage (CoPil) du projet lors du CoPil n°3 (*Annexe 3*), un argumentaire en date du 21/07/2020 a été envoyé à la DGER et a donné lieu à la signature le 24/07/2020 d'un avenant entre le Cirad, organisme porteur du projet, et la DGER, puis d'avenant bilatéraux entre le Cirad et les partenaires concernés par cette reventilation (CRIPTIR et Université de la Réunion).

Par ailleurs, suite au recrutement de M. Kleinpeter en qualité de VSC en appui à l'action 1 et dans la volonté de prolonger le contrat de ce dernier pour une année supplémentaire en appui à l'action 2, il a été proposé aux membres du Comité de Pilotage de transférer une partie de la subvention initialement allouée à la Chambre d'Agriculture vers la FRCA. Cette demande ayant été validée par l'ensemble des membres du Comité de Pilotage du projet lors du CoPil n°2 (*Annexe 2*), un argumentaire en date du 21/07/2020 a été envoyé à la DGER et a donné lieu à la signature le 24/07/2020 d'un avenant entre le Cirad, organisme porteur du projet, et la DGER, puis d'avenant bilatéraux entre le Cirad et les partenaires concernés par cette reventilation (Chambre d'Agriculture et FRCA).

Enfin, suite à la pandémie de Covid-19 et son impact sur le bon déroulement des actions du projet, une demande de prolongation de 9 mois de la durée d'exécution du projet, validée en premier lieu lors du CoPil n°3 a été faite auprès de la DGER le 24/04/2020. Un avenant de prolongation a ainsi été signé par le Cirad et la DGER le 27/12/2019.

I.2. Comités de pilotage

L'échelle d'impacts attendus pour le projet GABiR était large, tant par la nature du territoire étudié (la Réunion) que par le nombre d'acteurs impliqués au sens large dans la gestion de la biomasse. Afin de renforcer la légitimité du projet, la composition du CoPil devait refléter cette large échelle. Ainsi, au-delà de l'ensemble des membres du projet, ont été invité à siéger au sein de ce comité des représentants de la société civile, des représentants de l'état, des représentants des collectivités locales ou encore des représentants de la recherche.

Au cours du projet, **3 CoPil ont été organisés**. Les institutions invitées et présentes à ces différents comités de pilotage, censées représentées la diversité précédemment pointée, sont reportées dans le *Tableau 1*. Au cours de ces CoPil, leur composition a peu évolué en terme institutionnelle.

Tableau 1 *Institutions participants aux différents Comités de Pilotage*

Institution	1	2	3
ADIR (Association pour le Développement Industriel de la Réunion)	X	X	
AGORAH (Agence pour l'observation de la Réunion, l'Aménagement et l'Habitat)	X	X	X
ARMEFLHOR (Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Economie Fruitière, Légumière et Horticole)	X	X	
ARP (Association Réunionnaise de Pastoralisme)		X	X
CASUD (Communauté d'Agglomération du Sud de l'île de la Réunion)			X
Chambre d'Agriculture de la Réunion	X	X	X
CIRAD (Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement)	X	X	X
CRIPTIR (Complexe Régional d'Information Pédagogique et Technique agricole de l'île de la Réunion)			
DAAF (Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt)	X	X	X
DEAL (Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement)	X	X	
Conseil Départemental de la Réunion	X	X	X
eRcane	X	X	X
FRCA (Fédération Régionale des Coopératives Agricoles de la Réunion)	X	X	X
GAB (Groupement des Agriculteurs Biologiques à la Réunion)	X	X	X
ILEVA (Syndicat Mixte de Traitement des Déchets des Microrégions Ouest et Sud)	X	X	X
Conseil Régional de la Réunion	X	X	X
RITA Animal (Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole en Production Animale)	X	X	X
RITA Horti (Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole en Horticulture)	X	X	X
SICAREVIA (Société d'intérêt collectif agricole réunionnaise	X	X	X
SPL Energies Réunion (Société Publique Locale Energies Réunion)			X
SYDNE (Syndicat Mixte de traitement des déchets du Nord et de l'Est)		X	X
Syndicat du Sucre	X	X	X
TCO (Communauté d'Agglomération du Territoire de la Côte-Ouest de la Réunion)		X	
TEREOS		X	
Université de la Réunion	X	X	X
	X	X	X

L'ensemble des comptes-rendus de ces CoPil sont disponibles en *Annexes 1, 2 et 3*. Le premier CoPil en date du 24/02/2017 visait très clairement à **faire valider les objectifs généraux et spécifiques du projet** ainsi que les orientations choisies pour cette première année. Dans sa conclusion, les membres du CoPil ont relevé la pertinence du projet et son insertion dans les dynamiques en cours. Ils ont également salué le partenariat mis en place dès le début du projet. Ils ont toutefois souligné les différents points sur lesquels le projet devait porter une attention particulière pour la bonne réussite du projet. Il s'agira ainsi de s'assurer de (i) l'implication des agriculteurs dans les différentes étapes du projet, (ii) la co-construction de modèle avec l'ensemble des porteurs d'enjeux du territoire pour chaque situation étudiée et (iii) le recours à des bases de données centralisées et partagées.

Le second CoPil organisé le 22/02/2018 visait à **faire valider les travaux réalisés en première année de projet et les activités planifiées pour 2018**. Lors de celui-ci, les différents membres avaient relevé une bonne avancée du projet et salué une implication importante des différents partenaires du territoire. Ils avaient toutefois attiré l'attention sur certains points : (i) l'absence de réflexion sur la spécificité de l'agriculture biologique (un rapprochement avec le GAB de la Réunion était ainsi conseillé), l'inadéquation entre les moyens importants apportés pour l'inventaire des résidus des processus agro-industriels autres que sucriers et l'intérêt limité pour ces biomasses, notamment compte-tenu de leur relativement faible volume et du peu de problématiques posées pour leur valorisation et (iii) la caractérisation complexe de la filière maraîchage et la nécessité de mettre des moyens supplémentaires sur cette filière.

Enfin, le dernier CoPil organisé le 05/03/2019 visait en priorité à **consulter les membres sur l'inflexion de la démarche générale du projet qui s'orientait vers des cas d'étude, le choix de ces derniers et sur les approches propres objectivées dans chacun des cas d'étude**. L'ensemble de ces choix ont été validés par les membres présents. Ces derniers ont toutefois attiré l'attention sur les points suivants : (i) la nécessité de compléter la liste des biomasses, notamment par les imports et exports, (ii) le besoin de mener une réflexion sur le cadre réglementaire pour le transfert des données présentes dans la base GABiR et (iii) la demande de produire une note méthodologique et d'animer un groupe de travail, en lien avec le Service d'Appui Technique à la Gestion des Epandages (SATEGE), sur le dispositif le plus à même d'assurer la pérennité et la réactualisation de l'inventaire des gisements et des flux.

I.3. Autres modalités de pilotage

Le mode de coordination principal au sein du projet s'est effectué sur la base de 3 instances regroupant l'ensemble des agents impliqués : les **groupes de travail** (GT), les **comités techniques** (CoTech) et **les comités de coordination** (CoCoor).

Les **GT** étaient transversaux à plusieurs actions autour de thématiques spécifiques (*Tableau 2*).

Tableau 2 *Description des groupes de travail mis en place en 2017*

Nom des GT	Participants
Identification des acteurs	ALISON Chloé (FRCA, animatrice du GT), BROUST François (Cirad), CABOT Valérie (DAAF), DOUBLET Julia (DAAF), DUPUY Stéphane (Cirad), KAUFMANT Thierry (SAFER), KLEINPETER Vivien (FRCA), LLOUQUET Quentin (CRIPTIR), TODOROFF Pierre (Cirad), VAN DE KERCHOVE Virginie (CA), VIGNE Mathieu (Cirad)
Caractérisation des flux	VAN DE KERCHOVE Virginie (CA, animatrice du GT), ALISON Chloé (FRCA), BROUST François (Cirad), CABOT Valérie (DAAF), RANDRIANASOLO Jery (CA), THURIES Laurent (Cirad), TILLARD Emmanuel (Cirad), TODOROFF Pierre (Cirad), VIGNE Mathieu (Cirad)
Modélisation	DEGENNE Pascal (Cirad, animateur du GT), AUGUSSEAU Xavier (Cirad), COURDIER Rémy (Université de la Réunion), GUERRIN François (Inra), RANDRIANASOLO Jery (CA), SOULIÉ Jean-Christophe (Cirad), TILLARD Emmanuel (Cirad), VIGNE Mathieu (Cirad)
Valorisation	VAN DE KERCHOVE Virginie (CA, animatrice du GT), ACHARD Pascale (FRCA), BRAVIN Aurélie (CRIPTIR), CARRON Marina (Qualitropic), THURIES Laurent (Cirad), VIGNE Mathieu (Cirad)
Maraichage	VIGNE Mathieu (Cirad, Animateur du GT), HUAT Joël (Cirad), CHOISIS Jean-Philippe (Inra), BARBIER Jean-Marc (Inra), LUCAS Eric (CA), SOUPAPOULE Yannick (ARIFL), INSA Guillaume (Armeflhor)
Agriculture Biologique	VAN DE KERCHOVE Virginie (CA, Animatrice du GT), CHOISIS Jean-Philippe (Inra), VIGNE Mathieu (Cirad), HOSTEIG Hermann (GAB), TISSERAND Gaëlle (Armeflhor)

Ces visaient principalement à lever des contraintes techniques propres aux activités des différentes actions. 6 GT ont ainsi été constitués. A noter que certains étaient constitués également de personnes extérieures au projet.

Les **CoTech** réunissaient l'ensemble des agents des différentes institutions partenaires impliqués dans le projet (appelés « membres du projet »). Leur objectif était tout d'abord de partager à l'ensemble des membres du projet l'avancée des différentes actions. Ils servaient également d'organe de décision collective pour des questions propres à la vie du projet. Ce sont 13 CoTech qui ont ainsi été organisés tout au long du projet. Ils ont connu un taux de participation élevé démontrant le maintien de l'intérêt pour le projet de la part des membres du projet (taux supérieur à 90%).

Enfin, les **CoCoor** réunissaint le chef de projet (*Mathieu Vigne, Cirad*), les pilotes des différentes actions (*Chloé Alison, FRCA, pour l'Action 1 ; Virginie Van de Kerchove, CA, pour l'action 2 ; Pascal Degenne, Cirad, pour les actions 3 et 4 ; Philippe Thomas, CRIPTIR, pour l'action 5*) ainsi qu'un représentant par partenaire non-pilote d'action (*Marina Carron* pour *Qualitropic*, et *Remy Courdier* pour l'*Université de la Réunion*). Ces CoCoor visaient à préparer les CoTech ainsi que les CoPil mais servent également de première instance de validation de décisions prises dans le cadre de la vie de projet. Cette instance a été créée en cours de première année suite à des remarques lors du CoTech n°2 afin de simplifier ces derniers. **Trois CoCoor** ont ainsi été organisés.

I.4. Calendrier prévisionnel et réel

Le *Tableau 3* représente le calendrier réel simplifié du déroulement du projet.

Tableau 3 *Calendrier réel simplifié du déroulement du projet*

Actions	2017				2018				2019				2020		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
A0. COORDINATION															
Comité Technique*	X	X		X		X	X	X			X	X	X	X	
Comité de Pilotage	X				X				X						
Comité de Coordination			X		X				X						
Ateliers / Séminaires	X							X							X
A1. IDENTIFICATION DES ACTEURS															
A2. CARACTERISATION DES ECHANGES															
A3 et A4. MODELISATION ET PROSPECTIVES															
A5. VALORISATION															

** Plusieurs comités techniques ont pu avoir lieu au sein d'un même trimestre*

Mis en comparaison avec le calendrier prévisionnel, plusieurs points de commentaires apparaissent. En premier lieu, comme cité précédemment, ce calendrier d'exécution a été prolongé de 9 mois permettant en particulier de prolonger les actions 3, 4 et 5. De plus, le nombre de comités de suivi (pilotage, technique) a été plus important que prévu liée à la volonté de la coordination de favoriser le partage des informations et autres interactions entre les partenaires du projet.

Par ailleurs, 3 ateliers à destination du grand public ont été organisés dont un atelier à mi-parcours qui n'était pas programmé initialement. Enfin, la phase de caractérisation des échanges a duré plus longtemps que prévu. Le rallongement de cette phase est liée à l'approche « cas d'étude » choisie durant le projet. Ainsi, après une première phase de caractérisation à l'échelle régionale, certains points ont été précisés dans chacun des cas d'étude, en particulier concernant les règles d'échange afin de représenter le plus finement possible les flux de biomasse.

I.5. Tableau de bord de suivi des moyens mis en œuvre

Les différents indicateurs de suivi pour le pilotage du projet sont indiqués dans le *Tableau 4*.

Tableau 4 *Suivi des indicateurs de pilotage du projet*

Actions	Tâches	Indicateurs de suivi	Nombre
A0 COORDINATION		Nombre de comités technique	13
		Nombre de comités de pilotage	3
		Séminaire initial, intermédiaire et final	3
A1 CARACTÉRISATION DES ACTEURS	A1.1. Systèmes d'élevage et de cultures	Nombre d'éleveurs référencés	5 700
		Superficie agricole référencée	52 665
	A1.2. Autres sources de biomasses et destinations de valorisation	Nombre d'autres acteurs référencés	63
		Liste des matières importées	1
	A1.3. Transformation de la biomasse	Inventaire des différents procédés de transformation	3
A2 CARACTÉRISATION DES ÉCHANGES	A2.1. Évaluation des besoins et des productions des différents acteurs	Elaboration d'une typologie des systèmes	1
		Références techniques sur les systèmes	15
	A2.2. Caractérisation des biomasses	Nombre de références bibliographiques mobilisées	12
		Inventaire des biomasses	2
		Nombre d'analyses effectuées	34
	A2.3. Règles d'échange	Nombre de références bibliographiques mobilisées	28
		Nombre d'acteurs enquêtés	80
A3 MODÉLISATION DES RESEAUX D'ÉCHANGE	A3.1. Caractérisation des réseaux d'échange	Compte-rendu de réunions	7
	A3.2. Construction de modèles de flux territoriaux	Compte-rendu de réunions	5
A4 PROSPECTIVES		Nombre d'ateliers de discussion	11
A5 VALORISATION	A5.1. Valorisation technique et pédagogique	Fiches techniques remises à jour ou nouvellement produites	19
		Compte-rendu des réunions de préparation des modules de formation	8
	A5.2. Valorisation scientifique	Articles, Communications	9
	A5.3. Valorisation économique	Compte-rendu de réunions	0

II – LES PARTENARIATS

II.1. Rôle et apport de chaque partenaire

Le **Cirad** à la Réunion a plus d'une vingtaine d'années d'expérience dans la gestion agricole des matières organiques, concrétisée par la participation à de nombreux projets de Recherche & Développement comme l'ATP « Modélisation des flux de biomasse et des transferts de fertilité - Le cas de la gestion des effluents d'élevage à l'île de La Réunion » ou encore le projet CasDAR GIROVAR. Les contributions du Cirad au projet ont été nombreuses. En premier lieu, le projet a été coordonné principalement par l'UMR Selmet. Cette dernière a également apporté ses connaissances du secteur de l'élevage réunionnais mais aussi de ses expériences en modélisation. Celles-ci ont été complétées par l'expertise de l'UMR TETIS et de l'UR Recyclage & Risques. Celle-ci a également mis à sa disposition ses connaissances dans les matières organiques locales pour l'élaboration de référentiels mais également pour l'élaboration de solutions techniques pertinentes pour résoudre les problématiques étudiées.

La **Chambre d'Agriculture de la Réunion** (CA) travaille depuis de nombreuses années sur la gestion des biomasses agricoles. Elle a notamment co-produit avec le Cirad le « Guide de la fertilisation organique à la Réunion » qui est largement mobilisé par les différents acteurs du monde agricole réunionnais, notamment parce qu'il comporte de nombreuses références sur la caractérisation des matières organiques sur l'île. Elle a par ailleurs réalisé et réalise encore des études et essais sur la fertilisation organique de cultures chez des agriculteurs à partir de différentes matières. Ses principales contributions au projet sont, au-delà de la coordination de l'action 2, la mise à disposition de données issues de ses réseaux de fermes de référence, la mise en relation de l'équipe de recherche avec les agriculteurs, et la conduite d'actions de communication et de diffusion des résultats du projet, notamment à travers le site internet de la Mission de Valorisation Agricole des Déchets organiques à la Réunion (MVAD, https://www.mvad-reunion.org/).

Le **Complexe Régional d'Information Pédagogique et Technique agricole de l'île de la Réunion** (CRIPTIR) est l'organe de portage régional des projets et actions au bénéfice de l'ensemble des composantes de l'enseignement agricole. Durant le projet, le CRIPTIR a activement contribué à l'animation et la co-construction du projet. Il a également assuré les liens étroits avec les différents établissements de formation agricole de la Réunion, notamment en assurant la présence du projet lors des différents AgroFert'Iles et les interactions avec les étudiants. En particulier, des étudiants de l'EPLEFPA de Saint-Joseph ont contribué à la récolte de données

sur la commune. Il a également assuré le transfert de résultats du projet à destination de la formation agricole en produisant différents modules de formation sur la base d'éléments produits par le projet à destination de formations de certains établissements.

La **Fédération Régionale des Coopératives Agricoles (FRCA)** vise à représenter et défendre les intérêts des coopératives agricoles de l'île. Par le passé, elle a contribué à de nombreux projets visant la valorisation agricole de différentes biomasses et en particulier les effluents d'élevage. Au-delà de la coordination de l'action 1, la FRCA a mis à disposition ses compétences techniques et ses connaissances réglementaires concernant la valorisation des biomasses en agriculture. Elle a également facilité les liens avec les coopératives et les agriculteurs mais également les collectivités territoriales. En particulier, elle a assuré la co-animation des travaux réalisés dans la commune de Saint-Joseph. Enfin, de nombreuses communications sur les avancées du projet ont été réalisées dans le cadre du RITA Animal qu'elle anime.

L'**Institut National en Recherche Agronomique pour l'Environnement** (INRAe, ex. INRA) œuvre pour un développement cohérent et durable de l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, principalement en France Métropolitaine et dans les Outre-Mer. Dans le cadre du projet, des compétences en modélisation ont notamment été mis à disposition en appui aux différents cas d'étude, permettant une représentation fine des flux de biomasse dans différents territoires de l'île et des modes de gestion des acteurs impliqués. Par ailleurs, l'INRAe a largement contribué à l'animation du projet et de ses différents cas d'étude, en particulier grâce à la mise à disposition d'une expertise sur la transformation des biomasses sous forme de compostage.

Le **Laboratoire d'Informatique et de Mathématique** (LIM) est un laboratoire d'enseignement et de recherche de l'Université de la Réunion structuré en trois axes thématiques : « Mathématiques », « Epistémologie et Didactique de l'Information et des Mathématiques et « Informatique et Applications ». C'est un groupe de travail de ce dernier qui s'intéresse à la modélisation et simulation de systèmes complexes collectifs et adaptatifs qui a contribué au projet GABIR. Les contributions du LIM ont principalement concerné la modélisation de scénarios de valorisation agricole des déchets ménagers sur l'île. Toutefois, ces compétences en modélisation ont également été mis à disposition dans différentes discussions portant sur les autres cas d'étude.

Le pôle de compétitivité **Qualitropic** vise à accroitre, par l'innovation, la compétitivité des entreprises réunionnaises de différents secteurs économiques. Il possède une forte expertise dans le domaine de la bioéconomie tropicale via l'accompagnement dans le développement de projets individuels et collectifs visant la valorisation de biomasse locale, y compris en agriculture. Qualitropic a joué un rôle majeur dans l'intégration des agroindustriels dans le projet en mettant en relation les différents partenaires avec ceux-ci. Par ailleurs, il a également joué un rôle important dans la sélection des cas d'étude en se faisant le relai de nombreuses propositions de différents acteurs privés.

II.2. Bilan du fonctionnement des partenariats

Tout au long du projet, le partenariat a été une clé de réussite du projet. D'abord de par sa représentativité de l'ensemble des acteurs du territoire, mais également grâce à la participation active aux différents évènements, y compris interne au projet. Les Comités Techniques plus particulièrement ont été le lieu d'échanges constructifs entre partenaires guidant au mieux les activités et les orientations du projet. L'absence des collectivités territoriales a parfois été regretté mais la diversité de celles-ci et leur nombre (région, département, communautés des communes, communes) aurait entrainé une sélection qui n'était pas concevable. Le choix a donc été fait de les impliquer lors des Comités de Pilotage et parfois du traitement des cas d'étude selon le territoire concerné.

III – LE DEROULEMENT DU PROJET

En préambule, il est important de noter que le projet était initialement structuré autour de **6 actions inter-reliées**, chacune composée de différentes tâches (*Annexe 4)* : une action de Coordination (A0), une action d'Identification des acteurs (A1), une action de Caractérisation des flux (A2), une action de Modélisation (A3), une action de Prospectives (A4) et une action de Valorisation (A5). Or, les modalités d'exécution et de déroulement de l'action 0 ont déjà été abordées dans la section I « Modalités d'organisation » et ne sont pas repris ici. C'est le cas également des éléments de valorisation qui seront repris dans la section 4 « Modalités de valorisation du projet ». Par ailleurs, les actions 1 et 2 ont donné lieu à de nombreuses actions intégrées de récolte de données du fait de la difficulté de séparer l'identification des acteurs gestionnaires des biomasses et les biomasses mobilisées et leur quantification. En ce sens, et pour plus de clarté quant à la description des actions menées et des résultats obtenus, ces deux actions ont été regroupées sous une action plus générique d' « **Inventaire »**. Enfin, cette première phase d'inventaire a permis de mettre en lumière la complexité des flux de biomasse et des acteurs mais également des problématiques locales. Celle-ci a donc amené l'ensemble des partenaires à faire le choix de s'appuyer sur des cas d'étude en lieu et place d'un modèle régional initialement visé. D'abord discuté lors du CoPil n°2, ce choix a été définitivement validé par l'ensemble des membres lors du CoPil n°3 qui l'a jugé *« pertinent et en adéquation avec les réalités locales ».* Dans ce rapport, le choix a donc été fait, ici aussi dans un souci de clarté, de regrouper ces deux actions sous une action commune dénommée « **Cas d'étude** ».

III.1. Actions 1 et 2 : Inventaire des acteurs gestionnaires de biomasses valorisées ou valorisables en agriculture, quantification des flux de biomasses et inventaire des problématiques locales

3.1.1. Rappel des objectifs attendus

L'objectif global de l'action 1 était d'acquérir des références (dimension, pratiques, géoréférencement, etc.) sur la diversité des unités de production, de consommation et de transformation des biomasses d'intérêt agricole. Il s'agit de s'intéresser plus particulièrement à **quatre types de secteurs d'activités** :

- le **secteur agricole** et plus particulièrement l'élevage, la canne à sucre et le maraîchage (parcellaire) ;
- les **activités dites « urbaines »** telles que la production de déchets verts, de bio-déchets ou les stations d'épuration ;

- le **secteur agroindustriel** transformant les produits agricoles primaires (industries sucrières, activités sylvicoles, abattoirs, etc.) ;
- les initiatives de **transformation** de la biomasse type compostage ou valorisation énergétique.

L'objectif global affiché pour l'action 2 était quant à lui de caractériser les échanges de biomasses entre les différents acteurs du territoire. Il s'agit pour cela plus spécifiquement de caractériser qualitativement et quantitativement (en quantité brute mais également en teneur MS, C, N, P et K) ces échanges et mieux comprendre les règles d'échange (priorisation, rejet, etc.) entre les différents acteurs.

3.1.2. Organisation et méthodes mise en place par le chef de file et les partenaires

L'action 1, pilotée par la FRCA, et l'action 2, portée par la Chambre d'Agriculture, se sont en premier lieu appuyées sur le recrutement d'un VSC (Vivien Kleinpeter) par la FRCA pour une durée de 2 ans (avril 2017 à mars 2019). Ce travail a été complété pendant les deux premières années par sept stages de master et d'ingénieurs agronomes (*Tableau 5*).

Tableau 5 *Description des stages impliqués dans les actions 3 et 4*

Intitulé du stage	Nom du/de la stagiaire	Ecole du/de la stagiaire	Partenaire(s) porteur(s)
Evaluation des gisements d'origine agro-industriels à la Réunion	Alice Berthet	Montpellier SupAgro	FRCA et Cirad
Analyse de la gestion des déchets verts urbains par ILEVA et des potentiels de valorisation dans le contexte réunionnais	Claire Gaffier	AgroParisTech	Cirad et Ileva
Prospection des gisements de biomasse déchets verts et boues de STEU et les inventaires des procédés de transformation	Joachim Thiébaut	École nationale supérieure d'agronomie et des industries alimentaires	Cirad et Qualitropic
Construction d'une carte d'occupation du sol à partir d'une chaine de classification automatique nommée Moringa	Monica Londoño	Université de Montpellier III	Cirad
Approche quantitative d'étude tendancielle des caractéristiques agronomiques de biomasses valorisables en agriculture à la Réunion, sur base d'analyses standards	Agathe Deulvot	Ecole Supérieure d'Agro-Développement International	Cirad et Chambre d'Agriculture
Approche qualitative d'Etude des règles de transfert des biomasses produites à la Réunion et valorisées/valorisables sur les sols agricoles	Gentiane Maillet	Université de Lorraine / École nationale supérieure d'agronomie et des industries alimentaires	Cirad et Chambre d'Agriculture
Réactualisation de fiches techniques du Guide de la Fertilisation Organique à la Réunion et appui à l'inventaire et la caractérisation des biomasses valorisables en Agriculture Biologique	Rémi Conrozier	Ecole Supérieure d'Agro-Développement International	Chambre d'Agriculture

3.1.3. Résultats obtenus

<u>Proto-métabolisme territorial de la Réunion</u>

A partir de différentes bases de données disponibles soit de manière libre (base publique type RGA, RPG, …) soit chez différentes institutions (coopérative, industriels, appui technique, Chambre d'Agriculture), mais également des enquêtes directes de différents acteurs (Berthet, 2017 ; Gaffier, 2017 ; Thiébaut, 2017), un proto-

métabolisme du territoire visant l'identification et la quantification des flux de biomasses valorisées ou valorisables en agriculture et l'identification des gestionnaires de ces biomasses a été construit.

Ce proto-métabolisme est largement décrit dans le rapport de Vivien Kleinpeter intitulé « Inventaire et quantification des flux de biomasses locales valorisées ou valorisables en agriculture à La Réunion » (Kleinpeter et al., 2019).

Au total, ce sont **107 biomasses** qui ont été inventoriées regroupées en **11 catégories**. L'inventaire exhaustif des flux de biomasses retenue dans l'étude est présenté en *Annexe 5*. Les acteurs gestionnaires de ces biomasses ont été divisés en **7 types** (*Figure 1*) : agricole, filière bois-forêt, urbain, agro-alimentaire et industriel (AAI), producteurs d'intrants sols et litières, production d'énergie et extérieur.

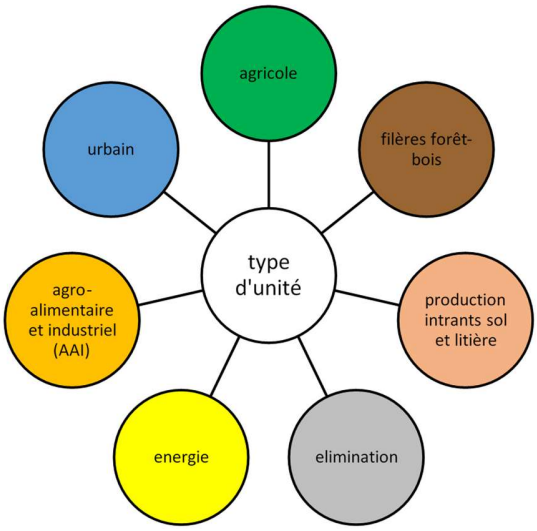


Figure 1 *Types d'acteurs impliqués dans les transferts de biomasses recensés dans le projet*

Sur le territoire, ce sont près de **7 600 acteurs** de la gestion de la biomasse valorisée ou valorisable en agriculture qui ont été recensés, principalement des exploitations agricoles.

La *Figure 2* offre une vision schématique de ces **flux de biomasses entre les secteurs amont et aval** à l'échelle de l'île. Au total, les flux inventoriés représentent **681 000 t MS** de biomasses transférées. Les flux entre acteurs s'élèvent à **82%** des tonnages en MS des transferts témoignant de flux intra-acteurs faibles.

En amont de ces flux, 58% des flux de biomasses considérées proviennent du secteur agroindustriel, pour une quasi-totalité sous forme de co-produits de la filière sucre, contre 29% issue du secteur agricole (pour 2/3 des fourrages), 12,5% du secteur urbain (2/3 sous forme de déchets verts) et 0,5% du secteur forêt-bois. A noter que les pailles de canne restées au sol ne sont pas considérées dans ces flux.

A l'autre bout des flux, 83% des biomasses transférées sont valorisées en agriculture sous différentes formes (40% fourrages hors paille et bagasse, 19% effluents ou encore 18% co-produits filière sucre), 13% sont éliminées (enfouies ou rejetées en mer) alors que 4% sont valorisées dans le secteur urbain (déchets verts principalement).

Concernant la valorisation dans le secteur agricole, la majeure partie est valorisée dans les productions végétales (52%) et sous forme d'alimentation animale (46%). Seulement 2% est valorisée sous forme de litière.

La balance amont-aval montre potentiellement une **« perte » de 44%** de la matière sèche. Toutefois, la quasi-totalité (88%) correspond à la combustion de la bagasse (dont les cendres sont ensuite valorisées en agriculture).

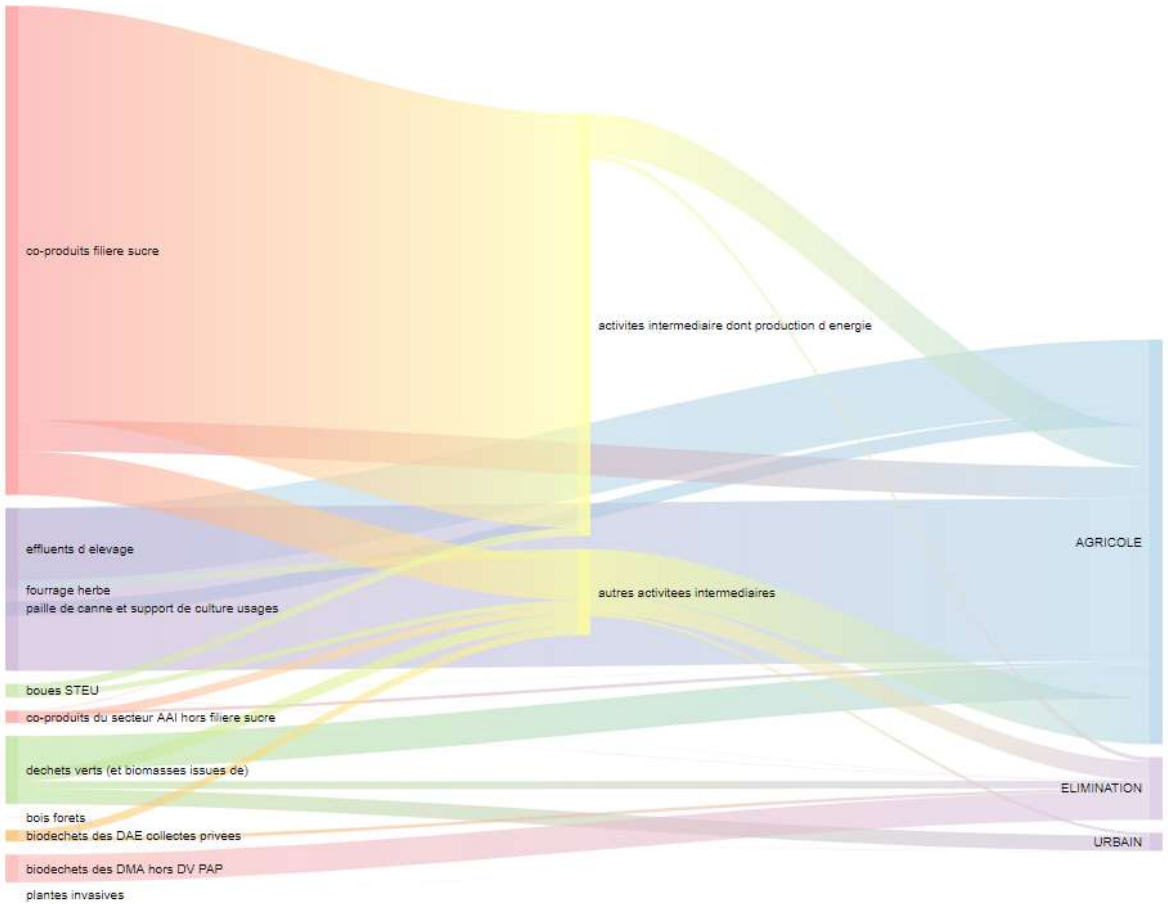


Figure 2 *Diagramme de type Sankey des flux de biomasses valorisées ou valorisables en agriculture à l'échelle de l'île de la Réunion (Kleinpeter et al., 2019)*

Caractérisation par analyse en laboratoire des biomasses valorisables en agriculture à la Réunion

34 nouveaux prélèvements ont ainsi été effectués et analysés (*Tableau 6*) afin de compléter les 1452 analyses brutes répertoriées entre 2016 et 2018 (Deulvot, 2018). Parmi ces analyses, 40% concernaient des biomasses issues du secteur agro-industriel, 37% du secteur agricole et 23% du secteur urbain. Ils ont permis de réactualiser ou compléter les fiches techniques sur les matières organiques disponibles dans le « Guide de la Fertilisation Organique à la Réunion ». Ces fiches sont décrites dans la section IV « Valorisation ».

Tableau 6 *Nouvelles analyses produites dans le cadre du stage*

Type biomasse	Nb de prélèvements	Analyses déjà présentes dans la BDD	Zones d'échantillonnage
Parche de café	1	1	Le Port (société SICRE)
Lisier de porc	11	181	Ouest / Sud-Ouest / Le Tampon
Fumier de bovin sur broyat de DV	6	0	Le Tampon / Saint-Pierre / Grand-Bois
Lisier de bovin lait	4	59	Le Tampon / Saint-Pierre / Grand-Bois
Fumier de porc (essais CPPR)	2	0	Les Makes
Fumier de cheval	9	2	Ouest / Sud-Ouest / Le Tampon
Macrophytes	1	0	Réserve de l'Etang-Saint-Paul

Etude des règles de transfert des biomasses produites à la Réunion et valorisées et/ou valorisables sur les sols agricoles

Afin de faire émerger les règles qui conditionnent les transferts de biomasses produites à la Réunion et qui sont valorisées et/ou valorisables sur les sols agricoles, **19 représentants des filières** issus de différents organismes (Chambre d'agriculture, Coopératives, etc.), **24 chefs d'exploitations** et **5 responsables de centres équestres** ont été enquêtés. L'échantillonnage des exploitations agricoles s'est appuyé sur la volonté de couvrir une diversité de système et de zones agroclimatiques représentatives.

L'analyse de ces enquêtes a permis de mettre en lumière quelques éléments généraux sur les produits et leurs usages. De plus, **5 stratégies de gestion** ont été identifiées dans les exploitations enquêtées (*Figure 3*).

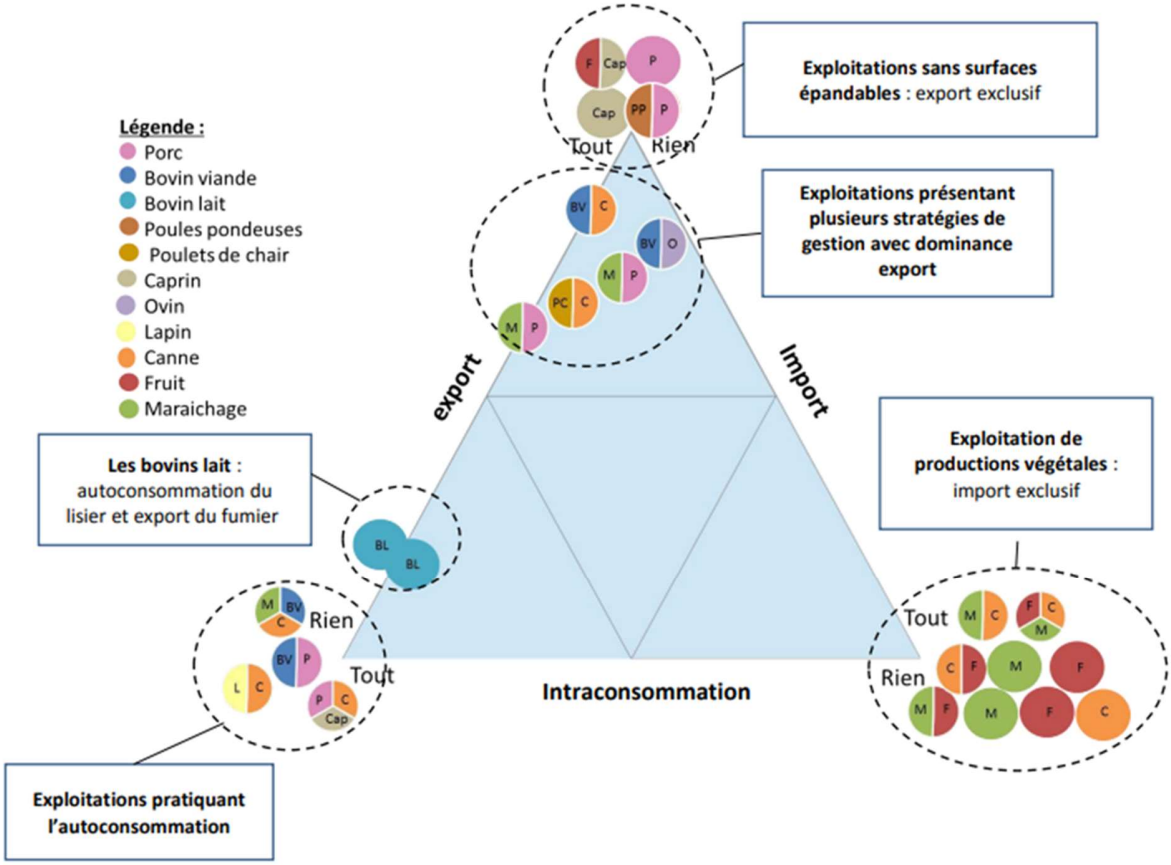


Figure 3 *Classement des exploitations enquêtées selon leur stratégie de gestion (Maillet, 2018)*

On observe ainsi :

- Les **exploitations sans surfaces épandables** sont contraintes d'exporter l'intégralité de leurs effluents. Il s'agit d'élevages hors-sol ou ayant un terrain accidenté (porc, volaille, caprins ou ovins),
- Les **exploitations de productions végétales** (canne, maraichage, arboriculture) doivent importer la totalité des effluents pour fertiliser leurs cultures,
- Les **exploitations mixtes** combinant des productions animales et végétales et pratiquant l'intra-consommation. Elles épandent l'intégralité de leur lisier (porcs, lapins) ou de leur fumier (bovins, volailles ou petits ruminants) sur leurs cultures (canne à sucre, prairies, maraichage),
- Les **exploitations qui combinent plusieurs stratégies** du fait i) d'une inadéquation entre l'effluent produit et les besoins des cultures (lisier de porc et maraichage) ou ii) d'une production d'effluent supérieure à la

consommation (cheptel important au regard de la surface cultivée) ou iii) une capacité de stockage insuffisante au regard des périodes d'épandages (sur la canne, épandage de juillet à décembre),

- Les **exploitations laitières**, dans lesquelles le lisier est le principal effluent produit et est épandu prioritairement sur les prairies pâturées et les prairies de fauche. Le fumier, issu notamment de l'élevage des génisses, est exporté vers le maraîchage pour des questions de matériel et de facilité d'épandage.

Base de données

L'ensemble des données précédemment décrites ont été centralisées dans une base de données à l'aide du logiciel PostgreSQL/PostGIS® et sont hébergés sur un serveur du Cirad. La forme de ces données a été homogénéisé à l'aide de la construction d'un modèle de cadre conceptuel de données (MCD) dont l'architecture s'appuie sur les concepts d'unité, de biomasse, d'activité et de processus. Cette architecture est résumée dans la *Figure 4*.

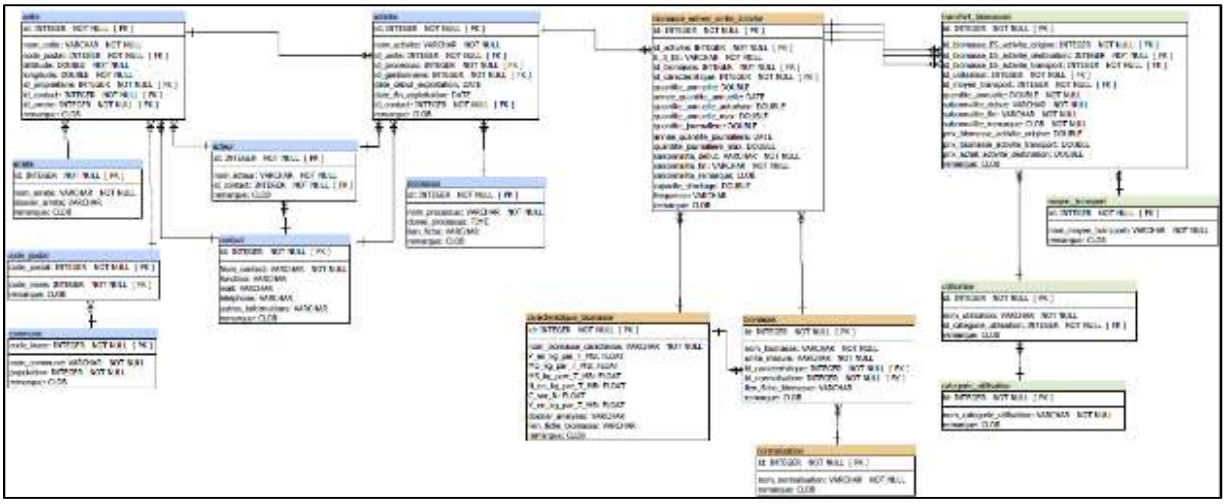


Figure 4 *Modèle conceptuel de données produit par l'Action à partir de l'inventaire des acteurs et des biomasses valorisées ou valorisables en agriculture.*

Méthode de cartographie de l'occupation des sols à la Réunion

L'élaboration d'une méthode de classification d'images à haute résolution spatiale de type Sentinel2 et Spot6/7 a permis de produire chaque année une cartographie de l'occupation du sol agricole de la Réunion considérée comme plus objective et plus complète que le Recensement Parcellaire Graphique (*Figure 5*).

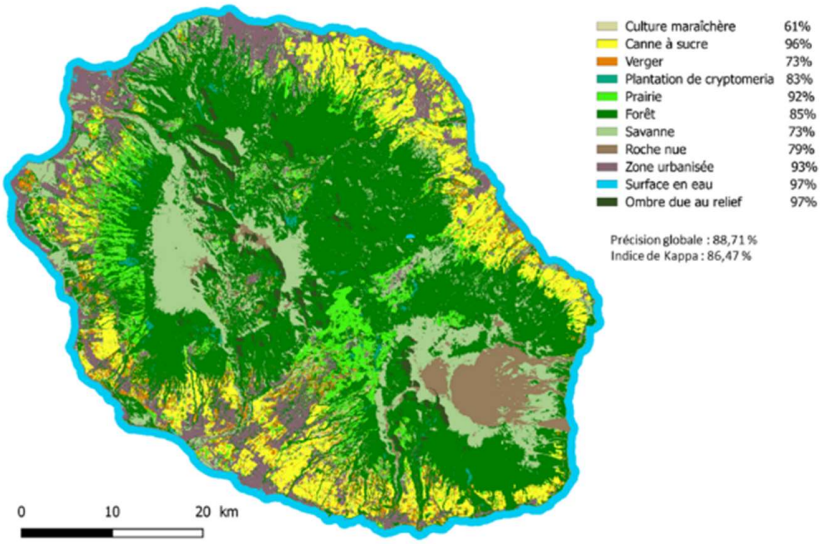


Figure 5 *Carte d'occupation du sol 2016-2017 (Londoño, 2017)*

Inventaire des biomasses valorisables en Agriculture Biologique

Alors que l'agriculture biologique (AB) à la Réunion croît depuis 2005, et malgré des évolutions perceptibles dans les différentes structures pour développer l'AB, le manque d'information technique adaptée au contexte local est préjudiciable pour les agriculteurs. Les partenaires du projet ont décidé de s'emparer de ce questionnement, porté notamment par le GAB (Groupement des Agriculteurs Biologiques) de la Réunion.

Ainsi, une liste des biomasses utilisables sous la condition de respect de certaines règles a également été élaborée (*Tableau 7*).

Tableau 7 *Biomasses utilisables en AB en fonction de certaines conditions d'utilisations (Conrozier, 2019)*

Biomasse	Conditions d'utilisation	Quantité produite (tMB/an)	Disponibilité en AB	Année de référence
Fumier de volaille	Utilisable sous réserve que les effluents ne proviennent pas d'élevage industriel et, à partir du 1er janvier 2021, qu'ils ne soient pas issus d'élevage en cage ou sur système caillebottis et grilles intégral	12 625	+/-	2018
Fumier de bovin (viande)		31 122	+/-	2018
Fumier de caprin (cabri)		16 413	+/-	2018
Fumier de cheval		3 774	+/-	2018
Fumier d'ovin (mouton)		1 996	+/-	2018
Compost de fumier de bovin		1 500	+	2018
Compost de fumier de volaille		2 147	+	2018

Elle précise les modalités d'utilisation à savoir (i) leur utilisation est possible dans la plupart des cas mais les éleveurs doivent quand même fournir une attestation sur l'honneur garantissant l'origine des effluents (+) ou (ii) cela dépend des pratiques de l'éleveur. Seuls les élevages biologiques, les élevages extensifs et les élevages non extensifs avec lien au sol sont autorisés (+/-).

3.1.4. Indicateurs de résultats

Tableau 8 *Indicateurs de résultats des actions 1 et 2*

Actions	Indicateurs de résultats	Nombre
A1 CARACTÉRISATION DES ACTEURS	Base de données sur les acteurs gestionnaires des biomasses	1
	Rapports de stage	4
	Inventaire des biomasses valorisables en Agriculture Biologique	1
	Méthode de cartographie des modes d'utilisation des sols à la Réunion	1
	Carte des modes d'utilisation des sols à la Réunion	3
A2 CARACTÉRISATION DES ÉCHANGES	Base de données sur les flux de biomasses valorisables ou valorisées en agriculture	1
	Protométabolisme des flux de biomasses valorisables ou valorisées en agriculture	1
	Rapport Technique sur les flux de biomasses	1
	Rapport Technique sur la production de cartes de l'occupation du sol agricole à la Réunion à partir d'images satellites	1
	Rapports de stage	3

III.2. Actions 3 et 4 : Outils de modélisation et traitement des cas d'étude

3.2.1. Rappel des objectifs attendus

L'objectif de l'action 3 était de construire un ou plusieurs modèles de simulation des échanges de biomasses à différentes échelles afin de concevoir et évaluer les impacts techniques, économiques et environnementaux de différents scénarios d'échange de ces biomasses aux différentes échelles traitées. L'objectif de l'action 4 était par la suite de mener une analyse prospective collective sur l'évolution potentielle des modes d'échange et

d'utilisation des biomasses et leurs impacts économiques et environnementaux potentiels sur les cas d'étude choisis dans l'action 3.

3.2.2. Organisation et méthodes mises en place par le chef de file et les partenaires

Comme largement exposé précédemment, une inflexion sur les modalités d'actions du projet a été décidée en cours de projet pour passer d'une vision holistique du territoire et des flux de biomasses valorisées ou valorisables en agriculture à une approche par **cas d'étude**. Par conséquent, cette action s'est organisée selon plusieurs étapes :

(i) liste des cas d'étude et des questions reliées qui pourraient faire l'objet d'une activité de modélisation dans le projet ;
(ii) choix de ces cas d'étude en fonction de leur pertinence avec le projet et des moyens disponibles (en terme de données, de moyens humains et financiers, etc.) ;
(iii) la constitution de groupe de travail et de suivi de ces cas d'étude (partenariat interne et externe au projet) ;
(iv) la représentation par modélisation des transferts de biomasse à l'échelle d'étude souhaitée et la validation par les porteurs d'enjeux locaux ;
(v) l'investigation de solutions aux problématiques rencontrées et leur évaluation concertée à l'aide des outils de modélisation construits.

Par ailleurs, cette action s'est appuyée sur sept stages de master et d'ingénieur en appui au traitement des différents cas d'étude (*Tableau 9*).

Tableau 9 *Description des stages impliqués dans les actions 3 et 4*

Intitulé du stage	Nom du/de la stagiaire	Ecole du/de la stagiaire	Partenaire(s) porteur(s)
Zonage pour la modélisation de flux de biomasses valorisables en agriculture, à la Réunion	Mélanie Texier	Montpellier SupAgro	Cirad
Exploration de scenarios de valorisation en agriculture des déchets verts urbains dans le sud de l'île de la Réunion	Adèle Darras	Montpellier SupAgro / AgroParisTech	Cirad et Ileva
Modélisation des flux d'effluents d'élevage sur le territoire de saint-Joseph, en lien avec la dynamique du bâti	Romane Jarry	AgroParisTech	Cirad
Evaluation du disponible fourrager à l'échelle de l'île de la Réunion et l'identification de leviers pour une meilleure valorisation des surfaces fourragères	Fanny Lorré	Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers	Cirad et INRAe
Evaluation de la consommation fourragère à la Réunion, la construction et la simulation de scénarios d'organisation d'une filière fourrages	Jacques Magnier	Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers	INRAe et le Cirad
Modélisation et l'implémentation des filières de méthanisation et de compostage des biodéchets a la Réunion	Anna Jiquel	Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers	LIM
Implémentation mathématique du modèle Povabia	Mehdi Medmoun	Mines ParisTech	LIM

Enfin, le traitement du cas d'étude sur la valorisation des déchets ménagers a fait l'objet d'un post-doctorat co-financé par la Région Réunion et accueilli au sein du LIM à l'Université de la Réunion (Christelle Hatik).

3.2.3. Résultats obtenus

Construction d'un modèle « démonstrateur »

Une des premières réalisations de l'action de modélisation du projet GABiR a été le développement d'un modèle "démonstrateur" de simulation de transferts de biomasses sur un territoire fictif (aussi appelé « modèle jouet »). Nombre de nos partenaires du projet s'interrogeaient sur la nature des travaux de modélisation qui pouvaient être réalisés au cours du projet GABiR et ce qu'il était possible d'en attendre. L'objet de ce démonstrateur était (i) de répondre rapidement à ces questionnements et de lever d'éventuels doutes, (ii) de donner des exemples et des idées sur ce qu'il est possible de réaliser, (iii) d'illustrer sur une cartographie dynamique les concepts développés dans les travaux de l'action 1 de GABiR (unité, activité, biomasse, transfert, zonages) (*Figure 6*).

Ce modèle représente un parcellaire fictif doté d'une occupation du sol inspirée de ce que l'on trouve à La Réunion. Chaque parcelle correspond à une activité (production de canne, de fourrage, maraîchage, etc). Les parcelles sont liées à une exploitation (c'est le concept d'Unité). Le modèle comporte aussi des activités d'élevage avec des bâtiments d'élevage associés et des moyens de stockage d'effluents. Toutes ces activités produisent et consomment des biomasses. Les transferts potentiels de biomasses (comme les plans d'épandages par exemple) sont représentés par des liens entre activités productrices (de biomasse) et activités consommatrices.

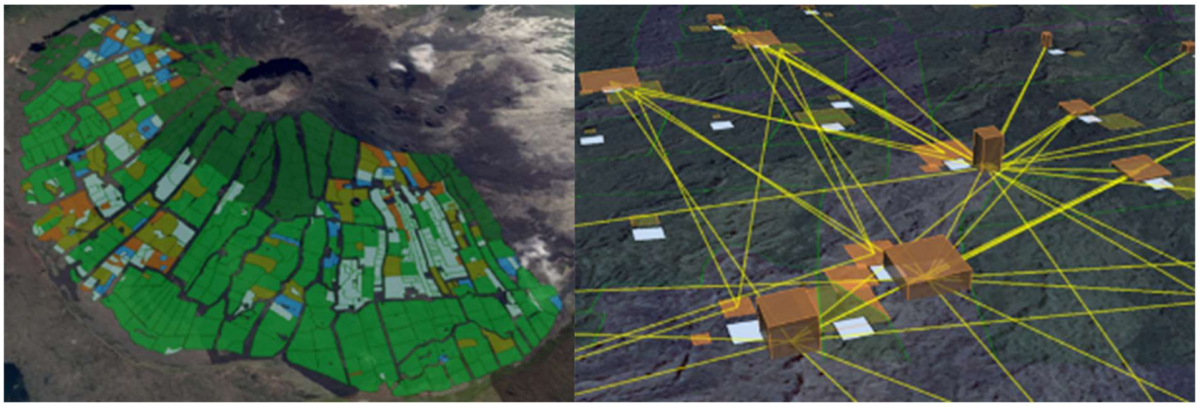


Figure 6 *Copies-écran d'une représentation du modèle « démonstrateur » (à gauche, représentation d'un parcellaire imaginaire sur les pentes du Piton de la Fournaise ; à droite : représentation des liens entre bâtiments d'élevage et parcelles d'épandage et évolution des stocks d'effluents dans les bâtiments de stockage du lisier et du fumier)*

Il permet de simuler sur plusieurs années l'évolution des stocks de biomasses et les flux entre activités. Les résultats de ces simulations sont présentés sous une forme de cartographie animée (dans Google Earth) qui permet d'observer les évolutions des stocks de biomasses et leurs transferts à la fois dans l'espace et dans le temps. Le modèle produit aussi des indicateurs de stocks sous forme de tableau pour produire des courbes d'évolution à différents niveaux d'agrégation (élevage, zonage, commune, ensemble du territoire).

Outil d'estimation des surfaces épandables

Le premier est un logiciel permettant d'estimer les surfaces épandables à l'échelle de la commune (*Figure 7*).

Il s'appuie sur le parcellaire cultivé, par exemple celui obtenu par télédétection (Dupuy et al., 2020), un modèle numérique de terrain représentant la topographie de la commune, et les différents aspects réglementaires (distance aux cours d'eau, aux points de captage, au bâti et risque de ruissellement) en lien avec le type de matière épandue et le régime règlementaire (RSD ou ICPE).

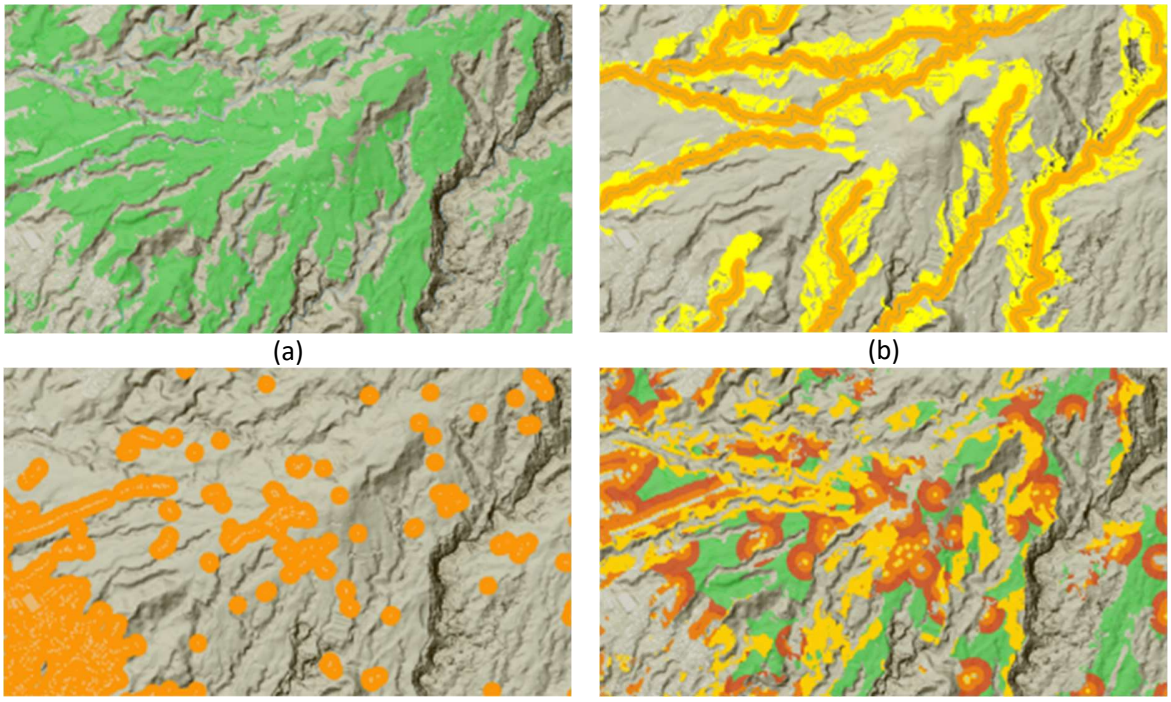


Figure 7 *Exemple des différentes étapes de la cartographie des surfaces épandables sur la commune de Saint-Joseph : (a) représentation du parcellaire, (b) caractérisation de bandes de 35m de part et d'autre des cours d'eau (orange) et estimation des risques de ruissellement par le logiciel (en jaune), (c) représentation de zones situées à 50 m du bâti illustrant les zones d'exclusion d'épandage pour du fumier et (d) découpage des zones non épandables sur le parcellaire fourni et assemblage sous forme de carte (chaque couleur indiquant des contraintes de différentes natures)*

Mise en place d'une filière de fourrages structurée à l'échelle de l'île de La Réunion

On observe régulièrement à La Réunion des déficits fourragers au niveau des élevages en hiver austral, plus particulièrement durant les années plus sèches, pouvant conduire à l'importation ponctuelle de fourrages. Par ailleurs, on observe une répartition spatiale inégale du potentiel fourrager entre zones d'élevage de ruminants (e.g. Hauts de l'Ouest peu arrosés vs zones des Plaines plus humides) liée à une grande diversité de microclimats.

Alors que le potentiel fourrager global annuel semblait suffisant pour permettre l'autonomie fourragère de l'ensemble des filières de ruminants (BRLi, 2017), une question, portée par l'Association Réunionnaise de Pastoralisme (ARP) en partenariat avec les filières de ruminants, était la suivante : quelles seraient les modalités de mise en œuvre d'une filière fourrage structurée à l'échelle de l'île de La Réunion ? L'objectif étant de réduire la dépendance des exploitations et de l'île aux produits d'importation, tels que les concentrés, pour le maintien et la viabilité de ses activités d'élevage.

Des travaux de quantification et localisation des productions et des consommations de fourrages réalisées à partir d'une cartographie précise des parcelles fourragères et une géolocalisation des troupeaux de ruminants (Lorre, 2019 ; Magnier, 2019) ont abouti aux calculs des balances fourragères annuelles à l'échelle de 12 zones logistiques tenant compte de l'altitude, du relief et du réseau routier (*Figure 8*).

Les balances obtenues montrent des déséquilibres entre différentes zones. Faisant l'hypothèse que des transferts de fourrages entre zones permettraient un rééquilibre de ces balances fourragères, trois scénarios favorisant les échanges de fourrages ont été co-construits en partenariat avec les professionnels de l'élevage réunionnais :

- Scénario de référence S0 : représentation au mieux de la réalité des transferts actuels.
- Scénario S1 : Mise en place d'une filière fourrage structurée se traduisant par la présence de 4 structures de stockage à différents endroits du territoire.
- Scénario S2 : S1 + mise en œuvre de leviers techniques (récupération de friches, fauche des parcelles jusque-là uniquement pâturées et amélioration de la gestion du pâturage) visant l'augmentation des stocks réalisés en période favorable dans certains élevages.

Ceux-ci ont été représentés puis évalués selon plusieurs indicateurs (volumes de fourrages échangés ou encore nombre d'élevages impliqués) sous Ocelet® (Degenne et al., 2016). Il est apparu que le scénario S2 entraîne une augmentation de la proportion d'élevages dont les besoins sont couverts en période hivernale (Lorre et al., 2020) en dépit d'une distance totale à parcourir plus élevée (près de 20 000 km supplémentaires par rapport à S0 et S1). Ces résultats alimentent actuellement une réflexion multi-acteurs sur la mise en place d'une filière fourrage structurée et de leurs différentes modalités.

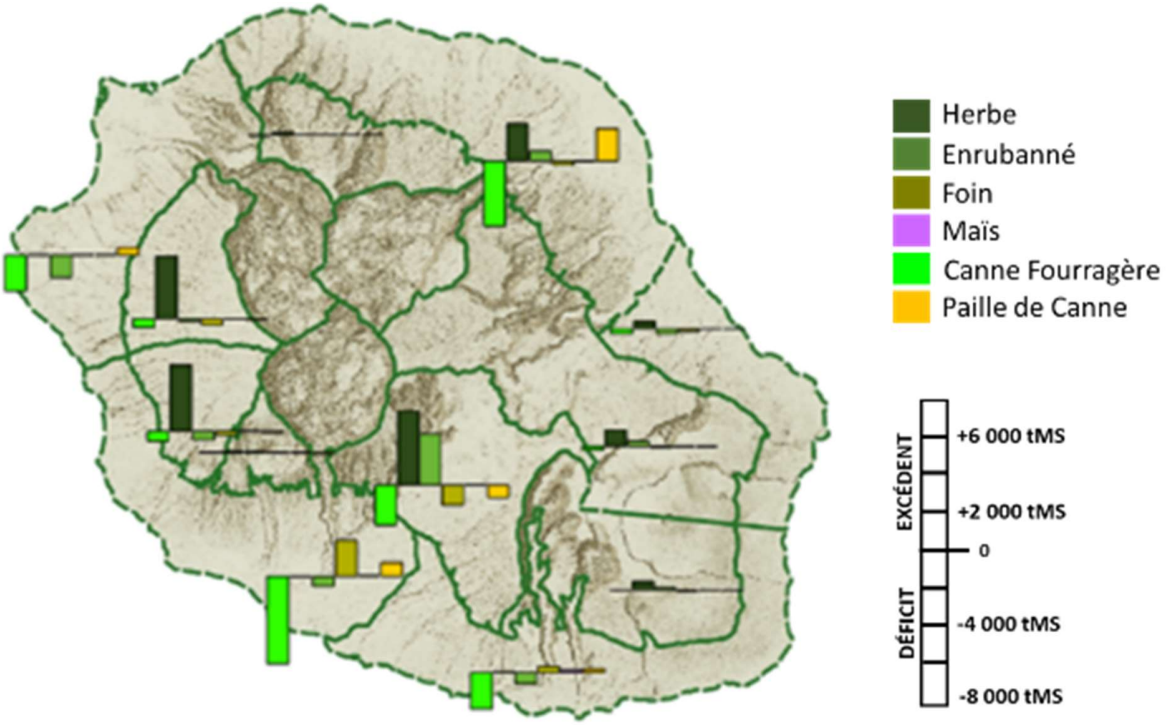


Figure 8 *Balances fourragères annuelles (en tonnes de matière sèche par an) dans 12 zones logistiques de l'île de La Réunion*

<u>Identification des contraintes majeures à l'épandage des effluents d'élevage à La Réunion</u>

Dans la commune de Saint-Joseph, les difficultés d'épandage des effluents sont un frein majeur au développement des activités d'élevage. Des enquêtes réalisées auprès d'éleveurs de la zone démontrent que les dynamiques d'urbanisation qui réduisent les surfaces agricoles devenues constructibles sont perçues comme une contrainte majeure, d'autant qu'elles exacerbent les contraintes réglementaires (distance aux habitations) déjà prégnantes du fait des caractéristiques physiques de la zone (distances aux cours d'eau, fortes pentes et risque de ruissellement).

Deux questions portées par les parties prenantes de la problématique (éleveurs, représentants de la commune et instituts techniques) ont ainsi été posées : Les éleveurs ont-ils une marge de manœuvre concernant les

surfaces disponibles pour l'épandage, ou le territoire est-il déjà saturé compte-tenu des obligations réglementaires ? Est-il possible de couvrir les besoins des cultures par de la fertilisation organique produite localement ?

Grâce à un travail important d'inventaire et d'analyse de données (cartographie de l'occupation du sol, recensement des exploitations agricoles et des plans d'épandages) (Texier, 2018 ; Jarry, 2019), deux outils ont été développés sous Ocelet® (Degenne et al., 2016).

Les surfaces épandables totales, à l'échelle de la commune, calculées selon des contraintes fixes de distance aux cours d'eau et de risques de ruissellement mais variables selon la distance au bâti sont reportées dans le *Tableau 10*.

On observe que lorsque la matière épandue peut l'être à 10 m des habitations (cas du compost), une grande partie des parcelles cultivées restent épandables (entre 93 et 98 % selon le type de cultures). Par contre, lorsque la réglementation impose un épandage à plus de 100 m des habitations (cas des lisiers non traités), les surfaces épandables sont largement réduites (29 % des surfaces en arboriculture et près de la moitié des surfaces de prairies et en canne à sucre). Ceci confirme que les contraintes réglementaires, en particulier en lien avec la proximité du bâti des surfaces agricoles, sont majeures dans le cas des effluents traditionnellement produits dans les élevages de la zone (fumier de bovins ou de volailles, lisier de porcs).

Tableau 10 *Estimation de la proportion de surfaces épandables (en % des surfaces agricoles totales) dans la commune de Saint-Joseph sous différentes contraintes de distance d'épandage aux habitations*

Type de cultures	Distance d'épandage minimum aux habitations		
	100m	50m	10m
Maraichage	-[a]	47	93
Arboriculture	29	56	93
Prairies[b]	49	76	97
Canne à sucre	47	73	98

[a] La limitation d'épandage à moins de 100 mètres d'une habitation porte sur le lisier. Ce dernier étant interdit sur les cultures maraichères, la surface épandable est donc nulle.

[b] Prairies de fauche

Mobilisant le parcellaire cultivé mais également les plans d'épandage déclarés par les agriculteurs de la commune, le second outil a permis d'estimer et cartographier un potentiel théorique de la couverture des besoins azotés des différentes parcelles par les effluents d'élevage épandus *(Figure 9*).

Les résultats obtenus montrent qu'une proportion importante des surfaces du territoire ne reçoit pas ou peu de fertilisants organiques. A l'échelle de la commune, ces derniers couvrent seulement 30% des besoins en azote des cultures. Ce chiffre recouvre toutefois une forte hétérogénéité. Dans les quartiers Est, dominés par la canne à sucre et avec peu d'élevages, ce taux de couverture est faible voire nul. A l'inverse, les parcelles proches des bâtiments d'élevage affichent des taux de couverture pour la plupart supérieurs à 80%. Ces résultats confirment également l'importance des contraintes logistiques, principalement le coût du transport d'effluents sur de longues distances, qui tend à concentrer la recherche de surfaces épandables dans les mêmes zones (proches des zones de production des effluents).

Plusieurs pistes permettant de réduire ces deux types de contraintes, réglementaires et logistiques, ont été discutés par les parties prenantes. La transformation des effluents, en particulier sous forme de composts, est ainsi envisagée. Elle permettra de diminuer la pression sur les parcelles à proximité des élevages en augmentant la surface épandable mais également en facilitant le transport de la matière sur des zones plus éloignées. La

construction prévue d'une plateforme de traitement des déchets verts dans la commune pourrait notamment représenter une opportunité intéressante pour transformer ces effluents à l'image du cas d'étude suivant.

En complément de cette étude, ces deux logiciels ont aussi permis de réaliser une estimation de l'évolution des surfaces épandables (pertes de surfaces) induites par la mise en œuvre du Plan Local d'Urbanisme de la commune de Saint-Joseph tel qu'il est prévu d'ici à 2030. Les résultats montrent que ce PLU ne devrait avoir qu'un impact très limité et très localisé sur ces surfaces.

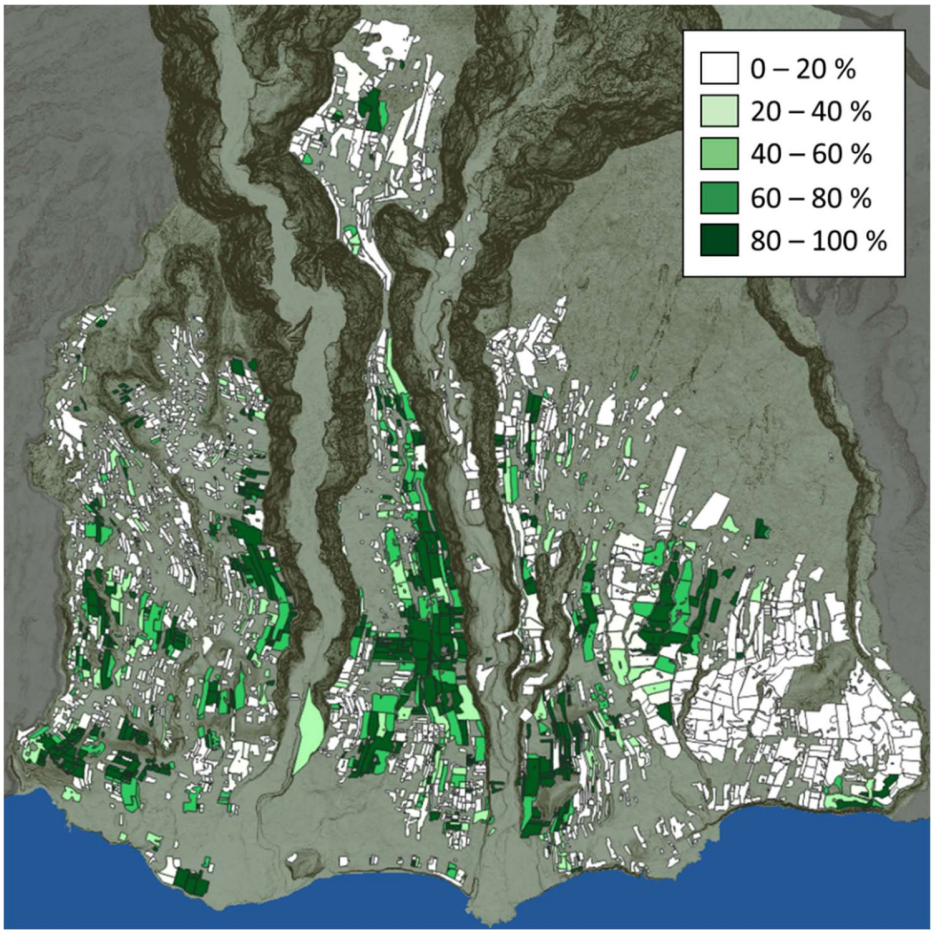


Figure 9 *Taux de couverture des besoins en azote organique des différentes parcelles de la commune de Saint-Joseph par les apports d'effluents d'élevage estimés à l'aide des plans d'épandage (Jarry, 2019)*

<u>Valorisation en agriculture des déchets verts urbains dans le sud de l'île de La Réunion</u>

A La Réunion, les particularités climatiques (climat tropical) et culturelles (importance des jardins en milieu urbain) entraînent une production de déchets verts supérieure à la moyenne nationale (Cornec et Mir, 2018) dont la gestion est parfois problématique pour les collectivités. Les gestionnaires de la plateforme de traitement de la Rivière Saint-Etienne par exemple, dans le Sud-Ouest de l'île, font ainsi face à des phénomènes de saturation sur certaines périodes, notamment en saison des pluies. Dans la même zone, certains éleveurs de monogastriques rencontrent des difficultés à gérer l'épandage de leurs lisiers sur lesquels une règlementation stricte s'applique comme mentionnée dans le cas d'étude précédent.

Des premiers éléments issus de projets antérieurs (MAAP, 2015 ; Wassenaar et al, 2015), complétés pendant la première phase de diagnostic général du projet (Gaffier, 2017), suggéraient l'utilisation de déchets verts en co-

compostage permettant un changement de statut règlementaire pour ces effluents, qui passent ainsi du statut de « déchet » à celui d'un produit normé. Ce changement présente un double intérêt : il permet aux éleveurs de se dispenser de plan d'épandage et aux maraichers de disposer de matières organiques dont les critères qualitatifs sont encadrés par des normes.

C'est ainsi qu'Ileva, SMTD de l'ouest et du sud de l'île, et des représentants des éleveurs de la zone, ont porté conjointement une question auprès des partenaires du projet : quelles seraient les modalités économiques et logistiques pour la mise en place d'une filière de co-compostage dans la zone ?

Après un diagnostic des intérêts, des besoins et des contraintes de chaque acteur, y compris des maraichers, consommateurs potentiels du compost produit mais qui faisaient preuve jusque-là d'une méfiance sur la qualité sanitaire des biomasses, différents scénarios d'organisation ont ainsi été étudiés par modélisation (Darras, 2019) (*Figure 10*) :

- un co-compostage individuel à la ferme, chez les éleveurs,
- un co-compostage individuel à la ferme, chez les maraichers consommateurs du produit final,
- la création de plateformes de compostage collectives, de taille modeste, gérées par des groupements de 5 à 10 éleveurs,
- et la mise en place d'une plateforme collective de co-compostage pour l'ensemble des éleveurs de la zone.

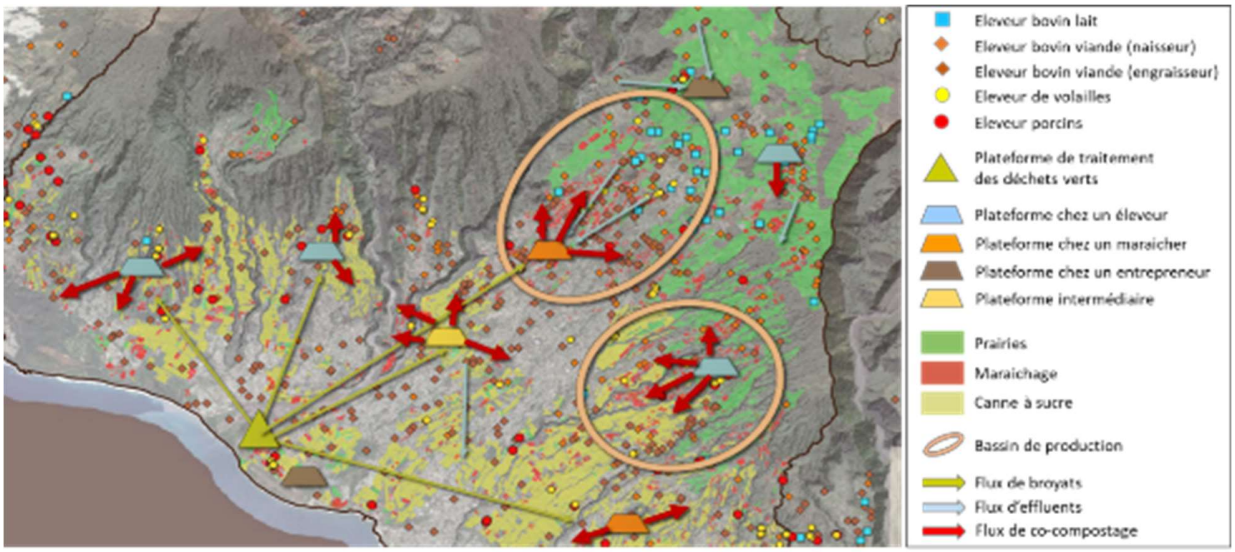


Figure 10 *Représentation schématique des différents scénarios dans la zone d'étude (Darras, 2019)*

Ces scénarios ont été représentés à l'aide de l'outil GAMA® (Taillandier et al, 2018) et évalués d'un point de vue socio-technique (e.g. besoins en différentes matières pour une recette adaptée aux besoins du consommateur final, temps de travail, compétences nécessaires) et économique (e.g. kilomètres parcourus par les différents acteurs, besoins d'investissement).

La mise en discussion des résultats obtenus avec différentes parties prenantes potentiellement impliquées dans la filière a abouti au constat qu'il semblait plus judicieux d'envisager une combinaison de scénarios compte-tenu des diverses situations dans les sous-zones qui la composent. Néanmoins, la dynamique actuelle, portée principalement par les éleveurs de monogastriques, se dirige vers plusieurs projets de plateformes en exploitation positionnées à proximité des élevages voire directement dans les élevages, du fait des contraintes de transport des effluents et des réticences à la mise en place d'une plateforme collective.

Valorisation des biodéchets ménagers en agriculture

A la Réunion, les biodéchets ménagers sont enfouis alors que leur valorisation en tant que matière organique pourrait accroitre l'indépendance de l'agriculture réunionnaise vis-à-vis des engrais minéraux. Des investigations sur une meilleure répartition des flux de biodéchets et déchets verts à travers deux filières de valorisation, la méthanisation et le compostage, afin de répondre aux besoins en matières de l'agriculture réunionnaise, ont été menées.

Pour cela, les gisements brut et mobilisable ont tout d'abord été estimés selon la méthodologie développée par l'ADEME (Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation, ADEME; 2013). Puis ces gisements ont été (i) transformés en production de matières organiques selon les deux modes de transformation (compostage ou méthanisation) à l'aide d'équations de transformation spécifiques à chaque procédé de traitement et (ii) caractériser selon leurs valeurs amendante et fertilisante (teneur MS, MO, NPK, NPK accessible, pH, C/N) grâce à des références issues de la littérature.

Des estimations sur les quantités potentiellement produites (*Tableau 11*) selon 3 scénarios (100% méthanisation, 100% compostage ou 50% méthanisation / 50% compostage) montrent que le troisième scénario permettrait de recouvrir 100 % des besoins en matières amendantes et fertilisantes du maraîchage, des vergers et des cultures d'ananas et de bananes. Par ailleurs, le reliquat de digestat liquide permettrait de combler 6% des besoins en matière fertilisante de la canne à sucre en années de repousse.

Tableau 11 Production de matières organiques produites estimées selon 3 scénarios de transformation des biodéchets à la Réunion

Scénario	100% compostage	100% Méthanisation		50% compostage 50% méthanisation		
Matières organiques produites	Compost	Digestat Liquide	Digestat Solide	Compost	Digestat Liquide	Digestat Solide
Quantité produite *(kt brute.an^{-1})*	99	114	10	50	58	5

Par ailleurs, un simulateur a été développé par le Cirad et le LIM afin d'étudier des scénarios de gestion des biodéchets à l'échelle du territoire réunionnais. Ce modèle appelé Povabia (Potentiel de Valorisation des BIodéchets en Agriculture) développé sur la plateforme Anylogic, a vocation d'outil d'appui à la décision, pour permettre d'alimenter la réflexion autour des stratégies d'optimisation des filières de méthanisation et de compostage à mettre en place en réponse aux obligations réglementaires (Jiquel, 2020 ; Hatik, 2020). Ce modèle a fait l'objet d'un rapport technique diffusable sur demande.

3.2.4. Indicateurs de résultats

Tableau 12 *Indicateurs de résultats pour les actions 3 et 4*

Actions	Indicateurs de résultats	Nombre
A3 MODÉLISATION DES RESEAUX D'ÉCHANGE	Proposition de cas d'étude à traiter	12
	Nombre de cas d'étude traités	5
	Rapports de stage	5
	Modèle jouet	1
A4 PROSPECTIVES	Méthode d'estimation des surfaces épandables à la Réunion	1
	Scénarios de gestion des flux de biomasses	10
	Modèle de gestion et transformation des déchets ménagers à la Réunion	1

IV– LES MODALITES DE VALORISATION

IV.1. Rappel des objectifs attendus

L'objectif de cette action était de transférer les connaissances acquises durant le projet à un public varié à savoir les professionnels du secteur agricole (agriculteurs et encadrement technique), la communauté scientifique, le grand public, le milieu économique réunionnais, et les décideurs locaux. Pour y parvenir différents supports en adéquation avec le public visé ont été produits.

IV.2. Organisation et méthodes mise en place par le chef de file et les partenaires

Compte-tenu de la diversité des publics cibles, et des méthodes afférentes pour toucher ces cibles, l'action a été structurée en **5 sous-actions** très spécifiques, chacune pilotée par différents partenaires du projet :

- Promouvoir les actions du projet auprès des décideurs et du grand public (Cirad) ;
- Transférer les connaissances techniques acquises au cours du projet à destination principalement des professionnels du secteur agricole (Chambre d'Agriculture) ;
- Transférer des acquis du projet aux apprenants et enseignants/formateurs de l'enseignement agricole (CRIPTIR). A noter que cette action a été appuyé par un VSC de 1 an (Pauline Perez) ;
- Présenter les différents résultats du projet à la communauté scientifique sous forme d'articles dans des revues scientifiques ou de communications dans des congrès nationaux et internationaux (Cirad) ;
- Construire et accompagner des opportunités locales de valorisation économique du projet via l'émergence d'initiatives collectives et individuelles de gestion des biomasses (Qualitropic).

IV.3. Résultats obtenus

4.3.1. Valorisation auprès du grand public et des décideurs

<u>Journées d'information à différentes étapes du projet</u>

Le 09 Mars 2017, une **demi-journée de lancement du projet GABiR** a été organisée au sein de la Chambre d'Agriculture de la Réunion à Saint-Denis (*Photo 1*). Celle-ci a réuni près de 70 personnes et visait en premier lieu à informer les différents acteurs du monde agricole et les décideurs du lancement du projet et de ses actions.

Photo 1 *Discours du Président de la Chambre d'Agriculture lors du lancement du projet (©Cirad)*

Après une présentation des objectifs et des différentes actions du projet, les échanges avec le public ont permis de cerner l'intérêt des filières agricoles pour le projet mais également des questionnements potentiellement non-traités. Ce fût le cas par exemple d'une remarque des agriculteurs en Agriculture Biologique sur le manque de connaissance concernant les biomasses valorisables ou l'absence de considération pour les déchets ménagers comme biomasse potentiellement valorisable qui ont ensuite fait l'objet de travaux dans la suite du projet.

Le 05 Novembre 2018 à Saint-Gilles s'est tenue une **Journée d'Animation à Mi-Parcours du projet GABiR** à laquelle ont participé près d'une centaine de personnes (*Photo 2*).

Photo 2 *Participants à la journée d'animation à mi-parcours du projet (©Chambre d'Agriculture)*

L'objectif de cette journée était triple : (i) Communiquer sur les avancées du projet, (ii) Recueillir des informations supplémentaires et (iii) Favoriser les interactions entre acteurs du territoire.

La matinée était articulée autour de **4 sessions thématiques** :

- Inventaire des gisements de biomasses principaux sur l'île ;
- Hétérogénéité des contraintes à l'échelle des territoires ;
- Adéquation entre l'offre et la demande ;

- Alimentation et litière des bovins.

L'après-midi était quant à elle structurée autour de **3 ateliers de travail** visant à faire émerger les contraintes et les solutions mises en place autour de problématiques spécifiques :

- Co-compostage à la ferme
- Litières en élevage bovin et porcin
- Gestion des biomasses en Agriculture Biologique

Le taux de participation et la richesse des discussions lors de cette journée ont témoigné d'un réel intérêt par l'ensemble des acteurs du territoire pour une meilleure valorisation des biomasses d'origine multiple en agriculture et qui s'inscrit dans la démarche globale d'économie circulaire à l'échelle de l'île. Il est notamment apparu que cet objectif ne pouvait être atteint sans (i) la connaissance fine des gisements de l'ensemble des biomasses disponibles et des besoins de chacune des filières de valorisation, mais également des contraintes multiples liées à leur gestion et (ii) la mise en place d'une plateforme collective ayant pour objectif la mutualisation des connaissances et des initiatives en cours ou à venir.

Enfin, le Vendredi 04 Septembre 2020, une **demi-journée de restitution des résultats du projet GABiR** a été organisée. Malgré les restrictions sanitaires induites par l'épidémie de Covid-19, une centaine de personnes représentant près d'une soixantaine d'institutions ont participé à cette demi-journée (*Photo 3*). Son objectif était double : (i) communiquer sur l'ensemble des résultats du projet et (ii) discuter des leviers pouvant assurer la pérennité des outils et du partenariat construits pour répondre aux enjeux en cours et futurs du territoire de la Réunion.

Ainsi, trois sessions de restitution des résultats ont été organisées :

- La session « Identifier les acteurs et les enjeux de la valorisation agricole des biomasses » a permis de présenter les résultats de la phase de diagnostic initiale. Celle-ci a montré une large diversité de biomasses et d'acteurs impliqués dans la valorisation de ces biomasses locales, agricoles ou non, ainsi que des problématiques liées à leur valorisation. Cette complexité a justifié l'approche par étude de cas avec l'objectif que les outils et solutions développés puissent servir d'exemple pour l'étude et la résolution futures d'autres problématiques locales. Les outils et les approches mobilisés lors de cette phase et dont devraient s'emparer collectivement les acteurs du territoire ont également été présentés.
- Lors de la session « Accompagner l'émergence de nouvelles pratiques », le cas de l'accompagnement de l'Agriculture Biologique vers une meilleure connaissance des biomasses disponibles et autorisées, et de leurs contraintes d'utilisation, est un exemple emblématique du besoin d'acquérir et diffuser des informations techniques ou réglementaires sur les biomasses locales. Au-delà du besoin d'informations, la présentation des travaux menés sur la valorisation des déchets verts en co-compostage avec les effluents d'élevage a mis en lumière l'utilité de favoriser les interactions inter-secteurs et entre acteurs du territoire. Enfin, la présentation d'éléments pédagogiques, construits sur la base des résultats du projet et transférés à différentes catégories d'apprenants, met en lumière la nécessité de conscientiser les agriculteurs de demain aux enjeux territoriaux futurs pour qu'ils soient acteurs des changements attendus.
- Les résultats de l'application d'outils de modélisation et des démarches de prospectives sur trois études de cas diverses (mise en place d'une filière structurée de fourrages, évaluation de l'impact du plan locale d'urbanisme (PLU) sur la gestion des effluents des élevages à Saint Joseph et estimation du potentiel de valorisation des biodéchets en agriculture) présentés lors de la session « Exploration de scénarios de gestion des biomasses à l'échelle territoriale pour l'aide à la décision » a mis en lumière l'intérêt de ces approches pour la conception et l'évaluation collective de solutions aux problématiques territoriales. Les outils construits pourraient également être remobilisées pour l'investigation d'autres problématiques.

Ces sessions ont été suivies d'une Table Ronde regroupant différents acteurs des politiques publiques sur le territoire réunionnais, qu'ils soient décideurs, financeurs ou chargés de les mettre en place, ont été invités à s'exprimer sur les politiques publiques en faveur de l'Economie Circulaire à la Réunion. Ceux-ci se sont accordés sur l'enjeu prioritaire que constitue l'Economie Circulaire pour un territoire insulaire comme l'ile de la Réunion et de la nécessité d'inclure le secteur agricole dans cette dynamique. Tous ont également relevé la nécessité de mieux mettre en adéquation les initiatives en cours (PRAEC, Agripéï, etc.).

Photo 3 *Participants à la restitution finale du projet (©Cirad)*

Sites internet

Deux sites ont particulièrement été utilisés pour la diffusion de différents documents et produits du projet :

- le site internet du Cirad à la Réunion et à Mayotte (https://reunion-mayotte.cirad.fr/recherche-en-partenariat/dispositifs-de-recherche/services-et-impacts-des-activites-agricoles/gabir).
- le site de la Mission de Valorisation Agricole des Déchets de la Chambre d'Agriculture (https://www.mvad-reunion.org/focus/projet-gabir/)

Articles de presse

Le projet a fait l'objet de **3 articles « papier » dans la presse locale**. Les deux premiers (Le Quotidien du 08/11/18 et le JIR Éco du 30/10/18) faisait mention plus globalement du projet alors qu'un troisième article est paru dans le JIR Eco du 6/11/18 suite à l'organisation de la Journée à Mi-Parcours (*Annexe 6*).

Par ailleurs, le projet et certains de ses activités ou résultats ont également fait l'objet de plusieurs articles dans la **presse en ligne** :

- Clicanoo, le 17/09/2018 (https://www.clicanoo.re/Economie/Article/2018/09/17/10-projets-pays-ecologiques-et-innovants_548636);
- Clicanoo, le 30/10/2018 (https://www.clicanoo.re/Economie/Article/2018/10/30/Une-nouvelle-filiere-se-cree-autour-des-dechets-organiques_555512);
- Outremers 360, le 21/01/2019 (https://outremers360.com/planete/economie-circulaire-a-la-reunion-le-cirad-fait-le-bilan-de-son-projet-de-valorisation-des-dechets-organiques);
- Actu Environnement, le 20/02/2019 (https://www.actu-environnement.com/ae/news/Poles-competitivite-20-groupements-secteur-environnement-labellises-32906.php4);
- ImazPresse, le 03/06/2019 (https://www.ipreunion.com/actualites-reunion/reportage/2019/06/03/agriculture-5emes-rencontres-agrofert-iles-2019,103059.html);

- Clicanoo, le 21/09/2020 (https://www.clicanoo.re/Societe/Article/2020/09/21/La-Reunion-se-dote-dun-service-dappui-technique-la-gestion-des-epandages);
- ImazPresse, le 21/09/2020 (https://www.ipreunion.com/actualites-reunion/reportage/2020/09/21/agriculture-la-reunion-se-dote-d-un-service-d-appui-technique-a-la-gestion-des-epandages,124817.html);
- Outremers 360, le 06/12/2020 (https://outremers360.com/bassin-indien-appli/la-reunion-le-projet-gabir-vers-la-bioeconomie-circulaire-de-lile);

Emissions Terres d'Ici

Durant le projet, 4 émissions « Terres d'Ici », diffusées sur la chaîne Antenne Réunion juste avant le journal télévisé du soir, ont fait l'objet spécifique d'activités du projet :

- 2018 – Terres d'ici « Le projet GABiR » (https://www.youtube.com/watch?v=ftJj5-Wo99k&t=1s) ;
- 2020 - Terres d'ici sur le compostage à la ferme (« Retour sur le projet GABIR » - https://www.youtube.com/watch?v=ZAq8nMxk25g) ;
- 2020 - Terres d'ici « Les litières en élevage » (https://www.youtube.com/watch?v=aBG0wBvPG5Q&t=72s) ;
- 2020 - Terres d'ici « Déchets verts, des jardins aux exploitations agricoles » (https://www.youtube.com/watch?v=qsFjFwJ-RAI&t=403s).

Synthèses 4 pages

Afin de diffuser des éléments de résultats du projet sous une forme synthétique et vulgarisée, les partenaires du projet ont décidé de rédiger des synthèses de 4 pages, disponibles sous format numérique sur le site de la MVAD cité précédemment. Ces « synthèses 4 pages » ont concerné (Un exemple est disponible en *Annexe 7*) :

- Le projet GABiR : Favoriser l'inclusion du secteur agricole dans le métabolisme de l'île de la Réunion
- Estimation des surfaces épandables à l'échelle de l'île de la Réunion
- Étude des règles de transfert des biomasses produites et valorisées sur les sols agricoles sur l'île de la Réunion
- Cartographie de l'occupation du sol agricole sur l'île de la Réunion à partir d'images satellites
- Analyse de la gestion des déchets verts urbains par un syndicat de traitement des déchets : stratégies actuelles et potentielles de valorisation
- Besoins des agriculteurs certifiés en agriculture biologique sur la disponibilité et la qualité des biomasses
- Potentiels de valorisation des biodéchets en agriculture sur l'île de la Réunion : estimation de l'offre et de la demande
- Spatialisation des flux de fourrages pour la mise en place d'une filière fourragère structurée à l'échelle de La Réunion
- Inventaire et quantification des flux de biomasses locales valorisées ou valorisables en agriculture sur l'île de La Réunion
- Contraintes d'épandage des effluents d'élevage et dynamique du bâti sur la commune de Saint-Joseph
- Transfert des résultats issus du projet GABIR vers l'enseignement agricole

AGROnews

AGROnews est un journal d'information du Cirad en outre-mer. A travers quatre rubriques principales (le Cirad à La Réunion, recherche, innovation, coopération régionale – AGROnews), il offre un bref aperçu de l'avancée des connaissances et de la diffusion des innovations issues des travaux menés en partenariat par le Cirad à La Réunion et dans l'océan Indien. Le projet GABiR a été mentionné en premier lieu dans l'AGRONews n°7 de

Novembre 2017 (https://issuu.com/cirad/docs/agronews_rm_nov2017). Surtout, les activités du projet ont été le cœur du Hors-Série n°2 de Mai 2020, « L'agriculture au cœur de l'économie circulaire » (https://www.cirad.fr/content/download/3994/70475?version=2).

Vidéos de présentation du projet

Deux vidéos de présentation du projet et de ses résultats ont été réalisées par un professionnel. La version longue est disponible sur la plateforme du RITA Animal (https://www.youtube.com/watch?v=EM-zrtLW3WA).

Présentations dans le cas de la Charte Agricole de Saint-Joseph

L'emprise du projet concernant pour partie la commune de Saint-Joseph, les membres du projet ont été invités chaque année à présenter les avancées de leurs travaux dans le cadre des réunions annuelles de la Charte de Développement Agricole de Saint-Joseph.

4.3.2. Valorisation technique auprès des professionnels du secteur agricole

Revues techniques

Le projet a également fait l'objet d'articles dans les **revues techniques** des différents partenaires tels que la revue Terre Réunion éditée par la Chambre d'Agriculture ou le magazine Made In Réunion édité par Qualitropic (Figure 11) ou encore le magazine CaroCanne à destination des professionnels de la filière Canne à Sucre :

Figure 11 *Articles parus en 2018 et faisant mention du projet GABiR dans le Numéro 2 du magazine Terre Réunion (à gauche) et dans le magazine Made In Réunion de Mai 2018 (à droite)*

- CaroCanne de Septembre 2020 (https://www.carocanne.re/fertilisation-organique-un-seminaire-pour-impulser-lapres-gabir/);
- CaroCanne de Février 2021 (https://www.carocanne.re/les-premiers-jalons-de-lapres-gabir-sont-poses/).

AgroFert'îles 2019

Les AgroFert'îles sont des rencontres agricoles annuelles organisées par la DAAF, l'EPLEFPA de Saint-Paul, les RITA (Réseau d'Innovation et Transfert Agricoles) et d'autres établissements de l'enseignement agricole de La Réunion. Cet évènement est destiné en alternance aux professionnels agricoles (année impaire) ou aux apprenants de l'enseignement agricole, futurs professionnels du monde agricole (année paire).

Les 6 et 7 juin 2019, le projet GABiR, en partenariat avec Ileva, a tenu un stand composé de différents éléments de communication dont 5 posters présentés aux professionnels du secteur agricole par différents membres du projet (*Photo 4*).

Photo 4 *Présentation des travaux du projet GABiR à l'aide de poster par des membres du projet lors des AgroFert'Iles 2019 (©Cirad)*

Fiches techniques sur la caractérisation des biomasses valorisables en agriculture

Le Guide de la fertilisation organique à la Réunion, édité dans une première version en 2006, a fait l'objet d'une actualisation en 2020 (https://www.mvad-reunion.org/focus/guide-de-la-fertilisation-organique-a-la-reunion/). Il comprend neuf chapitres mais également plusieurs fiches techniques dont 26 fiches techniques sur la caractérisation et l'utilisation de matières organiques présentes à la Réunion.

Ainsi, sur la base des analyses de biomasses réalisées dans le cadre du projet GABiR, **16 fiches du guide ont été actualisées en 2020 et 3 fiches ont été nouvellement créées** (Farine de plume et de sang, poudre de viande et d'os et digestat de méthanisation pâteux). Un exemple de fiche nouvellement créée est donné en *Annexe 8.*

Guide du Compostage à la Ferme

Lors du projet, de nombreuses sollicitations ont concerné la pratique du compostage en exploitation. De nombreux agriculteurs et autres acteurs économiques étaient désarmés face au manque d'informations concernant cette pratique et en particulier les spécificités liées au contexte réunionnais (température / humidité, biomasses spécifiques, etc.). C'est ainsi qu'un groupe d'experts interne au projet (Cirad/Inrae, FRCA, Chambre d'Agriculture, DAAF) s'est constitué et a abouti à la rédaction d'un « Guide du compostage à la ferme » à destination des agriculteurs réunionnais. Ce guide numérique est disponible en téléchargement sur différents sites dont celui de la DAAF (https://daaf.reunion.agriculture.gouv.fr/Le-compostage-a-la-ferme).

Ateliers thématiques

Tout au long du projet, plusieurs ateliers thématiques ont été organisés. Ceux-ci visaient à faire émerger des connaissances sur des problèmes spécifiques mais également à relayer des résultats du projet.

Le premier d'entre eux, organisé en milieu de projet, a concerné les besoins en biomasse en Agriculture Biologique. Durant la matinée, différents éléments sur la caractérisation du secteur de l'Agriculture Biologique ont été présentés. L'après-midi, plusieurs petits groupes de discussions ont été constitués afin de faire émerger des problématiques spécifiques.

Trois ateliers ont ensuite été organisés en fin de projet, en parallèle de la demi-journée de restitution des résultats du projet :

- Valorisation agricole des biomasses d'origine Agro-Industrielle
- Gestion des Litières en Elevage
- Compostage à la ferme

Ces ateliers, organisés sur le terrain, ont réuni entre 30 et 50 participants et visaient plus spécifiquement à rendre compte des résultats du projet sur des thématiques spécifiques ainsi qu'à faire différentes démonstrations de valorisation innovantes de biomasses locales (*Photo 5*).

Photo 5 *Présentation des résultats du projet GABiR sur la gestion des effluents en élevage (gauche) et discussions sur les pratiques de transformation des effluents d'élevage de M. Nativel, éleveur bovin (droite) (©FRCA/Cirad)*

Formation « Compostage à la ferme »

Du 31 août au 02 septembre 2020, une formation « compostage à la ferme » a été organisée au CFPPA de Saint-Joseph (*Photo 6*).

Photo 6 *Présentation de M. Guillouais sur les principes de base du compostage lors de la première journée de formation (©Chambre d'Agriculture)*

Cette formation a été dispensée par M. Stéphane Guillouais de la Chambre d'Agriculture de la Drôme. Ce sont ainsi 25 personnes qui ont pu être formées aux principes de bases du compostage à la ferme et ses différentes formes de valorisation. Celle-ci a été initiée suite à la demande croissante des agriculteurs de l'île pour cette technique. Il a donc été décidé de réaliser en premier lieu cette formation aux techniciens de la Chambre d'Agriculture de la Réunion, des instituts techniques et des coopératives qui auront ensuite pour rôle de transmettre les connaissances apprises auprès des agriculteurs.

Valorisation auprès de réseaux mixtes scientifiques et techniques

Tout au long de son exécution, le projet a souvent été présentés lors de différentes réunions regroupant des institutions techniques et des acteurs de la recherche agricole telles que les Réseaux Mixtes Technologiques (Journées annuelles du RMT Fertilisation & Environnement le 7/11/2018 ou séminaire de lancement du RMT SPICEE du 1 au 2/10/2020 par exemple), lors des journées RITA nationales de 2019 (27-28/02/2019) ou encore lors de différentes réunions des RITA à la Réunion sur la période 2017-2020.

4.3.3. Valorisation auprès des apprenants et enseignants de l'enseignement agricole

Participation aux AgroFert'iles Junior

Des membres du projet ont participé aux **AgroFert'iles Junior** qui se sont tenus fin avril 2018 à Saint-Joseph. Un stand était dédié au projet (*Photo 6*) sur lequel ont été présentés les objectifs et activités du projet.

Photo 7 *Stand du projet GABiR lors des AgroFert'Iles Junior 2018 (©Cirad)*

Appui au diagnostic territorial des élèves de seconde année du BTS Productions Animales du Lycée Agricole de Saint-Joseph

En 2017 et 2018, **un appui au diagnostic territorial des élèves de seconde année du BTS Productions Animales du Lycée Agricole de Saint-Joseph** a été assuré par plusieurs membres du projet. 43 exploitations ont été enquêtées par les élèves entre producteurs et utilisateurs d'effluents d'élevage (bovins, porcins, volailles, canne à sucre, maraichage).

L'objectif était de connaître les pratiques de gestion et de valorisation des effluents d'élevage, d'identifier les contraintes et préoccupations des agriculteurs et, enfin, de recueillir leurs avis sur les différents procédés de

transformation. Les flux de matière ont également été spatialisés pour évaluer les distances parcourues et les lieux d'épandage.

Constitution de modules de formation

Les résultats du transfert des avancées du projet GABIR vers l'ensemble des composantes de l'enseignement agricole (EA) (public, privé, formation initiale, continue et par apprentissage) ont été constitués par cinq « objets de transfert » qui ont pu être formalisés avec les équipes pédagogiques des établissements et intégrés (ou à intégrer) dans les espaces pédagogiques disponibles des formations inscrites à la carte des formations en vigueur à ce jour :

- le référentiel d'un nouveau MIL du BTS Agronomie Production Végétale : « Biomasse et valorisation agronomique à l'échelle du territoire » de l'établissement Formaterra (ex EPL de Saint Paul). L'objectif général de ce module de 66 heures est de sensibiliser les apprenants aux enjeux territoriaux de gestion des biomasses pour une valorisation agricole. Les enjeux de la gestion territoriale ainsi que les différentes voies de valorisation agricole de la biomasse constituent la base de ce module qui prévoit in fine que les étudiants soient en mesure de proposer un scénario de gestion des biomasses pour une production ou à l'échelle d'une exploitation, ou d'un bassin de production, ou encore d'une filière.
- le référentiel d'une nouvelle Unité Capitalisable d'Adaptation Régionale à l'Emploi (UCARE) du Brevet Professionnel Responsable d'Entreprise Agricole dispensée dans les CFPPA de L'EPL de Saint Joseph et de Formaterra, intitulée « Mobiliser des biomasses locales dans un objectif d'autonomie des exploitations agricoles ». La finalité de ce module de 70 heures doit permettre aux apprenants, futurs exploitants agricoles, de prendre conscience de l'existence des biomasses disponibles sur l'exploitation et le territoire et les mobiliser afin d'améliorer l'autonomie des exploitations agricoles. Globalement, les apprenants devront acquérir la capacité d'élaborer une stratégie de gestion des biomasses sur l'exploitation et de la mettre en pratique en mobilisant leurs connaissances concernant les techniques de compostage et d'épandage des biomasses.

Ces 2 objets de transfert (MIL et UCARE) ont fait, ou feront, l'objet d'une demande d'habilitation des établissements auprès de l'autorité académique (SFD-DAAF) assurant ainsi une pérennisation de leur déploiement.

- le contenu de l'enseignement « semaine à thème : biomasse » à la Maison Familiale et Rurale de la Plaine des Palmistes à destination des 1ère et Terminale Bac Pro Conduite et Gestion de l'Exploitation Agricole. Ce dispositif pédagogique est conduit tout au long de l'année par les enseignants des différentes disciplines dans un principe de transversalité. La thématique de la biomasse est abordée / abordable dans toutes les disciplines : en Biologie (cycle de la matière, transformations biologiques, etc.), en Mathématiques (calcul de surfaces épandables, doses à apporter par hectare, etc.), en Zootechnie (caractéristiques des effluents d'élevage, litières, etc.) ou encore en Agronomie (fertilisation, amendements, etc.). En parallèle, dans le cadre de l'alternance établissement/milieu professionnel (exploitation agricole), les apprenants sont amenés à examiner la question de la gestion des biomasses sur leur exploitation de stage ainsi qu'à l'échelle de la commune de stage. Enfin le dispositif est complété par une série de visites autour d'acteurs gestionnaires de biomasse (ILEVA, Station du Grand Prado, Distillerie Rivière du Mat…).
- l'insertion des données « couches cartographiques des surfaces épandables » dans le module d'enseignement Géomatique de la Licence Pro « Agriculture durable en milieu insulaire » à l'Université de la Réunion. L'approche SIG de ce module a été abordée dans le cadre d'un diagnostic agraire réalisé par les étudiants sur la commune de Saint Joseph. A partir du transfert de jeux de données extraites de la cartographie des surfaces épandables, réalisée dans le cadre de GABIR, « les apprenants auront pu manipuler des fichiers actualisés et concrets constituant un excellent support de cours pour aborder étudier

la transcription spatiale d'informations réglementaires (distances au bâti, type d'effluent, pente du terrain…) et la manipulation de couches » témoigne l'enseignante responsable du module.

Ces 2 objets de transfert ont été conduits au cours de l'année scolaire 2019-2020 et seront reconduits à l'initiative des établissements avec l'appui du Chargé de mission « Animation Des Territoires » hébergé au Service Formation et Développement de la DAAF.

- la mise en œuvre d'une formation de 3 jours « Co-compostage à la ferme » au CFPPA de Saint joseph à destination de 25 conseillers, techniciens et personnels de l'EA (enseignants, formateurs, agents des exploitations des lycées) pour assurer une montée en compétence de la sphère formation/conseil réunionnaise sur cette thématique très fortement demandée sur le territoire.

4.3.4. Valorisation scientifique

Les données et résultats des travaux menés dans le projet ont fait l'objet de différents types de valorisation scientifique (base de données et cartes d'occupation du sol, data papers, communications et articles) qui sont listés ci-dessous.

Données et carte d'occupation du sol

Londoño Villegas, M. M. et al., 2019, "Base de données spatiale pour l'apprentissage - 2016-2017- La Réunion", https://doi.org/10.18167/DVN1/HM9QNL, CIRAD Dataverse, V1

Dupuy, S. et al., 2019, "La Réunion - Carte d'occupation du sol, 2016-2017", https://doi.org/10.18167/DVN1/TLELPO, CIRAD Dataverse, V1

Dupuy, S., 2019, "Reunion Island - 2017, reference spatial database", https://doi.org/10.18167/DVN1/TOARDN, CIRAD Dataverse, V3

Dupuy, S., Gaetano, R., 2019, "Reunion island - 2017, Land cover map (Pleiades)", https://doi.org/10.18167/DVN1/RTAEHK, CIRAD Dataverse, V3

Dupuy, S., Gaetano, R., 2019, "La Réunion - Carte d'occupation du sol, 2017 (Spot6/7)", https://doi.org/10.18167/DVN1/OMHZQL, CIRAD Dataverse, V1

Dupuy, S., 2019, "Reunion Island - 2018, learning spatial database", https://doi.org/10.18167/DVN1/8QJABD, CIRAD Dataverse, V1

Dupuy, S., Gaetano, R., 2019, "Reunion island - 2018, Land cover map (Pleiades) - 0.5m", https://doi.org/10.18167/DVN1/WKAJZO, CIRAD Dataverse, V1

Dupuy, S., Gaetano, R., 2019, "La Réunion - Carte d'occupation du sol 2018 (Spot6/7) - 1.5m", https://doi.org/10.18167/DVN1/SH9CWG, CIRAD Dataverse, V1

Dupuy, S., 2021, "Reunion Island - 2019, reference spatial database", https://doi.org/10.18167/DVN1/T3GIW2, CIRAD Dataverse, V1

Dupuy, S., Gaetano, R., 2020, "Reunion island - 2019, Land cover map (Spot6/7) - 1.5m", https://doi.org/10.18167/DVN1/YZJQ7Q, CIRAD Dataverse, V1

Data Paper

Dupuy S. et al., 2019. Mapping land cover on Reunion Island in 2017 using satellite imagery and geospatial ground data. *Data in Brief*, **28** : 12 p. https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104934

Communications

Dupuy S. et al., 2017. Cartographie de l'occupation du sol agricole à la Réunion utilisation d'images gratuites et de logiciels libres. Rencontres Géomatique de La Réunion (RGR2017), 2017-11-16/2017-11-16, Saint-Pierre (Réunion). 2 p.

Benedetti P. et al.,. 2018. M3Fusion : Un modèle d'apprentissage profond pour la fusion de données satellitaires Multi-Echelles / Modalités / Temporelles. Conférence Française de Photogrammétrie et de Télédétection, 2018-06-26/2018-06-27, Marne-la-Vallée (France). 8 p.

Dupuy S. et al., 2019. Moringa pour cartographier l'occupation du sol à la Reunion et Antananarivo. Saint-Pierre : s.n., 2 p. Rencontres Géomatique de La Réunion (RGR 2019), 2019-02-19/2019-02-19, Saint-Pierre (Réunion).

Hatik, C. et al., 2020. PoVaBiA: A Multi-agent Decision-Making Support Tool for Organic Waste Management, Advances in Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems, and Trustworthiness. The PAAMS Collection. Demazeau Yves (ed.), Holvoet Tom (ed.), Corchado Juan M. (ed.), Costantini Stefania (ed.). Cham (Germany). pp. 421–425.

Kleinpeter et al., 2021. Contribution de l'agriculture à la circularité des nutriments au sein du métabolisme d'un territoire insulaire : cas de l'île de la Réunion. 10e Congrès international de l'AFEP 2021 : Ressources, 29/06/21 – 02/07/21, Toulouse, France.

Kleinpeter et al., 2021. Multiple on-going industrial symbiosis initiatives for a transition to a circular agri-food system on a tropical insular territory. 1st Global Research Alliance Integrative Research Group on Circular Food Systems workshop, Online, June 22-23rd 2021.

Vigne et al., 2021. Contribution de l'agriculture à l'économie circulaire d'un territoire insulaire : leçons et perspectives tirées du projet GABiR sur l'île de la Réunion. 10e Congrès international de l'AFEP 2021 : Ressources, 29/06/21 – 02/07/21, Toulouse, France.

Articles

Benedetti P. et al., 2018. *M3*Fusion: A deep learning architecture for multiscale multimodal multitemporal satellite data fusion. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* **11**(2), 4939-4949.

Vigne et al., nd. Favoriser les démarches d'économie circulaire à l'échelle territoriale : démarche méthodologique et enseignements du projet GABiR à La Réunion. Revue AE&S 11-2 « Des démarches cliniques en agronomie dans les territoires pour la transition agroécologique ». [en cours de révision]

Formation à la démarche ComMod

Afin de faciliter les actions de modélisation des actions 3 et 4, une formation dispensée par le Lisode sur la démarche de modélisation d'accompagnement (ComMod) a été réalisée du 17 au 21 février 2021 à l'Université de la Réunion (*Photo 8*).

Photo 8 *Séance de jeu de rôles réalisée par les apprenants pendant la formation ComMod (©Lisode)*

Celle-ci a réuni 8 chercheurs ou ingénieurs d'institutions travaillant sur les questions d'aménagement du territoire, en particulier en lien avec la gestion des biomasses et/ou l'économie circulaire.

4.3.5. Valorisation économique

Le pôle de compétitivité Qualitropic a constaté un intérêt particulier porté sur la valorisation des matières organiques de la part des acteurs du secteur agricole et agroalimentaire au fur et à mesure du projet GABiR. Il s'agit d'agriculteurs, de transformateurs ou de formulateurs de fertilisants ou amendant organiques, destinés au marché local.

La prise de conscience vis à vis des futures exigences, dans le cadre de la LOI n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, les coûts logistiques et de traitement des déchets organiques, ainsi que la plus-value de la valorisation et les opportunités économiques qui en découlent, ont poussé un certain nombre d'acteurs à reconsidérer leurs chaines de production, pour chercher des solutions sur leurs sites ou en circuit court. Cette prise de conscience a été facilitée et alimentée par des échanges directs, réalisés dans le cadre des rencontres et les communications, assurées par les actions du projet GABiR.

Plus concrètement, le pôle de compétitivité Qualitropic a été approché par des structures de producteurs maraichers en plein champs ou sous serre (SANDHY), des transformateurs, qui mettent sur le marché des produits de 3ème et/ou 4ème gamme (dont Maraîchers de La Réunion) et des associations œuvrant pour la mise en place de projets à de compostage de proximité, jardins collectifs et de réinsertion professionnelle (Les Alchimistes).

D'autre part, grâce à la mise en avant par le projet des opportunités de synergies intersectoriels, des acteurs clé sur la chaîne de valeur en élevage, et collecte et gestion des déchets, ont pu bénéficier d'un certain nombre d'informations et données obtenus dans le cadre de GABiR (GTC, URCOOPA). Par exemple, une étude de faisabilité concernant la valorisation des biodéchets par la bioconversion, qui a été réalisée, s'appuie partiellement sur des données issues du projet GABiR. Parmi les acteurs du secteur laitier, la problématique de traitement de sous-produits comme le lactosérum, a été abordée dans le cadre d'accompagnement de projet (Fromagerie de Bourbon).

Le projet GABiR, à travers les actions de valorisation technique, a permis la formation et la mise en relation d'un ensemble d'acteurs de secteurs différents. S'il est difficile de quantifier la plus-value économique de manière directe, il est pourtant nécessaire de comptabiliser les projets qui ont pu capitaliser directement suite à un accompagnement technico-économique en lien avec GABiR. Ainsi, au-delà de sa dimension de production de connaissances, et preuve de concept de recherche, appliquée dans les secteurs économiques, le projet GABiR a réussi à fédérer, pour catalyser des projets à moyen terme et à long terme, qui dépassent le cadre géographique de son objet d'étude.

IV.4. Indicateurs de résultats

Tableau 13 *Indicateurs de résultats pour l'action 5*

Tâches	Indicateurs de résultats	Nombre
A5.1. Valorisation auprès du grand public et des décideurs	Posters	5
	Synthèses 4 pages	12
	Articles de presse « papier »	3
	Articles de presse « en ligne »	7
	Numéro spécial AgroNews	1
	Emissions TV « Terres d'Ici »	4
	Vidéos	2

A5.2. Valorisation technique auprès des professionnels du secteur agricole	Fiches techniques actualisées	16
	Fiches techniques nouvellement créées	3
	Guide du Compostage à la ferme	1
	Formation sur le co-compostage à la ferme	1
A5.3. Valorisation pédagogique	Participation aux AgroFert'iles Junior	1
	Propositions de modules de formation	5
	Stages d'ingénieurs	14
	Post-Doctorat	1
	VSC	2
A5.4. Valorisation scientifique	Données et cartes d'occupation du sol	10
	Data paper	1
	Communications	7
	Articles	2
	Formation sur la démarche ComMod	1
A5.5. Valorisation économique	Projets individuels ou collectifs accompagnés	5

V – LES PERSPECTIVES

V.1. Points forts du projet

Le principal point fort du projet réside sans aucun doute dans la diversité de son partenariat (*Figure 12*). Celui-ci s'est complété au fur et à mesure de l'avancée du projet par des partenaires intéressés par les activités menées jusqu'à permettre une représentativité forte de la diversité des acteurs du territoire. Celle-ci a également permis de mieux cerner les problématiques majeures du territoire concernant la gestion des biomasses valorisées ou valorisables en agriculture.

Figure 12 *Représentation du partenariat élargi du projet GABiR (au centre, les partenaires financés et en périphérie les partenaires non-financés impliqués dans les différentes activités du projet)*

Par ailleurs, la retranscription de ces problématiques en cas d'étude, en lieu et place d'une approche plus holistique à l'échelle de l'île, témoigne d'une grande capacité d'adaptation du projet qui a permis de répondre à une diversité d'enjeux du territoire et créer un engouement important pour le projet.

Enfin, la diversité partenariale, et par conséquent des compétences mises à disposition du projet, a permis un niveau de valorisation et de transfert élevé des résultats du projet à destination d'une multitude d'acteurs.

V.2. Points faibles du projet

Le point faible majeur du projet réside dans l'impossibilité de compléter pour certains cas d'étude la démarche de prospective (scénarisation et évaluation) jusqu'à la mise en application de scénarios d'innovations techniques et organisationnelles. En l'absence de financements supplémentaires, un risque existe que, malgré les éléments mis à disposition par le projet, cette démarche reste incomplète.

Par ailleurs, il est à noter également que l'absence d'évaluation environnementale pour certains cas d'étude a également été pointée, et à juste titre, comme un point faible du projet. La démarche d'évaluation des scénarios s'est principalement reposée sur la faisabilité technique, organisationnelle et économique de ceux-ci. Si ces derniers sont des enjeux majeurs pour les acteurs du territoire, la nécessité d'appuyer la construction de scénarios innovants plus durable environnementalement ne peut être négligé au regard de la crise écologique que nous traversons.

V.3. Difficultés rencontrées

L'épidémie de Covid-19 constitue bien évidemment la difficulté majeure rencontrée par le projet. Celle-ci a limité son exécution en particulier à un moment charnière qui consistait à mener des prospectives et l'évaluation des scénarios dans les différents cas d'étude. Ces activités nécessitaient alors des déplacements et le regroupement de personnes clés, ce qui était impossible. Le délai supplémentaire accordé par la DGER pour l'exécution du projet s'est révélé utile mais n'a pu que combler en partie les limites rencontrées compte-tenu que la situation n'était pas revenue à la normale.

Toutefois, la difficulté à mener la démarche de prospectives jusqu'à son terme pour certains cas d'étude est également le fait d'une première phase d'inventaire (Action 1 et 2) qui a duré plus longtemps qu'initialement prévue dans le calendrier prévisionnel. Ce dépassement de calendrier est surtout consécutif à une tâche de récolte de données primaires qui s'est avérée plus ardue que prévue, du fait de données parfois peu accessibles, voire de données contradictoires selon les sources.

V.4. Suites envisagées

La création d'un SATEGE en date du 4 septembre 2020 est pour partie issue des réflexions menées dans le cadre du projet sur la valorisation des effluents d'élevage. Il a souvent été mentionné lors des discussions la nécessité de créer un organisme expert chargé de suivre les épandages agricoles sur le territoire. Mis en œuvre dans les services de Chambre d'Agriculture, le SATEGE est dorénavant chargé de centraliser les épandages agricoles dans une base de données cartographique, réaliser des bilans annuels des matières épandues sur le territoire et de communiquer sur les bonnes pratiques d'épandage. Ce dernier devrait faciliter la mise en œuvre de solutions de valorisation des biomasses dans une démarche d'économie circulaire telle que le co-compostage par exemple.

Ces démarches de co-compostage pourront également être appuyées par un groupe d'experts issus de différents organismes (Chambre d'Agriculture, CIRAD, DAAF, FRCA, INRAe) qui s'est constitué tout au long du projet sur les questions de compostage. A ce jour, ce groupe constitue un des groupes satellites du SATEGE et vise une meilleure gestion des effluents adaptée à l'échelle de chaque territoire. Il accompagne d'ores et déjà et accompagnera dans le futur la mise en place de projets de valorisation des biomasses, essentiellement des effluents d'élevage, par compostage à la ferme, notamment en mettant en relation différents gisements (lisier, litières de volailles, broyats de déchets verts, ...) dans une logique de développement de l'économie circulaire.

Par ailleurs, des travaux de recherche et développement basées sur les différents éléments du projet GABiR sont d'ores et déjà en cours. C'est le cas par exemple du projet CONVER (Co-conception d'un scénario de valorisation des biomasses dans une démarche d'économie circulaire, à la Réunion) coordonné par Ileva et le Cirad et financé par l'ADEME et la fondation Agropolis. Celui-ci vise à concevoir sur la commune de Saint-Joseph, avec les acteurs locaux, un scénario de valorisation des biomasses qui s'inscrive dans une démarche d'économie circulaire. Il comporte notamment un volet expérimental de co-compostage qui sera conduit dans des fermes. De plus, une thèse de doctorat portée par le Cirad et financée par l'ADEME vise à conduire une évaluation multicritère de plusieurs scénarios de recyclage des biomasses locales pour viser l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Pour cela, elle complète les données du projet pour cerner la dynamique complexe des flux de biomasses entre les secteurs de l'agriculture, l'élevage, l'industrie et l'urbain et des émissions de gaz à effet de serre.

Enfin, il est attendu que les parties prenantes des différents cas d'étude s'emparent des scénarios proposés par le projet pour construire des innovations techniques et organisationnelles.

V.5. Modalités d'évaluation de l'impact du projet envisagées

Depuis quelques années, le Cirad met à disposition de ses collaborateurs et de ses partenaires une méthode d'évaluation ex-post des impacts de la recherche agronomique. Intitulée Impress, elle a fait l'objet d'un guide méthodologique et a été appliquée sur plus d'une dizaine de cas d'étude dont le projet GIROVAR qui a précédé et influencé le montage du projet GABiR. Celle-ci s'est révélée utile en ex-post pour cerner les différentes dimensions de l'impact d'un projet ou d'une action de recherche mais nécessite d'être effectuée plusieurs années après la fin de celui-ci. Elle pourrait être ainsi mobilisée pour le cas du projet GABiR, à l'horizon 2025.

VI – CONCLUSION

En conclusion, on peut affirmer objectivement que le projet a été une réussite et qu'il a pu pour grande partie atteindre les objectifs fixés. Une preuve réside dans les nombreux éléments produits et pour la plupart transférés aux acteurs du territoire. Parmi ceux-ci, on peut par exemple citer :

- la production d'un Guide du Compostage à la Ferme adapté aux spécificités réunionnaises,
- la réactualisation de certaines fiches biomasses du Guide de la Fertilisation Organique à la Réunion,
- une chaine de traitement automatique permettant la Cartographie de l'Occupation du Sol sur l'île à partir d'images satellites répétable sur plusieurs années,
- un outil de modélisation représentant les surfaces épandables sous différentes contraintes pour différents types d'effluents d'élevage,
- un inventaire des gisements et des types de valorisation des biomasses produites à la Réunion,
- des modules pédagogiques à destination des futurs agriculteurs,
- ou encore des scénarios de gestion collective facilitant la résolution de problématiques spécifiques à la gestion de certaines biomasses (ex. construction d'une filière de fourrage structurée à l'échelle de l'île, co-compostage des déchets verts et des effluents d'élevage, etc.).

L'accueil réservé par les différents acteurs présents lors de la demi-journée de restitution des résultats du projet constitue une autre preuve. Ces derniers ont notamment mis en lumière trois points :

- l'identification de leviers prometteurs pour le développement de l'agriculture et de l'élevage,
- la production de connaissances nouvelles, en particulier par des visions à l'échelle de l'île,
- une démarche participative et des arènes de concertation qui favorisent le partage de connaissances, de points de vue et qui permettent de dépasser une sectorisation forte de l'agriculture à La Réunion.

De plus, les nombreux évènements publics organisés tout au long de ces trois années et demi d'exécution (2017-2020), dont les ateliers de lancement, la restitution des résultats à mi-parcours et la demi-journée de restitution finale, ont permis d'augmenter progressivement le nombre de structures et d'acteurs ayant connaissance du projet. Les discussions menées durant ces évènements ont permis de montrer que les thématiques abordées par le projet faisaient parties des enjeux prioritaires du territoire.

Ainsi, dans la suite du projet, une priorité reste la mise à disposition aux acteurs du territoire des différents outils et approches. Si des partenaires se sont d'ores et déjà emparés de certains produits, la pérennité de ceux-ci dans

les différentes structures en lien avec l'Economie Circulaire permettra un renforcement des compétences et constituera une aide précieuse pour les futures initiatives. Par ailleurs, une seconde priorité reste le maintien du réseau partenarial construit dans le cadre du projet. En effet, de l'avis tous, le projet GABiR représente un modèle de construction de partenariat basé sur les acteurs du territoire réunionnais pour répondre aux enjeux du territoire réunionnais. Complété par d'autres structures, ce dernier pourrait constituer un atout certain pour la construction d'une vision concertée du développement du territoire, et de la mise en place d'actions reliées, afin de favoriser la transition vers une Economie Circulaire incluant les secteurs de l'agriculture et de l'élevage.

En particulier, la construction de futurs projets s'appuyant sur ce partenariat et dans la continuité de GABiR permettrait de renforcer le changement de paradigme déjà observé et qui constitue un enjeu majeur pour répondre aux enjeux d'autonomie du territoire, qu'ils soient alimentaires ou énergétiques et de préservation de l'environnement.

VII – REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Berthet, A., 2017. Analyse des flux de biomasse du secteur agro-industriel. Présentation de stage de césure. 31/08/2017, Saint-Pierre, France.

BRLi, 2017. Etude prospective sur la **ressource fourragère. Rapport**

Conrozier, R., 2019. Etude des besoins des agriculteurs certifiés en agriculture biologique sur la disponibilité et la qualité des biomasses aux regards des matières organiques présentes à la Réunion. Mémoire de fin d'études. Ecole Supérieure d'Agro-Développement International, Angers, France. 98 p.

Cornec, R., Mir, C., 2018. Gestion des déchets sur l'île de la Réunion. Ministère De La Transition Écologique et Solidaire, Rapport n°012231-01. 92 pages.

Darras, A., 2019. Exploration de scenarios de valorisation en agriculture des déchets verts urbains dans le sud de l'île de la Réunion. Mémoire de fin d'études. Institut des Régions Chaudes, Montpellier SupAgro, Montpellier, France. 86 p.

Degenne P., Lo Seen D., 2016. Ocelet: Simulating processes of landscape changes using interaction graphs. SoftwareX 5, 89-95.

Deulvot, A., 2018. Étude tendancielle des caractéristiques agronomiques de biomasses valorisables en agriculture à la Réunion, sur base d'analyses standards, au sein du projet GABiR. Mémoire de fin d'études. Ecole Supérieure d'Agro-Développement International, Angers, France. 127 p.

Dupuy, S., Gaetano, R., Le Mezo, L., 2020. Mapping land cover on Reunion Island in 2017 using satellite imagery and geospatial ground data. Data in Brief 28, 104934

Gaffier, C., 2017. Analyse de la gestion des déchets verts urbains par un syndicat de traitement des déchets : stratégies actuelles et potentielles de valorisation dans le contexte réunionnais. Mémoire de fin d'études. AgroParisTech, Paris, France. 78 p.

Hatik, C., 2020. Rapport détaillé du modèle Povabia. Rapport technique issu du projet GABiR. 65 p.

Jarry R., 2019. Modélisation des flux d'effluents d'élevages sur le territoire de Saint-Joseph, en lien avec la dynamique du bâti. Mémoire de stage de césure. AgroParisTech, Paris, France. 100p.

Jiquel, A., 2020. Modélisation et implémentation des filières de méthanisation et de compostage des biodéchets a la Réunion. École Supérieure d'Agricultures Angers, Angers, France. 86 p.

Kleinpeter, V., Vayssières, J., Alison, C., van de Kerchove, V., Degenne, P., Vigne, M., 2019. Inventaire et quantification des flux de biomasses locale svalorisées ou valorisables en agriculture à La Réunion. Rapport technique issu du projet GABiR. 68 p.

Londoño, M., 2017. Développement d'une méthodologie pour la construction de cartes d'occupation du sol de l'ile de la Réunion. Mémoire de Master mention Géomatique Université de Montpellier, Montpellier France. AgroParisTech, Paris, France. 48 p.

Lorre, F., 2019. Evaluation du disponible fourrager à l'échelle de l'île de la Réunion et leviers pour une meilleure valorisation des surfaces fourragères. Mémoire de fin d'études. Ecole Supérieure d'Agricultures d'Angers, Angers, France. 153 p.

MAAP, 2015. GIROVAR - Gestion Intégrée des Résidus Organiques par la Valorisation Agronomique à La Réunion. Compte-Rendu final du projet. Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, DGER/DI/BIPI, n° du projet : 10004. 71 p.

Magnier, J., 2019. Evaluation de la consommation fourragère à la Réunion, construction et simulation de scénarios d'organisation d'une « filière fourrages ». Mémoire de fin d'études. Ecole Supérieure d'Agricultures d'Angers, Angers, France 166 p.

Maillet, G., 2018. Etude des règles de transfert des biomasses produites à la Réunion et valorisées/valorisables sur les sols agricoles. Mémoire de fin d'études. Université de Lorraine, École nationale supérieure d'agronomie et des industries alimentaires, Nancy, France. 106 p.

Taillandier, P., Gaudou, B., Grignard, A., Huynh, Q., Marilleau, N., Caillou, P., Philippon D., Drogoul, A.,2018. Building, composing and experimenting complex spatial models with the GAMA platform. Geoinformatica 23, 299–322.

Texier, M., 2018. Zonages pour la modélisation de flux de biomasses valorisables en agriculture, à la Réunion. Mémoire de fin d'études. Montpellier SupAgro, Montpellier, France. 93 p.

Thiébaut, J., 2017. Inventaire des procédés de transformation de biomasse et des flux transités. Rapport de stage de césure. 16 p.

Wassenaar, T., 2015. Reconsidering industrial metabolism: from analogy to denoting actuality. Journal of Industrial Ecology 19, 715-727.

VIII – ANNEXES

ANNEXE I – Compte rendu du Comité de Pilotage n°1

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

Projet GABiR

Comité de pilotage n°1

Vendredi 24 fevrier 2017
Tamarun – la Saline-les-Bains

- Relevé des discussions et conclusions -

1

GABiR

Comité de Pilotage n°1 / Relevé des discussions

PARTICIPANTS

Nom	Prénom	Institution	Membre du projet	Membre du CoPil
ALBARET	Frédéric	Sydne		X
ALISON	Chloé	FRCA	X	
BENNET	Vincent	DAAF/SFD/CRIPTIR		X
BRAVIN	Aurélie	DAAF/SFD	X	
BROUST	François	Cirad	X	
CABOT	Valérie	DAAF/STI/PAD	X	
CARRON	Marina	Qualitropic	X	
CASTANIER	Christophe	DAAF		X
CAVILLOT	Eddy	ILEVA		X
CESARO	Jean-Daniel	Cirad	X	
CHAARANI	Adil	Adir		X
COINDIN-VIRAMA	Clarel	Chambre d'Agriculture		X
COURDIER	Remy	Université Réunion	X	
DAGALLIER	Jean-Cyril	Cirad		X
DAVID	Daniel	AGORAH		X
DEGENNE	Pascal	Cirad	X	
DESLANDES	Thomas	ARMEFLHOR		X
DOUBLET	Julia	DAAF	X	
DUPUY	Stéphane	Cirad	X	
GUERRIN	François	INRA	X	
KAUFMANT	Thierry	SAFER	X	
LEPETIT	Denys	DEAL/SEB		X
OMARJEE	Youssouf	Conseil Général		X
PAILLAT	Jean	eRcane		X
PAYET	Anne-Laure	ILEVA		X
PAYET	Denis	Université Réunion		X
RONDEAU	Philippe	TEREOS		X
SOULIÉ	Jean-Christophe	Cirad	X	
THURIES	Laurent	Cirad	X	
TODOROFF	Pierre	Cirad	X	
VAN DE KERCHOVE	Virginie	Chambre d'Agriculture	X	
VIGNE	Mathieu	Cirad	X	

2

GABiR

Comité de Pilotage n°1 / Relevé des discussions

PROGRAMME DE LA JOURNEE

Matin	
9h30 – 9h45	Accueil des participants / Tour de table
9h45 – 10h45	Présentation générale du projet
10h45 – 11h00	Pause-Café
11h00 – 11h45	Action 1 : Caractérisation des acteurs
11h45 – 12h30	Action 2 : Caractérisation des flux de biomasses
Après-Midi	
14h00 – 14h45	Action 3 : Modélisation des réseaux d'échange
14h45 – 15h15	Action 4 : Prospectives
15h15 – 15h30	Pause-Café
15h30 – 16h15	Action 5 : Valorisation et Communication
16h15 – 17h00	Discussions générales et conclusions

PRESENTATION GENERALE

J.C. Dagallier *:* Le CASDAR implique des contraintes administratives. La recommandation du ministère est de justifier chaque euro qui sort et l'activité de chaque jour passé dessus via des feuilles de temps. Ces feuilles de temps sont signées par celui qui a travaillé et par les coordinateurs du projet. Sans ces feuilles de temps, le Cirad ne pourra reverser les subventions aux partenaires. A noter que pour tout investissement supérieur à 500€, trois devis sont obligatoires. Il ne faut pas hésiter à poser des questions à l'équipe contrat-finance du Cirad.

C. Coindin-Virama : Il n'y pas de recul ou d'information après le projet GIROVAR. On émet ainsi des craintes vis-à-vis des boues de STEP, notamment sur les polluants qui passeront dans les cultures.

- ***M. Vigne*** *:* On veut que nos modèles soient capables de prendre en compte l'ensemble des biomasses notamment pour évaluer les évolutions de la réglementation. Les scénarios seront établis en concertation avec les acteurs. On voit aussi le problème de compétition que cela pose avec les effluents d'élevage.
- ***P. Rondeau*** : Tereos partage l'avis de la chambre d'agriculture. Il y a peut-être d'autres valorisations possibles que la valorisation agronomique.
- ***M. Vigne*** *:* On va essayer d'avoir une vision assez complète des voies de valorisation possibles. C'est notamment l'intérêt de ce projet.

3

- ***C. Castanier :*** Il ne faut rien s'interdire. On a la chance d'avoir beaucoup de compétences réunies dans le projet. On souhaite que ce projet soit au service du territoire et au service des partenaires. Il faut se donner tous les outils pour essayer d'avoir les bonnes réponses au bon moment.

ACTION 1

C. Castanier : Utilisez-vous la base d'occupation du sol de la DAAF pour la classification ?

- ***S. Dupuy*** **:** oui, on est preneur des toutes les sources mais il est important de tenir compte de la date de mise à jour.

P. Rondeau : Où en est-on sur la caractérisation des différentes biomasses disponibles ?

- ***M. Vigne*** **:** On a déjà des références disponibles (guide technique, base de données, etc.) et on vise à fournir d'autres références dans le cadre du projet (cf. Action 21)

F. Albaret : Il faudrait faire l'état des lieux des équipements de transformation des déchets organiques existants. Il serait utile d'évaluer le potentiel d'amélioration et d'extension des capacités de s'assurer que ces équipements. L'objectif devant être d'optimiser l' existant.s ont bien un potentiel.

R. Courdier **:** Quelles possibilités d'accès aux données pour les partenaires du projet ?

- ***M. Vigne :*** *Nous organisons* un atelier spécifique sur les données le 28 février où l'on va traiter de ces sujets, avec une prise en compte des différents niveaux de diffusion et d'usages.

ACTION 2

P. Rondeau : Où en est-on concernant la capitalisation sur le statut organique des sols ? En particulier sur le besoin des sols en matière organique ? Est-ce que GABiR ne vient pas un peu trop tôt sur vis-à-vis de travaux réalisés par ailleurs ?

- ***M. Vigne :*** On va essayer d'apporter des avis quantitatifs et qualitatifs. Sur certaines questions c'est possible, mais la connaissance est déjà tout de même très riche. Si on attend d'avoir toutes les données du problème, on risque de ne pas avancer.
- ***P. Todoroff*** **:** On a déjà certains éléments mais est-ce qu'on aura des bilans environnementaux sur l'impact de ces épandages (notamment sur les gaz à effet de serre) ? Ne faudrait-il pas mettre plus en avant que les scénarios évalués dans le projet devront, en plus des impacts agronomiques et économiques, mettre aussi en avant leurs impacts environnementaux ?
- ***M. Vigne :*** Dans tous les cas les outils qu'on va développer pourront être mobilisés dans le futur (ou en parallèle sur d'autres projets) quand on aura davantage d'information. En tous cas nous l'espérons.

V. Cabot : Nous avions envisagé de prendre en compte la nature des sols et d'autres facteurs environnementaux notamment climatiques (température, précipitations, etc.).

P. Todoroff : Il serait pas mal d'associer aux scénarios proposés un indicateur de nature environnementale.

- ***M. Vigne :*** C'est prévu comme exposé dans la présentation (indicateurs environnementaux : émissions GES, bilan N et consommation d'énergie fossile)

P. Rondeau **:** Intéressé pour participer aux travaux de l'action 2.

C. Coindin-Virama *:* Ne pas oublier les agriculteurs. Notamment les problèmes de logistique, leurs coûts et le travail à prendre en compte.. Il faut aller les voir pour comprendre leurs points de vue et ce qui se fait concrètement sur le terrain. L'agriculteur a ses raisons, il faut les prendre en compte.

- ***M. Vigne :*** Sur l'action 2 on va justement essayer de comprendre ce que font les agriculteurs et pourquoi ils les font. Ensuite quand on va essayer de scénariser, les agriculteurs pourront nous dire où sont les limites. On va essayer des scénarios réalistes ou extrêmes qui serviront à discuter.

F. Albaret : On a le sentiment que l'on va privilégier les effluents bruts. Cependant il ne faut pas sous-estimer les effluents transformés. Il est nécessaire d'étudier les éléments de synergies possibles entre les différentes formes. Il y a des analyses qui sont menées dont on pourra tenir compte.

- ***M. Vigne :*** On est d'accord. Le brut demande déjà beaucoup de travail. Mais on va essayer de mettre en lumière des processus de transformation aussi. On ne pourra pas tous les traiter. Mais on veut porter un regard sur quelques-unes des situations.
- ***F. Guerrin*** **:** Tout à fait d'accord. Ces aspects de transformation ont déjà été pris en compte dans le cadre du projet Girovar. C'est donc aussi le cas pour GABiR. La prise en compte des contraintes de transport c'est aussi important bien entendu. On doit prendre en compte les coûts et les contraintes de circulation. On ne doit pas prendre en compte que le point de vue agronomique mais aussi le point de vue logistique.

V. Cabot : Les gisements de matière organique considérés dans GABiR sont plus diversifiés qu'habituellement, avec une vision intégrée au niveau du territoire. Les effluents industriels par exemple sont peu utilisés. Il faudrait pouvoir augmenter les surfaces potentiellement épandables. En effet, on constate qu'avec les effluents d'élevages bruts on ne peut épandre que sur 57% de la SAU. Avec des matières transformées, on pourrait obtenir des produits (au sens réglementaire du terme) et augmenter ces surfaces épandables tout en contribuant à un objectif agro-écologique. Cela permettrait aussi de réduire la dépendance aux engrais importés.

M. Vigne : Concernant les sources qui ne sont pas issues du milieu agricole, nous aurons besoin de collaborer afin d'avoir une vision plus intégrée des possibilités de valorisation des biomasses.

Y. Omarjee **:** Il y a eu un projet ancien relatif à la production d'énergie à partir d'effluents de certains élevages.

- ***L. Thuries*** **:** Rappel historique. A une époque il y avait un intérêt de la filière volaille pour brûler les litières de volaille notamment pour faciliter l'installation de nouveaux agriculteurs. Mais on a eu une crise des engrais avec l'augmentation brutale de leur

prix fin 2008. Et ces litières sont devenues intéressantes pour la filière canne. Et donc la deuxième phase de ce projet qui envisageait la création de deux incinérateurs spécifiques (ceux des centrales bagasse-charbon n'étant pas adaptés) n'a pas eu lieu.

M. Vigne : Nous aimerions créer du lien entre les différentes initiatives relatives à nos thématiques. Ne pas hésiter à nous en informer.

ACTION 3

T. Deslandes : Quelle prise en compte de la complexité du maraîchage ?

- ***M. Vigne :*** Besoin effectivement d'avancer là-dessus en collaboration avec l'ensemble du secteur
- ***V. Cabot :*** Ne pas oublier également d'inclure l'approche réglementaire.
- ***F. Guerrin :*** Les modèles construits jusqu'à présent ont été conçus en considérant de nombreux types de contraintes agronomiques, logistiques, sociales,... y compris les réglementations

A. Bravin : Le modèle ayant servi à la conception de la station de Grand s'est limité à trouver des solutions pour gérer les flux sortants des exploitations, il n'a pas pris en compte la chaîne complète de traitement mais seulement l'approvisionnement de la station. Maintenant se pose le problème de l'évacuation des matières produites par la station de traitement de Camp Pierrot. Il est donc important que les commandes faites aux modélisateurs soit systémiques. Cela nécessitera donc de faire des modèles complets dans GABiR, depuis la production des biomasses jusqu'à leur consommation finale.

F. Guerrin : Dans le cas de Grand Ilet à l'époque (2005) le projet s'était focalisé sur la première urgence : éliminer les épandages de lisiers « marrons » et, pour cela, offrir une alternative aux éleveurs. Celle-ci a été de concevoir une station de transformation des lisier de porcs conjointement avec les fumiers de volailles sur place, l'exportation des lisiers porcins bruts hors du cirque de Salazie ayant été jugée impraticable (coût, impact environnemental). Le projet avait alors considéré que l'écoulement des produits solides issus de cette station ne poserait aucun problème. Le modèle réalisé a donc épousé ce qu'était la première préoccupation de l'époque et ne s'est pas étendu à la représentation de l'ensemble de la chaîne de production et consommation des produits bien que cela avait été envisagé initialement.

P. Degenne : Le ou les modèles doit considérer ce que font les gens sur le terrain et pas ce qu'ils devraient faire. Mais les modèles représenteront ce que les acteurs auront bien voulu exprimer comme informations et c'est à eux de fournir ces éléments dans les groupes de travail.

ACTION 4

R. Courdier : Quels sont les risques d'échec du projet ?

- ***C. Coindin-Virama*** : Bien prendre en compte les avis des agriculteurs sur le terrain. Ce sont eux qui in fine sont les acteurs de la mise en œuvre des pratiques, il faut prendre en compte leurs contraintes et leurs intérêts. Il faudra être vigilant à ce que les agriculteurs s'investissent dans les ateliers

A. Bravin : Il faudra bien réfléchir aux personnes à inviter et surtout ne pas le faire trop tard ?

- ***M. Vigne*** : Tout à fait. A noter que des groupes différents seront constitués selon la thématique et la situation locale traitées.

C. Castanier : On pourrait envisager l'usage des modèles pour la mise en œuvre de l'Observatoire des matières fertilisantes d'origine résiduaire (MAFOR). Attention à ce qu'il y ait une appropriation des modèles par les acteurs à l'issue du projet.

- ***M. Vigne :*** Oui... mais tous les modèles ne sont pas transférables aux acteurs. Dans le cadre de Girovar, le transfert du modèle en tant qu'outil n'était pas nécessairement la finalité. Celle-ci était d'utiliser le modèle pour explorer et évaluer les scénarios de production et d'utilisation d'engrais organiques proposés par les ateliers participatifs.
- ***P. Degenne :*** Il faut distinguer le modèle comme outil de gestion et le modèle comme objet intermédiaire permettant la discussion. A priori on s'oriente plutôt vers la seconde direction bien que la première ne soit pas exclue, s'il s'avérait qu'il existe un besoin bien défini et des acteurs motivés pour persévérer dans cette voie une fois le projet Gabir achevé.

P. Degenne : C'est celui qui construit le modèle qui le connait le mieux mais en impliquant les acteurs, ils vont aussi se l'approprier.

ACTION 5

V. van de Kerchove : Est-ce que FertiRun est utilisé dans les lycées agricoles comme outil de formation ?

- ***A. Bravin :*** C'est à vérifier auprès des enseignants. En tout cas, la plupart le connaisse.

T. Deslandes : Les résultats du projet GABiR, et notamment les références sur les nouvelles matières organiques pourraient-ils enrichir le Guide de la Fertilisation Organique et FertiRun ?

- ***V. van de Kerchove : C'est ce qui est prévu.***

P. Rondeau : Concernant la valorisation économique, le projet peut-il aller jusqu'à la proposition d'évolutions de la réglementation ?

- ***M. Vigne :*** Ce n'est pas l'objectif initial mais pourquoi pas si il y a des gens qui peuvent travailler dans ce sens.

R. Courdier : La valorisation sur le Réseau National RMT n'est actuellement pas intégré dans les objectifs de valorisation annoncés du projet dans ce qui a été présenté.

- ***M. Vigne :*** Oui, c'est à rajouter

F. Guerrin : Qu'en est-il de la valorisation au sein des établissements agricoles ?

- ***A. Bravin :*** L'ensemble des référentiels intègrent la valorisation agronomique des biomasses. Les exploitations agricoles des 2 EPLEFPA réalisent d'ailleurs une fertilisation mixte voire uniquement organique sur certaines parcelles. L'exploitation agricole de Saint Joseph est un terrain particulièrement intéressant car c'est un producteur important de résidus organiques (effluents d'élevage, paille de canne), un transformateur avec son unité de traitement des lisiers et un utilisateur de MAFOR avec toutes ses surfaces épandables. Dans le cadre du plan régional « Enseigner à produire autrement (PREPA) », nous avons une action sur la valorisation de la biomasse. Le but est que cette exploitation soit une vitrine qui permette notamment aux apprenants d'appréhender concrètement ces principes d'économie circulaire.

DISCUSSIONS GENERALES ET CONCLUSIONS

En conclusion, l'ensemble des personnes présentes ont présenté un intérêt pour le projet et relevé l'insertion de GABiR dans les dynamiques en cours. Toutefois, pour assurer la réussite du projet, une attention particulière a été portée sur les points suivants :

- l'implication des agriculteurs dans les différentes étapes du projet,
- la nécessité d'accroître le réseau d'impliqués compte-tenu de la diversité des biomasses d'intérêt pour le projet (e.g. résidus de processus industriels),
- la construction de modèle avec les partenaires et pour répondre à leurs questions,
- et le recours à des bases de données centralisées et partagées.

A noter que l'atelier de lancement se déroulera le jeudi 9 mars à la Chambre d'agriculture de St Denis de 9h30-12h00. Son objectif est de communiquer auprès d'un public large et divers (technique, scientifique, public, privé, politique) sur les objectifs et les actions du projet.

Le prochain comité de pilotage est prévu quant à lui pour début 2018.

ANNEXE II – Compte rendu du Comité de Pilotage N°2

GABiR

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

Projet GABiR

Comité de pilotage n°2

Jeudi 22 Février 2018

Espace Séminaires Tamarun – la Saline-les-Bains

- Relevé des discussions et conclusions -

1

Comité de Pilotage n°2 / Relevé des discussions et conclusions

PARTICIPANTS

Nom	Prénom	Institution
ACHARD	Pascale	FRCA
ALISON	Chloé	FRCA
ANNETTE	Didier	TCO
BRET	Jean-Vincent	ILEVA
BROUST	François	Cirad
BURY	Aurore	SSR
CARRON	Marina	Qualitropic
CASTANIER	Christophe	DAAF
CAVILLOT	Eddy	ILEVA
CORDILLET	Sophie	Adir
COURRET	Julie	Conseil Général
CUYPERS	Robin	SPL Energies Réunion
DAGALLIER	Jean-Cyril	Cirad
DAVID	Daniel	AGORAH
DEGENNE	Pascal	Cirad
DOUBLET	Julia	DAAF
DUPUY	Stéphane	Cirad
FEVRIER	Amélie	eRcane
GUERRIN	François	INRA
HATIK	Christelle	Université Réunion
HOARAU	Matthieu	AGORAH
HOAREAU	Patrick	FRCA
KAUFMANT	Thierry	SAFER
KLEINPETER	Vivien	FRCA
LECLERCQ	Maxime	Sydne
LEGENDRE	Emmanuel	ARP
LEPETIT	Denys	DEAL/SEB
LEUNG	Julie	Chambre d'Agriculture
LURETTE	Amandine	INRA
NURBEL	Toulassi	ARMEFLHOR
OMARJEE	Youssouf	Conseil Général
PAYET	Anne-Laure	ILEVA
POTIER	Jacques	TCO
RAMSAMY	Yoland	Région Réunion
RANDRIANASOLO	Jery	Chambre d'Agriculture
RONDEAU	Philippe	TEREOS
SOULIÉ	Jean-Christophe	Cirad
THOMAS	Philippe	DAAF/SFD
THURIES	Laurent	Cirad
TILLARD	Emmanuel	Cirad
VAN DE KERCHOVE	Virginie	Chambre d'Agriculture
VAYSSIERES	Jonathan	Cirad
VIGNE	Mathieu	Cirad

2

Comité de Pilotage n°2 / Relevé des discussions et conclusions

PROGRAMME DE LA JOURNEE

Matin	
9h30 – 9h45	**Rappel des objectifs du projet et présentation de la journée**
9h45 – 10h15	**Action 1 : Bilan et contraintes au recueil de données**
10h15 – 10h45	**Action 2 : Bilan des activités et analyses envisagées**
10h45 – 11h00	*Pause-Café*
11h00 – 11h45	**Actions 1, 2 et 3 : Présentation du cadre conceptuel et exemples de schéma de flux**
11h45 – 12h15	**Actions 3 et 4 : Présentation des outils de modélisation**
12h15 – 12h30	**Action 5 : Liste des valorisations en cours ou envisagées**
12h30 – 13h00	**Discussions**
Après-Midi	
14h00 - 15h30	**Présentations de quelques cas d'étude en cours ou envisagés**
15h30 – 16h00	**Discussions**

RAPPEL DES OBJECTIFS DU PROJET ET PRESENTATION DE LA JOURNEE

Mathieu Vigne (Cirad), coordinateur du projet, a tout d'abord rappelé que l'objectif du projet est de faire émerger des solutions pour une valorisation agricole des biomasses qui soit basée sur une gestion circulaire et durable afin d'améliorer l'autonomie du secteur agricole face aux ressources importées.

Pour mener à bien cet objectif, le projet s'appuie sur un budget de 400 000 euros et un partenariat important, constitué de partenaires financés ayant participé à la construction du projet (Chambre d'Agriculture, Cirad, CRIPTIR, FRCA, INRA, Qualitropic, SAFER, Université de la Réunion) et non-financés mais impliqués dans les différentes phases du projet (DAAF, Coopératives, Communes, Syndicats Mixtes de Traitement des Déchets, etc.).

Le projet débute sa seconde année d'existence et le Comité de Pilotage de ce jour concernera la première année du projet mais également les différents cas d'études qui pourraient potentiellement être ciblé par le projet dans les deux prochaines années.

Il était attendu des membres du Comité de Pilotage qu'ils donnent leur avis consultatif sur les travaux précédents et la dynamique en cours.

3

Comité de Pilotage n°2 / Relevé des discussions et conclusions

ACTION 1 : BILAN ET CONTRAINTES AU RECUEIL DE DONNEES

Vivien Kleinpeter (FRCA), co-pilote de l'action 1, a présenté un inventaire exhaustif des acteurs recensés comme étant impliqués dans la gestion de biomasses valorisés ou valorisables en agriculture. Ce sont par exemple 531 industries agro-alimentaires qui ont été recensées sur le territoire, 10 plateformes de traitement des déchets verts ou encore 7623 exploitations agricoles démontrant la complexité des réseaux de transferts de biomasses en jeu.Il a également présenté certaines estimations de gisement.

Une question a notamment été posée à l'Agorah sur la disponibilité des Plans Locaux d'Urbanisme. **Daniel David** (AGORAH) a ainsi confirmé qu'il existait une actualisation permanente de ces PLU mais qu'une fois validés, les informations était disponibles.

Stéphane Dupuy (Cirad) est également intervenu pour présenter brièvement la carte d'occupation du sol obtenue à l'aide d'une méthode de classification via des images satellites à haute résolution spatiale. Si la précision globale est plus que satisfaisante (89%), certains types d'utilisation du sol tels que le maraîchage mériteraient d'être affiné.

ACTION 2 : BILAN DES ACTIVITES ET ANALYSES ENVISAGEES

Virginie van de Kerchove (Chambre d'Agriculture), pilote de l'action 2, a tout d'abord rappelé que cette action n'avait pas encore réellement débuté même si des premières discussions de programmation des activités ont été réalisées. Elle a ainsi rappelé les activités programmées telles que déjà présentées lors du premier comité de pilotage : l'évaluation des productions et des besoins des différents acteurs avec notamment le recours à des typologies d'acteurs disponibles ou à construire, la caractérisation des biomasses transférées selon leur teneur en C, N, P et K principalement et la caractérisation des règles d'échanges entre acteurs. Une rapide présentation des intérêts du recours à la méthode SPIR pour la caractérisation des biomasses a été réalisée par **Laurent Thuriès** (Cirad).

Durant les discussions, suite à une demande de **Philippe Rondeau** (Tereos OI), il a été confirmé que les cendres de bagasse seraient comptabilisées parmi les biomasses, d'autant qu'elles sont d'intérêt pour certains agriculteurs. Il a également suggéré de s'intéresser au Ca pour la caractérisation des besoins des cultures, et par conséquent pour la caractérisation des biomasses. La caractérisation du pouvoir potentiel comme amendement organique pour les gisements les plus importants sera également investiguée sous réserve de mieux connaître le statut organique des sols. Il semblerait que peu de références soient encore disponibles sur cette question et leur lien avec les pratiques de mulching notamment. **Virginie van de Kerchove** informe que, lors de la conception de l'outil Ferti-Run (CA-Cirad, 2006-2007), outil d'aide à la fertilisation mixte (organique + minérale) des cultures, n'a été pris en compte que l'aspect fertilisant des MAFOR (apports en N, P_2O_5 et K_2O). En effet, malgré l'intérêt de prendre en compte l'aspect amendant des MAFOR, il n'existait pas d'indicateur simple à utiliser, qui aurait permis un

calcul de dose de MAFOR à apporter en fonction du type de sol d'une parcelle culturale. Par ailleurs, elle informe les participants de la mise en ligne d'une dernière version de Ferti-Run, en ce début 2018.

Cette question très spécifique va être creusée par l'équipe du projet.

Philippe Rondeau (Tereos OI) a également interpellé les membres du projet sur l'absence de coefficients d'équivalent engrais locaux et leur variabilité pour un certain nombre de biomasses. Cette incertitude pourrait amener à douter des sorties des différents modèles et des scénarios. **Virginie van de Kerchove** a précisé que la question s'est posée lors de la rédaction du Guide de la fertilisation organique à La Réunion (Ca-Cirad, 2006). A défaut de données locales pour la plupart des 27 MAFOR du guide, les coefficients d'équivalence engrais N,P_2O_5 et K_2O sont issus de la bibliographie. Ces valeurs sont utilisées, depuis, dans les calculs de doses de fertilisants organiques à apporter aux cultures. Depuis 2006, la Chambre d'Agriculture soulève cette question. **Amélie Février** (eRcane) a confirmé que des essais étaient en cours mais ne concernaient que des coefficients d'équivalence engrais azotés sur huit types de biomasse ce qui est encore insuffisant. **Mathieu Vigne** (Cirad) a confirmé que ce manque d'informations pouvait constituer une limite au traitement de certaines questions, d'autant qu'aucun financement n'a été ciblé sur la mise en place de nouvelles expérimentations permettant de remédier à ce manque de références locales. Une attention particulière sera ainsi portée aux résultats obtenus par eRcane. La comparaison avec des références issues d'autres contextes devrait permettre une première évaluation des différences potentielles liées au contexte réunionnais. De plus, il a été acté que des analyses d'incertitude seront menées lors de la comparaison de scénarios.

Enfin, il a été confirmé que les estimations des productions et des besoins par filière seront estimées selon des typologies des systèmes de production, qui pourront faire appel à l'hétérogénéité spatiale des niveaux de production, tels que les notions de terroirs de production pour la canne à sucre.

Concernant les estimations des excédents potentiels d'apport de matière organique sur les cultures, **François Guerrin** (Inra) a demandé des explications sur leur mode de calcul. Il a été confirmé que ceux-ci seraient basés le plus possible sur les pratiques réelles et non pas uniquement sur les besoins théoriques.

ACTIONS 1, 2 ET 3 : PRESENTATION DU CADRE CONCEPTUEL ET EXEMPLES DE SCHEMA DE FLUX

Vivien Kleinpeter *(FRCA)* a présenté le modèle conceptuel de données (MCD), comportant la définition des différents concepts mobilisés, les types de données récoltées et le schéma conceptuel de la base de données qui comportera l'ensemble des données récoltées pendant le projet. Il a également mobilisé ce cadre conceptuel à travers différents exemples de transfert de flux (plateforme de traitement de déchet vert, usine sucrière, exploitation agricole mixte) afin d'illustrer comment ce cadre conceptuel favorise (i) une représentation partagée des échanges par les différents membres du projet et (ii) une construction homogène des modèles qui seront mobilisés pour les cas d'études futurs.

Philippe Rondeau (Tereos OI) a demandé à ce que le MCD soit validé par les différents porteurs d'enjeux du territoire. **Mathieu Vigne**(Cirad) a précisé que ce MCD est conséquent, comporte de nombreuses informations et qu'il est difficile de le faire valider par l'ensemble des porteurs d'enjeux. Les données entrantes sont d'abord validées avec les fournisseurs de données dans un premier temps ; puis, la représentation des transferts (et les données nécessaires à ces transferts) seront ensuite validées, cas d'étude par cas d'étude, avec les acteurs impliqués dans ces transferts lors des ateliers d'animation des actions 3 et 4. C'est tout l'intérêt des modèles intermédiaires visés dans ce projet qui permettront de faire valider par les acteurs de « terrain » la représentation de la réalité que se font les modélisateurs à partir des informations recueillies.

L'ensemble des membres du comité de pilotage a également reconnu que le projet manque encore d'information autour des processus de transformation et/ou de concentration de la biomasse, en particulier sur des références locales. Il s'agira donc dans la suite du projet de concentrer une partie des moyens sur ces informations.

ACTIONS 3 ET 4 : PRESENTATION DES OUTILS DE MODELISATION

Pascal Degenne *(Cirad)* a présenté un modèle « jouet », construit sous Ocelet (logiciel de modélisation spatiale développé au Cirad), représentant la gestion des effluents d'élevage sur un territoire fictif transposé sur le Piton de la Fournaise. Ce modèle illustre le cas d'un modèle d'échelle intermédiaire (petit territoire), spatialement explicite, qui pourrait être utilisé avec les acteurs pour (i) discuter et valider la représentation de leur territoire et des processus qui s'y déroulent (notamment les transferts de biomasses entre unités de production/consommation) et (ii) faire émerger des stratégies collectives de gestion pour répondre aux enjeux du territoire en lien avec la circularité de la biomasse.

Les membres du comité de pilotage ont cerné l'intérêt de ce genre de représentation pour échanger avec les acteurs locaux sur différents questionnements tels que les transferts de paille de canne (**Pascale Achard**, *FRCA*), l'évaluation des surfaces épandables (**Thierry Kaufmant**, *SAFER*), la contribution de l'épandage des effluents d'élevage à l'augmentation du taux de nitrates dans certaines masses d'eau (**Christophe Castanier**, *DAAF*). **Jean-Vincent Bret** (*Ileva*) a également mis en lumière l'intérêt de ce genre de modèle pour la formation.

ACTION 5 : LISTE DES VALORISATIONS EN COURS OU ENVISAGEES

Mathieu Vigne *(Cirad)* a présenté les valorisations actuelles ou envisagées par le projet. Il a précisé que la première année de projet était principalement tournée vers la communication vers l'extérieur des objectifs et du déroulement du projet à travers différents évènements (atelier de démarrage du projet, salon Cultur'Agri, ...) ou média (Agronews, La Réunion Agricole, etc.).

A ce stade, une valorisation pédagogique est en cours via une participation à un module de formation sur la valorisation de la MO aux BTS PA du lycée agricole de Saint-Joseph de la Chambre d'Agriculture. Une présentation des premières avancées du projet sera réalisée lors des

AgroFert'Ile Junior 2018. Lors de cet évènement, ce sont près de la moitié des étudiants de l'île qui seront sensibilisés au projet Gabir.

D'un point de vue technique, la réactualisation des fiches techniques du Guide de la Fertilisation Organique est toujours envisagée. La seule valorisation scientifique effectuée en 2017 concerne une présentation de la cartographie de l'utilisation du sol lors des journées Rencontres Géomatiques de la Réunion. La valorisation économique n'a pas encore débuté. Les objectifs affichés restent toujours à ce stade l'organisation d'ateliers visant à faire émerger de nouveaux projets.

PRESENTATIONS DE QUELQUES CAS D'ETUDE EN COURS OU ENVISAGES

Cette session a donné lieu à plusieurs présentations de situations proposées par les acteurs du territoire afin de répondre à des problématiques locales :

- Simulation des échanges de fourrages conservés entre producteurs et éleveurs à l'échelle de l'île de la Réunion (**E. Legendre**, *ARP*)
- Modélisation et simulation de scénarios de gestion des biodéchets (**C. Hatik**, *Université de la Réunion*)
- Valorisation des Déchets Verts en agriculture (**A.L. Payet,** *Ileva*)
- Intégration agriculture-élevage sur la commune de Saint-Joseph (**M. Vigne**, *Cirad*)
- Débouchés en termes de fertilisation organique ou de support de culture pour le compost de Grand-Ilet (**C. Castanier**, *DAAF*)

Pour chaque présentation, des questions de précision sur les problématiques en jeu et les acteurs impliqués ont été posées. L'ensemble des situations proposées ont été approuvées par le comité de pilotage. Elles représentent une diversité de contextes, de problématiques, de biomasses, d'échelles et d'acteurs impliqués intéressants.

DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSIONS

Comme initialement prévu, la première année du projet a principalement concerné l'action 1. L'inventaire des acteurs a mis en évidence une grande diversité de ces derniers. Certains manques ont été toutefois ciblés :

- L'agriculture biologique : Un rapprochement avec le GAB de la Réunion a été amorcé mais il semblerait que des problèmes internes empêchent l'échange d'informations.
- Les résidus des processus agro-industriels (autres que sucriers) : Il apparaît que l'intérêt pour ces biomasses est moindre, notamment compte-tenu de leur relativement faible volume et du peu de problématiques posées pour leur valorisation. Une dernière tentative de récupération des informations sur ces résidus par la base GEREP va être faite.

- Le maraîchage : La caractérisation des systèmes maraîchers est complexe car, soit les informations sont manquantes, soit elles sont présentes mais de manière partielle et réparties dans différentes institutions. Un effort va être porté sur ces questions avec la constitution d'un groupe de travail « maraîchage » impliquant les différents détenteurs d'information ou les futures initiatives (Cirad, Armeflhor, Chambre, Département, etc.).

La répartition des ressources humaines et financières du projet sur les différentes situations à modéliser proposées sera réfléchie afin d'évaluer la capacité du projet à répondre à toutes ces propositions.

Par ailleurs, un transfert de subvention depuis la la Chambre d'Agriculture vers la FRCA et le Cirad permettant la prolongation du VSC de V. Kleinpeter d'une année à partir du 10/04/2018 a été validée par l'ensemble du Comité de Pilotage. Si initialement une année de VSC avait été budgétée pour chacun des organismes, V. Kleinpeter ne peut légalement bénéficier de deux contrats de VSC consécutifs auprès de deux organismes différents. Compte-tenu de son expérience du projet et de sa connaissance du réseau, il nous est apparu pertinent de le conserver au sein du partenariat du projet.

Enfin, concernant la diffusion des résultats du projet à un public plus large que le comité de pilotage, l'organisation d'un évènement à mi-parcours sur la même base que l'atelier de démarrage organisé à la Chambre d'Agriculture en mars 2017 est envisagé. Le prochain comité de pilotage est prévu quant à lui début 2019.

ANNEXE III – Compte rendu du Comité de Pilotage N°3

GABiR

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

Projet GABiR

Comité de pilotage n°3

Mardi 05 Mars 2019
Espace Séminaires Tamarun – la Saline-les-Bains

- Relevé des discussions et conclusions -

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTERE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORET

avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «Développement agricole et rural»

Comité de Pilotage n°3 / Relevé des discussions et conclusions

PARTICIPANTS

Nom	Prénom	Institution
ALISON	Chloé	FRCA
BROUST	François	Cirad
CARRON	Marina	Qualitropic
CASTANIER	Christophe	DAAF STI/PAD
CAVILLOT	Eddy	ILEVA
CHOISIS	Jean-Philippe	INRA
CONROZIER	Rémi	Chambre d'Agriculture
DAGALLIER	Jean-Cyril	Cirad
DEGENNE	Pascal	Cirad
DESUTTER	Vincent	Chambre d'Agriculture
DEULVOT	Agathe	DAAF STI/PAD
FALLER	Camille	DEAL SEB
FEVRIER	Amélie	eRcane
HATIK	Christelle	Université Réunion
HOARAU	Matthieu	AGORAH
HOAREAU	Patrick	FRCA
HOSTEING	Hermann	GAB 974
HOULLIER	Pierre	CASUD
HUAT	Joël	Cirad
INSA	Guillaume	Armeflhor
KLEINPETER	Vivien	FRCA
LAKERMANCE	Mickaël	GAB 974
LE MEZO	Lionel	Cirad
LEGENDRE	Emmanuel	ARP
LORRÉ	Fanny	INRA - Cirad
LURETTE	Amandine	INRA
MAGNIER	Jacques	INRA - Cirad
NATIVEL	Raoul	Eleveur FRCA SICAREVIA
OMARJEE	Youssouf	Conseil Général
PAYET	Anne-Laure	ILEVA
PEREZ	Pauline	DAAF - CRIPTIR
RAMSAMY	Yoland	Région Réunion
SAUTRON	Steven	SPL Energies Réunion
THOMAS	Philippe	DAAF/SFD
TILLARD	Emmanuel	Cirad
VAN DE KERCHOVE	Virginie	Chambre d'Agriculture
VAYSSIERES	Jonathan	Cirad
VIGNE	Mathieu	Cirad

2

Comité de Pilotage n°3 / Relevé des discussions et conclusions

PROGRAMME DE LA JOURNEE

Matin	
8h30 - 9h00	*Accueil des participants*
9h00 – 9h15	**Introduction au 3ème Comité de Pilotage**
9h15 - 10h30	**Inventaire des gisements et des flux de biomasse sur l'île**
10h30 - 10h45	*Pause-Café*
10h45 – 12h00	**Présentation des cas d'étude traités en 2019**
Après-Midi	
13h30 – 14h45	**Communications et valorisations en cours ou envisagées**
14h45 - 15h45	**Présentation de projets connexes initiés dans GABiR**
15h45 – 16h00	**Conclusions**

RAPPEL DES OBJECTIFS DU PROJET ET PRESENTATION DE LA JOURNEE

Mathieu Vigne *(Cirad)*, coordinateur du projet, a tout d'abord rappelé que l'objectif du projet est de faire émerger des solutions pour une valorisation agricole des biomasses qui soit basée sur une gestion circulaire et durable afin d'améliorer l'autonomie du secteur agricole face aux ressources importées.

Pour mener à bien cet objectif, le projet s'appuie sur un budget de 400 000 euros et un partenariat important, constitué de partenaires financés ayant participé à la construction du projet (Chambre d'Agriculture, Cirad, CRIPTIR, FRCA, INRA, Qualitropic, SAFER, Université de la Réunion) et non-financés mais impliqués dans les différentes phases du projet (DAAF, Coopératives, Communes, Syndicats Mixtes de Traitement des Déchets, etc.).

Le projet débute sa dernière année d'existence et le Comité de Pilotage de ce jour concernera les activités réalisées lors de la deuxième année du projet et planifiées lors de la dernière année.

Il était attendu des membres du Comité de Pilotage qu'ils donnent leur avis consultatif sur les travaux précédents et la dynamique en cours.

3

INVENTAIRE DES FLUX DE BIOMASSES LOCALES VALORISEES OU VALORISABLES EN AGRICULTURE

Synthèse de la Présentation

Vivien Kleinpeter *(FRCA)* a ainsi montré que ce sont plus de **500 000 tMS** de biomasse produites localement, valorisées ou valorisables, qui circule sur le territoire annuellement. Selon les estimations réalisées, on observe une réduction de **44% de la MS** lors des transferts. 80% des transferts se font entre différents acteurs, les 20% restant résultant principalement de transferts au sein des exploitations agricoles entre différents ateliers.

58% des flux de biomasses considérées proviennent du **secteur agroindustriel**, pour une quasi-totalité sous forme de co-produits de la filière sucre, contre **30% issue du secteur agricole** (pour 2/3 des fourrages) et **13% vers le secteur urbain** (2/3 sous forme de déchets verts). A noter que les pailles de canne restées au sol ne sont pas considérées dans ces flux.

A l'autre bout des flux, **81%** des biomasses transférées sont **valorisées en agriculture** sous différentes formes (42% fourrages hors paille et bagasse, 20% effluents ou encore 18% co-produits filière sucre), **15% sont éliminées** (enfouies ou rejetées en mer) alors que **4%** sont valorisées dans le **secteur urbain** (déchets verts principalement).

Concernant la valorisation dans le secteur agricole, la **majeure partie** est valorisée dans les **productions végétales** (53%) et sous forme d'**alimentation animale** (45%). Seulement 2% est valorisée sous forme de litière.

Éléments principaux de Discussions

Emmanuel Tillard *(Cirad)* a indiqué que le terme d'élimination (ou parfois « perte » utilisé oralement) pouvait porter à confusion. En effet une partie de cette élimination est réalisée sous forme de combustion qui est une « perte » pour la valorisation agricole mais pas pour le territoire puisqu'elle aboutit à de la production d'énergie et donc participe à l'autonomie énergétique du territoire.

Dans la suite de ce commentaire, **Jonathan Vayssières** *(Cirad)* a indiqué que finalement les pertes à la valorisation sont finalement assez limitées, contrairement à ce que l'on imaginait en début de projet. Toutefois, on remarque que la perte de matière estimée à 44% lors des transferts est un élément important sur lequel il faudrait se penchait en détail. La réduction de ces pertes constitue probablement un levier important pour augmenter l'autonomie du territoire. Toutefois, **Mathieu V.** a rappelé que si les biomasses sont valorisées, elles ne sont pas nécessairement valorisées de manière optimale. Par exemple, la valorisation des effluents peut cacher des phénomènes de sur-fertilisation organique qui n'apparaissent pas ici mais qui seraient liés à la difficulté pour certains éleveurs d'exporter leurs effluents hors de l'exploitation. Il existe donc probablement des marges de manœuvre au niveau de chaque type de valorisation qui devraient pour certaines être mises en lumière dans les cas d'étude.

Joël Huat *(Cirad)* s'est interrogé sur les méthodes d'estimation de ces chiffres et sur la possibilité d'estimer la marge d'erreur. **Vivien K.** a indiqué que ces chiffres se basent principalement sur du

déclaratif ou de l'estimation à partir de données brutes. Il est difficile d'estimer l'incertitude autour de ces chiffres mais il apparaît certain que même en modifiant certaines hypothèses de base, les ordres de grandeur ne devraient pas être modifiés.

Emmanuel T. a également soulevé la nécessité de produire une note méthodologique sur la réalisation de l'inventaire afin de permettre sa remobilisation dans d'autres contextes. En effet, des personnes d'autres DOM se sont d'ores et déjà montrés intéressées pour reproduire la démarche dans leur contexte.

Mathieu V. a assuré qu'une note méthodologique sera produite et constituera un délivrable du projet.

Suite à une question de **Yoland Ramsamy** *(Région Réunion)*, **Vivien K.** a également confirmé que la biomasse provenant de l'exploitation forestière avait été comptabilisée et qu'elle pouvait faire l'objet d'une valorisation agricole, principalement sous forme de litière.

Guillaume Insa *(Armeflhor)* a signalé que près de 100 ha de serres qui importent de la fibre de coco qui ensuite devient un déchet valorisable ne semblent pas pris en compte ici. Or, on pourrait l'estimer avec des chiffres de douanes sur la fibre de coco. **Vivien K.** a confirmé que cela n'était pas pris en compte mais que les données d'importation et d'exportation allaient être ajoutées à la base. **Mathieu V.** a indiqué que cette présentation était la première restitution complète d'inventaire et de quantification des gisements et que cela devait également servir à identifier les biomasses qui auraient pu être oubliées.

Par la suite, **Mathieu V.** a souhaité lancer le débat sur deux points : (i) la disponibilité des données centralisées dans la base GABiR et (ii) la mise en place d'un dispositif pérenne permettant la réactualisation régulière des données d'inventaire et de flux

Sur le premier point, la RGPD a clairement ralenti le travail d'inventaire et est aujourd'hui un frein aux transferts des données à des personnes ou institutions extérieurs. Les sources de données sont multiples (données publiques, inventaires précédents, enquêtes, calculs, etc.). Or, la mise à disposition de ces données ne sera possible que lorsque leur statut sera individuellement défini en accord avec cette réglementation. Pour y parvenir, un appui auprès des personnes référentes du Cirad a été demandé et nous sommes dans l'attente de leur réponse.

Sur le second point, le Cirad n'ayant pas vocation à assurer la réactualisation des données au-delà du projet, il s'agit donc de réfléchir à un dispositif mobilisant notamment les outils construits dans GABiR qui permettrait, à moindre coût, de réactualiser ces données. **Yoland R**. a confirmé que dans le cadre du SRB, une partie des données de GABiR avait été remobilisés d'où l'intérêt pour l'actualisation et la valorisation de ces données. Le rôle de l'Agorah est justement de rassembler les données sur le territoire pour l'aide à la décision, toutefois les moyens humains ne sont pas extensibles. Or, **Mathieu V.** a ainsi rappelé que l'inventaire présenté ici s'est appuyé sur un ETP pour deux ans aidé de plusieurs stagiaires. **Patrick Hoareau** *(FRCA)* et **Christophe Castanier** *(DAAF STI/PAD)* ont noté le lien possible avec la mission SATEGE pilotée par la Chambre d'Agriculture appuyé par la DAAF et la Région. Or, il apparaît que si le SATEGE va démarrer cette année, son financement sera réduit à un seul ETP pour le démarrage (plans d'épandage dans un premier temps) qui ne permettra pas de jouer ce rôle.

Mathieu V. propose donc que les réflexions autour du dispositif à mettre en place, des responsabilités partagées (qui pilote notamment ?) et des moyens de financement soient amorcées dans le cadre du projet. Cela pourrait aboutir à la construction d'une feuille de route qui sera mis à disposition des décideurs et financeurs et qui serait un livrable clé du projet.

PRESENTATION DES CAS D'ETUDE TRAITES EN 2019

Synthèse de la Présentation

Pascal Degenne *(Cirad)* et **Jonathan V.** ont tout d'abord rappelé que le choix des cas d'étude traités provient d'une démarche participative en plusieurs étapes basées sur la remontée de problématiques des acteurs locaux et d'une sélection en adéquation avec les objectifs du projet. Ils ont ensuite présenté les **4 cas d'étude** qui seront abordés dans cette dernière année, et qui sont considérés comme représentatifs de certaines problématiques et biomasses locales, ainsi que 2 stages complémentaires qui viendront les amender pour partie. A noter que le nombre de cas d'étude a également été dicté par la disponibilité en ressources humaines pour les accompagner.

Le premier cas d'étude exprimé par l'ARP et les coopératives d'élevage participera à une **meilleure gestion des ressources fourragères à l'échelle de l'île en facilitant les transferts de fourrages d'exploitations excédentaires vers des exploitations déficitaires**. Pour y parvenir, les objectifs spécifiques appuyés par deux stages d'ingénieur sont les suivants : (i) la caractérisation et l'estimation des ressources (types de fourrages et zones de production) et des besoins en fourrage (selon les catégories d'animaux et les zones) dans le temps (saisons) et dans l'espace (hauts/bas, sous-régions, …) et (ii) la simulation à l'aide d'outil de modélisation spatiale de pistes et scenarios pour une meilleure valorisation des surfaces fourragères.

Le second cas d'étude s'inscrit dans le cadre de la charte agricole de Saint-Joseph et consistera à **évaluer l'impact de la dynamique du bâti sur les contraintes d'épandage sur Saint-Joseph**. A l'aide ici aussi d'outil de modélisation spatiale mobilisé lors d'un stage de césure, il s'agira de coupler plusieurs visions de l'épandage (potentiel théorique selon les contraintes, déclarative ou pratiques) et des scénarios d'urbanisation basés notamment sur le PLU et une estimation du mitage pour mieux cerner les interactions et les risques qui pèsent sur les activités d'élevage via les contraintes d'épandage.

Le troisième cas s'intéressera à la **valorisation agricole des déchets verts** issus de la plateforme de la Rivière-Saint-Etienne d'Illeva. Il s'agira plus particulièrement dans le cadre d'un stage de Master de (i) réaliser l'inventaire et la cartographie des flux actuels de valorisation du broyat de déchets verts de la plateforme, (ii) construire des scénarios d'organisation du compostage et co-compostage et (iii) évaluer ces scénarios à l'aide de la modélisation et d'indicateurs économiques et environnementaux.

Le quatrième cas concernera la **valorisation agricole des bio-déchets ménagers**. Il sera porté par un post-doctorat et a été présenté en dernière partie de la journée (cf. Présentation de projets connexes initiés dans GABiR).

Le premier des deux stages complémentaires visera à produire une **cartographie des bassins de productions maraichers de l'île** (plus particulièrement la production légumière) et **une typologie à dire d'experts des systèmes de production et de leur besoin et production en biomasse**. Il s'inscrit dans un constat régulier d'absence de référentiels sur ces systèmes de production et de la nécessité de construire *a minima* des archétypes de systèmes de production pour la modélisation. Il sera porté par un stage d'ingénieur.

Le second vise, pour partie, à animer des réunions d'échange sur les **besoins en biomasse et les contraintes à leur utilisation dans l'agriculture biologique à la Réunion**. Il s'agira notamment de produire une feuille de route pour la construction d'un accompagnement futur de ces systèmes de production spécifiques. Ce travail sera également porté par un étudiant en Master.

Les calendriers de ces différents travaux ont montré une juxtaposition importante des activités dans le temps d'où la nécessité de s'assurer de la coordination centralisée de celles-ci pour éviter les redondances ou les multiples visites à des mêmes acteurs.

Éléments principaux de Discussion

Concernant le cas d'étude centré sur les ressources fourragères, **Christophe C.** a questionné les liens entre cette nouvelle initiative et l'étude BRL qui s'est achevée en 2018. **Jonathan V.** a indiqué qu'à l'époque, les bilans étaient réalisés à la commune. Or il s'agit ici de descendre à des échelles plus fines en reconstruisant des zones de déficit et de disponibilité tout en ayant une approche saisonnière. **Emmanuel Legendre** *(ARP)* a également signifié que cette approche sera complétée par des approches économiques à l'aide d'un bureau d'étude.

Concernant la seconde étude, **Patrick H.** a renouvelé l'intérêt de la FRCA pour les couches SIG d'estimation des surfaces épandables sur l'île tout comme pour le logiciel développé dans GABiR qui permet de les calculer (et sur lequel devrait s'appuyer en partie ce cas d'étude). Conscient de son intérêt comme outil d'aide à la décision pour l'aménagement territorial, il souhaiterait que l'outil soit pris en main par une structure ayant les compétences informatiques nécessaires. **Pascal D.** a rappelé que le Cirad était prêt à transmettre les différents éléments aux personnes intéressées.

Enfin, concernant la valorisation des déchets verts, des questions ont été posées sur l'évolution de la qualité des broyats de déchets verts. Les agriculteurs présents, **Hermann Hosteing** *(GAB)* et **Raoul Nativel** *(Sicarevia)* ont ainsi fait part d'expériences décevantes sur la qualité des déchets verts issus des plateformes d'Ileva. **Anne-Laure Payet** *(Ileva)* a assuré que la qualité était un enjeu fort pour le syndicat et que des nouveaux processus avaient été mis en place depuis quelques années pour l'améliorer. Elle a également rappelé que la valorisation agricole des déchets verts était un enjeu important pour Ileva d'où leur participation active dans le projet.

Comité de Pilotage n°3 / Relevé des discussions et conclusions

COMMUNICATIONS ET VALORISATIONS EN COURS OU ENVISAGEES

Synthèse de la Présentation

Mathieu Vigne *(Cirad)* a présenté dans un premier temps les différents éléments de communications et valorisations réalisées depuis le second Comité de Pilotage. Ces dernières concernaient plusieurs publics cibles.

La **communication sur les objectifs du projet à destination d'un public large** a été réalisée via les sites internet des partenaires, des encarts dans la presse (Le Quotidien du 8/11/18 et le JIR du 30/10/18) et une émission Terres d'Ici.

Concernant d'une manière générale **les acteurs du territoire (Réunion et extérieurs) intéressés par la gestion de la biomasse et les travaux du projet**, trois modes de communication ont été visés.

Le premier a consisté à présenter le projet et ses travaux lors de **différents évènements d'animation** tels que le Comité de Pilotage de la Charte Agricole de Saint-Joseph à la Plaine des Grègues, les Journées Annuelles 2018 du RMT Fertilisation & Environnement ou encore les Rencontres annuelles du RITA 2019. Dans le premier cas, ces différentes participations se sont révélés nécessaires pour insérer le projet dans les problématiques locales. Dans les deux cas suivants, cela a permis de créer de l'intérêt auprès d'acteurs extérieurs pour notre approche.

Le second mode de communication a visé les **magazines des partenaires** à destination des professionnels (Made In Réunion de Mai 2018 / Qualitropic et Terres Réunion n°2 / Chambre d'Agriculture).

Le troisième mode de communication a été l'organisation d'une **Journée à Mi-Parcours du projet** à l'Hôtel le Récif de l'Hermitage le 5/11/18. Cette journée, largement relayée par les médias locaux a vu la participation de plus d'une centaine de personnes issues de différents secteurs. Les résultats présentés ont reçu un bon accueil de la part du public et les échanges tenus, notamment lors des ateliers thématiques de l'après-midi ont permis de mettre en lumière des problématiques locales qui n'avaient pas émergé jusqu'à maintenant telle que les contraintes à l'utilisation des différentes biomasses locales sur le territoire.

Des **valorisations spécifiques à destination des étudiants** ont été réalisés sous forme d'une formation délivrée au BTS Productions Animales du Lycée Agricole de Saint-Joseph (reconduction de 2017) et d'une participation aux AgroFert'Iles Junior 2018.

Concernant le transfert des premiers résultats du projet, les partenaires ont mis à disposition des acteurs locaux plusieurs outils :

- Une **méthode de classification pour la cartographie de l'occupation des sols à la Réunion**
- Une **méthode de cartographie des surfaces épandables à la Réunion** selon plusieurs contraintes réglementaires

La deuxième partie de la présentation avait pour objet les perspectives de communications et valorisation du projet. Ont été soumis à la validation du Comité de Pilotage plusieurs types d'outils à savoir :

- la réalisation de **synthèse 4 pages** portant sur des sujets spécifiques traités par le projet : Ces fiches synthétiques et vulgarisées se veulent être (i) un outil de communication simplifié et accessible à tous des résultats du projet et (ii) un tremplin permettant de susciter l'intérêt d'autres partenaires locaux ou extérieurs sur les compétences et les outils développés pendant le projet. 4 exemples ont ainsi été distribués aux personnes présentes ;
- le maintien de la **participation aux activités de formation** à travers la reconduction de l'intervention au sein du BTS PA de Saint-Joseph et un appui au diagnostic territorial de la commune de Saint-Joseph (PdG, Gd Coude, …) par les étudiants de la licence pro « Agriculture et Développement Durable en Milieu Tropical Insulaire », en association avec le projet CONVER et le projet « Portes du Parc » du PNR ;
- la **réactualisation des fiches du Guide de la Fertilisation Organique et de l'outil FertiRun** ;
- la création d'une **cartographie interactive des gisements** (voire des besoins) en biomasse sur l'île : cette carte interactive mise en ligne sur la plateforme Smart'IS du Cirad et en libre accès permettrait de mettre en relation les détenteurs de gisement (sur leur demande d'apparaître sur la carte) et les utilisateurs potentiels et pourrait être actualisée de manière récurrente.

La dernière action de valorisation présentée par Philippe Thomas (DAAF/SFD – CRIPTIR) et portée par un CDD vise à **produire des modules pédagogiques et les transférer vers l'enseignement agricole** local avant une potentielle libre mise à disposition sur internet pour des enseignements extérieurs. La première étape en cours visait à cerner les besoins thématiques potentiels qui pourraient être comblés par le projet et les formats de module à construire. Les premiers retours des structures d'enseignement rencontrées font apparaître un intérêt élevé pour la démarche. Il est visé de construire des premiers modules tests qui seront mis à disposition dès la rentrée 2019-2020.

Enfin, Mathieu Vigne (Cirad) a terminé la présentation en discutant de l'organisation souhaitée par tous d'une **journée d'animation de fin de projet**. A l'image de la journée d'animation à mi-parcours, cette journée ne permettrait pas seulement de présenter les résultats du projet mais pourrait servir de lieux d'échanges entre les acteurs du territoire en offrant une tribune à d'autres initiatives locales traitant de la valorisation des biomasses (projets de R&D, création d'entreprises, etc.) et à travers l'organisation d'ateliers thématiques. Toutefois, la tenue d'un évènement d'une telle portée est largement remise en cause par le retard pris dans la phase d'inventaire des acteurs et des flux pour différentes raisons (année cyclonique 2018 particulièrement intense, crise des gilets jaunes fin 2018/début 2019 ayant affecté les activités de l'île, besoin pour tous les partenaires de se mettre en adéquation avec le RGPD, etc.). Ainsi, une première demande a été effectuée auprès de la DGER pour une prolongation de quelques mois début 2020 afin de permettre l'organisation sereine d'un tel évènement. A ce jour, cette demande a malheureusement été refusée.

Éléments principaux de Discussion

Les discussions ont principalement tourné autour de la construction des modules pédagogiques à destination de l'enseignement agricole. Une telle démarche est apparue ambitieuse notamment

compte-tenu du temps restant d'ici la fin de projet et des contraintes temporelles avant la prochaine rentrée. **Jonathan V.** s'est par exemple interrogé sur la possibilité de mettre à disposition un tel module pour des formations extérieures s'intéressant particulièrement à l'agronomie tropicale. **Mathieu V.** a rappelé que si des partenaires du projet doivent être parties prenantes des modules, soit pour former les encadrants soit directement pour donner les formations aux étudiants, il fallait alors s'assurer tout de suite de leur intérêt et leur disponibilité. **Joël H.** a indiqué que la question de l'injection des résultats de projets de recherche et développement dans l'enseignement était d'intérêt, notamment pour les Ritas à Mayotte. Il a ainsi assuré que, même si toutes les missions ne pouvaient pas être menées à bien, cela constituera tout de même une première avancée qui pourrait faire modèle.

Pierre Houllier *(CASUD)* a attiré l'attention sur la cartographie interactive qui pourrait constituer un support pour la gestion future des déchets, notamment si elle est produite à l'échelle communale ou intercommunale.

PRESENTATION DE PROJETS CONNEXES INITIES DANS GABIR

Synthèse de la Présentation

Compte-tenu de l'objectif clairement affiché par le projet d'être le moteur d'une dynamique pérenne sur la prise en compte de la valorisation agricole des biomasses locales, le projet vise à faire émerger des initiatives complémentaires co-financées ou sous financement extérieur. A ce jour, trois initiatives ont d'ores et déjà émergées et ont été présentées.

La première initiative présentée par **Anne-Laure P.** fait l'objet d'un **projet de Recherche et Développement intitulé CONVER** (Co-conception d'un scénario de valorisation des biomasses dans une démarche d'économie circulaire à la Réunion) d'une durée de 3 ans et co-financé par l'ADEME, la Fondation Agropolis, la Fondation de France et la Fondation Charles Léopold Mayer. En s'appuyant sur le partenariat initié dans GABiR et les dynamiques initiées dans la commune de Saint-Joseph, il vise à examiner les différentes voies possibles de traitement et valorisation des effluents et des déchets verts sur la commune dans leur dimension technique organisationnelle et juridique.

La seconde initiative intitulée **PoVaBiA (Potentiel de Valorisation des Bio-déchets ménagers en Agriculture)**, présentée par **Christelle Hatik** *(Université de la Réunion)* et qui fera l'objet de son post-doctorat, portera sur la valorisation des bio-déchets ménagers en Agriculture. Il s'agira de modéliser divers scénarios de valorisation dans deux zones d'études contrastées selon un ratio bio-déchets produits / surfaces agricoles valorisables : Saint-Denis considéré comme un territoire fortement urbain nécessitant dans le cadre d'une valorisation agricole un transfert vers des territoires voisins et Saint-Joseph considéré comme un milieu mixte mais avec des contraintes logistiques (transport) importantes. Il est prévu un co-financement de la part de GABiR compte-tenu de la remarque régulière faite par certains acteurs lors de différentes présentations sur le moindre intérêt porté par le projet pour ce type de biomasse. **Ce financement pourrait être pris**

sur la subvention initialement accordée à la SAFER mais qui n'a finalement pas participé aux travaux du projet et qui serait reversée à l'Université.

La dernière initiative en cours de construction porterait sur un sujet de thèse de doctorat présenté par **Jonathan V.** qui viserait à **élaborer un modèle global des flux de biomasses à l'échelle de l'île**, tel que visé initialement dans le projet, pour explorer l'impact régional de changements de pratiques ou d'organisation des flux. A ce stade, une demi-bourse de thèse a été obtenu sur des fonds Cirad et l'autre moitié est recherchée.

Éléments principaux de Discussion

Concernant le projet CONVER, **Jean-Philippe Choisis** *(INRA)* a précisé qu'il s'agit de réfléchir à l'évolution du territoire de Grand-Coude pour tendre vers l'agroécologie voire l'agriculture biologique. Il a également précisé suite à une question de **Pierre H.** que l'étude sur Saint-Joseph pourrait servir de modèle pour développer le même type d'approche sur d'autres territoires.

Concernant PoVaBiA, suite à une question d'**Emmanuel T.** et de **Christophe C., Christelle H.** a précisé que la prise en compte des déchets des grandes surfaces et des restaurants collectifs dépendra de l'état d'avancement des travaux dans cette première année. Dans un premier temps, il a été choisi de restreindre le champ d'actions pour aller au plus vite d'ici à la fin de GABiR.

La présentation du sujet de thèse n'a pas donné lieu à des discussions.

CONCLUSIONS

En conclusion, il a été rappelé par Mathieu Vigne que lors de cette deuxième année, compte-tenu d'un certain nombre de facteurs, un certain nombre d'inflexions aux activités ont été apportés. Parmi elles, le choix de s'appuyer sur des cas d'étude en lieu et place d'un modèle régional est probablement la plus importante. Ceci a été justifiée par (i) la difficulté de finaliser l'inventaire des acteurs et des flux plus tôt dans le projet (cf. raisons évoquées pour l'organisation de la journée de fin de projet) et (ii) la difficulté de répondre aux nombreuses problématiques locales dans un modèle unique. L'hypothèse qui est faite dans le choix de ces cas d'étude et que la représentativité des problématiques traitées et des solutions mises en place est assez large pour qu'elles servent de modèles et puissent être reproduites dans d'autres contextes de l'île.

L'ensemble des membres du Comité de Pilotage extérieur aux projets ont validé ce choix qu'ils ont trouvé pertinents et en adéquation avec les réalités locales.

Par ailleurs, certains points apparus au cours des discussions de la journée et apparaissant comme primordiaux ont été relevés par la coordination :

- la nécessité de compléter la liste des biomasses, notamment par les imports et exports,
- le besoin de mener une réflexion sur le cadre réglementaire pour le transfert des données présentes dans la base GABiR,

- et la demande de produire une note méthodologique et d'animer un groupe de travail, en lien avec le SATEGE, sur le dispositif le plus à même d'assurer la pérennité et la réactualisation de l'inventaire des gisements et des flux.

Enfin, en clôture de la journée, il a été demandé aux membres du CoPil de **valider les propositions** suivantes :

- la construction d'une carte interactive des gisements,
- la production de différentes synthèses 4 pages,
- une nouvelle demande de prolongation de 3 à 6 mois du projet pour organiser un atelier final mobilisant un large public sur une ou deux journées,
- et le transfert d'une partie de la subvention accordée à la SAFER (~43k€) vers d'autres partenaires tel que :
  - 15 449€ pour l'Université de la Réunion pour l'obtention d'une bourse de post-doctorat afin de traiter la valorisation agricole des bio-déchets ménagers,
  - 2 000€ pour compléter le CDD du CRIPTIR sur la valorisation pédagogique des acquis de GABiR,
  - La totalité du reste de la subvention (soit 25 610€) pour le Cirad pour l'organisation de l'atelier final et un stage de valorisation.

L'ensemble de ces propositions ont été retenues par les personnes présentes.

ANNEXE IV – Schéma détaillé de l'organisation du projet GABiR

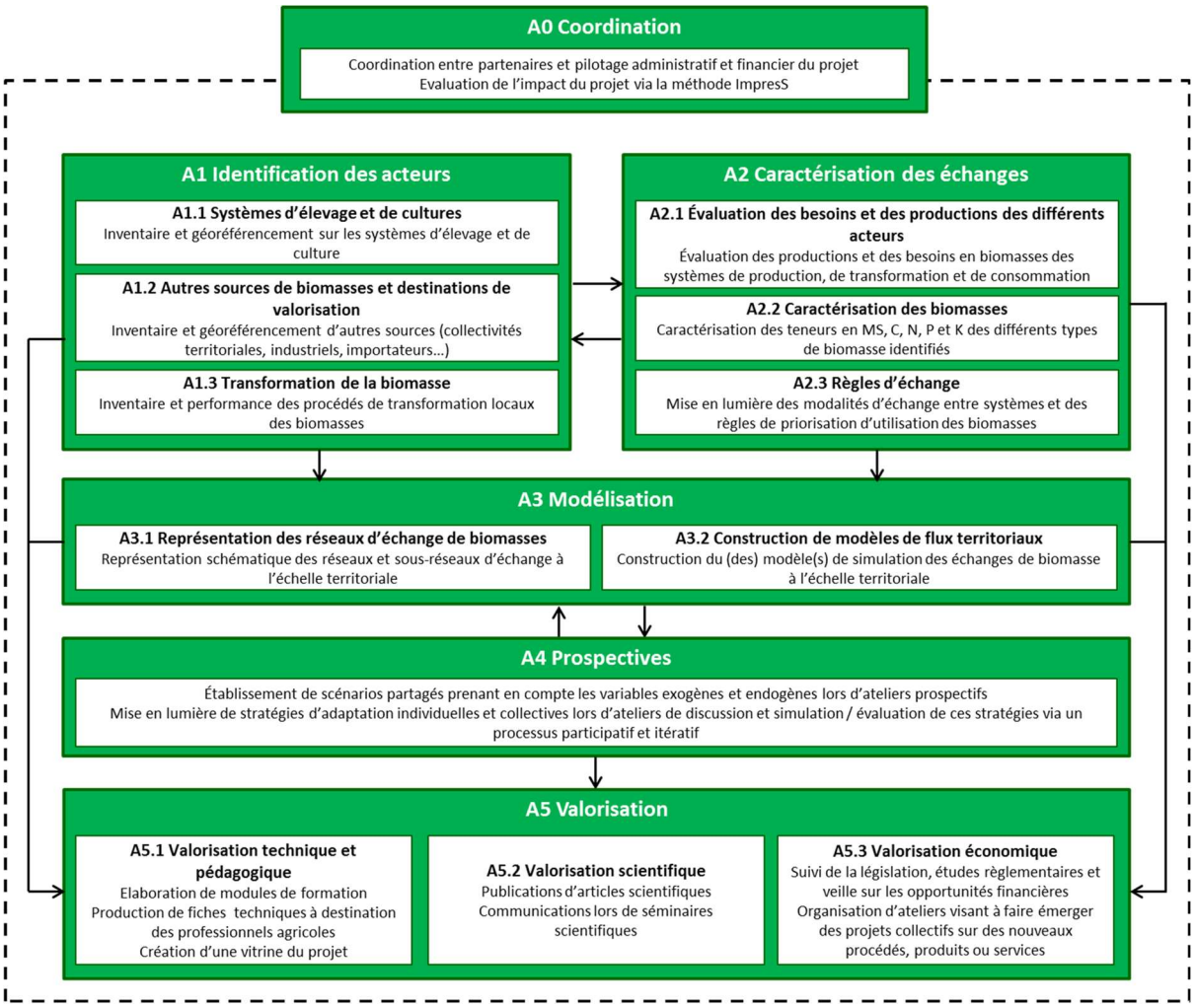


Figure A4.1 Schéma détaillé de l'organisation du projet

ANNEXE V – Inventaire exhaustif des flux de biomasses retenue dans l'étude

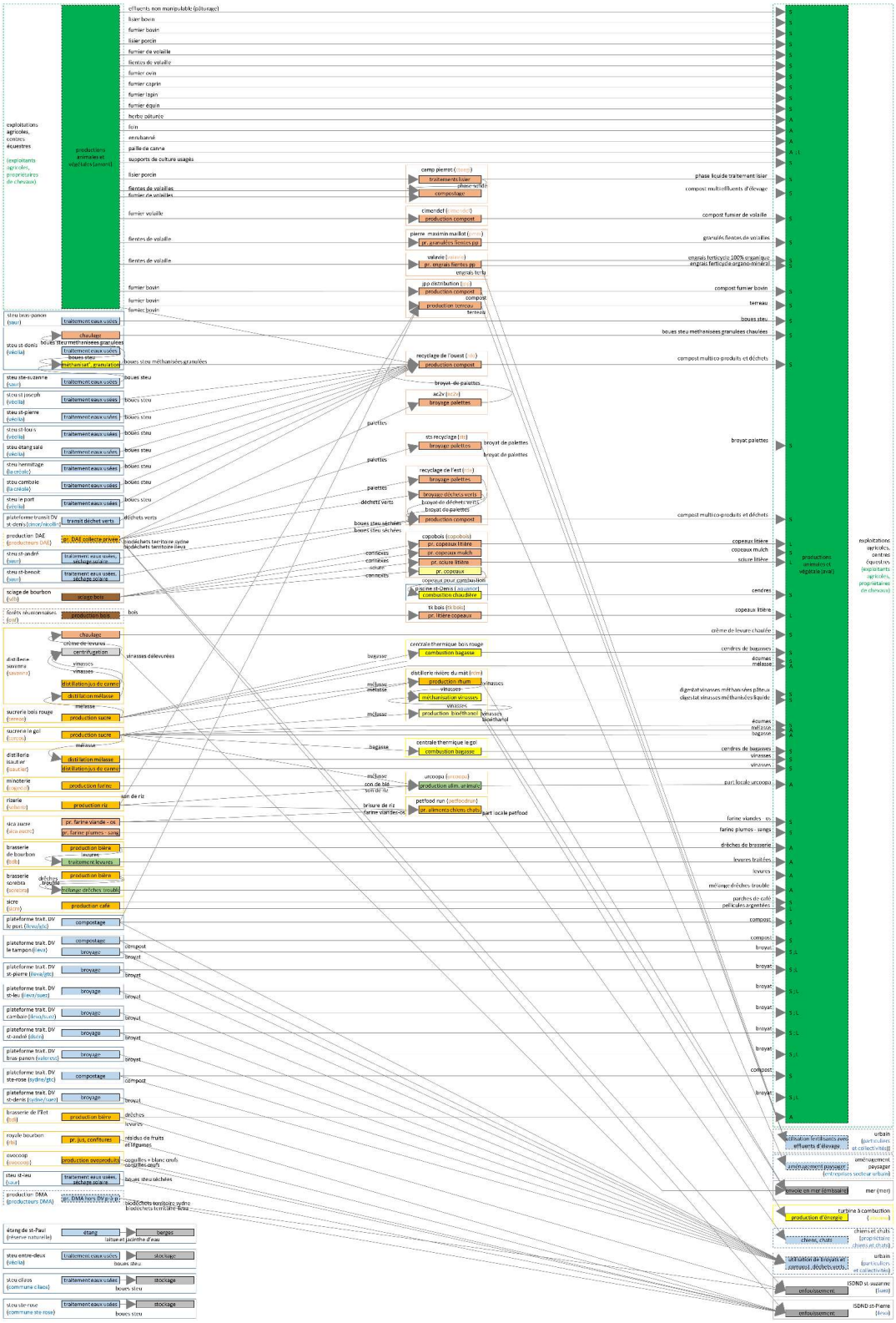


Figure A5.1 Schéma des flux de biomasse valorisés ou valorisables sur l'ile de la Réunion

Légende

Type d'acteur

(agricole)

(filière forêt-bois)

(urbain)

(AAI)

(production d'intrants sols et litières)

(énergie)

(élimination)

(extérieur)

Type d'unité

- agricole
- filière forêt-bois
- urbain
- AAI
- production d'intrants sols et litières
- énergie
- élimination

Type d'activité

- production agricole
- production forestière
- secteur urbain
- production AAI hors alimentation animale agricole
- production AAI alimentation animale agricole
- production d intrants sols et litières
- en vue d'une élimination
- élimination
- en vue d'une production d'énergie
- production d énergie

Agrégation d'unités et d'activités

- unique, localisée en un point
- agrégée, non localisée

Utilisation agricole

A : alimentation animale

L : litière

S : sols

Abréviations

alim.	alimentation
DAE	déchets d'activités économiques
DMA	déchets ménagers et assimilés
DV	déchets verts
ISDND	installations stockage déchets non dangereux
p-à-p	porte-à-porte
pp	poules pondeuses
pr.	production
steu	station de traitement des eaux usés
trait.	traitement

Remarques :

- Les flux de biomasses allant des activités de "production animale et végétale (amont)" vers "production animale et végétale (aval) peuvent êtres intra- ou inter-unité (c.-à-d. intra- ou inter-exploitation).
- Lorsqu'une plateforme de traitement de déchets verts est exploitée en prestation de service l'acteur est indiqué sous la forme « régie/prestataire ».
- Les activités indiqués comme produisant des déchets d'activités économiques (DEA) collectés par le privé n'inclut pas les activités déjà présente dans le schéma.

Figure A5.1 (suite) Schéma des flux de biomasse valorisés ou valorisables sur l'ile de la Réunion

ANNEXE VI – Exemple d'articles de presse mentionnant le projet

13 LA RÉUNION L'ACTUALITÉ

PROJET GABIR

Donner une seconde vie aux déchets organiques

Agriculture

D'un chiffre à l'autre

Une filière pour le fourrage ?

Et la fiente devient engrais

JIR ÉCO

Innovations

Une nouvelle filière se crée autour des déchets organiques

Un projet collectif

Inscriptions

Figure A6.1 Articles de presse parus en 2018 et mentionnant le projet GABiR (Le Quotidien du 08/11/18 à gauche et le JIR Éco du 30/10/18 à droite)

26 JIR ÉCO

Mardi 6 novembre 2018 • Le Journal de l'Île

Certains métiers moins accessibles aux femmes

EMPLOI. Une femme qui postule à un emploi considéré comme typiquement masculin, comme mécanicien automobile, a 22% de chances en moins qu'un homme, à compétences et qualifications égales, de se voir proposer un entretien d'embauche, selon un "testing" rendu public récemment. Cette inégalité des chances atteint même 35% pour un poste de chauffeur-livreur, selon cette étude réalisée auprès de 451 employeurs d'Ile-de-France avec le concours de l'Observatoire des discriminations de la Sorbonne. "Ce sont des chiffres énormes ! Et encore, nous n'avons pas testé ce qui se passerait ensuite, pendant l'entretien d'embauche", a commenté Anne-Cécile Mailfert, présidente de la Fondation des femmes, à l'origine de ce testing. Pour lutter contre la per-

n'y était "personnellement (...) pas favorable". *"Je crois que quand on recrute quelqu'un, on a le droit de savoir qui est cette personne"*, a-t-elle fait valoir sur Europe 1.

VERS DES POURSUITES JUDICAIRES ?

Les auteurs de l'étude de la Fondation des femmes ont répondu à 451 offres d'emploi : 173 pour un poste de chauffeur-livreur, 185 pour un emploi de mécanicien automobile et 93 pour un poste de jardinier, des secteurs où les patrons peinent à recruter. À chaque offre, ils ont répondu en envoyant les CV de deux demandeurs d'emploi fictifs, Julie et Thomas (en veillant à que le dossier de Julie parvienne en premier au recruteur). Les deux candidats ont le même âge, des diplômes et

Création d'une nouvelle filière

Le projet Gabir veut améliorer l'utilisation des biomasses

Les premiers résultats du projet Gabir ont été communiqués, hier, aux différents partenaires du projet.

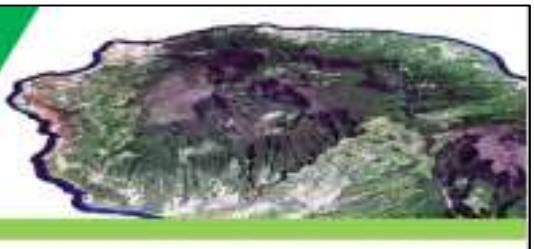
Limiter l'import de produits chimiques à La Réunion pour fertiliser les champs et les remplacer par de la biomasse locale, tel est l'objectif du projet Gabir. Les premiers résultats sont tombés hier.

Figure A6.2 Article de presse paru le 6/11/18 dans le JIR Eco faisant mention de l'organisation de la Journée à Mi-Parcours du projet

ANNEXE VII – Exemple de synthèse 4 pages

GABiR

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



Cartographie de l'occupation du sol agricole sur l'île de la Réunion à partir d'images satellites

Dans le cadre du Centre d'Expertise Scientifique Occupation des Sols de THEIA, l'UMR TETIS du Cirad développe une cartographie automatisée des sols fondée sur la chaine Moringa qui minimise les interactions avec les utilisateurs par l'automatisation de la plupart des processus d'analyse et traitement des images. La méthodologie utilise conjointement une image à Très Haute Résolution Spatiale (Spot6/7 ou Pléiades) et une ou plusieurs séries temporelles d'images optiques à Haute Résolution Spatiale type Sentinel-2 et Landsat-8 pour une classification combinant segmentation et classification à objet (utilisation de l'algorithme Random Forest) entrainée par une base de données d'apprentissage combinant collecte in situ et photo-interprétation. Les cartes d'occupation du sol obtenues ont été réalisées dans le cadre du projet GABiR (Gestion Agricole des Biomasses à l'échelle de l'Ile de la Réunion) et sont toutes diffusées sur le catalogue de données spatiales du Cirad Réunion : http://aware.cirad.fr.

Action : *1 – Identification des acteurs*

Sous-Action : *1.1 - Systèmes d'élevage et de cultures*

Organisme porteur de l'activité : Cirad

Partenariat : SAFER

Contact : *Stéphane Dupuy (Cirad) - stephane.dupuy@cirad.fr*

Année : *2016 à 2019*

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Des changements importants sont intervenus ces dernières années dans le domaine des traitements et de l'accès aux images issues de capteurs spatiaux. L'agence spatiale américaine diffuse ainsi gratuitement depuis 2013 les images acquises par les satellites Landsat (fréquence de revisite de 16 jours). Le CNES avec le projet Kalideos diffuse des images THRS à la Réunion. Enfin la dernière grande évolution est la mise en orbite de la constellation Sentinel de l'agence spatiale européenne (ESA) avec la mise en orbite des satellites optiques Sentinel-2A et Sentinel-2B depuis respectivement le 23 juin 2015 et le 7 mars 2017. La fréquence de revisite de 5 jours avec 2 satellites permet de mieux suivre les évolutions des cultures pendant la saison de croissance mais aussi de s'affranchir partiellement du problème lié à la couverture nuageuse qui est problématique dans les régions tropicales. Parallèlement à l'évolution de l'offre en imagerie, les logiciels de traitements d'images ont aussi évolué. Ainsi les outils libres de télédétection tels que OTB (Orfeo ToolBox) du CNES ou SNAP (Sentinel Application Platform) de l'ESA, sont en constante amélioration.

La problématique est donc maintenant de savoir comment exploiter au mieux toutes ces données pour en extraire les informations les plus pertinentes et produire des cartes d'occupation du sol pour suivre le domaine cultivé. Dans le cadre du Centre d'Expertise Scientifique Occupation des Sols de THEIA, l'UMR TETIS du Cirad travaille à la mise au point de méthodes de traitement pour cartographier l'occupation du sol dans les contextes variés des pays du Sud : forte variabilité intra parcellaire, petite taille des parcelles, présence de jachères, cultures associées, agroforesterie, etc. Pour répondre à ces problématiques, nous avons mis au point la chaine de traitement Moringa qui fait appel à des fonctions de l'Orfeo Tool Box (OTB), orchestrées par des scripts en python.

Dans le cadre du projet GABIR, les partenaires étaient en demande d'informations exhaustives sur l'occupation du sol agricole au niveau de l'ensemble du territoire. Jusqu'à aujourd'hui, la seule information disponible était issue de la Base d'Occupation du Sol (BOS) diffusée par la DAAF de la Réunion. Bien que cette information soit très précise, puisqu'il s'agit d'une synthèse des informations disponibles à la DAAF (principalement constituée des par les déclarations graphiques des agriculteurs : le RPG), certaines cultures ne sont toutefois pas présentes telles que le maraichage et l'arboriculture notamment. Dans ce contexte, nous avons décidé de tester à la Réunion la chaine Moringa pour estimer si elle pouvait répondre aux besoins d'informations sur l'occupation du sol agricole.

MATERIELS ET METHODES

Pour fonctionner cette chaine doit mobiliser au minimum : 1 image THRS Spot6/7 ou Pléiades, 1 MNT, 1 série temporelle HRS (S-2 et L-8) et 1 base de données terrain (BD terrain).

Les images THRS Pléiades et Spot6/7 sont disponibles à la Réunion via le projet Kalideos du CNES. Le MNT utilisé est celui diffusé par IGN (RGE alti) d'une résolution de 5 m.

La BD terrain est organisée selon une nomenclature emboitée à plusieurs niveaux afin de calculer une classification par niveau. A la Réunion nous disposons de bases de données d'occupation du sol précises (BOS et RPG) qui peuvent servir de modèle pour localiser les cultures. Des relevés de points GPS sur le terrain sont aussi intégrés pour certaines cultures. Pour les espaces naturels, les principales classes peuvent être reconnues à partir des couches SIG de divers organismes (DEAL, ONF...).

La méthode est décrite dans la *Figure 1*. Les prétraitements réalisés sur les images THRS consistent en la production d'une mosaïque annuelle couvrant l'ensemble de l'île et avec le minimum de nuages et une fusion (pansharp) des images panchromatique et multispectrale. Les prétraitements appliqués à la série temporelle consistent principalement à masquer les zones couvertes par les nuages et à recaler chaque image par rapport à l'image THRS. Des textures (les textures sont utiles pour extraire les vergers ou le bâti) sont calculées à partir de l'image Pléiades. Un algorithme de segmentation appliqué sur l'image Spot6/7 extrait des objets (parcelle). Chaque objet est ensuite classé par un algorithme de classification supervisé en utilisant comme variables les informations issues de la série temporelle HRS, des textures et des informations d'altitude et de pentes issues du MNT. La BD terrain est utilisée d'une part pour l'apprentissage de l'algorithme de classification et d'autre part pour la validation des cartes produites. Pour la validation nous utilisons une méthode de validation croisée.

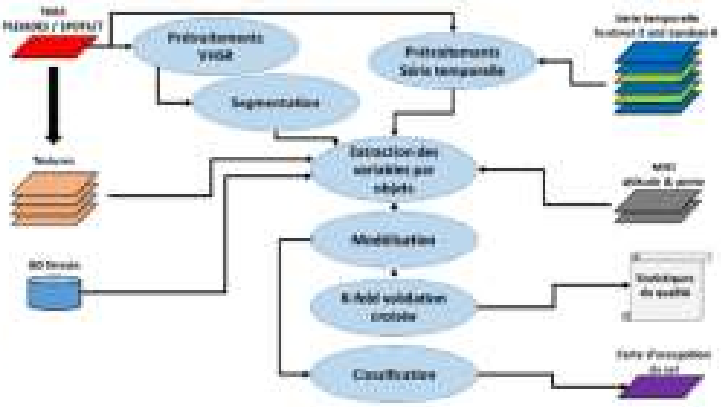


Figure 1. Schéma général de la chaine Moringa

RESULTATS

Résultat n°1 : Carte d'occupation du sol millésime 2016-2017

Cette carte a été obtenue à partir d'images Spot6/7 acquises en avril 2016 et d'une série temporelle d'images Sentinel-2 et Landsat-8 acquises entre janvier 2016 et juin 2017. La précision globale de la carte est de 88,71%.

Résultat n°2 : Carte d'occupation du sol millésime 2017

Pour ce millésime, la base de donnée terrain a été revue en profondeur par rapport à celle de l'année précédente en augmentant le nombre de parcelles et en modifiant la nomenclature. Nous avons produit, à partir d'une mosaïque d'images Spot6/7, 3 cartes correspondant aux 3 niveaux de détail de la nomenclature. Les précisons globales de ces 3 cartes sont de 96% pour le niveau 1 (4 classes), 91% pour le niveau 2 (11 classes) et 84% pour le niveau 3 (34 classes). Nous avons également produit des cartes utilisant une mosaïque d'images Pléiades (50cm). Cette image a notamment été utilisée pour l'étape de segmentation afin d'améliorer la délimitation des objets. Les précisons globales de ces 3 nouvelles cartes sont de 97% pour le niveau 1 (4 classes), 98% pour le niveau 2 (11 classes) et 86% pour le niveau 3 (34 classes).

Résultat n°3 : Carte d'occupation du sol millésime 2018 (béta)

Avec cette carte, il s'agissait de tester la faisabilité de produire une carte 2018 avant la fin de l'année 2018 afin de pouvoir localiser rapidement les évolutions des cultures. Cette expérimentation a été réalisée en collaboration avec le Syndicat du Sucre de la Réunion qui nous a transmis des relevés de terrain pour constituer la BD terrain. L'image THRS est une mosaïque de 3 images Spot6/7 et la série temporelle était constitué d'images acquises entre janvier et fin septembre 2018 (*Figure 2*).

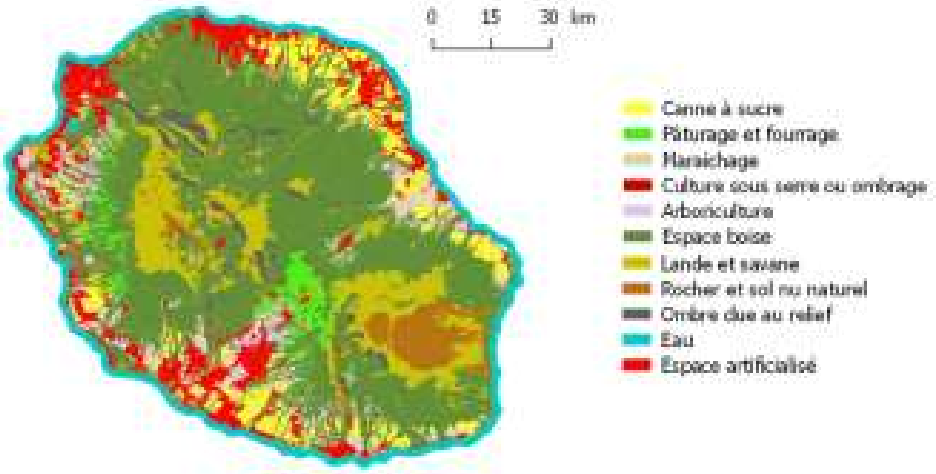


Figure 2. Carte d'occupation du sol (millésime 2018, version beta)

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Cette étude nous a permis de tester la chaine Moringa dans le contexte réunionnais composé à la fois de grandes parcelles (pour les cultures majoritaires telles que la canne à sucre et les prairies) et des petites parcelles (pour l'arboriculture et le maraichage notamment). Le relief de l'île est aussi un facteur important puisque les cultures sont disposées en fonction de l'altitude et que les montagnes ont tendance à retenir les

nuages qui masque de façon quotidienne une partie du territoire. Afin de prendre en compte le relief, nous avons ainsi utilisé le MNT de l'IGN ainsi que les pentes dérivées de ce MNT. Pour s'affranchir des problèmes liés à la présence des nuages, nous avons utilisé des images Sentinel-2 et Landsat-8. Ces données sont en effet acquises plusieurs fois par mois ce qui augmente les chances d'observer de façon régulière l'ensemble du territoire.

Nous avons également constaté qu'il était possible de produire une carte d'occupation du sol en cours d'année (avec une série temporelle partielle donc) afin d'observer les changements d'occupation du sol. Il reste toutefois des pistes d'amélioration. En effet les résultats sur l'arboriculture et le maraichage ne sont pas très bons. Ceci est dû probablement à la petite taille des parcelles mais aussi à la grande variabilité de ces cultures (âges des plantations pour les vergers et cycles très courts pour le maraichage).

La *Figure 3* illustre bien les difficultés rencontrées pour travailler sur ce type de cultures. Nous n'avons pas encore identifié de solutions pour remédier à ce problème mais nous envisageons de tester des nouveaux algorithmes de classification tels que ceux faisant appel à l'intelligence artificielle pour obtenir de meilleurs résultats. Nous envisageons également de coupler les images optiques avec des images radar (de type Sentinel-1) qui permettraient de s'affranchir des problèmes liés à la présence des nuages.

Figure 3. Différentes images mobilisées pour la production de cartes d'occupation du sol à la Réunion sur du parcellaire de maraichage/arboriculture sur la commune du Tampon. L'arboriculture (agrumes) est visible sur Pléiades mais pas sur Spot6/7 ni Sentinel-2.

Pour en savoir plus…

Toutes les cartes sont libre accès sur http://aware.cirad.fr

Dupuy S., Gaetano R., Le Mézo L. 2019. Mapping land cover on Reunion Island in 2017 using satellite imagery and geospatial ground data. Data in Brief, 28 : 12 p. https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104934

Le projet GABiR est un projet lauréat de l'AAP CASDAR Innovation et Partenariat 2016, labellisé par le RMT Fertilisation et Environnement et supporté par le RITA Réunion

ANNEXE VIII – Exemple de fiches techniques nouvellement créées issus du Guide de la fertilisation organique a la Réunion

FICHES MATIÈRES ORGANIQUES - Farine de plume et de sang

Mars 2020

Farine de plume et de sang

Farine de plume et de sang © R. Conrozier

Définition

La farine de plume et de sang est fabriquée par la Sica Aucre. Elle est issue de plumes de volaille et de sang issus de 3 espèces d'animaux : porc, bœuf et volaille (dont 70% du sang provient de la volaille). Une fois arrivé à la Sica Aucre, ces sous-produits sont hydrolysés / séchés, tamisés / broyés, puis conditionnés en Big Bag d'environ 600 Kg. Le produit fini ainsi obtenu est stocké et mis à disposition des agriculteurs gratuitement (pour le moment) contre enlèvement sur site dès obtention des résultats d'analyses microbiologiques conformes à la norme NFU 42-001 (engrais- dénominations et spécifications).

Origine et description

Cette farine de couleur marron à une odeur caractéristique.

Caractéristiques agronomiques

La nature et la composition des échantillons ainsi que le mode d'échantillonnage influent sur la variabilité des moyennes des valeurs agronomiques de la matière organique.

Caractéristiques de la matière organique
C/N : 3,8 ISB : non déterminé (faible)

Caractéristiques physico-chimiques
pH : 6,1 (légèrement acide)

Coefficients d'équivalence engrais
N : 0,8 P_2O_5 : 1 K_2O : 1 CaO : 1 MgO : 1

Composition en éléments fertilisants de la farine de plume et de sang (kg/t de produit brut)
Les moyennes ont été obtenues à partir de 37 échantillons de la farine de plume et de sang

	Azote total (N)	Azote ammoniacal théorique	Phosphore total (P_2O_5)	Potassium total (K_2O)	Calcium total (CaO)	Magnésium total (MgO)	Somme des matières minérales	Matière sèche	Matière organique
Moyenne	117,4	2,2	12,8	2,7	15,5	1,3	151	864	823
Ecarts	95,7 – 136	0,6 – 9,5	7,1 – 23	2,5 – 5,2	6,6 – 48,8	0,7– 2,3	113 – 215	749 – 980	722 – 938
Variabilité	très faible	très forte	moyenne	faible	très forte	moyenne	faible	très faible	très faible

Les valeurs locales présentées dans le tableau ci-dessus, peuvent être légèrement différentes de celles couramment trouvées dans la bibliographie métropolitaine.

Comparaison de la composition de la farine de plume et de sang par rapport aux teneurs moyennes des matières organiques réunionnaises et par rapport aux données de la bibliographie

* Donnée bibliographique de métropole	N	P_2O_5	K_2O
Par rapport à l'ensemble des MO de la Réunion*	très riche	riche	moyenne
Composition de la farine de plume et de sang dans la bibliographie	120 à 140	0 à 20	0
Comparaison entre la bibliographie et les données trouvées sur le terrain	Plus pauvre	moyenne	Plus riche

Composition en éléments traces métalliques de la farine de plume et de sang en mg/Kg de MS
Les moyennes des teneurs en ETM ont été obtenues à partir de 28 échantillons de farine de plume et de sang.

ETM	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Mercure (Hg)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Cr+Cu+Ni+Zn
Valeurs limites réglementaires	10	1000	1000	10	200	800	3000	4000
Valeurs moyennes	0,12	1,2	5,9	0,1	0,8	2,9	121	128,9

Intérêt agronomique

La farine de plume et de sang a comme caractéristiques d'être une matière organique contenant :
- De l'azote rapidement libéré pour être utilisé par la plante. Le carbone est rapidement assimilé par les micro-organismes du sol et respiré, il entretient donc peu le stock d'humus du sol.
- Une concentration forte en azote ; des concentrations faibles en phosphore et très faible en potassium.
- Conclusion : On peut considérer qu'on dispose d'un bon engrais azoté à libération rapide pour la plante et qui peut être utilisé en Agriculture Biologique.
- Difficile à épandre sans matériel puisque le produit est sous forme de farine (poudre).

Modalités d'épandage

La farine de plume et de sang est un produit pulvérulent et odorant à la réhumectation. Il faut par conséquent veiller à l'enfouir superficiellement (5-10cm) rapidement après épandage, et moduler la dose de produit afin de limiter les pertes et de réduire les risques de nuisances olfactives vis à vis du voisinage.

Canne à sucre : Utiliser la farine comme fumure azotée, à la plantation et après chaque coupe. Il faudra complémenter les besoins de la canne à sucre en phosphore et en potassium.

Maraîchage : Utiliser le produit avant la plantation de culture exigeante en azote (cultures légumières) en favorisant l'enfouissement.

Arboriculture : Utilisation possible comme engrais organique sur les vergers en l'appliquant avant la plantation. La farine de plume et de sang est intéressante pour un bon développement végétatif des arbres. Toutefois, en production, il faudra complémenter les besoins en phosphore et potassium si nécessaire.

FICHES MATIÈRES ORGANIQUES - Farine de plume et de sang

Précautions d'utilisation liées aux risques sanitaires ou environnementaux

Risques potentiels	Conséquences potentielles	Précautions d'utilisation
Peu de risque sanitaire	Evolution rapide du produit	Même si peu de risque sanitaire, porter des équipements de protection individuelle (notamment des gants)
Apports excessifs en azote	Pollutions des eaux par les nitrates, pouvant être dommageable pour l'environnement, voire la santé humaine. Entraine un déséquilibre physiologique de la plante	Raisonner l'apport azoté en fonction des besoins des cultures
Emanation d'ammoniac	Odeurs désagréables lors de l'épandage	Ne pas épandre le produit lorsqu'il y a beaucoup de vent et enfouir rapidement le produit.

Exemple de calcul de fertilisation

Un apport raisonné de farine de plume et de sang permet essentiellement la fertilisation azotée sur certaines grandes cultures. La canne à sucre et certaines cultures maraîchères se prêtent le mieux à ce type d'apport.

Ne pas dépasser les apports d'azote/ha par rapport aux besoins calculés de la culture à fertiliser en tenant compte du coefficient d'équivalence engrais N.

Par exemple si l'on souhaite faire un apport de 1,7 t/ha cela apportera à la culture :
– 200 unités d'azote total, dont 160 N efficaces ;
– 22 kg de phosphore assimilable par le cycle en cours
– 6 kg de K_2O

Références réglementaires

La matière organique farine de plume et de sang, produite par SICA Aucre répondant à la norme NFU 42-001 "engrais dénominations et spécifications" rendue d'application obligatoire.

Quantité produite

En 2019, la quantité de farine de plume et de sang produite est de 850 tonnes de matière brute dont 821 tonnes ont été distribuées aux agriculteurs.

Cette fiche est extraite du :

Guide de la fertilisation organique à La Réunion

Pierre-François Chabalier
Virginie van de Kerchove
Hervé Saint Macary

Le *Guide de la fertilisation organique à La Réunion* fait le point des connaissances sur les matières organiques produites à La Réunion ainsi que sur les aspects pratiques de la réglementation et de leur épandage en agriculture.

Il comprend une première partie générale sur la culture, le sol, les analyses, l'emploi des matières organiques, les risques, la réglementation et les modes d'épandage. Dans une deuxième partie sont présentées des fiches techniques sur le calcul de fertilisation, les cultures, les prélèvements sur le terrain et vingt-six matières organiques.

La fiche de matières organiques de poudre de viande et d'os a été réalisé en 2020 dans le cadre du projet GABiR (Gestion Agricole des Biomasses sur l'Ile de la Réunion). Cette fiche a été réalisée par Rémi Conrozier, Agathe Deulvot, Virginie van de Kerchove et Laurent Thuriès.

Diffusion
Chambre d'Agriculture de La Réunion
24, rue de la Source - BP 134 - 97463 Saint-Denis cedex
Téléphone : 0262 94 25 94 - Télécopie : 0262 21 31 56
eMail : remi.conrozier@reunion.chambagri.fr
ou agathe.deulvot@reunion.chambagri.fr
Internet : http://www.cirad-reunion.org

© CIRAD 2006 pour la première édition
ISBN : 2-87614-629-0 - Dépôt légal avril 2006

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

Résumé

La Réunion importe de grandes quantités d'intrants agricoles (fertilisants minéraux pour les cultures, alimentation animale, etc.). Ces importations ont un impact important sur les émissions de gaz à effet de serre du secteur, et plus globalement du territoire. Pourtant, certaines biomasses produites localement par différents secteurs, valorisées de manière plus efficiente dans une logique d'économie circulaire, pourraient se substituer pour partie à ces ressources importées. **Le projet GABiR (2017-2020) visait ainsi à renforcer l'inclusion du secteur agricole dans l'économie circulaire de l'île par une approche territoriale de la gestion des flux de biomasses.**

Une première phase d'**inventaire** a fait apparaitre une grande **hétérogénéité des contraintes et leviers liés à la multitude des situations locales sur l'île** (acteurs, types de biomasses, sous-territoires diversifiés, etc.). Les partenaires du projet ont ainsi choisi d'aborder la problématique de la gestion des biomasses valorisées ou valorisables à travers des **cas d'étude** afin de proposer des cadres d'analyse et des solutions techniques et organisationnelles pour celles-ci, mais également potentiellement remobilisables pour d'autres situations.

A l'issu d'un diagnostic territorial et d'un processus collectif de sélection, **quatre cas d'étude ont été retenues et approfondies** car considérés comme emblématiques des problématiques rencontrées sur le territoire (représentatives de la diversité des initiatives locales, des grands gisements de biomasses et de secteurs d'activités de l'île) :

• La mise en place d'une **filière de fourrages** structurée facilitant les échanges et stockages de fourrages entre exploitations à l'échelle de l'île et permettant de réduire la part de fourrages et aliments concentrés importés,

• Les **contraintes d'épandage et l'optimisation des flux d'effluents** entre élevage et agriculture dans la commune de Saint-Joseph,

• La substitution partielle des engrais minéraux importés par le **co-compostage d'effluents d'élevage et de déchets verts** afin de pallier aux contraintes des différents acteurs impliqués (élevages hors-sol, plateforme de traitement des déchets, etc.),

• La **valorisation agricole des biodéchets** après transformation sous forme de compostage ou méthanisation.

La modélisation à l'aide des plateformes GAMA® et Ocelet® a été mobilisée comme support d'exploration de scénarios de changement et de dialogue avec les parties prenantes (agriculteurs, instituts techniques, collectivités territoriales, services de l'état, autres acteurs économiques, etc.). Celle-ci s'est révélée particulièrement efficace comme **outil d'évaluation et de concertation** afin d'induire le changement de paradigme qu'impose le passage d'une conception de type « économie linéaire » et sectorisée, à une « économie circulaire », basée sur des échanges et un dialogue entre secteurs et acteurs du territoire.

Au-delà de ces outils de dialogue, le projet a également permis de construire des cadres méthodologiques et des outils d'aide à la décision qui peuvent **contribuer à la construction d'un cadre générique d'accompagnement d'initiatives d'économie circulaire en agriculture**.

Enfin, les résultats ont fait l'objet de **nombreux transferts à destination des décideurs et du grand public** (séminaire de restitution, articles de presse, …), **des agriculteurs et de l'encadrement technique** (fiches de caractérisation des biomasses, guide du compostage à la ferme, formations, …), **des apprenants de l'enseignement agricole ou de l'aménagement du territoire** (modules de formation, encadrements de stage, …) ou **de la communauté scientifique** (communications dans des congrès, articles de recherche, …).

Remerciements

Les partenaires du projet GABiR remercient en premier lieu la Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche (DGER) du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation qui a permis le financement de ce projet.

Par ailleurs, nous tenons également à remercier l'ensemble des acteurs du territoire qui ont participé aux activités du projet et ont contribué, de par leur motivation et leur sens du partage et de l'innovation, à la réussite du projet.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTERE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORET

avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «Développement agricole et rural»