

Évaluation d'impact ImpresS *ex post* sur la lutte biologique contre le ver blanc de la canne à sucre à La Réunion

Régis Goebel, Cirad, UPR Aïda
Pierre Martin, Cirad, UPR Aïda
Nans Mouret, Istom
Jean-Marie Paillat, Cirad, UPR Recyclage et risques
Estelle Roux, FDGDON



Comment citer ce document ?

Évaluation d'impact ImpresS *ex post*
sur la lutte biologique contre le ver blanc
de la canne à sucre à La Réunion.

Goebel R., Martin P., Mouret N., Paillat J.-M.,
Roux E. 2016. Montpellier : Cirad, 94 p.

<https://doi.org/10.18167/agritrop/00790>



Table des matières

Sigles et abréviations.....	2
1. Présentation du cas	3
1.1 Contexte du développement de la problématique de recherche et contexte général du cas.....	3
1.2 Découpage du périmètre de l'étude de cas.....	5
1.3 Résumé de l'adaptation du protocole ImpresS pour conduire l'étude.....	7
2. Le récit de l'innovation.....	9
2.1 Processus d'élaboration du récit : à partir du récit 1 ^{er} de la phase de préparation jusqu'au récit final validé par les acteurs.....	9
2.2 Le récit de l'innovation final	10
2.3 Le chronogramme	14
2.4 La cartographie des acteurs	16
3. Chemin de l'impact	19
3.1 Processus d'élaboration du chemin de l'impact.....	19
3.2 La dernière version du chemin de l'impact finalisé.....	19
3.3 Les éléments du chemin	20
3.4 Liens de causalité entre les éléments du chemin	33
3.5 La recherche au sein du chemin de l'impact.....	33
4. Le renforcement des capacités	33
4.1 Présentation des situations d'apprentissage identifiées	33
4.2 Importance du renforcement des capacités dans la production des impacts de l'innovation.....	35
5. Mesure des impacts.....	35
5.1 Hiérarchisation des impacts.....	35
5.2 Les impacts et leurs indicateurs	37
5.3 Les impacts de 1 ^{er} niveau.....	38
5.4 Les impacts de 2 ^{ème} niveau	48
6. L'approfondissement du cas : l'impact sur les politiques publiques	52
6.1 Le choix de cet approfondissement.....	52
7. Retour d'expérience.....	52
7.1 Sur la méthode d'évaluation ImpresS	52
7.2 Recommandation pour la conduite de projets d'innovation similaire ou pour la suite du projet d'innovation	55
8. Bibliographie	57
9. Annexes.....	59
Annexe 1 : Paiement par tranche de tonnages livrés (Source : Convention canne 2006-2015).....	59
Annexe 2 : Cycle biologique du ver blanc (Source : Fiche technique : lutte obligatoire contre le ver blanc avec le Betel)	59
Annexe 3 : Liste des acteurs rencontrés et des services d'archives consultés.....	60
Annexe 4 : Exemples de questionnaire.....	61
Annexe 5 : Compte-rendu des focus groups réalisés	63
Annexe 6 : Tableau acteurs.....	67
Annexe 7 : Tableau descripteurs	79
Annexe 8 : Système de calques	85
Annexe 9 : Hiérarchisation des impacts.....	90

Sigles et abréviations

ARC-SGI	Agricultural Research Council-Small Grain Institute
ARTAS	Association Réunionnaise pour le développement de la Technologie Agricole et Sucrière
CERF	Centre d'Essai, de Recherche et de Formation (aujourd'hui eRcane)
DAAF	Direction de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt
DAF	Direction de l'Alimentation et de la Forêt (aujourd'hui DAAF)
EEE	Espèce Exotique Envahissante
FDGDEC	Fédération Départementale des Groupements de Défense contre les Ennemis des Cultures
FDGDON	Fédération Départementale des Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles
FEADER	Fonds Européens Agricole pour le Développement rural
IFT	Indice de Fréquence de Traitements phytosanitaires
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
IRAT	Institut de la Recherche Agricole Tropicale
MSIRI	Mauritius Sugar Industry Research Institute
RITA	Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole
SAFER	Sociétés d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural
SASRI	South African Sugarcane Research Institute
SICA	Société d'Intérêt Collectif Agricole
SPV	Service de Protection des Végétaux de la DAAF
SUAD	Service Utile pour l'Agriculture et le Développement
UMR PVBMT	Unité Mixte de Recherche Peuplements Végétaux et Bioagresseurs en Milieu Tropical
UPE	Unité de Production d'Entomopathogène

1. Présentation du cas

1.1 Contexte du développement de la problématique de recherche et contexte général du cas

1.1.1 La Réunion

Située dans l'Océan Indien entre Madagascar et Maurice, La Réunion présente une topographie caractéristique des îles volcaniques constituée de trois grandes régions thermiques : tropicale (<300m), subtropicale (< 1800m) et tempérée (> 1800m). Divisée entre les Hauts et les Bas, l'île possède une côte au vent à l'Est et une côte sous le vent à l'Ouest. Depuis le 5 mars 2007, l'île abrite un parc national étendu sur 105 400 hectares, soit 42% de la superficie de l'île (Douris et al, 2012). Les « Pitons, cirques et remparts » sont inscrits au Patrimoine mondial de l'Unesco depuis 2010. Ces deux appellations font aujourd'hui de La Réunion un territoire unique en matière de protection de l'environnement et de développement durable. Si sa diversité territoriale est atypique, la richesse des mécanismes ayant construit l'identité créole l'est tout autant.

Habitée depuis seulement 1665, La Réunion a tout d'abord été colonisée par des français accompagnés de malgaches venus y développer une économie de subsistance jusqu'à ce que la Compagnie des Indes Orientales décide d'initier une immigration européenne organisée (1667-1767). De façon à exploiter massivement les ressources de l'île, un afflux d'esclaves sera organisé : les malgaches dès 1717, des africains à partir de 1754 et des Indiens en 1762. Suite à l'abolition de l'esclavage en 1848, 110 000 Indiens seront engagés entre 1860 et 1882. L'aggravation des conditions de vie des engagés marquera la fin de la période d'immigration massive (Paillat-Jarousseau, 2014). D'une diversité sociale et culturelle est née la société créole réunionnaise.

La départementalisation de La Réunion en 1946 initiera de profondes mutations sociologiques au sein de la société créole. Le projet socio-économique prescrivait une politique d'assimilation et de rattrapage vis-à-vis de la métropole (Watin, 2012). Dans les années 60, la réalisation de grands chantiers d'infrastructures [école, réseau d'eau et électricité, hôpitaux, etc.] favorisa l'arrivée de métropolitains s'installant durablement à La Réunion. Ce processus de *techno-modernisation* aboutira à d'importants effets pervers sur la société créole : échec scolaire, comptage du chômage et négation de l'identité créole (Watin, 2012). Confronté à cette situation, le rejet du mode de vie occidentalisé se fait ressentir jusqu'en 1982 où les tensions s'apaisent grâce à la loi de décentralisation, qui sera accompagnée du développement sur l'île du transport aérien, des technologies de l'information et de la communication.

La Réunion est aujourd'hui découpée en 49 cantons et 24 communes. Au 1^{er} janvier 2015, l'île comptait 833 944 habitants (Insee, 2015), faisant de ce département français d'outre-mer celui le plus peuplé. Avec plus de 45 000 hectares cultivés, l'agriculture occupe 18 % de la surface du territoire, répartie au sein de 7 623 exploitations

agricoles (Insee, 2015), mobilise 10 % de la population active et contribue à 5 % du produit régional brut (Agreste, 2010). Confronté à l'urbanisation croissante – le million d'habitants sera dépassé en 2040 d'après l'INSEE –, la perte annuelle de 800 ha de surface agricoles depuis 2007 (Insee, 2015) inquiète fortement les autorités locales.

1.1.2 La filière canne à sucre réunionnaise

La canne à sucre a été introduite à La Réunion en 1768 depuis la Polynésie française (Hébert et al, 2008). Son développement sur le territoire, pour alimenter la métropole en sucre, a résulté d'une part de la disparition progressive de la culture du café, non rentable face à son incapacité à absorber une succession de catastrophes climatiques à répétition (notamment des avalanches¹), et, d'autre part, de la perte de Saint Domingue en 1804 par l'Etat Français. En effet, ce territoire fournissait alors 86 000 tonnes de sucre à la métropole, soit 81% de sa consommation (Géraud, 2002). La canne à sucre est depuis une culture d'importance économique pour La Réunion. En 2007, la production de sucre représentait plus de 60% des produits exportés (Agreste, 2007).

La structure de la filière canne à sucre a évolué au cours du temps en phase avec le développement socio-économique attendu par la métropole. Durant le 19^{ème} siècle, le modèle d'« habitations sucrières » dominait. Celui-ci prônait la mise en place de grandes propriétés dirigées par une élite blanche dominant des travailleurs noirs. L'opération de transformation de la canne en sucre faisait alors partie des activités de chaque habitation. Les unes après les autres, ces habitations feront faillite et seront rachetées par des sociétés industrielles métropolitaines. Cette période de rachat, appelée « temps de l'établissement » durera jusqu'à la réforme foncière votée par l'Assemblée Nationale en 1961 (Chastel, 1995). Sous l'impulsion de la SAFER, 22 533 hectares à vocation agricole seront ensuite redistribués à des particuliers entre 1966 à 1994 (Chastel, 1995). A partir de 1992, la production de la canne sera entièrement assurée par des planteurs, et les industriels se chargeront de sa transformation en sucre puis de sa commercialisation. L'aménagement des routes et le contexte économique conduiront peu à peu à la réduction du nombre d'usine de transformation : de 12 en 1960 appartenant à plusieurs propriétaires locaux, on n'en compte plus que 2 aujourd'hui, i.e. Bois Rouge et Le Gol, appartenant à Tereos Océan Indien (Téréos).

Aujourd'hui, les 24 336 hectares cultivés, correspondant à 57% de la surface agricole utile du territoire, la rendent omniprésente au sein du paysage. Elle est principalement cultivée par des petits producteurs (surface inférieure à 15 ha). Les producteurs bénéficient d'un appui local important. Concernant la création variétale, eRcane (anciennement CERF) propose depuis 1929 de nouvelles variétés et aujourd'hui de l'expertise sur la conduite de la culture. Le Cirad, présent depuis 1962 – à l'époque il s'agissait de l'IRAT et du CEEMAT –, a tout d'abord proposé des solutions de mécanisation pour aujourd'hui être principalement investi dans l'agro-écologie et la gestion sanitaire. La Chambre d'agriculture de La Réunion – la plus grande des chambres françaises en termes de nombre d'agents – assure de son côté une

1 « Mot créole signifiant une forte inondation consécutive à des pluies torrentielles » (Lorion et al)

activité de conseil et de suivi des exploitations. La FDGDON met à disposition des planteurs des moyens de lutte contre les ennemis des cultures en privilégiant les solutions respectueuses de l'environnement et de la santé. La relation entre planteurs et industriels est assurée par le centre d'interprofession de la canne (CTICS) qui est chargé de déterminer la richesse en sucre des cannes livrées par les 3700 planteurs de l'île. Le CTICS porte également des missions d'intérêt général pour la filière : coordination des travaux d'amélioration foncière et géo-référencement des exploitations cannières. Enfin, des réseaux comme l'ARTAS ou les RITA (en cours de création) constituent un lieu de dialogue et de communication pour l'ensemble des acteurs de la filière.

Le mode de financement de la culture de la canne à sucre diffère de celui d'autres filières, à l'exemple des fruits et légumes payés par tonne de produit livré. Concernant la matière première, i.e. la canne à sucre, le montant perçu par chaque planteur pour sa récolte résulte d'une somme de montants. D'une part, le prix de la tonne de canne livrée par les planteurs auprès de Tereos (à 39,09 € pour une richesse en sucre de 13,8 %) est fixé par une convention entre les deux parties (Convention Canne, 2006). En contrepartie de l'usage des co-produits (prime bagasse), une qualité de canne livrée supérieure à l'attendu (prime richesse) et pour soutenir les planteurs situés dans des zones éloignées, Téréos accorde des primes supplémentaires. Enfin, l'Etat Français accorde une somme supplémentaire à chaque planteur par tranche de tonnage livré (cf. Annexe 1). Concernant les opérations culturales, la replantation de la canne à sucre – consistant à replanter une nouvelle souche de canne tous les 7 à 10 ans en moyenne sur l'île – est subventionnée par le FEADER. Cette subvention prend en charge 50% du coût total de l'opération, pouvant avoisiner les 4000 €/ha (CTICS, 2015). Enfin, suite à la baisse du prix du sucre, Tereos Océan Indien bénéficie d'une aide compensatoire d'un montant de 7,46 millions d'euros par l'Union Européenne (Convention Canne 2006-2015, 2006). L'objectif de ces subventions est de permettre aux planteurs et usiniers d'assurer une production de sucre qui soit économiquement viable.

L'importance pour La Réunion de conserver cette culture, entourant le Parc National, est qu'elle présente des atouts environnementaux non négligeables. La matière première, dont les rendements sont hétérogènes sur l'île (de 60 à 110t/ha), permet de générer 10% de l'électricité consommée sur l'île au cours de la campagne sucrière (durée 6 mois), réduisant d'autant l'usage du charbon. La culture présente également des intérêts. Le tallage racinaire important de la plante et un travail du sol, réduit au labour pour préparer la replantation, limitent considérablement l'érosion du sol. Le faible recours aux herbicides, en comparaison avec le maraîchage par exemple, limite la pollution des sols. Ainsi, (Martin et al, 2013) a estimé un IFT² de 3,64 doses/ha pour la canne contre 13,8 pour le maraîchage. Enfin, depuis 2006, plus aucun insecticide n'est autorisé sur la culture de la canne à sucre. Malgré les nombreuses agressions parasitaires subies, le rat, le foreur de la canne ou le ver blanc, chacune entraînant une crise de production, des solutions respectueuses de l'environnement ont toujours été mises

en place. Il n'empêche que l'agression du ver blanc a été une des plus dévastatrices.

1.1.3 L'arrivée du ver blanc

Le 16 juin 1981, un ver blanc, parasite de la canne à sucre, est signalé pour la première fois par des planteurs situés à Sainte Thérèse des Hauts de la Possession : des souches anormalement jaunies ont été observées. Un agent de la SUAD rapporte quelques échantillons à Bernard Vercambre, chercheur à l'IRAT, qui alerte dans la foulée le chef du Service de Protection des Végétaux de la DAF et le directeur du CERF (CaroCanne, 2009). Le 11 juillet 1981, la presse publie un article signalant la présence du ver blanc et annonce la mise à disposition auprès des planteurs d'une ligne téléphonique pour déclarer toute présence du ravageur (Le Quotidien, 1981). L'hypothèse la plus forte situant l'origine de l'introduction du ver blanc serait l'arrivée en 1973 des militaires français localisés Madagascar, qui auraient transporté des pots de fleurs infestés en petite quantité. 8 années auraient été nécessaires pour retrouver ce ver blanc dans des champs de canne (CaroCanne, 2009).

De façon à identifier l'insecte et connaître son fonctionnement biologique, l'IRAT lance un élevage. L'envoi d'adultes au Muséum d'Histoire Naturelle permet d'identifier le hanneton *Hoplochelus marginalis*, découvert en 1889 par l'entomologiste belge nommé Fairmaire (Sauvion et al, 2013). Son cycle de vie s'étale sur un an (annexe 2). A La Réunion, l'accouplement a lieu entre le début du mois de novembre et la mi-janvier. Une fois fécondée, la femelle tombe sur le sol, où elle pond ses œufs. Ces œufs donnent très vite des larves, qui après trois stades de développement, entreront en nymphose puis se transformeront en hanneton adulte. Le stade de développement le plus dévastateur pour les cultures est la larve au niveau L3. A ce stade, correspondant à la fin de saison des pluies et le début de la saison sèche, la larve se nourrit des racines de la canne. L'entrée en nymphose se fait en période sèche.

Suite à sa découverte, un arrêté a interdit le transport de terres depuis les communes de la Possession, du Port et de Saint Paul vers l'extérieur (Le Quotidien, 1981). Le ver blanc n'impactait pas exclusivement la canne. On le retrouvait par exemple sous les gazons, qui jaunissaient également. Les adultes attirés par la lumière conduisaient les habitants à s'enfermer, et, sur les routes, des nuages d'adultes rendaient la conduite dangereuse. Afin d'éradiquer le fléau, une mobilisation collective s'est alors mise en place.

Côté canne à sucre, les dégâts pour la période 1985-1990 ont été estimés à une perte d'environ 15 % de la production de canne, entraînant alors une modernisation foncière et variétale (Sauvion et al, 2013). Depuis son entrée sur l'île, le ravageur se serait propagé à une vitesse de 3 - 4 km/an (Goebel et Vercambre, 1988). En 1989-90, le préjudice économique est évalué entre 1,4 et 2,1 millions d'€, soit un déficit de 30 000 à 45 000 tonnes (Vercambre et al, 2008).

1.2 Découpage du périmètre de l'étude de cas

1.2.1 Introduction

Au cours des années 80, plusieurs solutions de lutte ont été proposées et certaines ont été diffusées. La première solution a consisté à replanter les parcelles infestées. Le CEEMAT avait d'ailleurs montré qu'un labour précoce [septembre-octobre] avant la replantation, permettait de réduire de 80 % les dégâts causés par le ver blanc la première année. En l'absence d'autres solutions, la population de ver blanc recommençait son développement. La seconde solution consistait à recourir aux produits chimiques. Le Mocap présentant une meilleure efficacité que le Lindane, d'après les tests effectués par le Cirad, la Chambre d'agriculture a incité les planteurs à utiliser ce produit. Toutefois, la performance du produit n'étant pas suffisante, le produit chimique Suxon, utilisé pour lutter contre une autre espèce de ver blanc en Australie, a alors été importé en regard de recommandations effectuées par le Cirad, puis diffusée par des distributeurs. Enfin, de façon à disposer d'une solution durable et respectueuse de l'environnement, une solution de lutte biologique a été recherchée. Plusieurs techniques ont été testées en collaboration avec la FDGDON : micro-guêpes de la famille des *Scoliidae* et champignons entomopathogènes (*Metarhizium anisopliae* et *Beauveria brongniartii*). Parmi l'ensemble des solutions testées, seul le labour précoce, le Suxon et *Beauveria brongniartii* feront l'objet d'une utilisation massive par les planteurs.

Pour définir le périmètre de l'étude de cas, nous nous sommes appuyés sur la définition du terme « innovation ». D'après Chauveau et al (1999), le terme d'innovation fait référence à « l'adoption d'une nouveauté ». Si une invention émane d'une activité de recherche, l'innovation est une application large de cette invention rendue possible par une décision économique (Godin et al, 2008). Dans notre cas, et en regard de cette définition, les trois solutions utilisées massivement par les planteurs – labour précoce, Suxon et *Beauveria brongniartii* – correspondent donc chacune à une innovation. Ce faisant, le périmètre de l'étude de cas commence en 1981, date d'entrée du ver blanc à La Réunion, et se termine en 2007, date à partir de laquelle *Beauveria brongniartii* a été utilisé seul. Le territoire considéré dans l'étude est celui de l'île de La Réunion.

1.2.2 L'innovation étudiée

L'innovation considérée par l'étude de cas est le contrôle biologique du ver blanc par le champignon *Beauveria brongniartii*. Champignon entomopathogène saprophyte, il colonise le ver blanc par frottement puis se développe à l'intérieur de ce dernier et le tue. Deux produits de lutte biologique ont été mis au point au cours du temps : le riz sporisé d'abord puis le Betel. Ces deux produits, correspondant à deux applications distinctes de l'innovation, sont considérés par notre étude.

Le riz sporisé est un produit destiné à la gestion des hannetons pendant la période de vol (cf. annexe 2). L'application consiste à tremper les adultes, attiré la nuit

au moyen d'une lumière, dans une solution contenant quelques grammes du produit. Une fois l'adulte contaminé il est relâché. Le contact physique d'un hanneton contaminé avec ses congénères pour la reproduction le conduit à contaminer à son tour ses partenaires. Ce produit a été mis au point en 1989 par la FDGDON en partenariat avec le Cirad et le SPV. Avec plus de deux tonnes produites par an entre 1990 et 1993, sa production a été considérée comme artisanale. Les producteurs en ont bénéficié sans contribution financière entre 1989 et 2005, et coûte aujourd'hui 1 € le sac de 300 grammes (gants fournis). Cette quantité est suffisante pour effectuer plusieurs trempages. Comparé au coût de production réel, pris en charge par le Conseil Général via les subventions, ce prix est symbolique.

Le Betel est quant-à-lui destiné à la gestion des larves situées dans le sol. Il est inséré dans le sillon de la canne lors de sa replantation. C'est un produit à visée pérenne : le champignon se diffuse progressivement dans le sol et peut contaminer les larves quelque soit leur stade de développement, de même que la femelle adulte lorsqu'elle s'enterre pour pondre (cf. Annexe 2). Ce produit a été développé en 1990 par Calliope NPP (une société privée appelée aujourd'hui Arista Biologicals Inc) avec l'appui administratif du SPV, l'appui financier des actionnaires (SICA, Banque Sofider, Industriels, Calliope NPP) et l'appui technique du Cirad et de la FDGDON. Le produit a été vendu pour la première fois en 1997 et, depuis, a toujours été subventionné : 80% de 1997 à 2007 et 50% de 2007 à 2015.

Pour caractériser ces deux produits selon les concepts de l'innovation, et en regard des cinq formes d'innovation identifiées par Schumpeter³, les deux applications sont perçues différemment selon l'acteur. Du point de vue de la recherche, le riz sporisé et le Betel sont des innovations de produit. Par contre, pour les producteurs, elles sont des innovations de procédé dans la mesure où le Suxon (produit chimique) était déjà disponible et utilisé. Par ailleurs, le recours à la lutte biologique est une innovation incrémentale dans le sens où elle « ne remet pas en cause les systèmes techniques ou organisationnels existants et reste dans le même paradigme technologique » (Chauveau et al, 1999). Ce faisant, elle n'entraîne pas de rupture dans les procédés de production de canne ou de fabrication en sucre et ne modifie pas le marché.

1.2.3 La place de l'innovation dans les programmes de recherche

Dès les premiers dégâts observés, la recherche a proposé des solutions. Ce faisant, la configuration de Recherche-Action est présente. Par contre, il n'y a pas eu de projet « Lutte biologique contre le ver blanc » au sens strict. Le SPV a adressé une demande à l'IRAT (ex-Cirad) pour mener des recherches afin d'élaborer une lutte durable contre ce ravageur, et la solution identifiée par Bernard Vercambre était la lutte biologique. Le tableau 1 présente les bailleurs et acteurs impliqués dans la conduite de la recherche.

³ Innovation de produit/innovation de procédé/ innovation organisationnelle/ innovation de débouché/ innovation de matières premières

Tableau 1 : Identification des projets de recherche

Nom du projet	Objectifs du projet	Date début /fin	Financement du projet (montant)	Contribution à l'innovation étudiée : connaissances, appui/conseil, formation, expérimentations	Porteur du projet	Autres acteurs impliqués
Lutte contre le ver blanc (<i>Haplochelus marginalis</i>)	Elaborer une méthode de lutte durable	De 1981 à 2007	Conventions avec le Conseil Général : - Convention 1981 (950 000 FRF) - Convention 1983 (607 596 FRF) - Convention 1984 (700 000 FRF) - Convention 2004 (30 000€)	- Connaissance sur la biologie du ravageur - Connaissance sur l'utilisation du champignon - Expérimentation - Formation des techniciens de la FDGDON	R. Goebel (Cirad) B.Vercambre (Cirad) accompagné de son équipe : R. Manikom/ O. Goebel	FDGDON SPV Planteurs Industriels Inra Chambre d'agriculture

1.2.4 Le périmètre spatio-temporel de l'étude de cas

La diffusion de l'innovation a été effectuée par l'ensemble des acteurs de la filière au sein du territoire réunionnais. Le riz sporisé et le Betel ont été appliqués sur toutes les communes de l'île, quelque soit leur altitude, par tous les planteurs, indépendamment de la taille de leur exploitation, et à toutes les parcelles, quelque soit leur niveau d'infestation. Dans la mesure où l'île est de petite taille et que tous les points sont accessibles en moins d'une demi-journée, le périmètre spatial considéré dans l'étude est l'île dans sa totalité.

Concernant les dates. Lors de l'école-chercheur, il a été convenu à priori que le périmètre temporel s'étalerait de 1987 à 2007, 1987 correspondant à la découverte du champignon entomopathogène *Beauveria brongniartii* comme moyen de lutte et 2007 à l'arrêt du Suxon au profit de l'usage exclusif du Betel. La conduite de l'étude a amené de revoir cette délimitation.

Depuis l'apparition du ver blanc à La Réunion jusqu'à aujourd'hui, le processus d'innovation peut être découpé selon quatre phases :

- 1981-1987 : Premières actions amenant la découverte du champignon
- 1987-1997 : Conception de l'innovation et début de diffusion
- 1997-2007 : Phase d'adoption de l'innovation
- 2007-2015 : Interrogation de l'innovation

Concernant la date de début de l'étude de cas, le guide méthodologique indique en page 26 que la date de démarrage de l'histoire de l'innovation correspond « aux premières actions qui permettent de résoudre un problème identifié et qui vont initier le processus d'innovation ». Dans la mesure où la recherche a été initiée dès la découverte du ver blanc en 1981 par B. Vercambre, soit la première phase, la date de début de l'étude de cas a été portée à 1981. Concernant la date de fin, celle-ci n'a pas été modifiée. Le choix de ne pas considérer la dernière phase, i.e. interrogation de l'innovation, s'est imposé d'une part pour répondre aux critères d'éligibilité de l'étude de cas par le chantier, i.e. un cas ex-post et non in-itinere. De plus des questions posées dans les années 2000 sont encore aujourd'hui sans réponse à l'exemple de la monospécificité de la souche. Ce faisant, le périmètre de l'étude de cas commence en 1981 et se termine en 2007.

1.2.5 Une première hypothèse des impacts

Le chemin de l'impact est une représentation schématique proposée par le groupe méthodologique du Chantier Innovation-Impact. Ce modèle schématise les liens de causalité entre des moyens (« inputs ») et des produits (« outputs »), puis entre des produits et des effets (« outcomes ») et enfin entre ces effets et les impacts. Ce faisant, ce graphique permet de retracer les relations causales entre des inputs et des impacts.

La Figure 1 présente la première version du chemin de l'impact élaborée au cours de l'école-chercheur, qui s'est déroulée à Sète du 23 au 26 février 2015. Les participants à cette construction sont les membres de l'étude de cas, i.e. Régis Goebel, Pierre Martin, Jean-Marie Paillat, Estelle Roux et Nans Mouret. En fin de séance, le chemin de l'impact a été retravaillé avec Agathe Devaux-Spatarakis.

Quelques points sont à noter sur cette première version du chemin de l'impact. Tout d'abord, les impacts de premier ordre présentent des proximités entre eux, à l'exemple de la « réduction du nb de replantations de canne » et de l'« augmentation du revenu car diminution des coûts » de gestion de la plantation qui sont complémentaires. Avec du recul, cette construction pose question. En outre, la majorité des impacts concernent les planteurs, bénéficiaires directs de l'innovation. Quid des autres acteurs de la filière à l'exemple de la société Betel ?

D'autre part, sur cette première version du chemin de l'impact, une première modification du modèle proposé par le groupe méthodologique a été portée. Celle-ci a consisté à introduire des facilitateurs, supportant la relation causale entre input et output, ainsi qu'entre output et outcome [Cellules colorées en vert sur la figure 1]. Le facilitateur « Budget » par exemple n'est pas un input, mais le support (ou vecteur) qui a permis à partir des observations de terrain de produire une expertise et de la connaissance sur *Beauveria brongniartii*.

Enfin, des flèches bidirectionnelles sont présentes dans le graphe indiquant des rétroactions entre les cellules, y compris les facilitateurs. Si on reprend l'exemple du facilitateur Budget, celui-ci est en rétroaction avec l'input « Observations de terrain (producteurs, techniciens) », ainsi qu'avec l'output « Expertise / Connaissances sur *Beauveria* ». La rétroaction traduit l'existence de lien de causalités multiples entre les cellules où le sens de la relation causale est alterné. Dans le cas du lien entre le facilitateur « Budget » et l'output « Expertise / Connaissances sur *Beauveria* », le budget a permis de

dégager des fonds pour la recherche et produire plus de connaissances sur le champignon entomopathogène mais ces connaissances ont aussi entraîné de nouveaux budgets pour répondre aux questions de recherche.

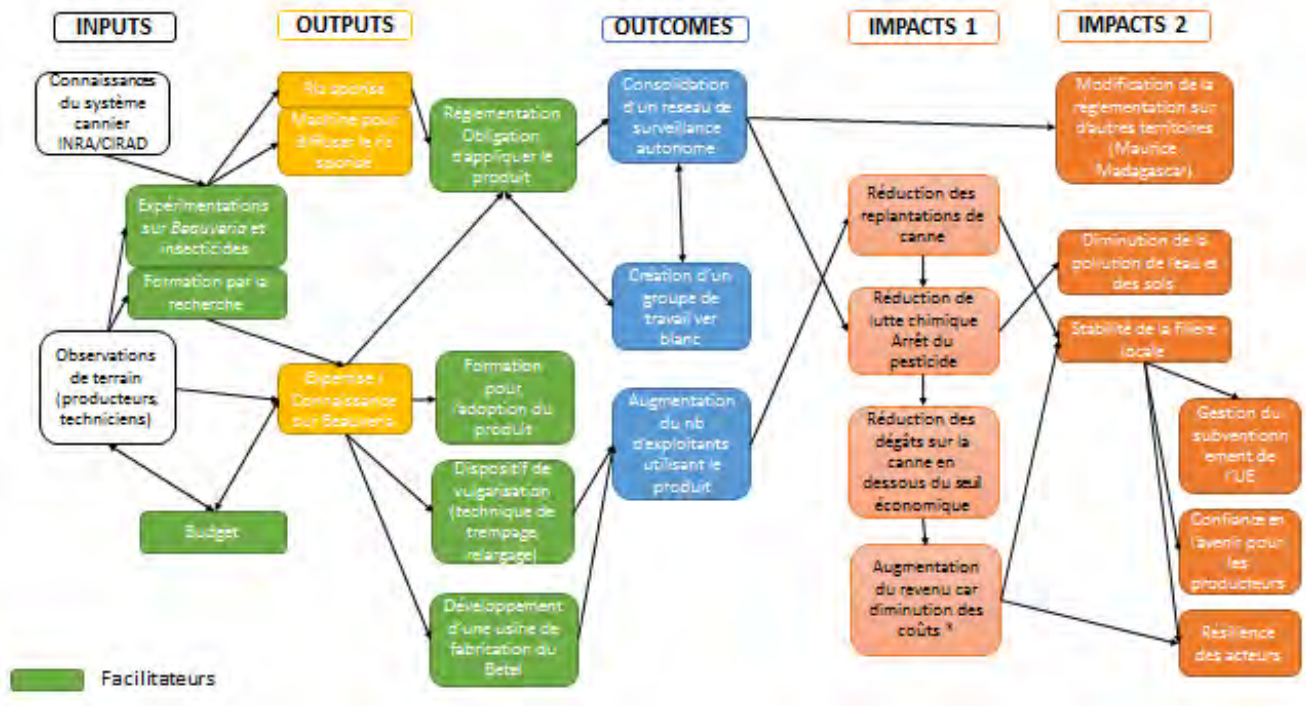


Figure 1 : Première version du chemin de l'impact – Version du 27/02/2015

1.3 Résumé de l'adaptation du protocole ImpresS pour conduire l'étude

1.3.1 Description de l'étude conduite

La conduite de l'étude a débuté dès l'école-chercheur, où l'équipe-cas s'est familiarisée avec la méthodologie ImpresS et a formulé la première version du chemin de l'impact et du renforcement des capacités. Ces versions correspondent à la perception des membres du groupe au début de l'étude. Par la suite, une mission de Pierre Martin et Régis Goebel à la Réunion début Février a permis d'établir une première liste de personnes ressources à rencontrer. Le 15 mars, le stagiaire est arrivé au Cirad à Montpellier pour initier la bibliographie et préparer le travail de terrain, qui a commencé le 30 mars. La phase terrain s'est terminée le 7 août. Rentré à Montpellier le 8 août, le stagiaire et le co-porteur ont analysé les données et rédigé le rapport de l'étude de cas.

1.3.2 Qui a fait quoi

L'avancée du travail de terrain a été suivie par tous les membres de l'équipe-cas ainsi que le groupe méthodologique via la production de quatre rapports mensuels (avril, mai, juin, juillet). Au cours de la phase de terrain, le co-porteur, Pierre Martin, a assuré l'encadrement direct du stagiaire du point de vue méthodologique, alors sur place, José Martin, de l'UR AIDA, l'a accompagné sur un plan technique. Peu après l'arrivée du stagiaire sur place, Pierre Martin s'est rendu à la Réunion pour conduire les premières enquêtes avec le stagiaire et s'assurer de son autonomie pour la suite de la période terrain. Ensuite, Pierre Martin a été fortement impliqué dans la correction des rapports intermédiaires. Régis Goebel, le porteur, a supervisé l'encadrement en indiquant les personnes ressources supplémentaires d'intérêt pour l'étude et en fournissant de la bibliographie complémentaire. La partenaire du Sud, Estelle Roux, a facilité sur place des rencontres avec des personnes ressources et permis d'accéder à des données critiques indispensables pour renseigner certains indicateurs d'impacts. Le Tableau 2 précise l'ensemble des activités conduite par l'équipe cas, depuis l'école-chercheur jusqu'au départ du stagiaire.

Tableau 2 : Activités de l'étude de cas jusqu'au 11/09/2015

Activités	Qui	Où	Quand	Résultats
Participation à l'École chercheur	Régis Goebel Pierre Martin Nans Mouret Jean-Marie Paillat Estelle Roux	Sète	23-26/02	Familiarisation avec la méthodologie Formulation des premières hypothèses (récit de l'innovation, chemin de l'impact)
Rencontre de partenaires	Régis Goebel Pierre Martin	La Réunion	27/02-07/03	Liste de personnes ressources à contacter Préparation accueil Nans Mouret
Préparation au terrain	Nans Mouret	Montpellier	17/02-29/03	Bibliographie Amélioration des hypothèses
Départ stagiaire sur terrain	Nans Mouret	Montpellier	30/03	Arrivée à La Réunion
Prise de contact avec le terrain	Nans Mouret	La Réunion	30/03 au 29/04	Amélioration de la liste des personnes à rencontrer Réalisation des premières enquêtes Développement des guides d'entretien
Mission Pierre Martin	Pierre Martin Nans Mouret	La Réunion	28/04 au 06/05	Conduite d'enquêtes Restructuration du contenu des outils méthodologiques (chemin de l'impact, renforcement des capacités)
Enquêtes individuelles auprès des personnes ressources	Nans Mouret	La Réunion	Du 09/04 au 16/07	Validation des outils méthodologiques Récupération de données pour renseigner les indicateurs d'impact
Enquêtes individuelles auprès des planteurs	Nans Mouret	La Réunion	Du 30/04 au 04/08	Récupération de données sur les exploitations
Focus group planteurs	Nans, techniciens de la Chambre d'agriculture	La Réunion	27/05 et 23/06	Récupération de données sur la zone d'enquête
Focus group à la FDGDON	Nans, Estelle	La Réunion	09/04 et 03/06	Acquisition d'informations pour renseigner les outils méthodologiques
Discussion sur la méthodologie ImpresS	Agathe Devaux Nans Mouret	La Réunion	20/04, 01/06, 01/07	Présentation de l'état d'avancement de l'étude Amélioration des outils méthodologiques : - Lien entre le chemin de l'impact et le renforcement des capacités - Intégration des facilitateurs et des freins
Mission sur les politiques publiques	Marie-Hélène Dabat Nans Mouret	La Réunion	Du 25/06 au 27/06	Réunion et rencontre de partenaires pour approfondir la thématique des politiques publiques
Interaction sur l'étude transversale	Hassiba Merniz Nans Mouret	Réunion - Montpellier	Du 30/06 au 11/09	Discussion autour des outils mobilisés et leurs justifications
Visite d'archives	Nans Mouret	La Réunion	Mai-Aout	Acquisition des données pour renseigner le récit, les indicateurs d'impact et les inputs du chemin de l'impact
Saisie et analyse des données	Nans Mouret Pierre Martin	La Réunion	Avril-Septembre	Mise en place d'une Dropbox Constitution d'une base de données Excel
Réunion ImpresS	Chantier ImpresS	Montpellier	10/07	Présentation de l'état d'avancement de l'étude et des dernières activités à mener
Restitution du travail à la FDGDON	Nans Mouret Estelle Roux	La Réunion	05/08	Présentation des enquêtes conduites à La Réunion auprès du porteur du Sud
Fin terrain	Nans Mouret	La Réunion	07/08	Retour sur Montpellier
Carte identité du cas	Nans Mouret Pierre Martin Régis Goebel	Montpellier	13/08	Description synthétique du cas pour communication sur internet
Soutenance chantier ImpresS	Nans Mouret Pierre Martin Régis Goebel	Montpellier	04/09	Présentation du travail effectué et des enseignements tirés de l'application de la méthodologie
Rédaction	Nans Mouret Pierre Martin Régis Goebel	La Réunion - Montpellier	Du 01/04 au 11/09	4 rapports intermédiaires descriptifs des activités conduites par Nans à La Réunion Rapport de l'étude de cas

1.3.3 Outils de collecte utilisés

Le Tableau 3 présente les catégories d'acteurs rencontrés et le nombre d'enquêtes réalisées. Ainsi, 34 planteurs, répartis sur 9 communes de l'île, et 36 personnes ressources redevables de 14 acteurs ont été rencontrées.

Parmi ces 36 personnes ressources, 7 ont participé à des focus group. L'annexe 3 liste les acteurs rencontrés et les services d'archives consultés. L'annexe 4 présente un exemple de questionnaire pour un planteur et un autre pour une personne ressource.

Certaines personnes ressources, toujours en activité, ont vécu l'intégralité du processus d'innovation. Celles-ci sont présentes à la FDGDON, au Conseil Général et chez Tereos. Ces quelques personnes étant essentielles pour l'étude, elles ont été rencontrées à plusieurs reprises. La première rencontre permettait de présenter l'étude et de compléter les quatre outils méthodologiques (chronogramme, chemin de l'impact, cartographie des acteurs et renforcement des capacités). Les rencontres suivantes permettaient d'éclaircir certains points du récit de l'innovation et/ou de récolter des données.

Le Tableau 4 présente les outils utilisés, les raisons des choix opérés ainsi que les différents acteurs mobilisés. Les comptes rendus des focus groups se trouvent en annexe 5.

Tableau 3 : Catégorie d'acteurs rencontrés

Type d'enquêtés	Catégorie d'acteurs	Nombre de personnes enquêtées
Planteurs	<i>Acteurs de la filière</i>	34
Personnes ressources	<i>Acteurs de la filière</i> : Betel Réunion, CTICS, Chambre d'agriculture, SICA, Tereos, Syndicat du Sucre	15
	<i>Acteurs de la recherche</i> : eRcane, Cirad, Université de La Réunion	5
	<i>Acteurs institutionnels</i> : DAAF, Conseil Général de La Réunion, Mairie de Saint André	6
	<i>Autres</i> : Botanica, FDGDON, ProAgri (distributeur de Betel)	10
Total		70

Tableau 4 : Synthèse et justification des outils mobilisés

Outils proposés par la méthodologie ImpresS	Utilisation de l'outil	Nombre de fois	Justifications	Type d'acteurs mobilisés
Littérature grise	Oui	n	Construire la première version du récit de l'innovation Compléter le chemin de l'impact Compléter des propos obtenus en entretien	Cf. Annexe 3.3 « tableau des archives »
Atelier participatif	Non	0	Très grand nombre d'acteurs difficilement mobilisable simultanément Eviter de raviver des tensions concernant l'usage du Betel	-
Focus group au sein d'un même organisme Personnes ressources	Oui	2	Peu de personnes ressources par acteur	FDGDON
Focus group Planteurs	Oui	2	Initialement non souhaité, mais imposé par la situation Gomme les singularités des exploitations → moins de données sur les planteurs	Groupe de 2 Planteurs puis de 5 planteurs
Focus group pluri-acteurs	Non	0	Idem que pour l'atelier participatif	-
Entretiens individuels	Oui	34 (Planteurs) 35 (Personnes ressources)	Accès à plus de données Acteur comprenant qu'une seule personne ressource disponible	Acteurs de la recherche Professionnels Acteurs publics Acteurs de développement

2. Le récit de l'innovation

2.1 Processus d'élaboration du récit : à partir du récit 1^{er} de la phase de préparation jusqu'au récit final validé par les acteurs

En préalable au départ sur le terrain, une part importante du temps de travail fut consacré à la consultation d'Agrotrop et aux archives de l'UR Aïda. Les documents recensés sont des rapports d'activités, des articles de presse et des publications. Ces documents ont permis de construire la première version du récit de l'innovation.

Arrivé sur le terrain, le premier focus group, réalisé le 9 avril, avec trois agents de la FDGDON, avait pour but de présenter le travail à effectuer au cours de la phase terrain et confronter la première version du récit de l'innovation. Un des agents ayant été présent tout au long du processus d'innovation, les échanges ont permis de vérifier et de corriger de nombreux points du récit.

Par la suite, le récit a été mis à jour au gré des enquêtes individuelles. La démarche adoptée était participative et consistait à vérifier avec la personne enquêtée les informations délivrées durant les précédents entretiens. Pour soutenir l'échange, le récit de l'innovation était présenté sous la forme simplifiée du chronogramme fourni sur feuille papier. Cette approche hypothético-déductive de l'échange, basée sur le recoupement de l'information, a permis d'aboutir à une validation du récit de l'innovation par les enquêtés sans qu'une contradiction n'ait été mentionnée.

Enfin, pour compléter le récit, et dater précisément certains événements, différentes archives de La Réunion ont été consultées (Annexe 3.3). A partir du 3 Juin, date à laquelle le second focus group a été réalisé à la FDGDON, plus aucune enquête n'a apportée d'information concernant le récit de l'innovation. Bien souvent d'ailleurs, ces informations étaient répétitives et moins précises. Ce phénomène de saturation nous a conduit à considérer le récit comme finalisé et validé.

2.2 Le récit de l'innovation final

2.2.1 Les prémices de l'innovation (1981-1987) : premières actions amenant à la découverte du champignon entomopathogène

2.2.1.1 La prise de conscience du problème

Un an après la découverte du ver blanc, le « groupe de travail Ver Blanc » était formé. Présidé par le Service de Protection des Végétaux (SPV) de la DAAF, il est constitué du Cirad (IRAT à l'époque), la chambre d'agriculture, la FDGDON, les SICAs, Botanica, Betel Réunion, L'Université de la Réunion, le Conseil Général, le CERF et l'INRA. Son objectif initial était de mieux connaître la biologie de l'insecte et d'identifier une méthode de lutte durable. Dès sa création, il prendra la décision de réaliser des prospections de vers blancs chaque année pour suivre l'évolution de l'infestation du ravageur.

Très rapidement, la lutte fut collective au sein de l'île et a dépassé la filière canne. La FDGDEC, composée de trois techniciens encadrés par Bernard Vercambre sous couvert du SPV, s'est chargée de la « détermination des zones infestées ainsi que de la lutte chimique » [Sauvion et al, 2013]. En parallèle, une association de planteurs, présidée par Germain Tibère, a été constituée pour mettre en place une lutte collective par piégeage. Côté Conseil Général, la coordination des actions de financement indemnisant les pertes pour les planteurs était alors définie par un agent dédié dénommé « monsieur ver blanc ». Le Conseil Général débloquent de fortes sommes [Le Quotidien, 1984], estimées à 300 000 € pour les trois premières années d'infestation. Les mairies prendront également l'initiative de rémunérer des bouteilles remplies d'hannetons. Un mouvement médiatique prend forme, des articles paraissent plus fréquemment dans la presse. Des réunions d'informations ont lieu dans les communes de Sainte Thérèse, Guillaume ou encore Saint Paul ; une exposition et même un reportage télévisé voient le jour. L'ensemble de ces actions ont permis de sensibiliser l'ensemble de la population locale au problème causé par le ver blanc [Vercambre, 1983].

2.2.1.2 Plusieurs méthodes de lutte sont avancées, le Suxon est importé

Plusieurs méthodes de lutte sont avancées. La première méthode a consisté à replanter les parcelles infestées après avoir effectué un labour. En effet, cette opération culturale engendrait une forte diminution du nombre de larves (près de 80%), suite à leur exposition aux prédateurs, ainsi qu'à la fragilisation des nymphes. Cette méthode présentait l'inconvénient de permettre à la population de ré-initier son développement.

Le ver blanc étant retrouvé sur d'autres plantes, en particulier le gazon, la diversification alimentaire n'est pas apparue être une méthode de lutte pertinente contre le ravageur [Le Quotidien, 1984]. D'autres méthodes de lutte sont alors envisagées : traitement à l'insecticide et lutte biologique. Même si l'espoir est tourné vers cette dernière, on estime qu'elle mettra du temps à se mettre en place et que pour l'heure, la lutte chimique et la lutte mécanique (le labour) sont les seules solutions viables [Betbeder-Matibet, 1982]. Plusieurs produits chimiques sont disponibles, notamment le Mocap.

Des sondages et des piégeages sont ensuite réalisés chez des planteurs en collaboration avec des étudiants, des chercheurs et les mairies. Les premiers élevages artificiels permettent alors d'étudier le comportement du parasite [Vercambre, 1983]. En 1983 sera l'année de l'orientation vers la lutte biologique et en particulier les insectes parasitoïdes. Celle-ci a été inspirée par les travaux relatifs à l'introduction de Scoliididae pour lutter contre *Clemora smithi* Arrow à l'île Maurice au début du 20^{ème} siècle [Vercambre, Goebel, Riba, Morel, Robert, & Guillon, 1991]. Deux accords sont passés : le premier avec l'île Maurice pour récupérer des Scolies (guêpes fouisseuses s'attaquant aux vers blancs mauriciens), et le second avec Madagascar pour coopérer sur l'introduction d'entomopathogènes de Madagascar à La Réunion. Il faudra un an pour que les essais résultant des accords soient mis en place [Vercambre, 1983]. Entre 1983 et 1986, quatre espèces de guêpes de la famille des Scoliididae sont introduites à La Réunion, mais ne peuvent pas s'acclimater [Goebel et Vercambre, 1988]. Deux autres organismes, i.e. *Metarhizium* et *Beauveria*, sont introduits. Les premiers tests commencent avec *Metarhizium anisopliae* en 1983, présentant une bonne acclimatation mais un taux faible de parasitisme du ver blanc, de l'ordre de 3 à 10% [Goebel et Vercambre, 1988].

En 1984, suite aux missions en Australie d'Alain Cornu (directeur de la société Botanica spécialisée dans la vente de produits phytosanitaires), de Bernard Vercambre et de Guy Riba (chercheur à l'Inra), le Suscon - produit chimique ayant pour matière active le Chlorpyrifos-éthyl - est importé pour être testé dans les conditions locales. Ce produit est homologué en 1987 et commercialisé cette même année par la société Botanica sous le nom de Suxon. Il offre l'intérêt d'avoir une rémanence de trois ans dans le sol, correspondant à la fréquence moyenne de replantation de la canne en Australie. Au niveau des planteurs, l'achat du produit est subventionné par le Conseil Général à hauteur de 90% du prix d'acquisition : 150 FRF/ha est à la charge du planteur et 1350 FRF/ha au Conseil Général. Les SICAs, les coopératives chargées de réaliser les travaux de replantation, jouent le rôle d'intermédiaire d'acquisition du produit pour les planteurs.

Le Suxon va très rapidement s'imposer comme un moyen de lutte efficace contre le ravageur. Bien que sa performance soit éprouvée, son efficacité n'est en réalité pas totale de part le potentiel biotique élevé du ver blanc. En effet, il s'avère que le ver blanc colonise différentes cultures et se disperse également dans des zones non agricoles ou non cultivées (jardins des particuliers, ravines, etc.). Le produit Suxon n'agissant qu'en curatif sur les parcelles de canne, de nombreuses zones de refuges du ver blanc apparaissent.

2.2.2 La conception et le début de diffusion de l'innovation (1987-1996) : conception de l'innovation de produit

2.2.2.1 Le temps de la découverte du champignon *Beauveria brongniartii*

Le champignon entomopathogène *Beauveria tenella*, bioagresseur du ver blanc *Hoplochelus marginalis*, est découvert en 1987 dans les environs de Tananarive (Madagascar) au cours de prospections faites par Bernard Vercambre en collaboration avec des chercheurs de l'Inra

[Goebel et Vercambre, 2008]. Les tests conduits en laboratoire et en champs chez trois planteurs de Bellemène et de la Saline-les-Hauts et en juillet 1988 par Bernard Vercambre et son équipe concluent à une « action efficace du champignon » [CaroCanne, 2009]. Au vu des résultats encourageants, il est avancé que le champignon est hyper spécifique au ver blanc. Après sept années de prospections à Madagascar, la prospection de nouveaux germes par les chercheurs du Cirad s'arrête en 1990 [Vercambre, 1990]. Il est montré que la virulence du champignon reste élevée après plusieurs années [Vercambre, 1990]. La souche Bt 96 est brevetée par l'Inra en 1994 [Danguillaume, 1995] et rebaptisée *Beauveria brongniartii*.

Au cours de ce travail, un article de presse vient créer un trouble au sein de la filière. En effet, celui-ci indique que c'est la FDGDEC qui aurait découvert la souche à Madagascar [Neau, 1994]. Cette communication générera des tensions sur l'appropriation de la découverte du champignon. Cependant, ces tensions permettront à la FDGDEC de gagner en autonomie vis-à-vis à la DAAF, de nommer un directeur pour la fédération, et créer l'UDAC (Unité de Développement des Auxiliaires des Cultures).

2.2.2.2 L'engouement médiatique

Entre 1981 et 1996, 97 articles, consacrés au sujet ver blanc et aux solutions proposées, ont été recensés. De nombreux moyens médiatiques tels que le concours d'hannetonage, les reportages télévisés, les journées portes ouvertes, les distributions gratuites de produit sont utilisées pour sensibiliser la population à l'importance du problème [Vercambre et al, 2008]. Concernant le hannetonage, des dissections des hannetons femelles présentes dans les bouteilles montreront que ces dernières avaient déjà pondus avant leur ramassage, ne réduisant donc pas la population de ver blanc. Après deux ans, cette opération est arrêtée. Enfin, l'espoir de contrôler le ver blanc fait l'unanimité dans la presse. Et en 1990, le Ministre de la Recherche, Hubert Curien, vient saluer cette performance sur l'île [Vercambre et al, 2008].

2.2.2.3 La convention bilatérale avec Maurice

En 1989, l'arrivée d'un bateau infesté par des vers blancs à l'île Maurice en provenance de La Réunion a créé une prise de conscience du risque de contamination des îles avoisinantes via les échanges. Maurice a alors demandé à ce que tous les bateaux partant de La Réunion soient systématiquement contrôlés. De leur côté, les agents du SPV trouveront des scarabées mauriciens dans un bateau au Port. Pour contrer ces déplacements, une convention est signée entre Maurice et la France définissant les modalités de contrôle des zones portuaires et aéroportuaires afin d'éviter l'invasion de vers blancs autochtones sur l'autre territoire. Parmi les modalités, il est indiqué que les bateaux doivent éteindre leurs lumières la veille du départ ou mouiller au large du fait qu'après un jour passé à bord, le hanneton perd ses capacités de vol. Pour les avions, les vols en partance pour Maurice sont suspendus après 18h et les premiers avions après le lever du soleil sont traités à l'insecticide. De cette convention naît une coopération inter-îles, et une délégation mauricienne se rend à La Réunion pour participer à la lutte par trempage [Danguillaume, 1995].

La même année, un arrêté de lutte obligatoire contre le ver blanc est signé par le préfet de la Réunion [Arrêté de lutte obligatoire, 1989].

2.2.2.4 Les premières productions du champignon entomopathogène : l'installation d'un laboratoire produisant du riz sporisé

Suite à des tests concluants, deux souches de *Beauveria* sont mises à disposition de la profession sous forme de « riz sporisé ». Des essais en plein champ montrent un taux de mortalité de 50% des larves quatre mois après épandage du riz sporisé [Vercambre, 1988]. Ces résultats décisifs conduisent à la mise en place d'une convention entre le FDGDEC [maître d'œuvre administratif et financier] et le Conseil Général (1,55 millions de francs sur 15 mois) pour la mise en place d'un laboratoire de production de riz sporisé, le Cirad ayant le statut de conseiller scientifique et de bureau d'études [Vercambre, 1988]. Des formations d'agents de la FDGDEC sont également organisées pour assister la profession [Vercambre, 1988].

En mars 1989, un planteur de canne à sucre soucieux de vite enrayer l'infestation [M. Barau via la société Adrien Bélier] met à disposition gratuitement un local pour produire le riz sporisé. L'équipement est financé par la DAF. Le laboratoire, appelé UPE et situé à Bois Rouge, produit 420 kg de riz sporisé la première année [Vercambre, 1989]. Thierry Taye est nommé responsable de production. La FDGDEC est chargée du recrutement du personnel ainsi que de la gestion du fonctionnement du laboratoire.

La même année une opération à grande échelle visant à traiter 3750 hectares de canne est organisée. Le riz sporisé est utilisé de deux manières différentes, soit par trempage des hannetons adultes (pièges chez les particuliers, planteurs ou stades de foot) soit dans le sillon à la replantation. Le volume de production atteint 2.5 t/an. Dix pourcent de la production est destiné au trempage et le reste à son épandage en plein champ.

La FDGDEC devenue FDGDON, elle intègre l'UPE et la livraison du riz sporisé est effectuée par des agents du SUAD. Du fait de la faible quantité de riz sporisé disponible pour chaque planteur (entre 5 et 10 kg), celui-ci est épandu dans les sillons situés en bordure des champs dans l'objectif de constituer une barrière. Ces premières productions de riz sporisé conduisent à une « montée en puissance des perspectives offertes par *Beauveria brongniartii* neuf ans après la découverte du ver blanc » [Vercambre et al, 2008]. Outre rehausser les rendements en canne, et contrairement au Suxon, la plus-value du financement du conseil général pour cette méthode de lutte biologique est de contribuer au développement d'une technique locale de production avec une possibilité de diffusion/commercialisation du produit à Maurice.

Pour l'épandage du Suxon, le CEEMAT et la société Botanica avaient mis au point une brouette, demandant aux planteurs de répandre le produit de façon manuelle. Celle-ci sera légèrement remaniée pour l'application du riz sporisé [Vercambre, 1989]. Une vingtaine de brouettes seront fabriquées et mises à disposition des planteurs via les SICA. Toutefois, elles ne rencontreront que peu de succès auprès des planteurs, qui se mécanisent.

Pendant ce temps, le suivi des larves mycosées indique une progression importante du champignon dans le sol, au

point que « les agriculteurs interrogés ne semblent plus préoccupés par le ver blanc » [Vercambre, 1992]. Le *Beauveria tenella* s'avère plus efficace et progresse plus rapidement que le *Metarhizium anisopliae*, orientant de fait le choix pour le premier entomopathogène [Vercambre, 1992]. Un des effets de la diminution de l'infestation, pour le Conseil Général, était de réduire la subvention pour la gestion de certaines zones et reporter l'effort auprès des régions les plus touchées comme au Nord-Est ou à l'Ouest [Vercambre, 1993]. Le Cirad identifiera ensuite le seuil de tolérance de 30 000 larves/ha en deçà duquel il n'est plus économiquement rentable de traiter le champ en regard des pertes occasionnées. Ce seuil de nuisibilité économique correspond à trois vers blancs par souche de canne [Vercambre et al, 2008].

2.2.2.5 La mise au point du Betel et l'obligation d'utiliser la lutte conjugée

Suite à la réalisation de nombreux tests du riz sporisé [Vercambre, 2001], il est envisagé de passer à une production à un niveau industriel d'un produit de lutte biologique à base de *Beauveria*, qui réduirait de 42 fois le coût du produit du riz sporisé [Vercambre, 1990]. Le produit Betel est alors mis au point en 1990 par la société métropolitaine Calliope NPP, basée à Nantes, en collaboration avec le Cirad, l'Inra, le Syndicat des Fabricants de Sucre, la FDGDON et certains planteurs.

En juin 1993, après de nombreux essais en laboratoire et au champ, le produit Betel obtient une autorisation provisoire de vente pour quatre ans [Sauvion et al, 2013]. Il se compose de grains d'argile servant de support au développement du champignon entomopathogène. En 1997, une étude de toxicologie du produit, cofinancée par l'Union Européenne (600kF), le Conseil Général (300kF) et le Ministère de la recherche et de la technologie (330kF) est conduite par l'Inra. La même année, le produit est homologué pour dix ans, soit jusqu'en 2008. Pour mettre en place le site de production, les quatre SICA, Calliope NPP, la Sofider et les industriels apportent chacun 25 % du capital. L'usine Betel au capital de deux millions de francs est créée à La Réunion. L'Inra ayant breveté le Betel, son rachat est évalué à 3 millions de francs. Le total des investissements avoisine les neuf millions de francs. La création de l'usine engendrera la création de quatre emplois [Danguillaume, 1995].

Les premières livraisons du produit ne sont cependant pas concluantes [Lebeau, 1996]. Aussi, les techniciens de la Chambre d'Agriculture conseilleront aux planteurs d'arracher et d'apporter du Suxon, dont l'efficacité éprouvée dure trois ans [Lebeau, 1996].

En 1991, l'association riz sporisé-Suxon a montré des résultats concluants. Cette lutte conjugée (produit biologique-produit chimique) offrait l'avantage de réduire de moitié le coût du traitement en comparaison avec le Suxon employé seul [Vercambre et al, 2008]. Le principe de cette lutte conjugée repose sur potentiel synergique : la matière active du Suxon, le chlorpyrifos-éthyl, possède une rémanence de trois ans dès son application, et celle du Betel requiert, une année pour se développer dans le sol et être rémanente [Vercambre et al, 2008]. Aussi, une fois le produit Betel mis au point, en 1997, l'utilisation de la combinaison Betel/Suxon fut obligatoire pour bénéficier des subventions du Conseil Général à la replantation [Vercambre et al, 2008]. De par la rémanence de *Beauveria*

dans le sol, le ratio de Suxon/Betel sera progressivement modifié au profit du Betel seul.

Le développement du produit Betel marquera le retrait progressif du Cirad sur cette problématique [Cirad, 1995], même si elle continuera par la suite à chercher des souches plus performantes. La collaboration du SPV avec la FDGDON se poursuivra pour la surveillance des infestations, sachant que l'arrêt de lutte obligatoire émis le SPV oblige son utilisation en tout lieu et en tout temps. L'UPE cessera progressivement sa production de riz sporisé du fait des espoirs dans le Betel vendu en quantité industrielle [Vercambre, 1993]. En 1995, la FDGDON reprend la production de riz dans ses locaux afin de maintenir le trempage, et mettra à disposition des planteurs des sacs de 300 grammes.

2.2.3 La phase de routine de l'innovation : le recul global de l'infestation (1996-2008)

2.2.3.1 L'usine Betel et les tests d'efficacité du produit

Depuis son implantation, la société Betel a sans cesse amélioré la qualité du produit en développant « des méthodes d'analyse diversifiées sur la présence des spores et leur efficacité » [Vercambre, 2001]. Bien qu'elle produise entre 50 et 55 tonnes de Betel par an, d'un point de vue économique, cette production est trop faible pour que la société soit rentable. Par ailleurs, de part l'efficacité du produit, les surfaces replantées diminuent au fil des années (de 3 500 ha en 1993-1994 à 1 600 ha en 2003), induisant des ventes de moins en moins importantes [Vercambre, 2003]. Michel Zuin, gérant de l'entreprise Betel-Réunion, estime également que, depuis la création de l'usine, bien que 8 000 ha de cannes aient été traités, 10% des surfaces replantées échappent au traitement. Enfin, fin 2001, deux des trois structures délivrant des produits phytosanitaires sur l'île sont en redressement judiciaire. [Vercambre, 2001]. L'ensemble de ces éléments préfigurait un avenir obscur pour l'entreprise Betel.

Par ailleurs, à partir de 1997, la FDGDON va effectuer régulièrement des mesures d'efficacité du produit Betel afin d'avoir un contrôle de la qualité et maintenir un nombre de vers blancs au champ faible. Bien que les résultats en plein champ soient satisfaisants, les tests réalisés en 2001-2002 ne seront pas satisfaisants. L'annonce de ces tests au comité ver blanc conduira à la rupture de dialogue entre les deux organisations. Cette tension aboutira à une fragilisation de l'image de la société Betel par les planteurs puisque les services accompagnant la profession remettront en cause l'efficacité du produit. Cette dégradation de l'image couplée à la disparition des SICA, conduira à une situation économique inquiétante pour la société Betel. Malgré cette situation conflictuelle, la FDGDON poursuivra les mesures d'efficacité jusque 2006.

2.2.3.2 L'arrêt du riz sporisé et de la lutte chimique

Le Betel étant en place, la production du riz sporisé n'a plus de raison d'être et est arrêté en 2006. En outre, son manque d'homologation, la présence d'un autre produit de lutte biologique et la diminution du problème du ver blanc justifient l'arrêt de son financement par le Conseil Général. En 2005, en annonçant que si un produit de lutte fonctionne, il devient inutile d'en subventionner deux, le Conseil Général arrête de subventionner la lutte chimique

via le Suxon au profit exclusivement du Betel. Il s'en suit que la société Botanica, chargée de la commercialisation du Suxon, ne renouvellera plus son homologation, et les ventes s'arrêteront assez rapidement. Le produit deviendra interdit en 2009. D'une certaine façon, le Conseil Général avait anticipé l'avenir, puisque la matière active du Suxon, le Chlorpyrifos-éthyl, sera interdite d'utilisation en Europe à partir de 2013 (annexe 1 du référencement de matières actives autorisées sur le plan européen). La lutte biologique par le Betel s'est donc imposée donc comme la seule méthode de lutte contre le ver blanc.

2.2.3.3 Un sujet qui se fait plus discret

En 2001, lors de prospections du ver blanc effectuées à la demande des professionnels, des poches de résurgence sont observées dans l'Ouest de l'île (Vercambre, 2001). Ces dernières questionnent la capacité du pouvoir pathogène des souches du champignon dans le maintien des populations de ver blanc sous le seuil de nuisibilité. Aussi, la recherche s'oriente vers la caractérisation des souches en termes moléculaires et de leur pouvoir pathogène, la perte de vitalité du ravageur et le géo-référencement des dégâts (Vercambre, 2001). Ce programme de recherche a été financé en 2002 par le Conseil Général et reconduit en 2004 (Vercambre, 2003).

L'analyse de la cartographie des prospections de 2003 a mis en évidence une stabilité de la densité moyenne de vers blancs vivants et mycosés à 0,05 ver blanc par souche de canne et une augmentation du nombre de larves mycosées (Vercambre, 2003). En 2004, le financement du Conseil Général permet la mise en place d'une équipe de recherche « Ver Blanc » au sein de la FDGDON, pour laquelle sont recrutés Karine Barbin, Didier Pastou et Didier Fontaine. La même année, le protocole d'accord de contrôle d'efficacité du Betel est signé entre le SPV et le Cirad, l'UMR PVBMT étant chargée de son application (Vercambre, 2004). Confronté au scepticisme de certains planteurs sur l'efficacité du Betel, le SPV et le Cirad encourageront néanmoins les planteurs à l'utiliser (Jeuffraut et al, 2004). En 2005, la FDGDON questionnera le maintien de la lutte contre le ver blanc en pointant du doigt les baisses significatives d'infestation du ver blanc. Cela n'empêchera pas le groupe de travail ver blanc de maintenir son action.

2.2.4 Des faits marquants du processus d'innovation

2.2.4.1 L'importance des subventions

L'aide du Conseil Général dans la lutte contre le ver blanc est notoire. En 1981, peu après la découverte du ver blanc dans les parcelles de canne, une subvention du Conseil Général d'un montant de 304 euros est accordée à un planteur effectuant un traitement chimique du sol contre le ver blanc. L'année qui suit, deux autres subventions sont distribuées : la première de 457 euros pour le dessolement d'un hectare et la seconde de 304 euros pour la replantation de nouvelles variétés. En 1983, 1,6 millions de francs seront destinés à la recherche et 3,8 millions de francs à indemniser les planteurs (Le Quotidien, 1984). Plus tard, de 1984 à 1986, face à l'ampleur de l'infestation, des primes vont être mises en place afin de récompenser les captures d'hannetons, variant entre 1,5 et 2,3 euros par bouteille de 1,5 litre. Il sera déboursé plus de 100 000 francs pour la campagne de 1986 (Vercambre et al, 2008).

En 1990, un peu plus de 2 millions d'euros seront dépensés pour les luttes biologiques et chimique, soit près de 90% de la somme totale nécessaire (Vercambre et al, 2008). Ensuite et jusqu'à la fin 2006, seul le Conseil Général finance la lutte. Depuis, l'état français a pris le relais concernant la subvention du Betel, qui rembourse à hauteur de 50% les frais assumés par le producteur sur présentation de la facture acquittée. Le Betel coûte 90 euros le sac de 7,5 kg chez le distributeur soit 360 euros par hectare. Malgré ce soutien, le manque de trésorerie de certains planteurs peut les conduire à ne pas appliquer le produit (CaroCanne, 2011).

2.2.4.2 Les différents mécanismes de distribution de la subvention

Différents mécanismes de subventionnement du Betel ont été utilisés depuis sa distribution. De 1997 à 2000, la société Betel vendait son produit aux SICA qui attendaient de recevoir la subvention du Conseil Général pour payer son achat (cf. Figure 2). Ce mécanisme n'était pas favorable pour Betel du fait que les SICA avaient de sérieuses difficultés financières, entraînant la liquidation de certaines d'entre-elles, et le non-versement des paiements. Pour les planteurs par contre, ce mécanisme est idéal car il lui permet de payer seulement 20% du prix du produit sans avoir à avancer la totalité de la somme. Le manque de trésorerie peut constituer un frein à l'utilisation d'un produit chez certains planteurs.

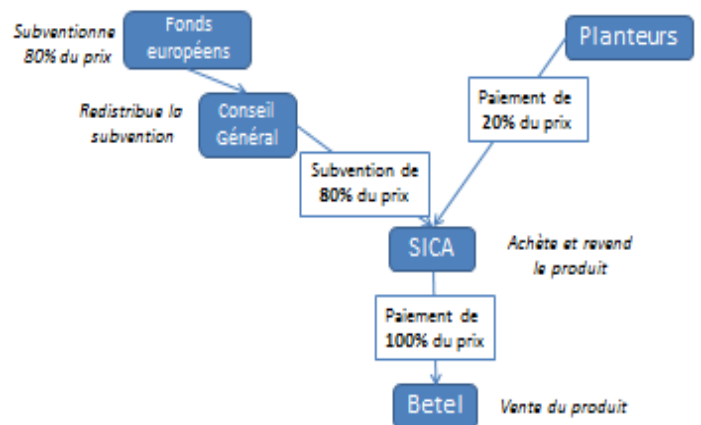


Figure 2 : Mécanisme de subvention de 1997 à 2000

De 2000 à 2006 (Figure 3), le planteur doit payer 50% du Betel. La société Betel n'est pas impacté par cette modification puisque le mécanisme de redistribution du prix reste le même.

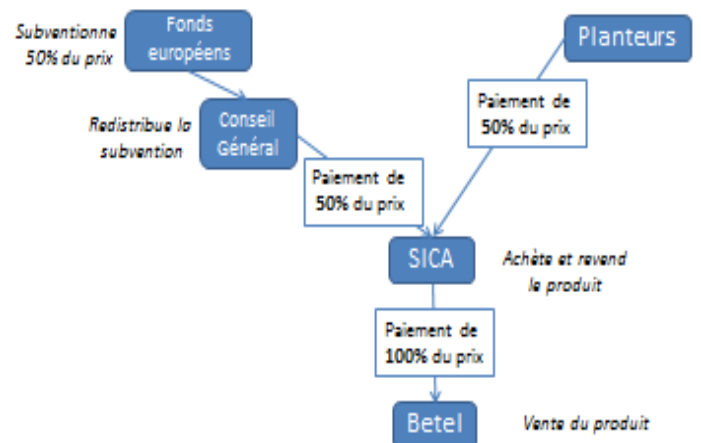


Figure 3 : Mécanisme de subvention de 2000 à 2006

De 2006 à 2015, la situation profite majoritairement à la société Betel. En effet, la vente est confiée à des distributeurs privés qui payent le produit à 100% du prix lors de sa réception. Pour les planteurs, cette situation est moins favorable puisqu'ils doivent avancer la totalité de l'argent et sont remboursés par la suite par le CTICS sur présentation de la facture du produit. L'adoption de ce mécanisme met en exergue le choix du Conseil Général de favoriser la survie de l'entreprise Betel, correspondant au maintien de la lutte biologique, à la facilité de paiement de ce produit par les planteurs.

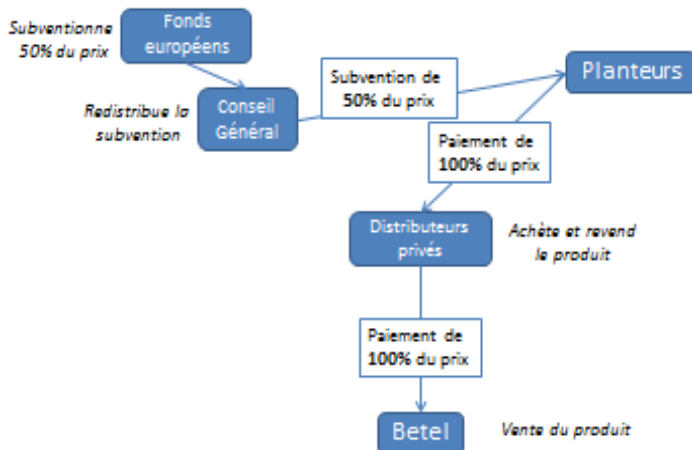


Figure 4 : Mécanisme de subvention de 2006 à 2015

2.3 Le chronogramme

Le chronogramme est le support visuel de narration du récit de l'innovation. Quatre informations sont indiquées sur l'axe temporel : les actions, les acteurs, les controverses et le contexte. Pour les entretiens, de façon à faciliter la lecture avec les enquêtés voire le compléter, le chronogramme était imprimé au format A3. De la même façon que pour le chemin de l'impact, seuls des ajouts ont été opérés. Le chronogramme final de l'étude de cas est présenté en figure 5.

Dans le chronogramme, les rectangles au bord bleu indiquent les événements marquants du processus d'innovation, et ceux au bord orange les trois phases du récit de l'innovation considérées par l'étude. La largeur du rectangle, une fois reporté sur l'axe temporel (la grosse flèche en bleue), indique les années de début et de fin des événements et des phases. Les acteurs sont indiqués en bas au-dessous de l'axe temporel. Dans la mesure où de 1997 à 2005, il n'y a pas eu d'éléments marquant du processus d'innovation, puisqu'elle était dans sa phase de routine, le graphe a été compacté. Cette compaction du temps est représentée par des pointillés.

Concernant le contexte, les événements ponctuels sont représentés par des rectangles déformés d'une flèche vers le bas qui en précise la date ; les événements qui s'inscrivent dans la durée sont représentés par un rectangle dont les extrémités indiquent la portée temporelle. Le contexte est décrit en listant les événements extérieurs notoires. Les médias, via la « Diffusion médiatique » et l'« Engouement médiatique », ont joué un rôle à double tranchant. Le premier événement renvoie à la phase « Prémices de l'innovation » où de nombreux articles écrits sur le sujet a permis à la société réunionnaise de prendre conscience du problème et de son ampleur. Cela a conduit certains particuliers à participer aux campagnes de trempage. L'engouement médiatique a également perturbé le processus. Le revers de cette vulgarisation, complété d'interviews de professionnels de la filière, fut de créer une pression sur les acteurs de la recherche avec la nécessité d'élaborer au plus tôt une méthode de lutte permettant d'enrayer ce phénomène dévastateur. En insistant sur l'attente de la part des professionnels, les médias ont contribué à l'établissement d'un climat de tensions entre la recherche et les professionnels.

Par ailleurs, pour la FDGDON, l'accès à l'autonomie vis-à-vis de la DAAF a marqué le processus d'innovation. Cette autonomie a joué dans la création de l'UPE ainsi que du dispositif de trempage.

Un élément de contexte marquant dans le processus d'innovation provient de l'Union Européenne, qui a demandé le retrait d'un grand nombre de pesticides durant le milieu des années 2000, favorisant alors le développement de la lutte biologique au détriment du Suxon.

En 2005, la disparition de la dernière SICA marque un changement dans le mécanisme d'attribution des subventions liées au produit Betel. Initialement créées dans les années 70 pour réaliser les travaux d'amélioration foncière, les SICA ont progressivement contribué à la mécanisation des planteurs, à l'achat collectif des équipements agricoles puis au Betel à partir de 1997. Face à leur situation économique fragile et au mécanisme d'attribution de la subvention qui favorisait les planteurs au détriment de Betel (paragraphe 3.2.4.2), un nouveau mode d'attribution de la subvention pour le Betel a été adopté.

L'innovation bien que déclarée être un succès a toutefois alimenté quelques controverses. La première provient du Cirad. La profession jugeait nécessaire et urgent de diffuser le riz sporisé suite aux premiers tests alors que le Cirad jugeait les connaissances encore trop frustrées pour envisager sa diffusion.

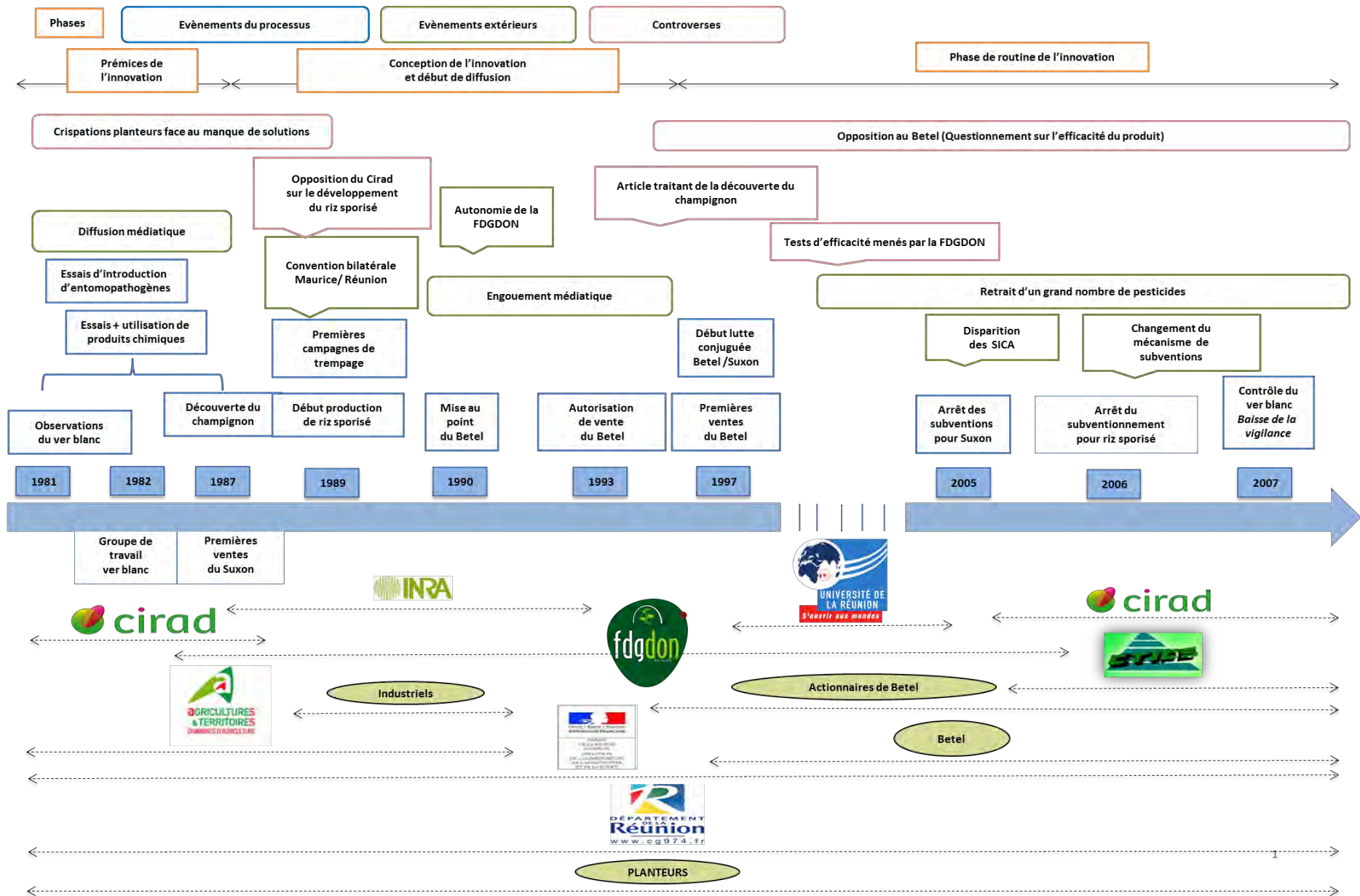


Figure 5 : Chronogramme de l'étude de cas ver blanc finalisé

La seconde concerne l'efficacité du Betel. La date de début de l'opposition de planteurs, de techniciens de la Chambre d'agriculture et de techniciens de la FDGDON à l'emploi du Betel n'est pas consensuelle. Les premières interviews de l'étude positionnaient cette date en 2000, alors que les suivantes dès les premières ventes du produit, soit en 1997. Quelque soient la date et les motivations personnelles contre Betel, la perte d'efficacité a été mesurée en laboratoire par la FDGDON en 2001 et 2002 montrant que le champignon n'atteignait pas le stade de conidies [stade le plus résistant]. Le message a alors été relayé par les techniciens de terrain auprès des planteurs, avec pour conséquence la dégradation de l'image du Betel.

2.4 La cartographie des acteurs

La cartographie des acteurs est un outil représentant le degré d'implication des acteurs dans le processus ainsi que leurs relations. Les acteurs sont classés selon trois types : « acteurs majeurs », « acteurs ayant influencé le processus », « acteurs impactés le processus ».

Etant donnée la dynamique du réseau d'acteurs sur 26 ans (de 1981 à 2007), une cartographie a été produite pour chaque événement marquant du processus. La première marque la découverte du ver blanc en 1981 (Figure 6), la

seconde la découverte du champignon en 1987 (Figure 7), la troisième les premières productions de riz sporisé en 1989 (Figure 8), la quatrième la création de Betel en 1996 (Figure 9) et la dernière la fin du processus d'innovation en 2007 (Figure 10). La description des acteurs selon le format proposé par le groupe méthodologique ImpresS est présentée en annexe 6.

1981 (Figure 6). Dès la découverte du ver blanc par des agents de la Chambre d'Agriculture, l'IRAT est impliqué dans la lutte en collaboration avec la FDGDEC et le SPV. La FDGDEC est alors constituée d'une équipe de trois techniciens. Elle est pilotée administrativement par le SPV et techniquement par l'IRAT. En 1981, l'IRAT est le seul organisme de recherche travaillant sur le ravageur. Le CERF, l'accompagne en mettant à disposition des parcelles d'expérimentation en vue de tester l'impact du ravageur. La Chambre d'agriculture joue le rôle d'intermédiaire entre les planteurs et les autres acteurs. Pendant ce temps, le Conseil Général débloque des fonds pour aider les planteurs et financer les premières recherches. Les planteurs/industriels subissent de plein fouet le ver blanc. La population subit les conséquences des vols massifs d'hannetons : fermeture des portes et fenêtres, bâchage des piscines, extinction de lumières, etc.

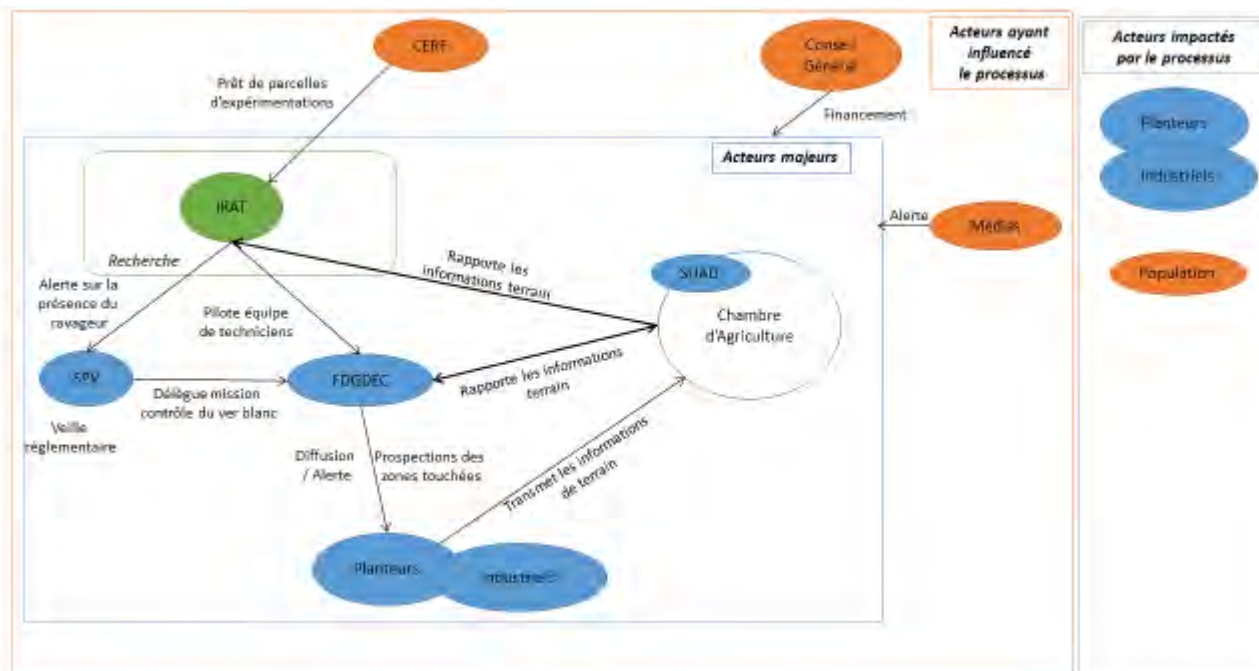


Figure 6 : Cartographie des acteurs en 1981 à la découverte du ver blanc

En 1987 (Figure 7), le champignon est découvert. Le Cirad fait appel à l'Inra pour collaborer sur la biologie du ravageur et l'identification du champignon. L'Université de La Réunion travaille avec le Cirad à l'élaboration d'une méthode de lutte durable, et vont réaliser plusieurs missions à Madagascar. Un partenaire de recherche malgache, le FOFIFA, accompagne les missions à Madagascar et transmet ses connaissances sur l'espèce du ravageur et sur le champignon. Le trio FDGDEC-Cirad-SPV est toujours au cœur du processus d'innovation. Ensemble, ils organisent les prospections et sont les acteurs majeurs du groupe de travail ver blanc. 1987 (Figure 7) voit l'entrée de nouveaux acteurs dans le type « Acteurs ayant influencé le processus ». La société Botanica et les SICA s'insèrent dans le processus d'innovation car bien

qu'impliqués dans la vente du produit chimique, elles participent aux réunions du groupe de travail. Le CEEMAT contribue à la diffusion du produit chimique en élaborant du matériel d'épandage du produit (e.g. brouette). L'apparition des communes et de la population comme « acteurs ayant influencé le processus » correspond aux activités de piégeage des hannetons par la population locale et l'implication des communes dans la réduction des vols d'hanneton : le problème ver blanc n'est plus spécifique à la filière canne, l'ensemble de la société réunionnaise est impliqué. Le Cirad est le nouvel acteur impacté : la découverte du champignon lui sera reconnue. Des articles de presse feront l'éloge de l'organisme. Les espoirs sont alors tournés vers le développement d'une lutte biologique durable sur tout le territoire réunionnais.

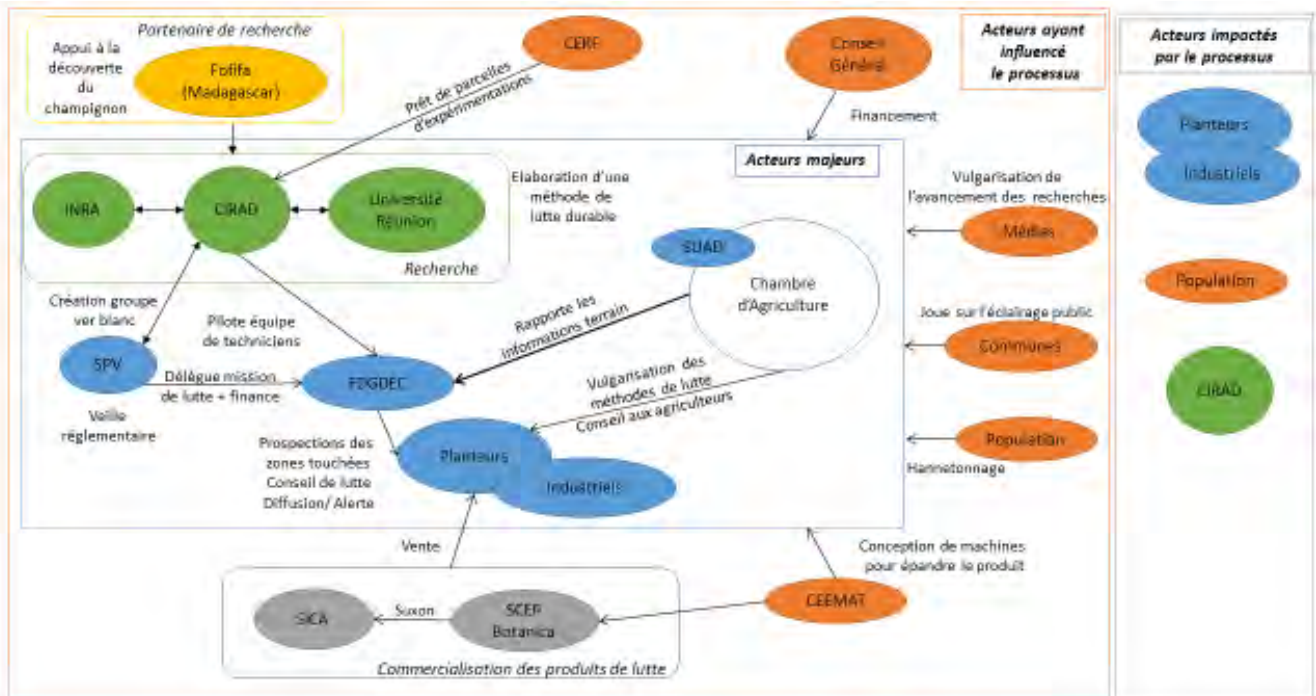


Figure 7 : Cartographie des acteurs en 1987 à la découverte du champignon *Beauveria brongniartii*

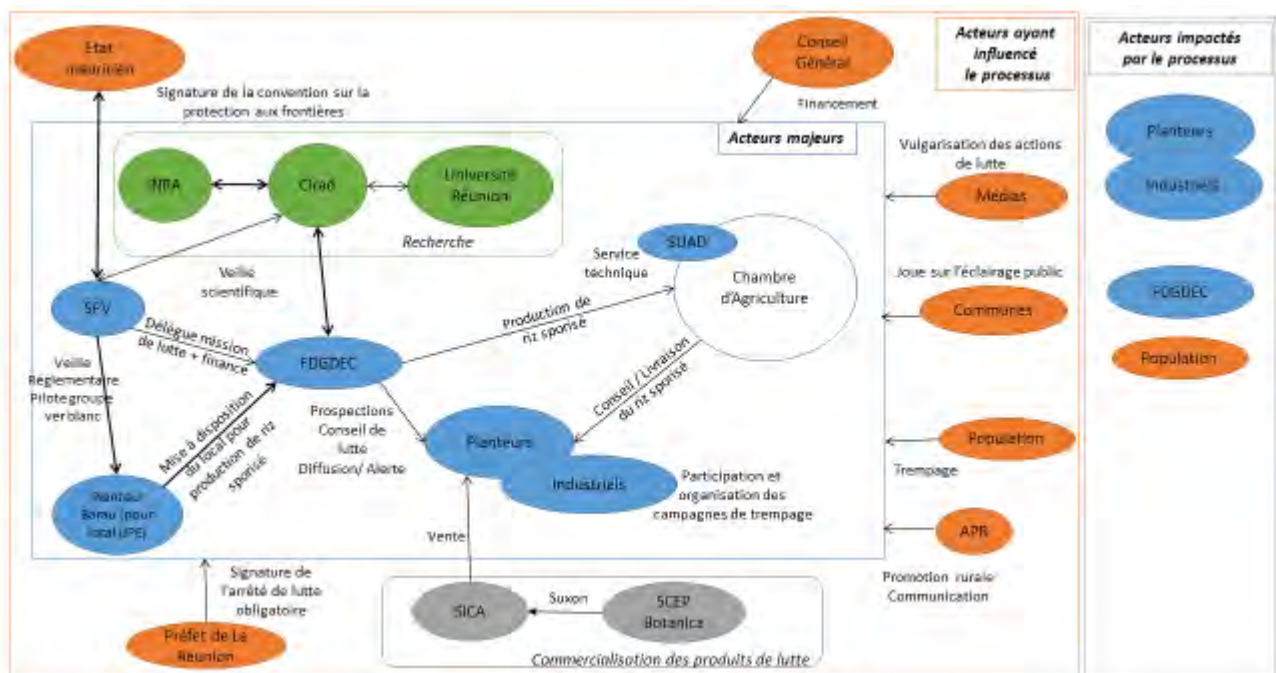


Figure 8 : Cartographie des acteurs en 1989 aux premières productions de riz sporisé

En 1989 (Figure 8), le riz sporisé est mis au point. La FDGDEC est chargée du fonctionnement de l'UPE. Le local est mis à disposition par un planteur (M.Barau) via la société Adrien Béliet. Les organismes de recherche accompagnent techniquement ce transfert à l'opérateur chargé de son développement, i.e. la FDGDEC. L'Inra va initier ses travaux de recherche en vue d'une homologation du champignon. Le Conseil Général finance la quasi-totalité des dépenses en investissement et en fonctionnement de l'UPE. La Chambre d'agriculture se charge de la livraison du produit chez les planteurs, du fait de sa proximité avec les planteurs et son intervention sur toute l'île. A cette époque, la FDGDEC est toujours

composée de trois techniciens. Les acteurs entrants dans le type « acteurs ayant influencé le processus » sont l'APR et l'Etat mauricien. L'APR communique sur la lutte auprès des professionnels et auprès de la société réunionnaise. Pour la profession, il devient un relais dans la vulgarisation des techniques de trempage. Les activités du CEEMAT sont intégrées dans celles du Cirad. La diffusion du riz sporisé s'accompagne d'une adaptation de la brouette de Suxon afin de l'épandre. En parallèle, l'Etat mauricien signe une convention avec le Préfet de La Réunion sous consultation du SPV. Cette convention prévoit des contrôles aux frontières des deux îles afin de diminuer le risque d'échange de vers blancs.

Le trempage est un succès. Comme le Cirad en 1987, l'image de la FDGDEC va être améliorée de par son implication dans la production du riz sporisé. Ceci sera en partie à l'origine, au début des années 90, de recrutements d'agents.

En 1996 (Figure 9), l'usine Betel Réunion est créée. Celle-ci devient un acteur majeur dans le processus puisqu'elle élabore le produit de l'innovation. 1996 voit le recul des organismes de recherche concernant l'implication dans la gestion locale du problème, qui deviennent des acteurs influençant le processus. L'Inra contribue néanmoins à la création de l'usine via la vente du brevet sur la souche. Le Cirad continue assure une veille scientifique, et collabore avec la FDGDEC pour la mise au point du protocole de test d'efficacité du Betel. Au sein des acteurs majeurs, la FDGDEC diversifie ses activités : tests d'efficacité, surveillance du territoire.

La création de l'usine de production entraîne l'entrée d'acteurs ayant influencé le processus. Deux ministères de l'état français apparaissent : le Ministère de l'agriculture est chargé de l'homologation du produit Betel et le Ministère de la Recherche et de la Toxicologie vérifie le dossier toxicologique du produit. Le produit sera alors homologué pour une durée de dix ans (1997-2008). L'usine Betel a été créée sur la base d'un consortium privé entre quatre acteurs (les SICA, NPP Calliope, les Industriels et la banque Sofider), et sa distribution est effectuée par le même canal que celui du Suxon. L'arrivée du programme européen FEADER permet au Conseil Général de réduire sa contribution financière à la lutte.

En comparaison avec 1987, Botanica n'est plus impactés, du fait de la division par deux des ventes de Suxon, avec pour conséquence la réduction de son chiffre d'affaires.

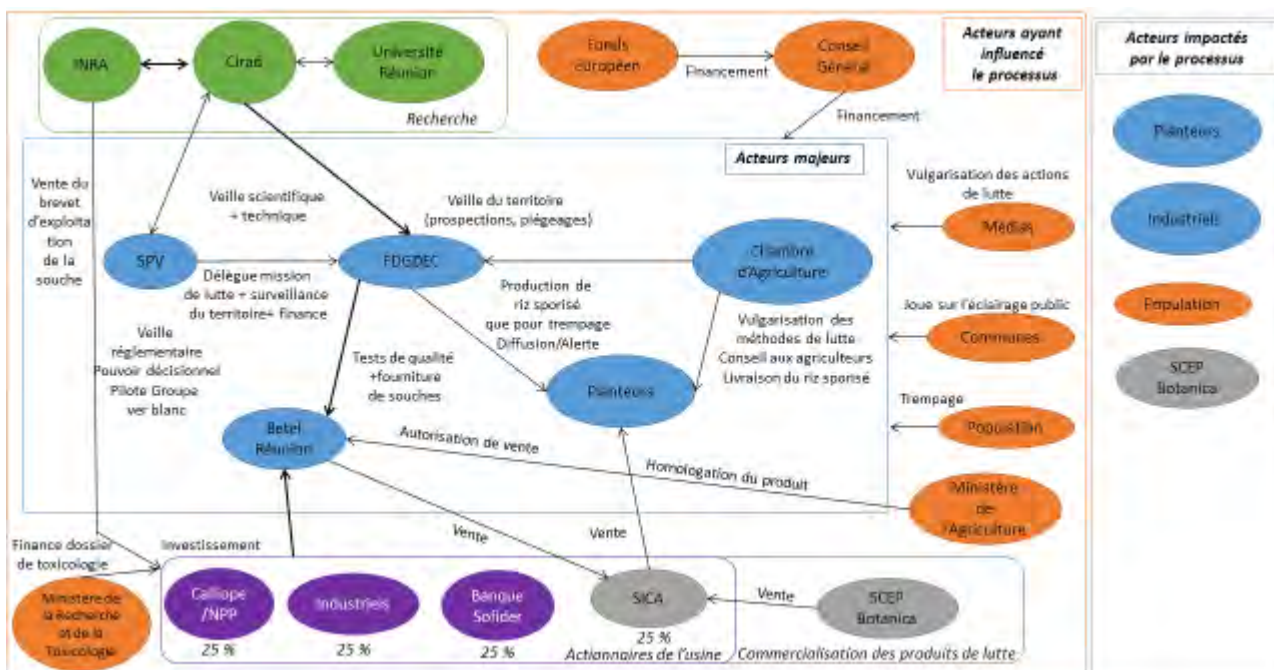


Figure 9 : Cartographie des acteurs en 1996 à la création de l'usine Bétel Réunion

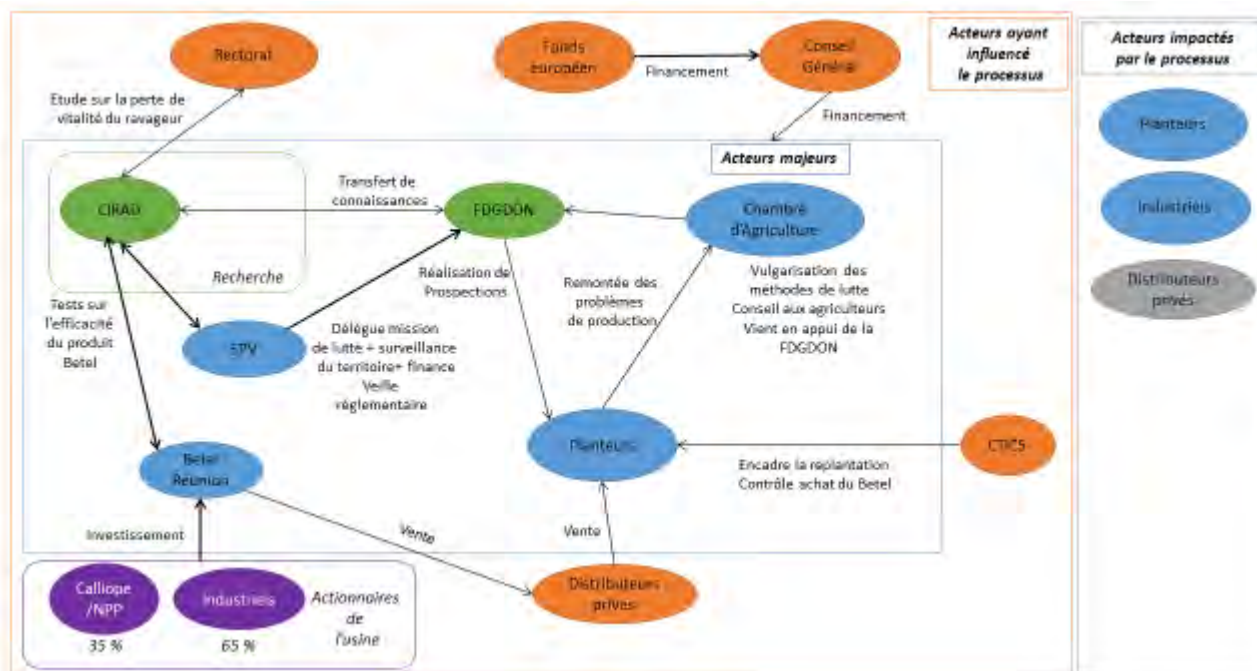


Figure 10 : Cartographie des acteurs en 2007 au moment où le sujet ver blanc se fait plus discret

En 2007 (Figure 10), le ver blanc se fait plus discret. Les luttes, mises en place au cours du temps, ont eu raison du ravageur. La recherche revient toutefois parmi les acteurs majeurs du fait de des nouveaux questionnements scientifiques (hyper-spécificité de la souche, comportement du champignon dans le sol, etc.). Le Cirad est le seul organisme de recherche à La Réunion à travailler sur ces questions.

Parmi les acteurs ayant influencé le processus, les distributeurs privés ont remplacés les SICA qui ont disparues. Le CTICS fait également son apparition en prenant en charge le dossier de replantation (facture d'achat de Betel, etc.). Deux actionnaires de Betel Réunion se retirent en regard des difficultés financières auxquelles est confrontée la société.

Les acteurs impactés restent les mêmes que ceux de 1996, excepté les distributeurs privés qui remplacent les SICA et comptent un nouveau produit dans leur catalogue de vente, i.e. le Betel.

Cette cartographie à 5 temps permet de visualiser trois dynamiques. La première dynamique fait référence à la densification des acteurs et des liens entre eux. Ainsi, entre la cartographie de 1981 et celle de 1996, le nombre d'acteurs et de relations s'accroît. La mise en place de l'innovation au cours des années 90 implique des acteurs du secteur privé pour assurer le financement de sa production. Les acteurs de la filière canne à sucre, mobilisés tout au long du processus voient leurs activités se diversifier (livraison du riz sporisé par la Chambre d'agriculture, implication des industriels dans le trempage, etc.). Le ver blanc étant contrôlé en 2007, des acteurs se retirent, la cartographie de 2007 ne présente donc plus cette dynamique de densification.

La seconde dynamique concerne l'évolution du trio clé SPV-FDGDEC-Cirad dans la lutte biologique. Au départ très fortement lié, puis suite à un léger retrait du Cirad dans les années 90, il a retrouvé toute sa force en 2007.

La troisième dynamique concerne la place du Cirad au cours du temps. En 1981, le Cirad est un acteur majeur. Une fois les applications de l'innovation diffusées, il se retire progressivement du type «acteur majeur», puis y réapparaît avec la réactivation des recherches sur la souche.

3. Chemin de l'impact

3.1 Processus d'élaboration du chemin de l'impact

La première version du chemin de l'impact a été présentée à la FDGDON lors du focus group du 9 avril 2015. Il a ensuite été présenté aux personnes ressources, en l'ayant au préalable imprimé en format A3 afin de pouvoir travailler simultanément avec l'enquêté. Le chemin de l'impact a été décrit bloc par bloc en introduisant les relations causales, tout en laissant la possibilité à l'interviewé d'interrompre la présentation pour corriger voire détailler. Les diverses versions produites au cours des entretiens sont présentées dans les rapports mensuels rédigés au cours de la mission. Au gré des entretiens, des informations contradictoires à celles recueillies précédemment n'ont pas été formulées. Dans la mesure où lors des derniers entretiens, aucune information n'était apportée, nous avons considéré que l'outil était complet et validé.

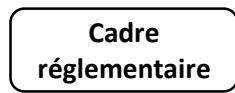
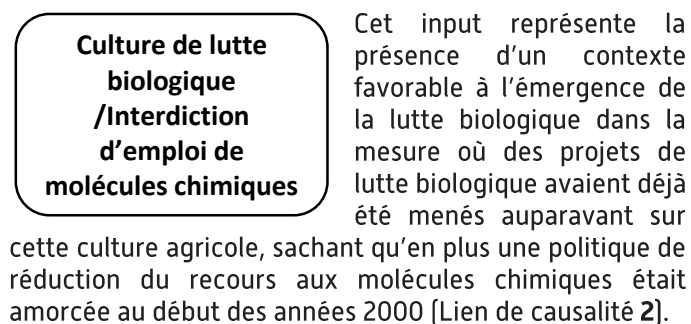
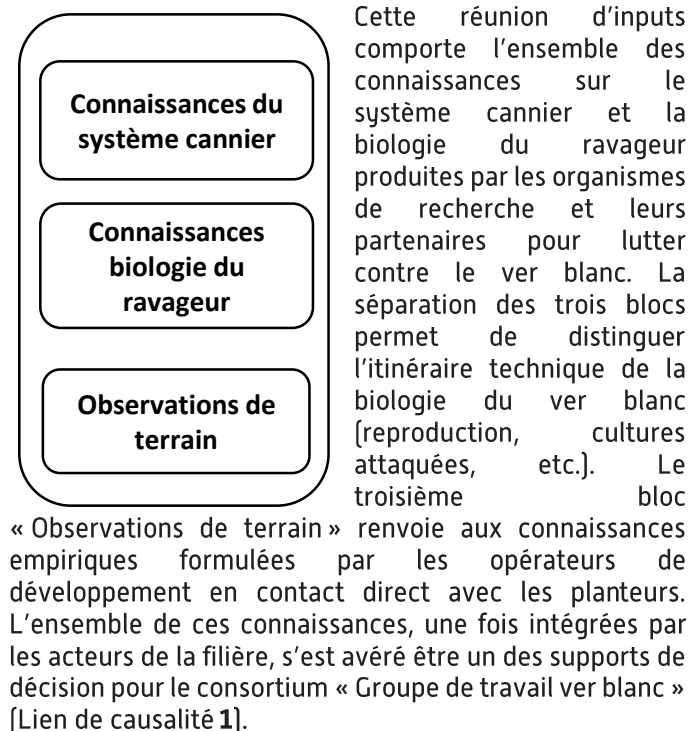
3.2 La dernière version du chemin de l'impact finalisé

La version finalisée du chemin de l'impact est présentée en Figure 11. Le numéro porté sur les flèches permet de disposer de la sémantique de chacune (cf. Tableau 10 pour la sémantique).

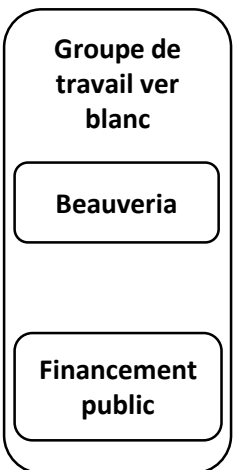
3.3 Les éléments du chemin

3.3.1 Les inputs

Le tableau 5 présente les inputs selon le format demandé par le groupe méthodologique. De plus amples informations sont fournies dans la suite du paragraphe.



Le cadre réglementaire est un événement extérieur facilitateur à la mise en place de l'innovation, et s'est avéré être la référence utilisée par le groupe de travail ver blanc pour adopter la lutte biologique, tout en sachant, qu'à l'époque de la conception de l'innovation, celui-ci était assez vague quant aux impacts sanitaires potentiels de ces produits. Dans le cas du riz sporisé et du Betel, le cadre réglementaire a même été aménagé notamment concernant l'homologation des produits [Lien de causalité 3]. A titre d'exemple, aujourd'hui, bien que le produit Betel ne soit plus homologué, c'est une dérogation ministérielle qui permet son utilisation sur l'île.



Cet input correspond au premier consortium constitué dans le cadre du processus d'innovation. Bien que les acteurs collaboraient ensemble auparavant, l'adoption d'un nom pour qualifier leurs rassemblements résulte de la nécessité de résoudre collectivement un problème d'importance stratégique pour la filière. Les réunions annuelles, semestrielles ou mensuelles selon la situation d'infestation du ravageur ont permis au consortium de prendre toutes les décisions stratégiques, opérationnelles et financières concernant le développement de la lutte biologique à l'échelle régionale [Liens de causalité 4, 5 et 6]. Entre 1982 et 2007, vingt-cinq réunions ont eu lieu. Le budget alloué pour la lutte biologique par le Conseil Général, les acteurs de la filière et les opérateurs privés et de développement (FDGDON, Botanica, etc.) a été entièrement reconstruit.

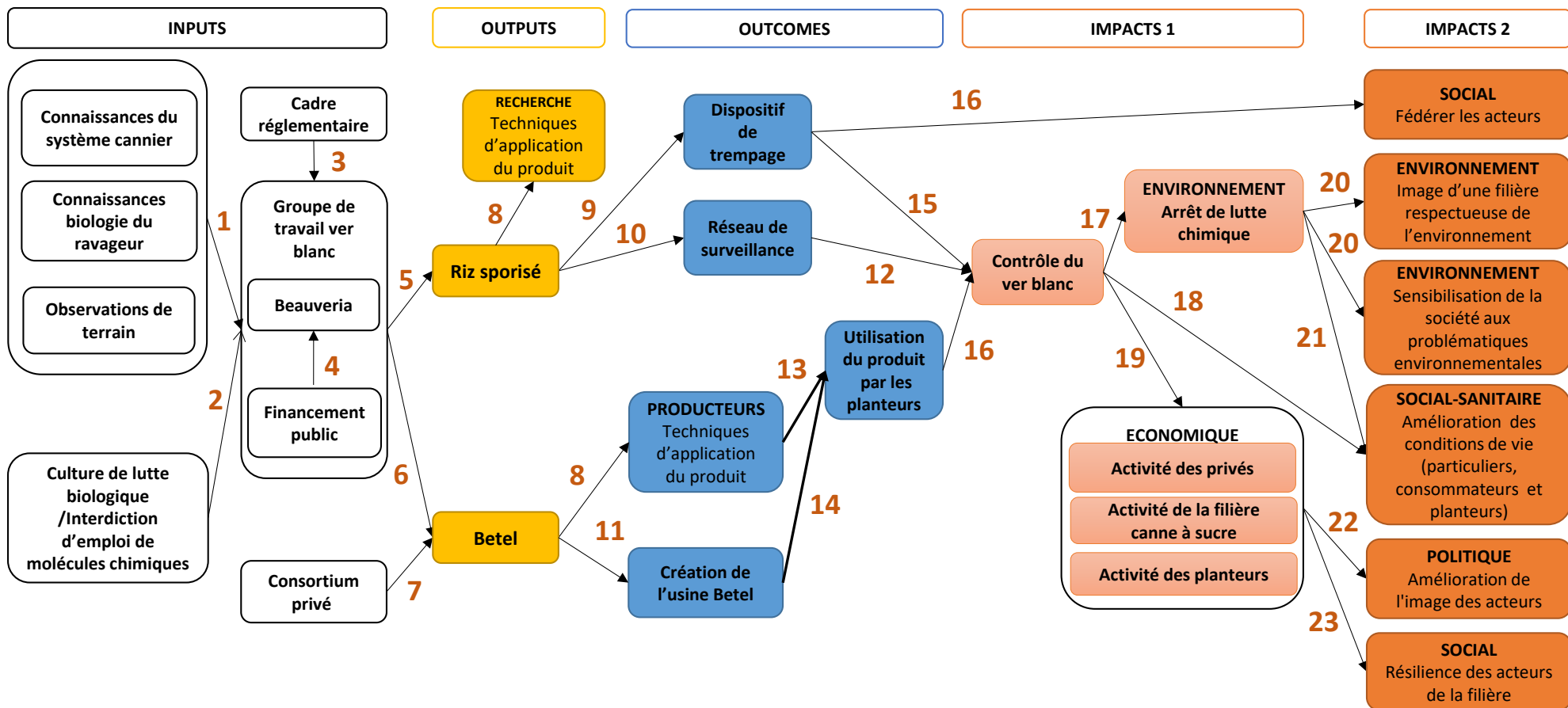


Figure 11 : Chemin de l'impact finalisé

Tableau 5 : Description des inputs du chemin de l'impact

Inputs	Description de l'input	Classification de l'input	Précision si "Autres" dans la colonne précédente	Période d'émergence	En quoi l'input a été utile au processus d'innovation ?	Acteurs ayant contribué à l'input	Source principale utilisée pour identifier cet input
Connaissances du système cannier	Connaissances du Cirad et eRCANE sur la canne à sucre (résistance variétale, itinéraire technique, biologie de la culture, etc.)	Connaissances amont (avant démarrage étude de cas)	et Activités de recherche	1929	Compréhension du comportement de la culture (sol et aérien), nécessaire pour penser l'innovation A permis de sélectionner des méthodes de lutte adaptées à l'itinéraire technique de la canne	CERF (ex-eRCANE) IRAT (ex-Cirad)	Entretien
Connaissances de la biologie du ravageur	Identification du ravageur, son cycle biologique (reproduction, etc.), cultures touchées	Activités de recherche		1981	Identification des stades de développement où le ravageur est plus ou moins virulent pour la culture --> Mise au point de produits adaptés au cycle biologique du ravageur	IRAT (ex-Cirad) INRA	Documentation
Observations de terrain	Toutes les observations, les constats établis par les planteurs en lien avec les techniciens de la Chambre d'Agriculture	Technologies mises au point en amont		1981	Connaître la situation chez les planteurs (importance des dégâts, etc.) --> Conception d'une innovation en réponse aux besoins des planteurs.	Planteurs Techniciens de la Chambre d'Agric.	Entretien
Culture de lutte biologique / Interdiction de l'emploi de molécules chimiques	La canne à sucre a connu des projets de lutte biologique auparavant Retrait de molécules chimiques dans les années 2000	Connaissances amont (avant démarrage étude de cas)		1950	Bien que la lutte biologique était théoriquement plus efficace, la culture de lutte biologique (canne à sucre/ région) ainsi que l'interdiction de molécules chimiques par l'Europe ont fortement participé au développement de la lutte biologique au détriment de la lutte chimique	Union Européenne Filières canne à sucre au Brésil et en Inde	Connaissances de l'équipe cas
Consortium privé	Collaboration d'investisseurs privés	Autres	Ressources financières	1996	Financement de l'investissement de l'usine Betel (9 millions de F soit 1,3 million d'€) --> Condition sine qua non à son fonctionnement	NPP Calliope SOFIDER Industriels SICA	Entretien
Cadre réglementaire	Ensemble des décisions prises (arrêté de lutte obligatoire en 1989, dérogations ministérielles, autorisations de vente du produit Betel)	Autres	Ressources juridiques	1989	A créé un environnement favorable à la diffusion rapide des produits de lutte biologique	Préfet de La Réunion SPV	Entretien
Groupe de travail ver blanc	Collaboration d'acteurs publics et privés pour décider des orientations stratégiques à prendre en matière de lutte biologique	Autres	Activité de recherche Décisions d'orientation stratégique	1982	A permis d'impliquer tous les acteurs --> décisions représentent l'ensemble des acteurs. + Réactivité des acteurs par rapport aux décisions à prendre	SPV Cirad FDGDON Chambre d'agric. SICA Betel Botanica	Entretien

Les figures 12 et 13 présentent les sources de financement de la lutte biologique gérées par le groupe de travail ver blanc en fonction du temps, selon que ces

sources soient étatique ou européennes. Les paragraphes suivants présentent les diverses sources de financement.

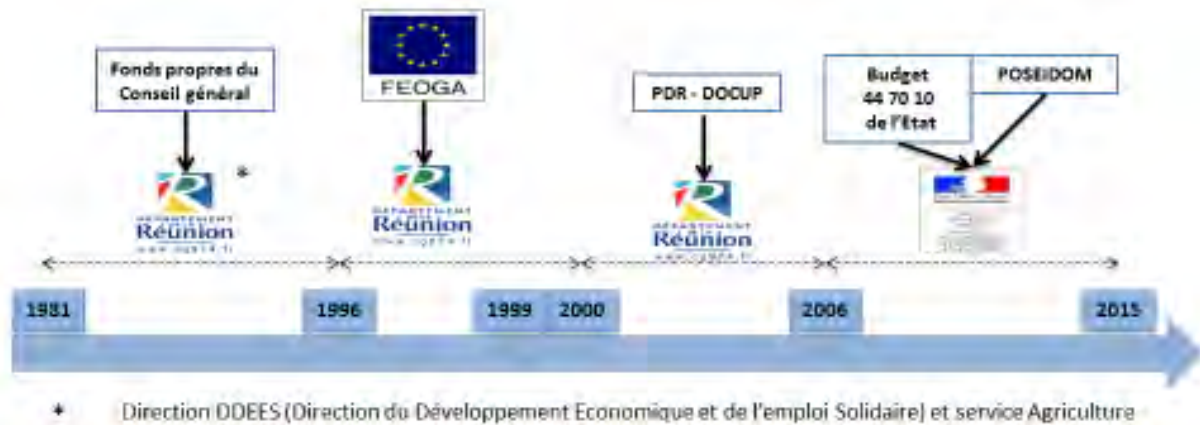


Figure 12 : Evolution des différents financements alloués pour la lutte biologique contre le ver blanc à la Réunion

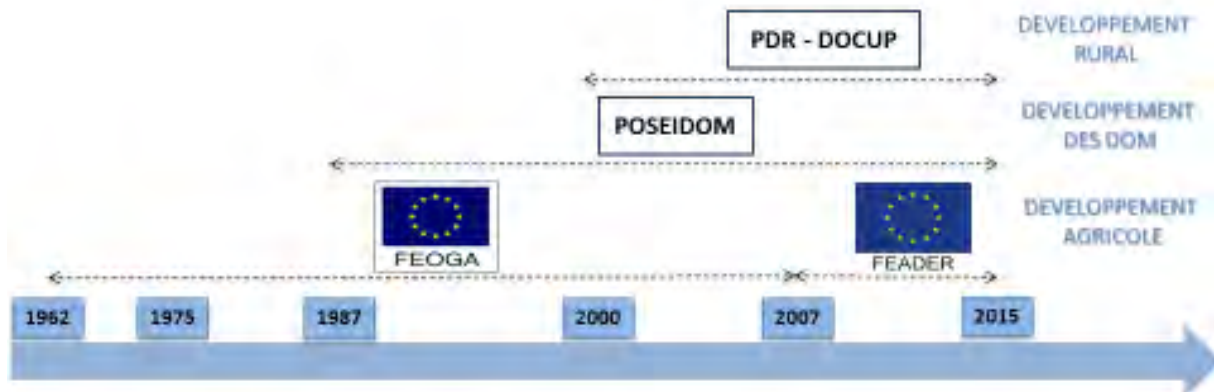


Figure 13 : Programmes de financement disponibles et mobilisés par les financeurs de l'innovation de lutte biologique

FEAGA (Fonds Européen d’Orientation et de Garantie Agricole)

Créé en 1962 lors de la création de la PAC, il en est le principal instrument financier. Cogéré par la Commission européenne et la Direction Générale de l’Agriculture, il réunit tous les crédits associés à la PAC. Dans chaque pays, les autorités nationales compétentes sélectionnent les projets, en partenariat avec la Commission européenne, et gèrent les crédits du FEAGA. Ce sont les organismes nationaux qui financent les dépenses avant d’être remboursés par la Commission. Plus de quatre milliards d’euros ont été alloués annuellement pour accompagner les mesures de développement rural pour la période 2000-2006.

FEADER (Fonds Européen Agricole pour le Développement rural)

Créé en 2007, le FEADER prend la suite du FEAGA. Pour la période 2007-2013, le FEADER est doté d’un budget de plus de 96 milliards d’euros, dont 20 % sont affectés à la PAC.

PDRN (Plan de Développement Rural National) et **DOCUP** (Document Unique de Programmation)

Créé en 2000, le PDRN rassemble les objectifs assignés aux secteurs de l’agriculture et de la forêt sur le territoire français. Au niveau des régions, il est décliné sous la forme de DOCUP. Le premier PNDR (2000/2006) a permis de soutenir de nombreux projets agricoles pour un budget total de douze milliards d’euros, dont sept proviennent de crédits européens.

POSEIDOM (Programme spécifique aux DOM)

Ce programme résulte de la résolution du Parlement Européen du 11 mai 1987 statuant de la gravité de la situation des départements d’Outre-mer qui nécessitent une action plurisectorielle de développement économique et social. L’article 17 « Soutien à la restructuration du secteur de la canne à sucre » prévoit le soutien de la filière canne à la Réunion.

Le tableau 6 renseigne le budget consacré à la lutte biologique par le Conseil Général. Ces données ont été récupérées au Service des Archives Intermédiaires du Conseil Général.

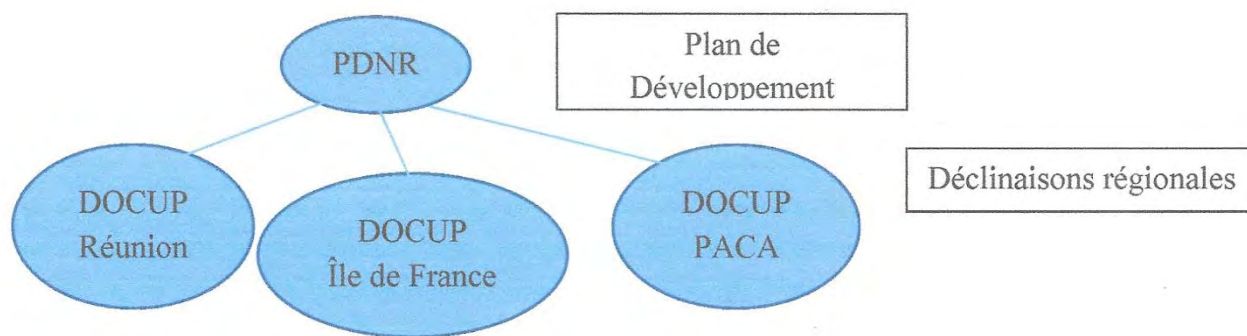


Figure 14 : Schématisation du fonctionnement du PDRN

Tableau 6 : Budget annuel alloué par le Conseil Général depuis la découverte du ver blanc

Années	Montant (en €)	Intitulé de la subvention sur les documents officiels
1981	67 839,50 €	Traitements + subventions à la replantation
	144 832,53 €	Convention IRAT/ Département (prospections + recherches et études)
	172 906,88 €	Convention CG/Sica ProCanne Savannah
1982	207 177,27 €	Aide aux agriculteurs
	96 652,23 €	Coût des travaux de replantation
	6 860,17 €	Communication (tracts, affiche de sensibilisation des voyageurs aux problèmes ver blanc)
1983	92 627,13 €	Convention IRAT/ Département
	25 191,93 €	Aides pertes planteurs
1984	3 231,90 €	Aides aux pertes pour 8 planteurs dans l'Ouest
	106 713,82 €	Convention IRAT/ Département
	160 477,62 €	Convention FDGDEC
1985	133 773,40 €	Subvention Cuma ProCanne (frais engagés par la coopérative dans le cadre de la lutte contre le ver blanc)
	98 481,61 €	Convention département FDGDEC (prospections, expérimentations)
	200 543,94 €	Aides planteurs sur les pertes
1986	27 440,70 €	Lutte contre le ver blanc
	79 273,13 €	Traitements lutte contre le ver blanc
	102 098,89 €	Financement pour la FDGDEC
1987	27 440,70 €	Plan de lutte contre le ver blanc
1988	518 324,29 €	Replantations en zone canne infestée
	106 713,82 €	Action FDGDEC
	76 224,16 €	Mise au point de la mécanisation pour épandage
	57 930,36 €	Campagne d'information
	97 675,98 €	Fonctionnement UPE
1989	106 708,61 €	Fonctionnement UPE
1990	130 015,92 €	Fonctionnement UPE
1991	45 734,50 €	Homologation du Beauveria Prise en charge des frais de dossier toxicologique pour la production industrielle de Beauveria
	144 825,90 €	Fonctionnement UPE
	85 371,06 €	Convention FDGDON/Département
	451 247,03 €	Traitements des insecticides- prospections zones contaminées- expériences de produits pour mise au point d'une lutte chimique et biologique
1992	341 484,24 €	Lutte contre le ver blanc
	146 350,39 €	Fonctionnement labo bois rouge
1993	440 575,64 €	Lutte contre le ver blanc - Subvention Suxon
	112 811,76 €	Convention FDGDON Subventions actions FDGDON (personnel, expérimentations, fonctionnement, docs de vulgarisation et formation)
	146 350,39 €	Fonctionnement labo bois rouge

1994	457 344,96 €	Lutte contre le ver blanc - Subvention Suxon/Betel, gestion administrative confiée à la FDGDEC
	112 811,76 €	Convention FDGDON Subventions actions FDGDON (personnel, fonctionnement, docs de vulgarisation et formation, véhicules)
	18 293,80 €	Points sur les dispositifs de lutte (rallonge)
1995	457 344,96 €	Lutte contre le ver blanc - Subvention Suxon/Betel
1996	457 344,96 €	Lutte contre le ver blanc - Subvention Suxon/Betel Budget 1996
1997	457 344,96 €	Estimations
1998	457 344,96 €	Estimations
1999	533 569,12 €	Lutte contre le ver blanc - Subvention Suxon/Betel Budget 1999
2000	?	Document indisponible
2001	251 540,88 €	Lutte contre le ver blanc
2002	292 481,00 €	Lutte contre le ver blanc - Année 2002
	3 169,00 €	Lutte contre le ver blanc - Campagne à destination du grand public
2003	400 000,00 €	Lutte contre le ver blanc - Année 2003
2004	300 000,00 €	153€ /ha (50% du prix du produit) (financement FEOGA 70% et Conseil Général 30%)
	30 000,00 €	Convention Cirad
2005	200 000,00 €	Lutte contre le ver blanc - Année 2005
2006	170 000,00 €	Lutte contre le ver blanc - Année 2006
2007	220 000,00 €	Lutte contre le ver blanc - Année 2007
Total	9 580 497,77 €	

Le budget total alloué par le Conseil Général de 1981 à 2007 pour lutter contre le ver blanc est de l'ordre de 9,6 millions d'euros. On peut observer que les montants fluctuent d'une année à l'autre. Plusieurs raisons à cela : réduction de l'infestation, actions de terrains non reconduites, etc. Certains documents n'étant plus accessibles, à l'exemple de ceux relatifs à l'année 2000, des lignes de compte sont manquantes. Le budget alloué par le Conseil Général est présenté en Figure 15. Ce graphe montre que le budget alloué est très faible en regard de son budget total, et que la quantité allouée a progressivement diminuée au cours du temps. L'arrêt de subventionnement du Suxon ne modifiant que très peu le budget alloué, on peut donc considérer que la raison n'était pas économique mais pour protéger l'environnement.

La figure 16 compare la subvention allouée pour le Betel et le Suxon. Les montants ont été calculés à partir des quantités vendues, des prix pratiqués et du pourcentage de subventionnement. On remarque que la subvention pour le Suxon engendre une dépense très supérieure à celle de Betel. Cela s'explique par un coût du produit Suxon (importé) qui est de 1.5 à 2 fois supérieur à celui du Betel. En 2007, c'est la DAAF qui a subventionné le Betel, alors qu'auparavant c'était le Conseil Général. La DAAF a d'ailleurs investi en moyenne 25 000 €/an depuis 1996

dans la surveillance du territoire, via la FDGDON, pour conduire les prospections et les piégeages.

Consortium privé

Le consortium privé réuni les quatre sociétés privées qui ont financé le montage de l'usine de Production du Betel. Ces dernières ont contribué à part égale [soit 25%] au capital de l'usine [Lien de causalité 7].

Ces deux consortiums ont été les moteurs de conception et de diffusion de l'innovation. L'originalité véhiculée par la constitution de deux consortiums est la nature collective nécessaire au développement d'une innovation dans un tel contexte. L'innovation de lutte biologique contre le ver blanc à La Réunion est considérée comme une « *success story* ». Ce résultat doit beaucoup à la constitution partenariale.

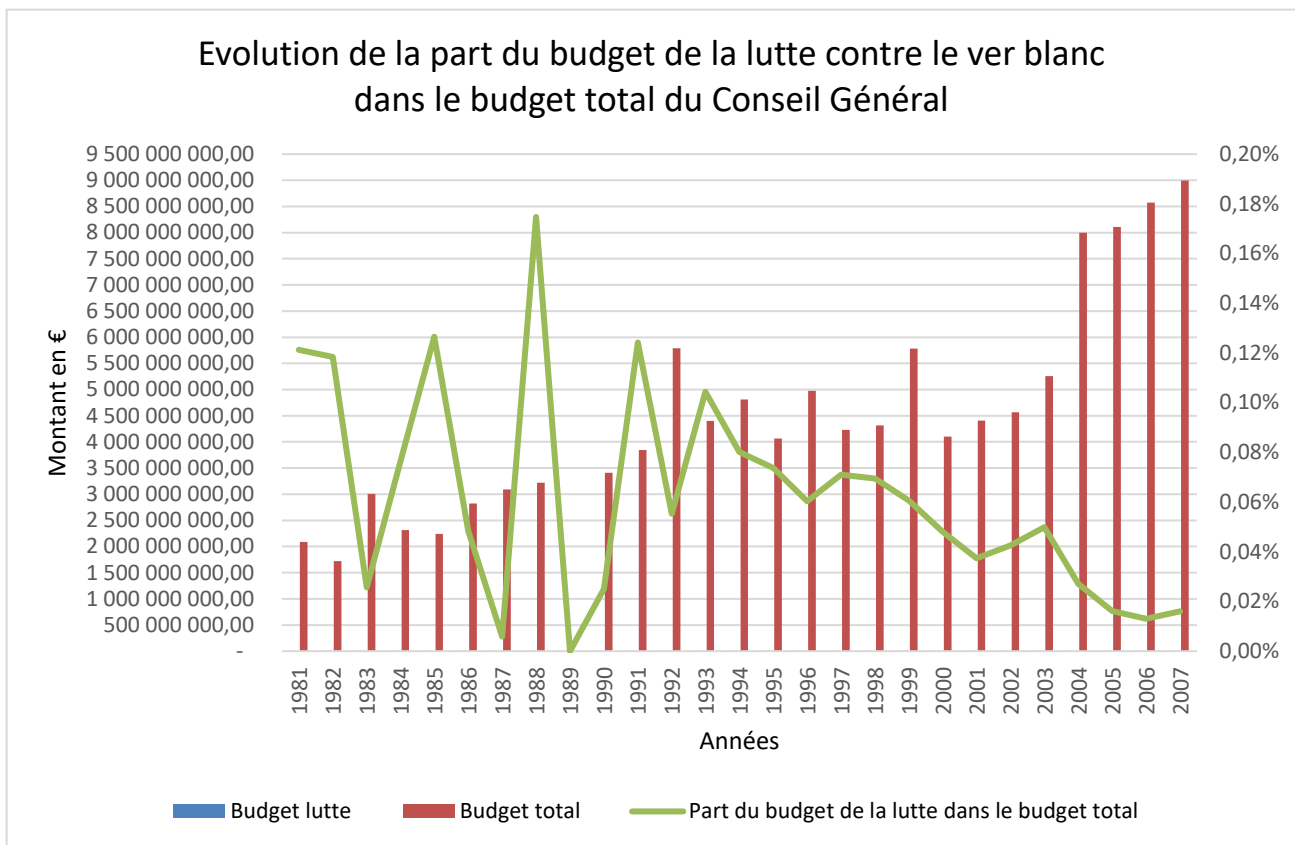


Figure 15 : Part du budget de la lutte biologique dans le budget total du Conseil Général

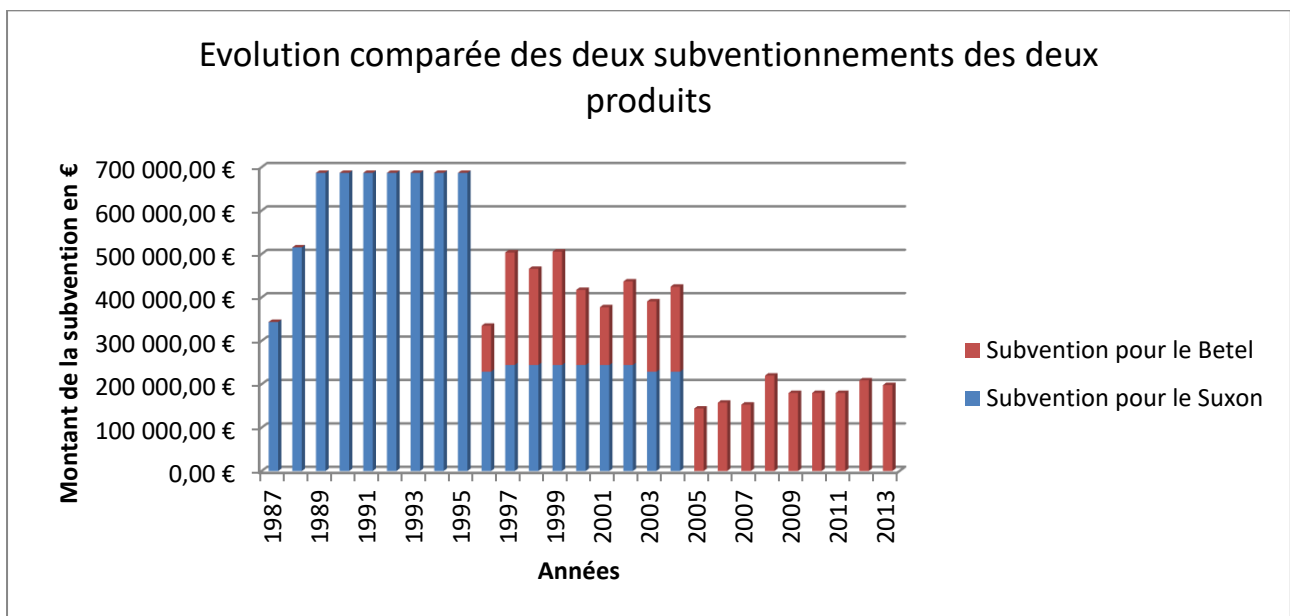


Figure 16 : Evolution comparée des subventionnements des deux produits

3.3.2 Les outputs

Le Tableau 7 présente les outputs selon le format demandé par le groupe méthodologique.

Sur les 3 outputs, deux correspondent aux produits de l'innovation. Bien qu'issus d'une même innovation, ceux-ci sont différenciés dans le chemin de l'impact car leur utilisation a été différente: trempage et application au champ versus application obligatoire au champ. Cependant, un lien les unis : le produit Betel n'aurait pu voir

vu le jour sans le développement préalable du riz sporisé. Dans leur formulation, seul leur support diffère : riz pour l'un vs bille d'argile pour l'autre. La mise en place de ce lien a pourtant nécessité 10 ans de travail (1987-1997). Des événements extérieurs, tels que des facilitations réglementaires, ont favorisé voire accéléré la diffusion de ce produit de lutte innovant.

RECHERCHE Techniques d'application du produit

Le développement des deux produits de l'innovation a été accompagné par celui des « Techniques d'application des deux produits », conçues par la recherche. Parmi ces techniques, il y a la brouette développée par le CEEMAT mises à disposition auprès des SICA. Comme la Figure 11 l'indique, cet output n'a pas généré d'outcome, du fait de contraintes techniques associées à son utilisation, e.g. colmatage du mécanisme quand le produit est trop humide; ce qui a conduit les planteurs à concevoir leur propre matériel. La conservation de cet outcome résulte de la récurrence de sa citation au cours des enquêtes, dénotant une importance notoire.

Riz sporisé

Pour le riz sporisé, les outcomes associés correspondent à des dispositifs sociotechniques. Le trempage a nécessité, de la part de la FDGDON, de constituer des groupements afin d'intervenir sur tout le territoire (Lien de causalité 9). En outre, pour suivre l'efficacité du produit (Lien de causalité 10), le dispositif de surveillance du ravageur s'est intéressé au taux de larves mycosées.

Betel

Pour le Betel, l'outcome principal est la création de l'usine de production (Lien de causalité 11). Le développement du produit a également demandé aux producteurs de développer leur propre technique d'application du produit (Lien de causalité 8), sachant que la quantité à appliquer dans le sillon est très faible en comparaison d'autres produits (engrais, etc.).

3.3.1 Les outcomes

Le Tableau 8 présente les outcomes ou « effets intermédiaires » du chemin de l'impact.

Dispositif de trempage

L'outcome « Dispositif de trempage » correspond à la réunion d'acteurs pour produire l'opération de trempage des hannetons. Cet outcome est mesuré par le nombre de campagnes conduites : 792 opérations publiques de trempage ont été estimées entre 1989 et 2007. Ce dispositif a permis d'augmenter directement le nombre de larves mycosées (Lien de causalité 15) et donc de contrôler la diffusion du ravageur. De par la multiplication des rencontres entre acteurs au sein des campagnes de trempage (Lien de causalité 16), cet outcome a permis de « Fédérer les acteurs », i.e. un impact d'ordre 2. Enfin, le nombre de campagnes conduites contribue à mesurer l'impact « Contrôle du ver blanc » (Tableau 15).

Réseau de surveillance

Ce réseau a été mis en place pour surveiller la diffusion du ravageur via des prospections chez les planteurs et des piègeages sur des sites portuaires et aéroportuaires. La lutte biologique a consolidé ce réseau en lui demandant de fournir des indicateurs supplémentaires (larves mycosées, etc.) afin d'orienter les efforts (Lien de causalité 12).

PRODUCTEURS Techniques d'application du produit

Du fait de l'inadaptation des techniques d'application proposées par la recherche, cet outcome rassemble les techniques d'application du Betel développées par les planteurs (Lien de causalité 13). Selon le type de mécanisation (e.g. une bouteille percée installée sur la planteuse, en mélange avec l'engrais), la main d'œuvre requise varie.

Création de l'usine Betel

Cet outcome est issu d'un consortium privé motivé par une opportunité économique potentielle, modulo la menace que représente le ravageur sur leur activité. L'usine, toujours située à Saint Benoît, n'a plus que deux actionnaires : Téreos et le groupe Arista. La vente du produit a permis de diffuser l'innovation sur toute l'île (Lien de causalité 14).

Utilisation du produit par les planteurs

Le produit Betel est acheté par les planteurs désireux de bénéficier d'une subvention à la replantation. Le nombre de producteurs utilisant théoriquement le produit entre 1007 et 2003 a pu être estimé en utilisant l'évolution des hectares replantés et les bénéficiaires concernés présents dans la base de données de la DAAF (Figure 17). Les données après 2003 n'ont pas été renseignées.

La figure 17 montre l'évolution du nombre de planteurs ayant achetés le Betel, qui diminue au cours du temps. Toutefois, le ratio du nombre total d'hectares replantés avec le nombre de bénéficiaires est relativement constant (moyenne 1,44) et oscille entre 1,39 et 1,52. En utilisant la valeur moyenne du ratio jusqu'en 2014, l'évolution du nombre d'utilisateurs potentiels du Betel a été retracée jusqu'à la campagne 2013-2014 (Figure 18). Cette dernière figure montre que le nombre d'utilisateurs du produit Betel se stabilise à partir de la campagne 2002-2003. Pour informations, La DAAF avait recensé le nombre de planteurs en 2011, soit 3473, mais ne connaît pas leur nombre les autres années. Bien que le produit soit obligatoire dans le cadre d'une replantation avec dossier de replantation, aucun dispositif ne peut garantir l'application des 30 kg/ha de produit dans le champ.

Tableau 7 : Outputs du chemin de l'impact

Outputs (produits de la recherche)	Description de l'output	Classification des produits (outputs)	Période d'émergence	Inputs ayant contribué à la production de l'output	Acteurs ayant contribué à la production de l'output	Source principale utilisée pour identifier cet input
Betel	Produit de lutte biologique (production semi-industrielle) Spores de champignon sur des grains d'argile Déposé dans les sillons	Nouveau procédé	1990-1996	Connaissances système canier Connaissances biologie du ravageur Observations de terrain Culture de lutte biologique/Interdiction de molécules chimiques Groupe de travail ver blanc Cadre réglementaire Consortium privé	NPP Calliope CIRAD Inra FDGDON Conseil Général	Documentation
Riz sporisé	Produit de lutte biologique (production artisanale) Spores de champignon déposés sur des grains de riz Utilisé pour réaliser le trempage d'hannetons et quelques cas d'application dans les sillons	Nouveau procédé	1987-1989	Connaissances système canier Connaissances biologie du ravageur Observations de terrain Culture de lutte biologique/Interdiction de molécules chimiques Groupe de travail ver blanc Cadre réglementaire	FDGDON CIRAD INRA Société Adrien Béliet Conseil Général	Entretien
Techniques d'application des deux produits	La brouette de riz sporisé qui a été la principale technique mise au point par la recherche	Objet technique	1989	Connaissances système canier Connaissances biologie du ravageur Observations de terrain Culture de lutte biologique/Interdiction de molécules chimiques Groupe de travail ver blanc Cadre réglementaire + Riz sporisé	CIRAD (via le CEEMAT à l'époque) Botanica SICA	Entretien

Tableau 8 : Les outcomes du chemin de l'impact

Outcomes (ressource générée)	Description de l'outcome	Classif. de l'outcome	Eléments compl. à la colonne précédente	Produit(s) de la recherche	Période d'émergence	Extension géographique	Acteurs concernés	Effet(s) sur les acteurs concernés	Eléments complémentaires à la colonne précédente2	Source princ. utilisée pour identifier cet input
Réseau de surveillance	Surveillance aux frontières (piégeage, comptage des hannetons adultes) Prospections chez les planteurs du taux de larves mycosées	Dispositif sociotechnique		Riz sporisé Betel	1981	Régionale	FDGDON SPV Planteurs	Changement d'organisation		Entretien
Dispositif de trempage	Campagnes de trempage (collaboration de plusieurs acteurs se réunissant pour contaminer des hannetons adultes)	Dispositif sociotechnique		Riz sporisé	1989	Régionale	FDGDON Planteurs Mairies Chambre d'agriculture Cirad	Autres	Utilisation d'une nouvelle pratique	Entretien
Techniques d'application du produit	Toutes les techniques développées par les planteurs (bouteille percée, bidons sur planteuse mécanique, etc.)	Autres	Nouvelle technique	Betel et Riz sporisé	1989-1996	Régionale	Planteurs	Autres	Utilisation d'une nouvelle pratique	Entretien
Création de l'usine Betel	Mise au point d'une usine de fabrication du produit Betel	Autres	Nouvelle société créée	Betel	1990-1997	Régionale	Betel Sofider NPP Calliope SICA, Industriels	Autres	Opportunité de retour sur investissement Assurer le contrôle du ver blanc (Pour industriels seulement)	Connaissances de l'équipe cas
Utilisation du produit	Applications du produit Betel et du riz sporisé	Autres	Nouveau produit utilisé	Betel et Riz sporisé	1989	Régionale	Planteurs	Utilisation d'un nouveau produit		Entretien

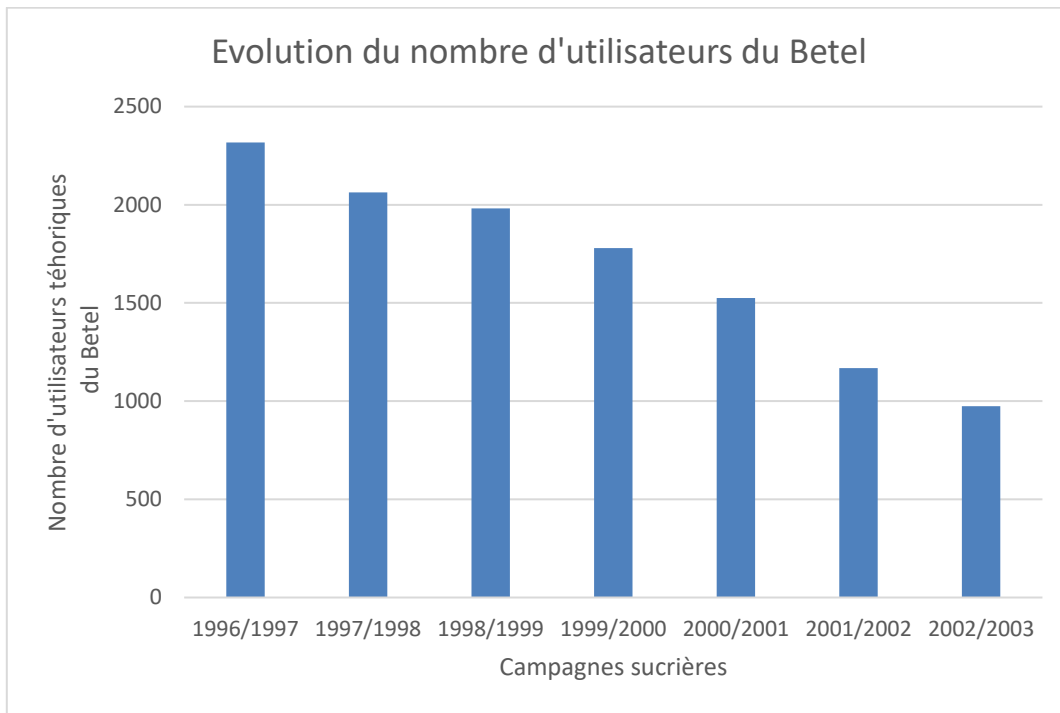


Figure 17 : Evolution du nombre d'utilisateurs théoriques du Betel entre la campagne 1996-1997 et 2002-2003

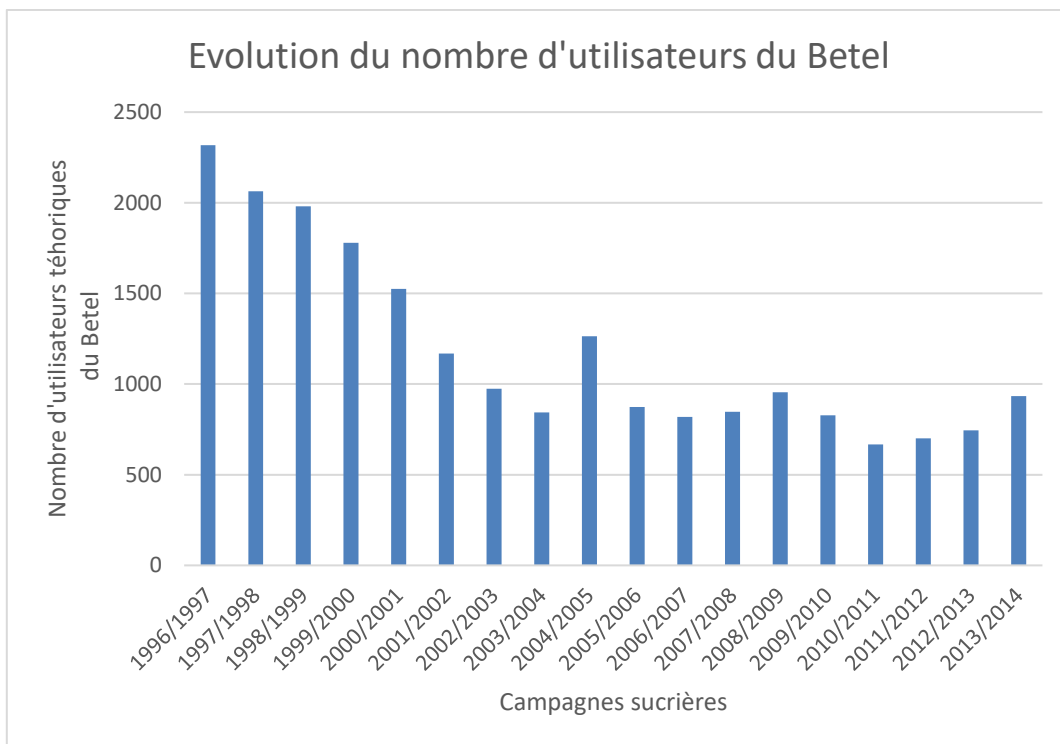


Figure 18 : Evolution du nombre d'utilisateurs théoriques du Betel depuis la campagne 1996-1997 jusqu'à celle de 2013-2014

3.3.2 Les impacts 1 et 2

Le Tableau 9 présente les impacts de niveau 1 et 2. Une description plus précise des impacts de niveau 1 est donnée dans la suite du chapitre.

Tableau 9 : Les impacts d'ordre 1 et 2 du chemin de l'impact

Impacts	Description de l'impact	Niveau d'impact	Outcome(s) ayant contribué à produire cet impact	Période d'émergence	Extension géographique	Acteurs impactés	Source principale utilisée pour identifier cet impact
Contrôle du ver blanc	Maintien des populations de ver blanc à un seuil de nuisibilité faible	1	Réseau de surveillance Contrôle du ver blanc	A partir des années 2000	Régionale	-	Entretien
Arrêt de la lutte chimique	Utilisation de la lutte biologique seule	1	Tous les outcomes + Contrôle du ver blanc	2006	Régionale	Botanica Betel Acteurs de la filière canne Conseil Général	Entretien
Activité des planteurs	Impact sur l'investissement, sur le rendement et le temps de travail	1	Tous les outcomes + Contrôle du ver blanc	A partir de 1989	Régionale	Planteurs	Entretien
Activité des privés	Impact sur Botanica et Betel	1	Tous les outcomes + Contrôle du ver blanc	A partir de 1997	Régionale	Botanica et Betel Réunion	Entretien
Activité de la filière canne à sucre	Impact autour de la production générée par la filière	1	Tous les outcomes + Contrôle du ver blanc	A partir de 1989	Régionale	Planteurs Industriels	Entretien
Fédérer les acteurs	Rapprochement des acteurs par les réunions sur la lutte biologique	2	Réseau de surveillance	A partir de 1989	Régionale	Acteurs du groupe de travail ver blanc	Entretien
Image d'une filière respectueuse de l'environnement	Contribution de la lutte biologique au respect de l'environnement et argumentation pour le maintien du financement européen de la filière	2	Tous les outcomes + Contrôle du ver blanc + Arrêt de la lutte chimique	1996	Internationale (Europe/Océan Indien)	Acteurs de la filière canne	Entretien

Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales	Impact de la lutte biologique sur d'autres projets de lutte biologique à La Réunion	2	Tous les outcomes + Contrôle du ver blanc + Arrêt de la lutte chimique	A partir des années 90	Régionale	FDGDON Cirad Société réunionnaise	Entretien
Amélioration des conditions de vie (particuliers, planteurs et consommateurs)	Consommation d'un produit avec une quantité de produits chimiques moindre Planteurs moins en contact des produits chimiques Particuliers moins gênés par les vols d'hannetons	2	Tous les outcomes + Contrôle du ver blanc + Activité des planteurs + Activité de la filière canne à sucre + Activité des privés	A partir des années 90	Régionale	Particuliers Consommateurs Planteurs	Entretien
Amélioration de l'image des acteurs		2	Tous les outcomes + Contrôle du ver blanc + Activité des planteurs + Activité de la filière canne à sucre + Activité des privés	A partir des années 90	International (Europe/Océan Indien)	Conseil Général FDGDON Cirad Tereos /Planteurs	Entretien
Résilience des acteurs	Participation de la lutte biologique au renforcement des capacités	2	Tous les outcomes + Contrôle du ver blanc + Activité des planteurs + Activité de la filière canne à sucre + Activité des privés	A partir des années 90	Régionale	Tous les acteurs du groupe de travail ver blanc Particuliers	Entretien

Le chemin de l'impact (figure 13) présente trois impacts environnementaux, trois économiques, un politique, deux sociaux et un socio-sanitaire. La lutte biologique a donc généré des impacts de différentes natures. Les impacts d'ordre 1 concernent exclusivement le territoire de La Réunion, alors que pour ceux d'ordre 2, la moitié d'entre eux a une portée extérieure. Enfin, la majorité des impacts ont eu lieu au cours des années 90, correspondant au développement et à la diffusion des deux produits de l'innovation.

Contrôle du ver blanc

Les impacts d'ordre 1 sont volontairement rangés sur deux colonnes. La position de l'impact « Contrôle du ver blanc » seul en première colonne montre que c'est cet impact qui est à l'origine de tous les autres. Dans la mesure où cet impact est également l'objectif de l'innovation, il hérite de tous les outcomes. Du fait du contrôle du ver blanc, le groupe de travail ver blanc a supprimé la lutte chimique (Lien de causalité 17). Le contrôle du ver blanc a également engendré une réduction des vols d'hannetons impactant les conditions de vie des particuliers (Lien de causalité 18). Ces derniers n'avaient plus à bâcher leurs piscines, manger à l'intérieur, etc. Le contrôle du ver blanc a aussi permis de pérenniser la filière, tant au profit des planteurs que des industriels. Seule la société Botanica a été impactée négativement du fait de l'arrêt de la commercialisation du Suxon (Lien de causalité 19).

ENVIRONNEMENT Arrêt de lutte chimique

La mise en place de la lutte conjuguée (1996) a permis de réduire sensiblement la quantité de Chlorpyrifos-Ethyl (matière active du Suxon) répartie dans les champs et la mise en place de la lutte biologique seule (2006) l'a arrêtée. La conséquence directe de cet arrêt est que la filière a retrouvé le statut précédent l'arrivée du ver blanc, à savoir la non utilisation d'insecticide. L'arrêt de la pollution de l'environnement améliore la vie des citoyens (Lien de causalité 21), et l'image d'une filière respectueuse de l'environnement est un argumentaire non négligeable (Lien de causalité 20) auprès de l'Europe pour le maintien des subventions,

ECONOMIQUE

Activité des privés

Activité de la filière
canne à sucre

Activité des planteurs

L'impact économique regroupe des impacts concernant les sociétés privées (Betel Réunion et Botanica), la filière canne à sucre en tant qu'entité économique et les planteurs à titre individuels. La mise en œuvre de la lutte

biologique a permis d'assurer la pérennité de ces 3 entités (Lien de causalité 22 et 23).

3.4 Liens de causalité entre les éléments du chemin

Le tableau 10 présente la liste des liens de causalité utilisés pour constituer le chemin de l'impact (Figure 13). Vingt-quatre liens de causalité ont été identifiés. Trois liens de causalité sont utilisés à deux reprises dans le chemin de l'impact, i.e. les numéros 8, 16, et 21.

3.5 La recherche au sein du chemin de l'impact

La recherche, et en particulier le CIRAD, a fortement contribué au développement des deux produits de l'innovation exprimés dans trois inputs. Sa connaissance sur le système cannier à La Réunion résulte de 50 ans de recherche conduite en collaboration avec eRcane. Bien que peu investie dans l'amélioration variétale, elle s'est consacrée à la gestion phytosanitaire et aux itinéraires techniques. Sa connaissance sur le ver blanc a été obtenue en partenariat avec l'Inra. Enfin, son positionnement au sein du groupe de travail ver blanc, en tant que conseiller scientifique, a orienté les décisions stratégiques et économiques concernant la lutte biologique. En termes d'outcomes, elle a contribué au réseau de surveillance notamment via les prospections effectuées dans les champs des planteurs.

Ainsi, le Cirad a été un des moteurs de mise en place et de réussite de la lutte biologique contre le ver blanc à La Réunion. En annexe 8.3, les diverses interventions du Cirad sont repérées sur le Chemin de l'impact.

4. Le renforcement des capacités

4.1 Présentation des situations d'apprentissage identifiées

L'outil renforcement des capacités a pour objet de recenser les situations d'apprentissage ayant conduit au développement de compétences ou capacités nouvelles par les acteurs. Ces capacités peuvent aussi bien concerner un input, un output, un outcome, ou une relation causale. Cet outil a été construit selon le même mode opératoire que le chronogramme ou que le chemin de l'impact, i.e. au gré des entretiens avec pour support d'échange une version papier au format A3. La figure 19 présente les capacités acquises au cours du processus d'innovation. Treize acteurs ont été concernés par cette acquisition, parmi lesquels la FDGDON fait figure de privilégié. La superposition de ces capacités sur le chemin de l'impact est présentée en annexe 8.2.

Trois capacités notoires, de par leur importance sur le processus d'innovation et la diversité des acteurs impliqués, sont présentées ci-après (capacités encadrées en gris dans la figure 19). Ces capacités sont détaillées dans le tableau 11.

Tableau 10 : Sémantique des liens de causalité du chemin de l'impact présenté en Figure 13

Id.	Description
1	Capitalisation des connaissances et observations pour prendre les décisions les plus adaptées
2	Influence dans l'orientation de la lutte proposée
3	Adaptation du cadre réglementaire pour faciliter la diffusion de l'innovation
4	Financement des actions de lutte à partir des décisions adoptées par le groupe de travail
5	Encadrement juridique, opérationnel, politique de l'innovation avec le riz sporisé par le groupe de travail ver blanc
6	Encadrement juridique, opérationnel, politique de l'innovation avec le Betel par le groupe de travail ver blanc
7	Investissement dans le capital de l'usine
8	Freins dans l'application du produit (petites quantités à appliquer)
9	Décision de création du dispositif de trempage pour épandre le produit
10	Suivi de l'efficacité de l'application du riz sporisé
11	Transfert du process à une structure permettant la diffusion du produit sur toute l'île
12	Fourniture des indicateurs d'infestation du ver blanc pour orienter les efforts concernant la lutte
13	Facilitation de l'application du produit par les planteurs
14	Diffusion du produit par les ventes
15	Augmentation du taux de larves mycosées
16	Multiplication des rencontres entre acteurs
17	Décision prise par le groupe de travail ver blanc suite au contrôle du ver blanc
18	Réduction des vols d'hannetons adultes
19	Pérennisation de l'activité des acteurs de la filière (Botanica exclue)
20	Action de communication par les acteurs de la filière (Syndicat du sucre, Chambre d'agriculture, DAAF)
21	Arrêt d'utilisation d'une matière active nocive pour le planteur qui l'applique et potentiellement pour le consommateur
22	Participation active des acteurs de la filière au succès de la lutte biologique
23	Participation au maintien de l'activité cannière à La Réunion

Tableau 11 : Description des capacités acquises

Situation d'apprentissage	Caractéristiques Quand ? Où ? Qui ? Quoi ?	Rôle des chercheurs	Phase du chemin de l'impact	Principaux acteurs apprenants	Capacités acquises et utilisées
Réunions groupe de travail ver blanc	1982-2007 Locaux du Cirad, DAAF, etc. Tous les acteurs de la lutte Présentation des résultats de recherche, des résultats des prospections. Prise de décisions sur l'orientation de la lutte	Animation du groupe de travail Présentation des résultats de recherche	Input	FDGDON/ DAAF/ Cirad/ Coopératives/Planteurs/ Industriel/ Betel/ Botanica	Communiquer et agir conjointement sur l'orientation de la lutte biologique
Prospections de ver blanc mycosés	1981-2007 Dans les parcelles des planteurs FDGDON/Cirad/Planteurs Evaluation du taux de larves mycosées sur un échantillon de parcelles choisies	Contribution partielle. Aide à la mise en place du protocole d'échantillonnage des larves sur la parcelle	Outcome	FDGDON	Diagnostiquer l'ampleur de l'infestation du ravageur
Financement de la lutte biologique	1981-2007 Toute la filière canne à la Réunion Conseil Général/DAAF/ Union Européenne Financement des actions de lutte, des produits de lutte et des recherches	Néant	Input	Conseil Général	Introduire l'environnement dans sa politique

Comme le montre la figure 19, la FDGDON a été impliqué dans quatre situations d'apprentissage sur les huit identifiées. Initialement exclusivement impliquée dans la lutte contre les rats, les nouvelles capacités acquises ont permis à la FDGDON de s'impliquer dans la lutte contre le ver blanc. Cette implication l'a conduite par la suite à acquérir de l'indépendance, notamment vis-à-vis de la DAAF, et à développer un portefeuille d'activités.

Par ailleurs, l'accompagnement financier apporté par le Conseil Général pour conduire la lutte biologique a permis son positionnement à l'échelle locale et nationale en tant de supporter d'une politique respectueuse de l'environnement.

4.2 Importance du renforcement des capacités dans la production des impacts de l'innovation

La contribution d'une capacité à l'émergence des impacts est mesurée via une note comprise entre 0 et 3, où 0 correspond à une contribution quasi-nulle aux impacts et 3 à une autosuffisance pour générer les impacts. Dans le cas d'une note de 2, un pourcentage d'estimation de la contribution de la capacité acquise aux impacts est proposé.

La capacité acquise par tous les acteurs du groupe de travail ver blanc concernant la lutte biologique a permis de prendre, de façon rapide et efficace, les décisions stratégiques. Sans cette compétence, le processus d'innovation aurait été plus laborieux. Aussi, une note de 2 est attribuée à cette capacité, dont la contribution aux impacts peut être estimée à hauteur de 40%.

La compétence développée par la FDGDON, pour conduire les prospections de ver blanc mycosés, a contribué directement au développement de l'outcome « réseau de surveillance », et donc à l'impact « Contrôle du ver blanc » (Annexe 8.2). Cette compétence a permis de délivrer régulièrement un état des lieux de l'infestation du ravageur, indispensable pour décider des opérations à conduire (trempage, utilisation du Suxon, etc.) pour contrôler le ver blanc. Bien qu'elle ait facilité l'impact, une note de 2 est attribuée à cette capacité. Elle est nécessaire mais pas suffisante. Une contribution de 20% à l'impact est proposée.

« Introduire l'environnement dans sa politique » est la compétence développée par le Conseil Général au travers du financement de la lutte biologique. Cette compétence intervient en input, qui n'est pour autant pas conditionnelle à la réalisation des autres impacts. Aussi, la note de 1 est attribuée à cette compétence, qui n'est ni nécessaire ni suffisante dans la production des impacts majeurs mais qu'elle améliore.

5. Mesure des impacts

5.1 Hiérarchisation des impacts

Au cours des enquêtes, des hiérarchies des impacts ont été établies par 4 personnes : deux de la FDGDON lors du second focus group, une de la DAAF et une de l'Université de La Réunion. Pour produire ces hiérarchies, nous avons utilisé le tableau proposé par le VADE-MECUM du groupe multicritères en date du 2 juin 2015 (Annexe 9.1) Le chemin de l'impact ayant été remanié depuis les exercices de hiérarchisation, les impacts présentés dans les tableaux de

l'annexe 9 ne correspondent plus à ceux présents dans la dernière version du chemin de l'impact. Les résultats méritent cependant que l'on s'intéresse à ce travail.

Trois critères de hiérarchisation des impacts ont été proposés. L'intensité était évaluée sur une échelle variant de 1 à 10, où la note de 1 indiquait un impact ayant amené le changement le plus important et 10 son contraire. Le critère de sensibilité, correspondant à la pertinence de l'impact et son importance pour l'acteur enquêté, a été renseigné sur une échelle de 0 à 3. La note la plus élevée correspond à une importance forte de l'impact. L'ampleur fait référence à « la fraction de la population/territoire concernée par le changement » (Guide méthodologique v3, p58). Faute de temps, l'ampleur [acteurs impactés, qui ? A quelle échelle : localité ou l'île ?] n'a pas été traité. Toutefois, ce paramètre pourrait être évalué à partir des enquêtes et du renseignement de nos impacts. Par exemple, l'impact « Image d'une filière respectueuse de l'environnement » concerne les industriels, les planteurs et les agents des organismes impliqués dans la filière canne (techniciens de la chambre d'agriculture, techniciens du CTICS, etc.). Pour cet impact, les enquêtes permettent de conclure que la délimitation de l'impact concerne toute La Réunion. Un autre exemple, l'impact « Nouvelles initiatives de lutte biologique » implémente la création de nouveaux projets de lutte biologique. D'une part, la FDGDON a développé de nouveaux projets de lutte biologique suite au succès de Beauveria, et a transmis son savoir-faire à Coccinelle, une société spécialisée dans la lutte biologique intervenant à La Réunion. Les résultats de cette innovation ont également permis à La FDGDON de contribuer au montage d'un projet international avec entre autres partenaires l'Afrique du Sud. Etc.

Concernant les impacts à hiérarchiser. L'objectif de l'innovation était de répondre à un problème phytosanitaire et non à une question de développement, pour retrouver une situation phytosanitaire connue précédemment : ne pas utiliser de produit chimique pour contrôler les insectes. Cet objectif se retrouve très clairement dans le chemin de l'impact où l'impact « Contrôle du ver blanc » est un impact d'ordre 1 situé en amont de tous les autres impacts (cf. Annexe 1). Dans la mesure où cet impact correspondait à la raison de l'innovation, lequel se trouve *de facto* être le plus important, nous l'avons retiré de la liste des impacts à hiérarchiser de façon à ne pas négliger les autres et obtenir des valeurs d'intensité et de sensibilité relatives.

Les hiérarchisations d'impact de niveau 1 et 2, produites lors du focus group à la FDGDON, sont respectivement présentées en annexes 9.2 et 9.3. Certaines valeurs d'impacts sont similaires pour les deux hiérarchies à l'exemple de « Santé planteurs », « Activités des planteurs », « Activité de la filière canne à sucre » ou encore « Réduction de la lutte chimique ». Ceci résulte de la communication à haute voix par un participant de ses notes. On peut également remarquer qu'aucun impact n'a obtenu une intensité de 10. L'intérêt de conduire cet exercice auprès de plusieurs personnes d'une même organisation met en exergue la différence d'appréhension des impacts au sein d'un même organisme. La question posée par cette différence est celle de leur regroupement pour disposer d'une hiérarchie par acteur.

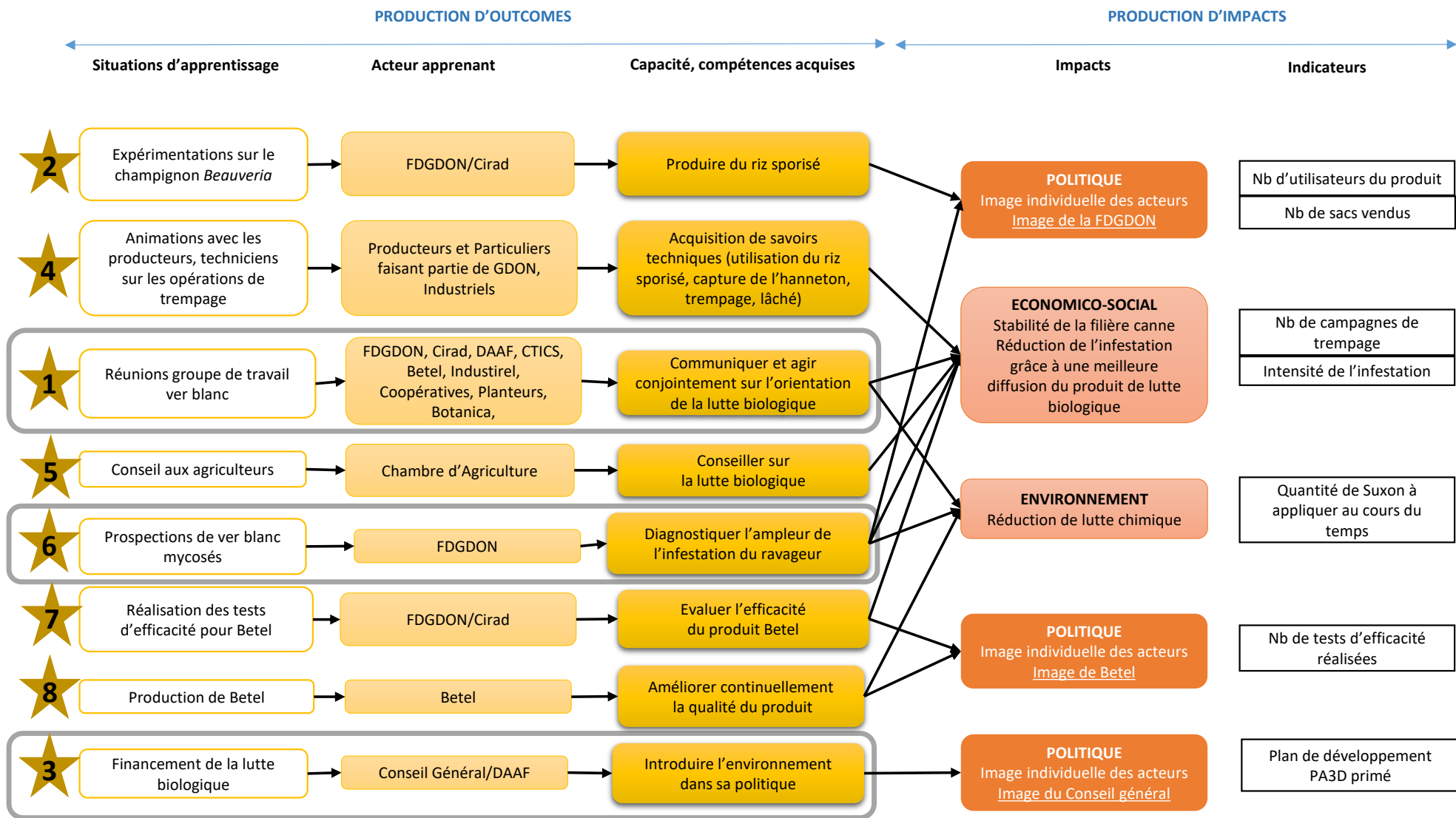


Figure 19 : Le renforcement des capacités

La DAAF et l'Université de La Réunion étant des acteurs non impactés par l'innovation [cf. Cartographie des acteurs], leur hiérarchisation, présentée respectivement en annexe 8.4 et 8.5, 8.6 et 8.7, correspond à une posture d'observateur vis-à-vis de l'innovation. A partir de ces 4 hiérarchies, la question qui est posée est celle de leur composition en vue d'en établir une qui soit commune.

Enfin, lors de l'école-chercheur, il avait été suggéré de hiérarchiser les indicateurs d'impact entre eux. Nous avons produit cet exercice auprès de trois personnes ressources

dans l'intention d'évaluer la pertinence de chacun et l'aptitude à récupérer les données. Bien que certains indicateurs aient été notés plus intéressants que d'autres, aucune hiérarchisation n'a pu être produite.

5.2 Les impacts et leurs indicateurs

Les Tableau 12 et 13 présentent les indicateurs de mesure des impacts de niveau 1 et 2 ainsi que les sources d'accès aux données. L'annexe 3.3 présente les diverses sources utilisées.

Tableau 12 : Indicateurs retenus pour les impacts de premier niveau

Type d'impact	IMPACT 1 Impact identifié	Indicateurs	Qui	Acquisition des données
Sanitaire	Contrôle du ver blanc	Evolution du nombre d'hannetons capturés dans les ports et aéroports	FDGDON	Oui
		Nombre d'essais et de tests d'efficacité sur la lutte biologique	Betel, FDGDON	Oui
		Nombre d'opérations publiques de trempage	DAAF, FDGDON	Oui
		Quantité d'hannetons capturés durant les opérations publiques	FDGDON, Chambre d'agriculture	Oui
		Evolution du nombre de larves par souche de canne et du taux de larves mycosées	FDGDON	Oui
Environnemental	Arrêt de la lutte chimique	Evolution des doses prescrites de Suxon et de Betel [kg/ha]	Botanica, DAAF Betel	Oui
		Evolution de la quantité de Suxon vendue [kg]	Botanica	Oui
Economique	Activité des privés	Evolution du chiffre d'affaires lié aux ventes du Suxon de la société Botanica	Botanica	Oui
		Evolution du chiffre d'affaires de Betel	Betel	Oui
	Activité de la filière de canne à sucre	Evolution du nombre de tonnes de canne produites/an	Syndicat du sucre, FAO	Oui
		Evolution de la surface cultivée en canne sur l'île	Syndicat du sucre, FAO	Oui
		Nombre d'hectares replantés /an	CTICS, DAAF	Oui
		Nombre d'emplois générés par an par la filière canne à sucre	Syndicat du Sucre	En cours
		Evolution de la part de la canne dans le PIB réunionnais	Syndicat du Sucre	En cours
		Evolution du nombre de salariés chez Betel	Betel	Oui
	Activité des planteurs	Evolution du nombre de salariés de la FDGDON	FDGDON	Oui
		Evolution du rendement en canne potentiel dû à la lutte biologique	Planteurs	Oui
		Temps de travail supplémentaire pour appliquer le Betel	Planteurs	Oui
	Evolution de la dynamique d'investissement	Planteurs	Oui	

Tableau 13 : Indicateurs retenus pour les impacts de second niveau

Type d'impact	IMPACT 2 Impact identifié	Indicateurs	Qui	Acquisition des données
Environnemental	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales	Nombre de projets de lutte bio après l'introduction du Beauveria	Bibliographie, Cirad	Oui
		Création d'une société privée	Bernard Sigmund, Éric Jeuffrault	Oui
		Projet international avec MSIRI et SASRI	FDGDON	Oui
		Degré de sensibilité des planteurs à l'environnement	Enquêtes planteurs	Oui
	Filière respectueuse de l'environnement	Quantités de Chlorpyrifos-éthyl effectivement retrouvées dans l'eau	Office de l'eau	Oui
		Quantités de Chlorpyrifos-éthyl évitées	Analyse	Oui
Sanitaire-Social	Amélioration des conditions de vie (particuliers, clients et planteurs)	Nocivité de la matière active du Suxon	Bibliographie	Oui
		Présence des pastilles de Suxon dans le sol	Enquêtes planteurs	Non
		Quantité de matières actives évitée dans le produit final	Bibliographie	Non
		Gêne occasionnée par les vols de hannetons auprès des particuliers (piscines couvertes, pelouses à replanter, etc.)	Quelques témoignages de particuliers	Non
Politique	Amélioration de l'image des acteurs (FDGDON, Cirad, Tereos, Conseil Général)	Implication de la FDGDON dans la lutte biologique		Oui
		Plan de développement du Conseil Général primé	Conseil Général	Oui
		Maintien des subventions européennes pour la filière canne de La Réunion	Syndicat du Sucre	Oui
		Perception du Cirad par la société réunionnaise suite au succès de la lutte biologique	?	Non
		Amélioration de l'image du produit vendu par Tereos auprès des clients	?	Non
Social	Fédérer les acteurs de la filière			-
	Résilience des acteurs de la filière	Nombre de capacités acquises identifiées	Outil renforcement des capacités	Oui

5.3 Les impacts de 1^{er} niveau

5.3.1 Le « Contrôle du ver blanc »

Cinq indicateurs ont été identifiés pour mesurer l'impact « Contrôle du ver blanc ». L'accès aux données pour les renseigner a été facilité grâce à l'intervention de la FDGDON. Tous ces indicateurs sont quantitatifs, certains étant le fruit d'estimations effectuées à partir des entretiens menés.

Indicateur 1 : Evolution du nombre d'hannetons capturés dans les ports et aéroports

Cet indicateur est une information de base utilisée par le groupe de travail ver blanc pour surveiller le niveau d'infestation du ravageur. Depuis 1998, la FDGDON et la DAAF se sont succédé pour mesurer cette information ; et depuis quelques années maintenant, c'est la FDGDON qui est déléguée par la DAAF pour conduire cette mission. Le dispositif de piégeage d'hannetons repose sur quatre sites de piégeage répartis dans des zones portuaires et aéroportuaires (Port est, Port ouest, Aéroport de Gillot,

Aéroport de Pierrefonds]. Cette opération est réalisée pendant la période de vol des hannetons, soit entre novembre et janvier. La figure 20 présente l'évolution du nombre d'hannetons adultes capturés de 1998 à aujourd'hui.

Suite aux évolutions en dents de scie du nombre d'hannetons capturés à partir de 1998, il est très faible et stable en 2007 (saison 2007-2008), et ce jusque 2011, date à partir de laquelle une nouvelle dent apparaît sans que l'on en connaisse les raisons. Ces données nous amènent à conclure que le problème est pratiquement résolu en 2007 et donc que le choix de cette date comme limite du périmètre de l'étude est pertinent.

Indicateur 2 : Nombre d'essais et de tests d'efficacité de la lutte biologique

Les essais (Tableau 14) ont été réalisés par la recherche en partenariat avec plusieurs acteurs dont la FDGDON, les SICA et Betel Réunion. Les résultats de ces essais ont été exposés lors des réunions du groupe de travail ver blanc. Concernant le Betel, c'est la FDGDON qui a d'abord

effectué les tests d'efficacité du produit, puis, suite à la controverse de 2001, le Cirad a pris le relais.

140 essais ont été recensés entre 1989 et 2014 en croisant les rapports d'activité de différents organismes.

Pour les tests d'efficacité du Betel, les données ont été évaluées en collaboration avec des personnes ressources puis validées par d'autres.

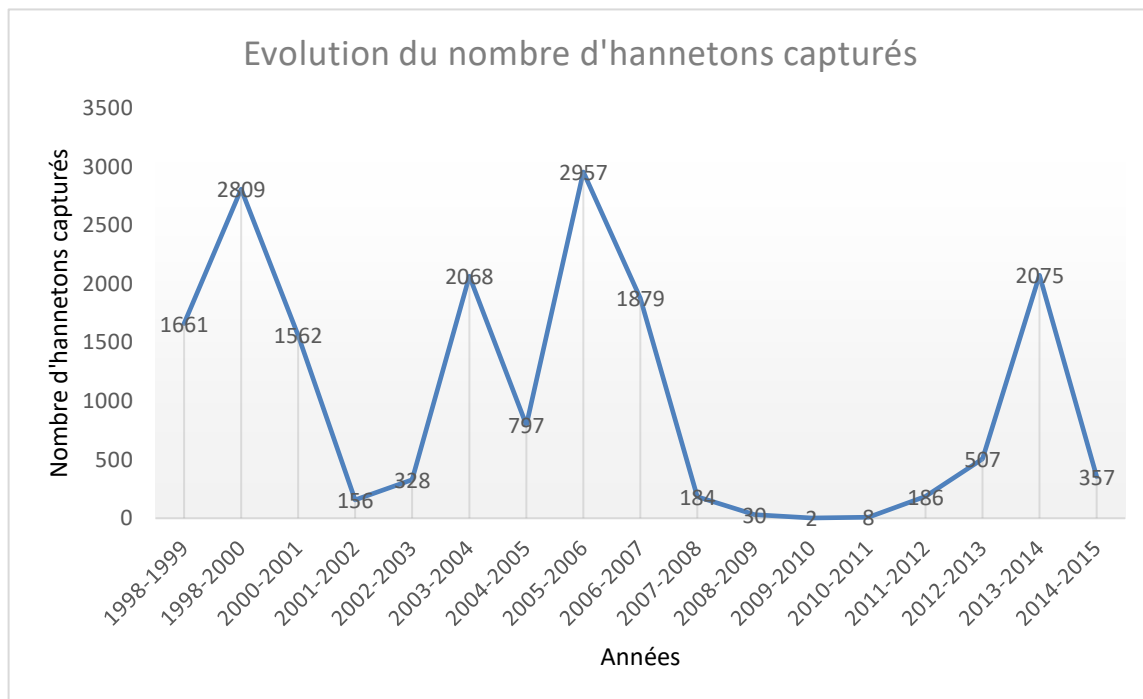


Figure 20 : Synthèse des captures d'hannetons depuis 1998 sur les quatre sites de piégeage

Tableau 14 : Essais et tests d'efficacité de la lutte biologique

Années	Nombre d'essais	Type d'essais	Commentaires
1989-1992	13	Essais	Sur différentes cultures avec Suxon seul, Betel Suxon association, riz sporisé à 50kg seul
1992-1993	4	Essais	Tests de comparaison d'efficacité Suxon vs Betel
1993-1994	10	Essais	Essais sur d'autres cultures : Fraise (3) Prairie (4) Ananas (3)
1997-2001	100	Efficacité	20 tests d'efficacité par an car il y a 20 cycles de production et chaque cycle est contrôlé par la FDGDON. Tests sont réalisés avec du produit sorti directement de l'usine
2002-2014	13	Efficacité	Chiffre moyen d'un test/an. Selon les années, les tests pouvaient être de 5 comme 0. Tests réalisés par le Cirad Tests sont réalisés avec des produits pris chez les distributeurs privés directement pour contrôler aussi le stockage chez les distributeurs
Total	140		

Indicateur 3 : Nombre d'opérations publiques de trempage

Deux types d'opérations de trempage ont été produits : le premier rassemblait quelques personnes dans un lieu privé (maison familiale, parcelle d'un agriculteur) et le second réunissait une quinzaine de personnes encadré par un agent relevant d'organisme. Ce dernier type est appelé ici « opération publique de trempage » et le premier « Opération privé de trempage ».

Le dénombrement des opérations publiques a été estimé avec les agents de la Chambre d'Agriculture et de la FDGDON impliqués dans les campagnes de trempage. 792 opérations de trempage auraient été réalisées entre 1989 et 2006 (Tableau 15), date à laquelle la production de riz sporisé s'est arrêtée. Les mairies étaient partenaires de

ces opérations afin de mobiliser le plus grand nombre de personnes possible. Concernant les opérations privées de trempage, il n'a pas été possible d'en évaluer le nombre.

Tableau 15 : Nombre d'opérations publiques de trempage entre 1989 et 2006

Années	Nombre de communes mobilisées/campagne	Nombre d'opérations publiques de trempage /campagne	Nombre d'opérations publiques de trempage sur l'île pour la période
1989-1999	23	3	552
1999-2006	10	3	240
Total			792

Indicateur 4 : Quantité d’hannetons capturés durant les opérations publiques

Les techniciens ont rapporté qu’une bonne opération publique de trempage permettait de capturer environ 25kg d’hannetons adultes alors qu’une mauvaise seulement 5kg.

Indicateur 5 : Evolution du nombre de larves par souche de canne et du taux de larves mycosées

Cet indicateur utilise les données de la FDGDON obtenue, dans le cadre du réseau de surveillance, via des prospections dans une centaine de parcelles chez les planteurs. L’objectif de ces prospections était d’évaluer le nombre de vers blancs [stade L3] par souche de canne en différenciant les larves mycosées de celles qui ne le sont pas (Figure 21).

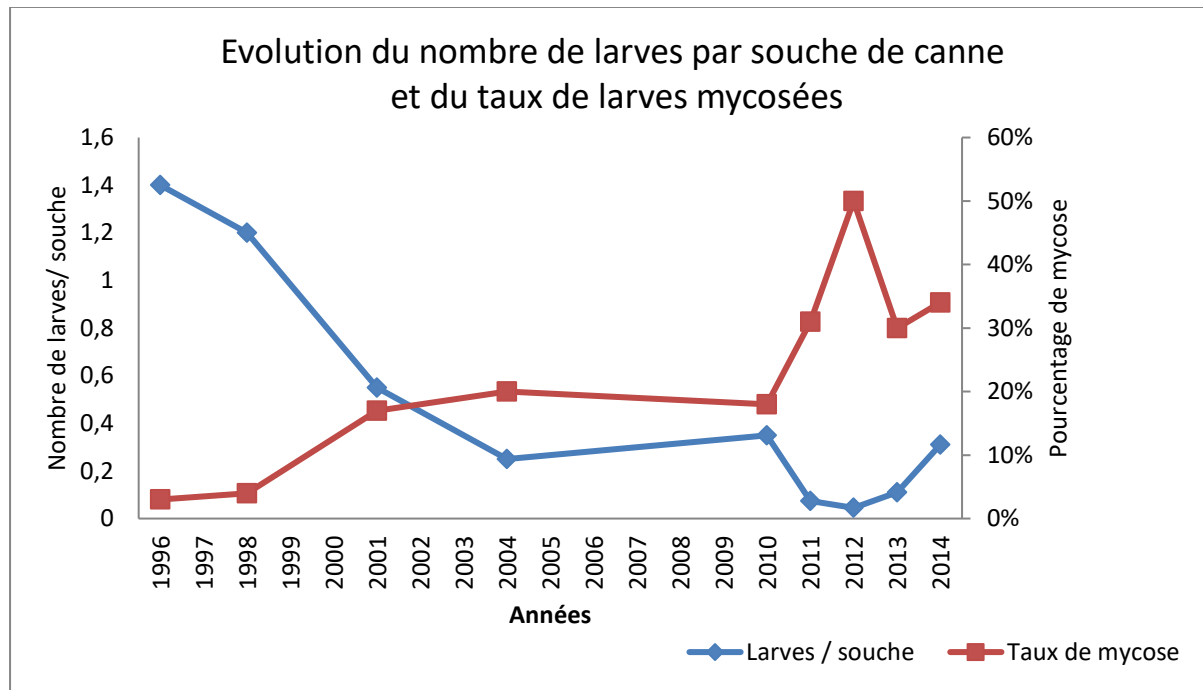


Figure 21 : Evolution du nombre de larves (stade L3) par souche de canne et du taux de larves mycosées (Données FDGDON)

5.3.2 L’« Arrêt de la lutte chimique »

Cet impact est mesuré au moyen de deux indicateurs quantitatifs : le premier concernant les doses prescrites de produit chimique et le second les quantités vendues. De façon à mieux comprendre l’évolution des doses prescrites et des quantités vendues de Suxon, les données relatives à l’emploi et la commercialisation des produits de lutte biologique sont présentées dans ce chapitre.

Indicateur 1 : Evolution des doses prescrites de Suxon

La figure 22 représente l’évolution des doses de Suxon et de Betel prescrites par la DAAF de 1997 à 2007, sachant que les décisions étaient prises par le groupe de travail ver blanc. Les données ont été recueillies dans le cadre d’entretiens et la consultation d’archives.

La figure 22 montre l’adoption progressive de la lutte biologique au profit de la lutte chimique. En 1996, les produits sont utilisés conjointement lors de la replantation, les doses prescrites en Suxon étant divisées de moitié. En 2006, le problème ver blanc n’étant plus considéré comme majeur, le subventionnement du Suxon est abandonné au profit du Betel seul. Pour compenser l’arrêt du chimique, les doses prescrites pour le Betel sont augmentées de 5 kg/ha.

Indicateur 2 : Evolution des quantités de Suxon vendues

La figure 23 présente les quantités de Suxon, de Betel et de Riz sporisé vendues depuis 1987. Ainsi, 1125 tonnes de Suxon ont été commercialisées 1987 et 2005, et 670,4 tonnes de Betel. Les données concernant le Suxon ont été recueillies lors d’entretiens et celles de Betel transmises par fichier Excel. Cette figure affiche également la substitution progressive de la lutte chimique par la lutte biologique.

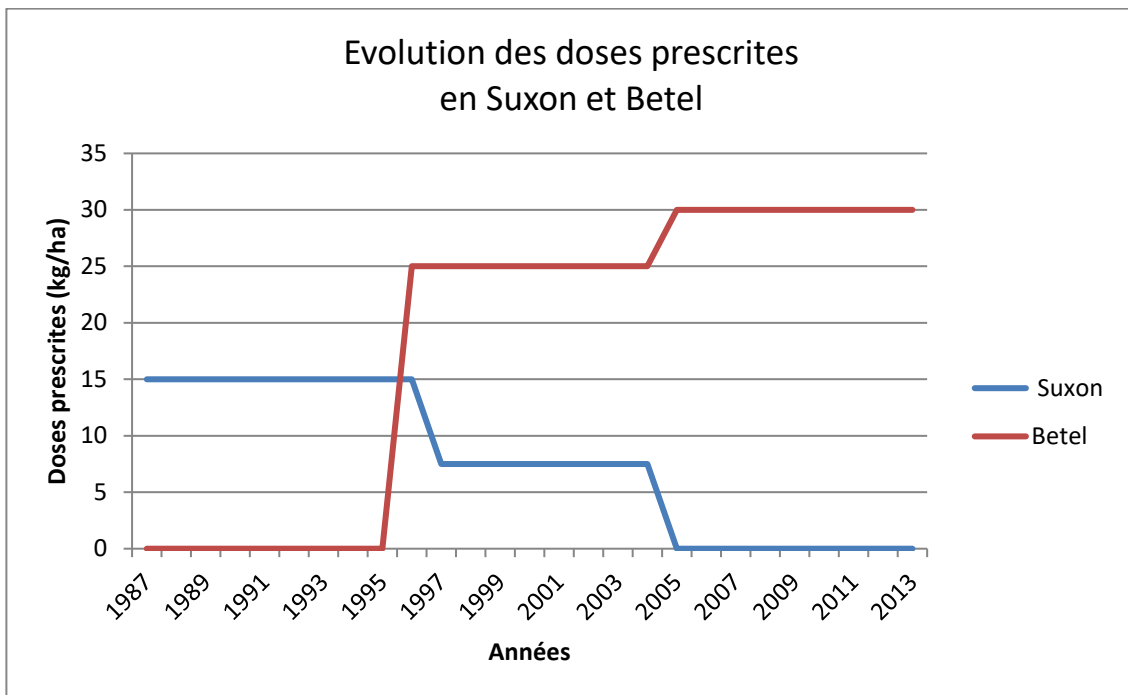


Figure 22 : Evolution des doses prescrites en Suxon et Betel

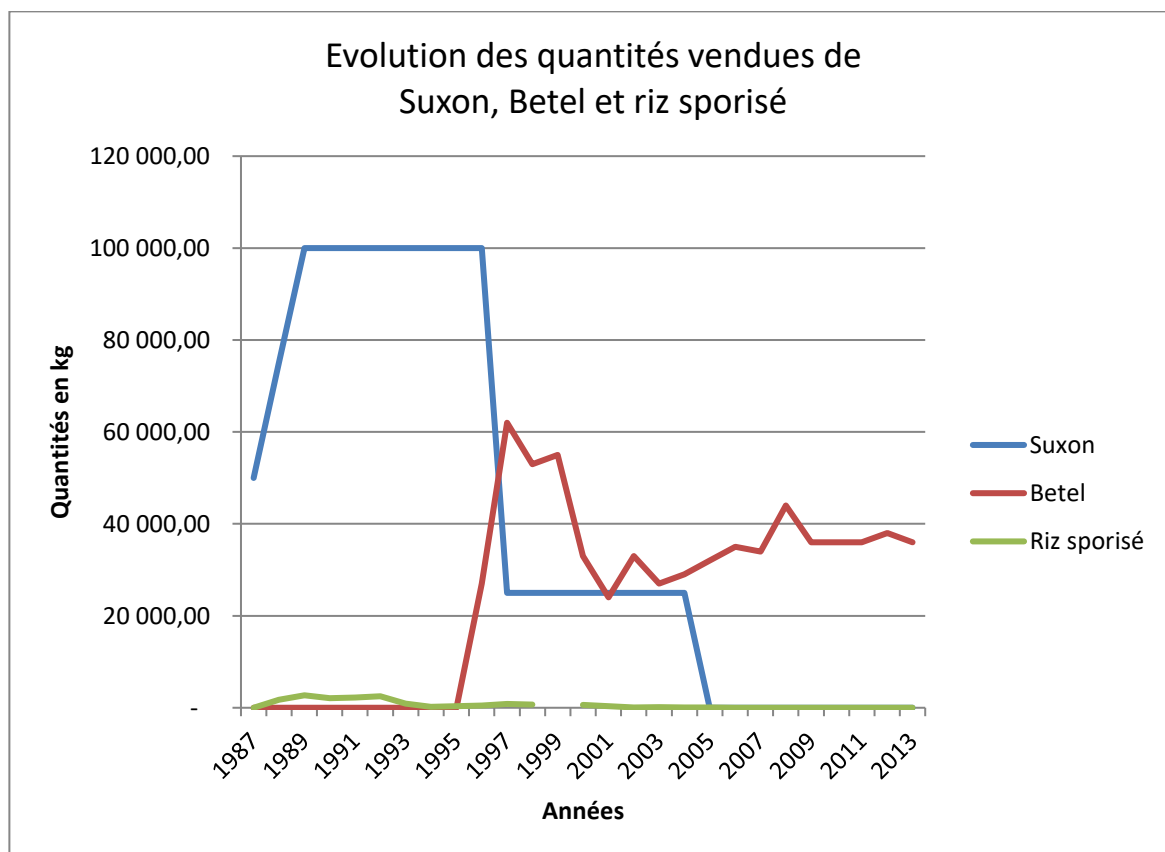


Figure 23 : Evolution des quantités vendues de Suxon, Betel et riz sporisé

5.3.3 Activité des privés

Cet impact concerne l'activité des deux sociétés ayant commercialisé les deux produits majeurs de lutte : Botanica pour le Suxon et Betel Réunion pour le Betel.

Indicateur 1 : Evolution du chiffre d'affaires de la société Betel Réunion

L'évolution du chiffre d'affaires de la société et du prix de vente du kilogramme du produit a été transmise par l'usine Betel Réunion. Ces données, présentées en Figure 24, montre une fluctuation du chiffre d'affaires de la société depuis sa création. La chute du chiffre d'affaires

dès les premières ventes correspond à une surproduction du produit commercial. En effet, il avait été envisagé l'utilisation de 50 kg/ha de Betel, alors que jusqu'en 2004, du fait de la lutte conjuguée, seul 25 kg/ha étaient prescrits. Ce graphe montre également qu'à partir de 2001, le chiffre d'affaires augmente selon la même vitesse que le prix du kilogramme de Betel. D'après son administrateur, l'usine Betel Réunion n'est rentable que depuis ces dernières années et la pérennité de l'entreprise est aujourd'hui dépendante de la constitution des dossiers de replantation de la canne et non plus de l'infestation du territoire par le ver blanc.

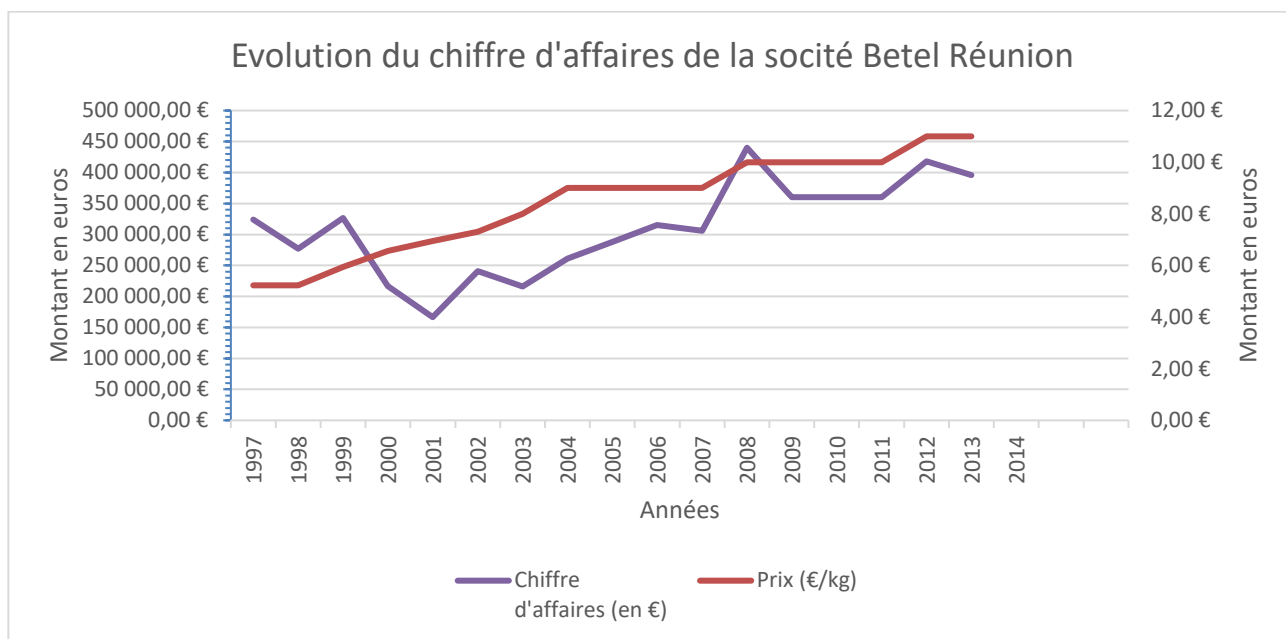


Figure 24 : Evolution du chiffre d'affaires de Betel Réunion et du prix du kilogramme de produit.

Indicateur 2: Evolution du produit brut de la vente de Suxon par la société Botanica

Cet impact a été identifié lors de l'entretien avec la société Botanica. Dans la mesure où Botanica commercialisait différents produits phytosanitaires, la variation de son chiffre d'affaires n'est pas représentative de l'objet de l'étude. Aussi, nous avons choisi d'utiliser le produit brut généré par la vente du Suxon, le produit brut correspondant au prix unitaire du produit multiplié par la quantité vendue. La Figure 25 retrace l'évolution du produit brut de la vente de Suxon par la société Botanica. Les données de base n'étant plus disponibles, les données fournies sont des approximations effectuées par l'enquêtée.

Suite à la mise sur le marché du Suxon en 1987, le produit brut de la société Botanica croît de façon linéaire jusqu'en 1990 où il se stabilise. Ce produit brut reste « identique » jusqu'en 1996 où il est augmenté de 30%. Ensuite, l'apparition du Betel sur le marché, induisant la division par deux de la quantité de Suxon appliquée par hectare, conduit à un effondrement du produit brut généré par le Suxon. En ce sens, la lutte biologique a impacté l'activité économique de Botanica, correspondant à une réduction d'environ 20% de son chiffre d'affaires. Enfin, Botanica étant membre du groupe de travail ver blanc, elle était par conséquent informée très tôt de l'avenir du Suxon, d'où le pic de 1997.

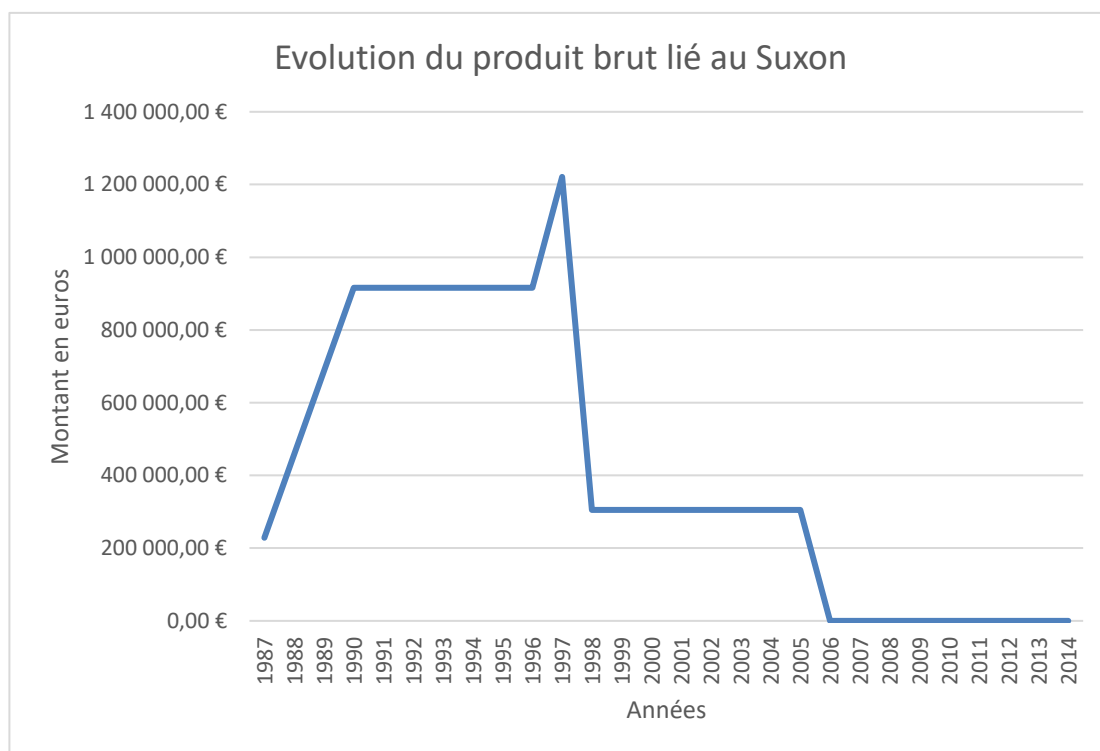


Figure 25 : Evolution du produit brut lié à l'activité de vente du Suxon

5.3.4 Activité de la filière canne à sucre

Cet impact utilise des indicateurs propres à la filière canne de La Réunion. Les données, qui les renseignent, sont issues du site FAO Stat et de bases de données d'organismes réunionnais.

Indicateur 1 : Evolution du tonnage de cannes produites sur l'île.

La figure 26 montre l'évolution de la production de canne (en tonne) à La Réunion entre 1981 et 2013. On peut observer que le tonnage total annuel tend à diminuer au cours du temps. De nombreux facteurs explicatifs interviennent dans cette évolution : la perte du foncier agricole au profit de l'urbanisation ou encore les épisodes cycloniques. Les échanges avec les enquêtés ont conclu à

une impossibilité à déterminer la contribution du ver blanc dans cette dynamique, même s'il est affirmé que le ver blanc a causé des pertes non négligeables.

Indicateur 2 : Evolution de la surface cultivée en canne sur l'île

L'évolution de la surface cultivée en canne est connue depuis 1981. Le graphique [figure 27] montre une réduction progressive des surfaces cultivées dans les années 1990, puis une chute drastique en 1993. Par la suite, la surface cultivée reste relativement constante. Comme pour l'évolution du tonnage de canne produite à La Réunion (Indicateur 1), la chute peut être due à différents facteurs bien avant l'effet ver blanc : réduction du foncier agricole dû à des terres préemptées par l'Etat, vente des terres par le propriétaire, activités touristiques, etc.

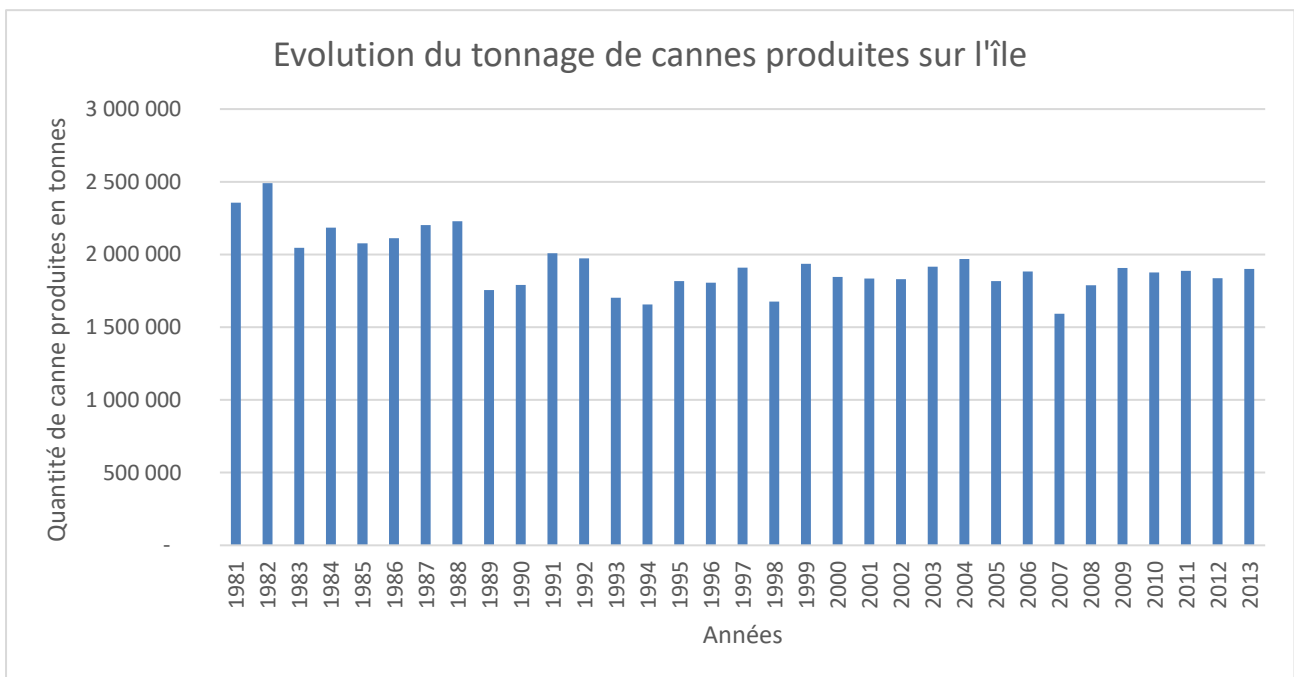


Figure 26 : Evolution du tonnage de cannes produites sur l'île (Données FAO Stat)

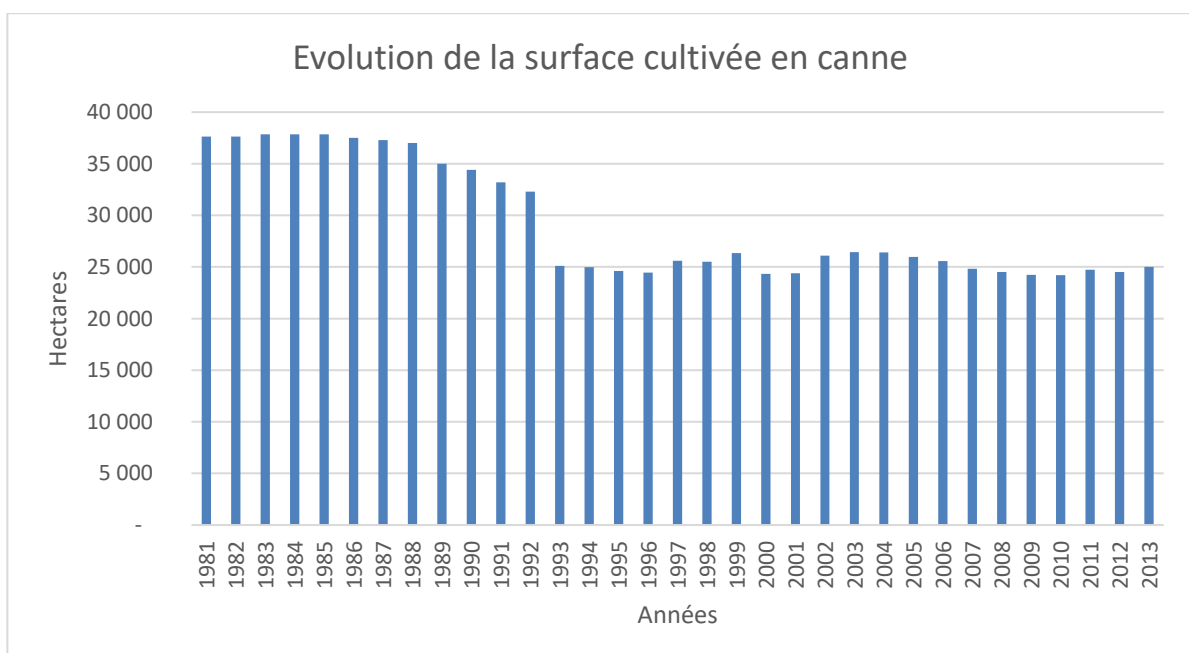


Figure 27 : Evolution de la surface cultivée en canne (Données FAO Stat)

Indicateur 3 : Evolution des hectares replantés en canne

Le nombre d'hectares replantés par campagne est présenté en figure 28. Ces hectares correspondent à ceux qui ont été subventionnés. La figure 28 montre une forte augmentation du nombre d'hectare replanté de 1992 à

1994, puis après 2 campagnes, une constante réduction jusqu'en 2003. Par ailleurs, dans la mesure où le nombre d'hectares replantés sans subvention n'est pas connu, il est difficile d'évaluer l'impact de la lutte biologique sur la dynamique de replantation.

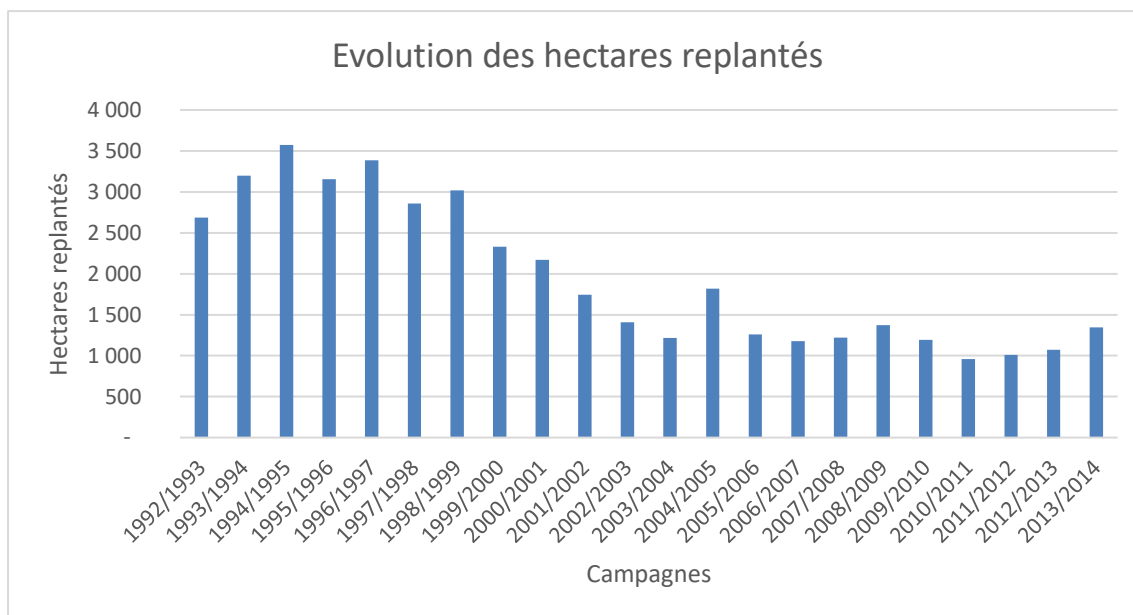


Figure 28 : Evolution des hectares replantés par an (Données CTICS)

Indicateur 4 : Nombre d'emplois générés par an par la filière canne à sucre

Cet indicateur doit être alimenté par des données fournies par le Syndicat du sucre et par Tereos. Celles-ci n'ont toujours pas été transmises.

Indicateur 5 : Evolution de la part de la canne dans le PIB réunionnais

Cet indicateur doit être alimenté par des données fournies par le Syndicat du sucre et par Tereos. Celles-ci n'ont toujours pas été transmises.

Indicateur 6 : Nombre d'emplois créés chez Betel Réunion

La création de l'usine Betel Réunion a induit l'emploi de trois personnes. Deux ans après, la production s'intensifiant, deux intérimaires étaient embauchés en période de pic de production, et ce pendant 3 ans. Par la suite, les intérimaires n'ont plus été sollicités ; l'entreprise comporte toujours 3 employés.

Indicateur 7 : Nombre d'emplois créés à la FDGDON

Initialement constituée de 3 personnes, la FDGDON a acquis son autonomie en 1990 lorsqu'elle a su s'imposer comme un acteur majeur de la lutte contre le ver blanc. En 1990, sept nouveaux emplois ont été créés pour compter 11 salariés à temps plein en 1992. L'année suivante, l'UDAC est créé et la fédération embauche onze nouvelles personnes. En 1994, la FDGDON emploie au total 27 salariés, relativement bien maintenus jusqu'à aujourd'hui (ils sont 25). Ces données ont été recueillies dans les archives de l'organisme et via les enquêtes avec les personnes ressources de la fédération.

5.3.5 Activité des planteurs

5.3.5.1 Représentativité de l'échantillon de planteurs enquêtés

36 planteurs répartis sur le pourtour de l'île ont été interviewés. La question posée dans ce chapitre est d'évaluer la connaissance de cet échantillon vis-à-vis de l'histoire de l'innovation. Pour ce faire, nous allons en premier lieu regarder si les premiers dégâts observés par les planteurs correspondent au passage du front d'infestation.

La première opération consiste à regarder quels étaient les planteurs présents lors du passage du front d'infestation. La figure 29 met en relation l'année d'installation de chaque planteur avec l'année des premiers dégâts observés. Les barres verticale et horizontale bleues représentent l'année où le ver blanc était présent partout sur l'île, soit l'année 1995.

Les barres découpent la figure 29 en quatre zones. La zone en haut à gauche (numéro 1) rassemble les planteurs installés avant le passage du front ayant vécu leur premier dégât après celui-ci ; ce qui correspond à la ré-infestation de la zone. La zone en haut à droite (numéro 2) rassemble les planteurs installés après le front d'infestation. La zone en bas à droite (numéro 4) représente les planteurs qui auraient vécu leur premier dégât avant d'être installés. Impossible. Enfin, la zone en bas à gauche (numéro 3) rassemble les planteurs ayant vécu des dégâts avant que l'île ne soit complètement infestée. Pour s'assurer que les planteurs de la zone numéro 3 aient subi des dégâts au moment du front d'infestation, il est nécessaire de considérer en sus leur localisation géographique. Pour ce faire, les données planteur sont comparées avec le front d'infestation (Tableau 16).

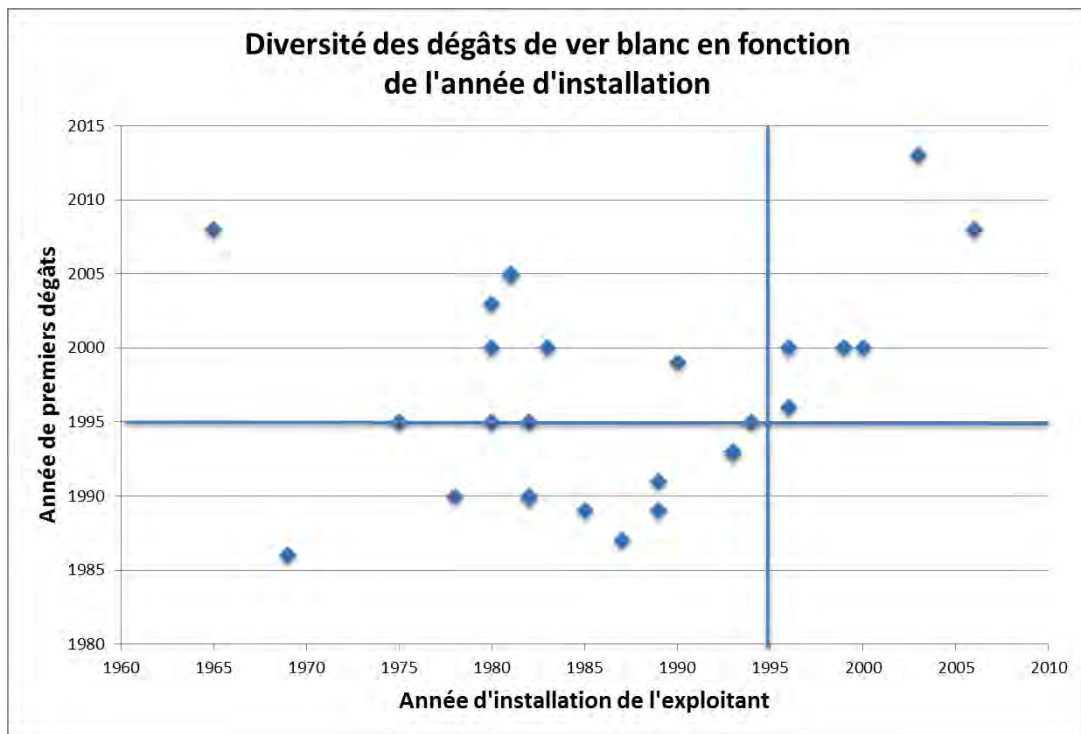


Figure 29 : Année d'installation et premier dégât observée par les 36 planteurs



Figure 30 : Expansion géographique du ver blanc jusqu'en 1993 [Vercambre et al., 2008].
 En 1994, le front d'infestation se trouvait à Sainte Rose et en 1995 Saint Philippe était touché pour la première fois.

Tableau 16 : Planteurs de la zone 3

Planteurs	Année de première plantation	Année de dégâts du ver blanc	Commune	Année du front	Correspondance avec l'année de front
1	1969	1986	Saint Paul	1981-1982	Non
2	1987	1987	Saint Leu	1987	Oui
3	1985	1989	Le Tampon	1992	Non
4	1989	1989	Sainte Suzanne	1989-1990	Oui
5	1978	1990	Saint Benoît	1992	Non
6	1982	1990	Sainte Marie	1988	Non
7	1982	1990	Sainte Suzanne	1989-1990	Oui
8	1989	1991	Saint Leu	1987	Non
9	1993	1993	Saint Leu	1987	Non
10	1993	1993	Le Tampon	1993	Oui
11	1975	1995	Petite île	1993	Non
12	1980	1995	Petite île	1993	Non
13	1982	1995	Sainte Suzanne	1989-1990	Non
14	1994	1995	Sainte Suzanne	1989-1990	Non

La dernière colonne du tableau 16 compare la position du front d'infestation indiquée par Vercambre et al (2008) avec la date de premier dégât observé par les planteurs de la zone numéro 3 (Figure 29). Cette colonne indique que quatre planteurs (7, 4, 7, 10) sur les quatorze ont vécu l'attaque dès l'arrivée de l'insecte dans la zone, les dix autres (1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13 et 14) par la suite.

Une première précaution concernant ces dates porte sur le concept de front, qui correspond à une mesure ponctuelle dans l'espace indiquant la première observation d'un insecte dans la zone et non à une omniprésence dans la zone. Aussi, les parcelles de certains planteurs pouvant être localisées en altitude ou présenter des conditions environnementales particulières (manque de nichoir, etc.), l'arrivée des insectes aurait pu nécessiter plusieurs cycles de reproduction pour arriver sur place. La seconde précaution concerne l'histoire du processus, qui demande aux planteurs revenir 25 ans en arrière. En effet, dans la mesure où les dates nous ont été rapportées de mémoire, puisque les planteurs ne disposeraient pas de cahier de note, il se peut qu'il se soit trompé de quelques années.

5.3.5.2 La superposition des moyens de lutte

La question qui se pose en second lieu est d'identifier les produits de lutte disponibles pour chaque planteur lors de la première infestation. Sur la figure 31, les données planteur sont celles de la figure 29, l'utilisation du Suxon en 1987 et son interdiction en 2006 sont indiquées par les barres de couleur orange, l'apparition du riz sporisé en 1989 est indiquée par les barres de couleur verte, et la première utilisation du Betel par les barres rouges.

Parmi les planteurs (chacun représenté par un point bleu), le point situé à la droite de la dernière barre verticale orange indique que ce planteur s'est installé après que le Suxon ait été autorisé. Ainsi, avec celui-ci, discuter de l'efficacité de la lutte chimique versus lutte biologique n'était pas possible puisqu'il ne connaissait pas la période avec la lutte chimique. Le point le plus à gauche du graphe correspond à un planteur installé dans les années 60 qui a vécu ses premiers dégâts en 2007. Celui-ci a donc vécu les problèmes de ver blanc en présence du produit de lutte biologique. On pourrait imaginer sa réticence vis-à-vis de ce produit, pourtant il déclare que le produit est efficace. Pour les autres points, les dégâts ont été vécus alors que les produits de lutte biologique (Riz sporisé et Betel) et de lutte chimique étaient disponibles simultanément. Ce faisant, le panel d'enquêtés est satisfaisant.

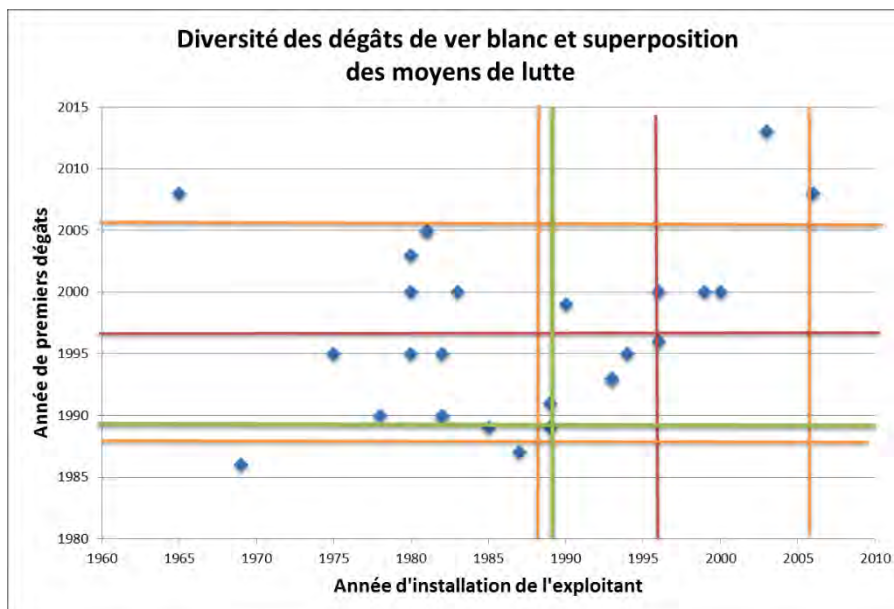


Figure 31 : Diversité d'apparition des premiers dégâts en regard des techniques disponibles de lutte contre le ravageur

5.3.5.3 L'impact de la lutte biologique sur le rendement

La question qui se pose en troisième lieu est d'évaluer l'impact de la lutte biologique sur le rendement. Parmi les 35 planteurs interrogés, un seul nous a fourni ses rendements depuis la mise en place de son exploitation, i.e. 1994 [Figure 32]. Face aux dégâts de 1995, produits l'année

après sa première campagne, ce planteur a dû replanter 16 ha de canne sur les 95 cultivés. Il a alors épandu du riz sporisé. Ce faisant, c'est bien la lutte biologique qui lui a permis de « sauver son exploitation ». Concernant les autres planteurs, 27 déclarent avoir subi de fortes pertes de rendement, les sept autres observé des dégâts mais avec une faible répercussion sur le rendement.

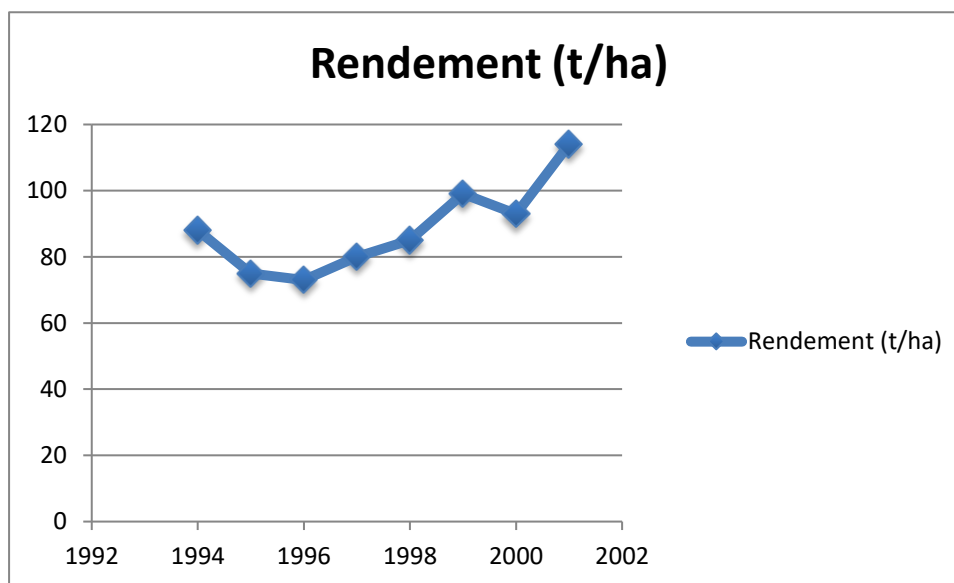


Figure 32. Evolution des rendements d'un planteur à l'arrivée du ver blanc

5.3.5.4 L'impact sur le temps de travail

Deux indicateurs mesurent l'impact « activité des planteurs » : le temps de travail supplémentaire induit par l'utilisation du produit de lutte biologique et l'investissement financier.

Lors des entretiens, pour évaluer le temps de travail supplémentaire, il était nécessaire de savoir si le planteur appliquait effectivement le Betel. La principale difficulté à lever était de différencier ce qui était dit de ce qui était effectivement réalisé. Sur les trente-quatre planteurs interrogés, dix ont déclaré utiliser le Betel systématiquement, treize parfois et onze plus du tout. Sur les vingt-trois planteurs utilisant le produit, six ont considéré que le produit leur prenait du temps

supplémentaire lors de la replantation des cannes, dans la mesure où ils l'épandent à la main. Pour les autres, il peut être appliqué au moment de la replantation en ayant installé le bidon de Betel sur la planteuse, lors de l'application d'engrais au moyen d'une bouteille percée installée sur la machine, ou lors du buttage. De part la faible quantité de produit à épandre, différentes solutions sont adoptées : certains introduisent du Betel dans chaque sillon, d'autres un rang sur deux voire sur trois. Enfin, le temps consacré est très variable : le plus rapide déclare appliquer le produit en trente minutes pour un hectare pendant que d'autres affirment y consacrer une demi-journée à deux. Enfin, la main d'œuvre mobilisée diffère selon les exploitations : enfants, salariée ou propriétaire.

Cette diversité de situation, où le produit est appliqué au cours d'une intervention culturale spécifique ou intégrée dans une autre (semis, fertilisation, buttage), ne nous a pas permis d'estimer l'impact effectif de l'application du produit de lutte biologique sur le temps de travail, contrairement à des opérations usuelles à l'exemple de la replantation.

5.3.5.5 L'impact sur la dynamique d'investissement financier

Parmi les vingt-cinq planteurs affectés par le ver blanc, onze ont estimé que les dégâts occasionnés par le ver blanc avaient impacté leur investissement financier, dont 7 qui estiment que la lutte biologique a redynamisé leur investissement financier. Pour les autres, selon l'ampleur des dégâts occasionnés par le ver blanc, l'investissement financier a été freiné voire stoppé.

Tableau 17: Liste des projets de lutte biologique mis en place après l'introduction du champignon Beauveria.

Ravageur (Nom scientifique)	Cultures touchées	Lutte/ Auxiliaire ou Méthode	Année des premiers essais	Année de vulgarisation de la lutte	Source
Thrips (<i>Frankliniella Occidentalis</i> et <i>Thrips tabaci</i>) transmettant le virus de la maladie bronzée de la tomate (TXWV)	Rosier, anthurium et orchidées	Punaise (<i>Orius laevigatus</i>)	1991	1991	
Aleurode des serres ou mouche blanche transmettant le virus TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus)	Tomate	<i>Encarsia formosa</i> et <i>Eretmocerus eremicus</i>	1997	1999	4
Mouche des légumes Coquillet (<i>Bactrocera cucurbitae</i>), <i>Dacus</i> (<i>Didacus ciliatus</i> Loew) et <i>Bezzi</i> (<i>Dacus demmerzi</i>)	Légumes dont principalement les Cucurbitacées	Lutte intégrée GAMOUR (Gestion agro écologique des Mouches des légumes à La Réunion) : Destruction des fruits piqués + application d'un produit + piège à phéromone	2009	2015	5
Mouche des fruits (<i>Ceratitis capitata</i> , <i>Ceratitis rosa</i> , <i>Bactrocera zonata</i>)	Avocats, goyaviers, mangues, mandarines, pêches et autres fruits.	Lutte intégrée GAMOUR (Gestion agro écologique des Mouches des légumes à La Réunion) : Destruction des fruits piqués + application d'un produit + piège à phéromone	2009	2015	6
Vigne marronne (<i>Rubus alceifolius</i>)	-	Mouche bleue	1997	2008	7
Foreur ou borer de la canne (<i>Chilo sacchariphagus</i>)	Canne à sucre	Lutte biologique innondative Trichogramme (<i>Trichogramma chilonis</i>)	1996	1996	Régis Goebel
Bébête coco (<i>Oryctes rhinoceros</i>)	Palmiers et cocotiers	Piège à phéromone			
Noctuelle terricole (<i>Agrotis ipsilon</i>) et noctuelle défoliatrice (<i>Spodoptera ciliatum</i>)	Collet des jeunes plants - Toutes cultures	<i>Bacillus thuringiensis</i> (BT)			

5.4 Les impacts de 2^{ème} niveau

5.4.1 Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales

Indicateur 1 : Nombre de projets de lutte biologique suite à l'introduction du Beauveria

Le Tableau 17 présente les principaux projets de lutte biologique développés à La Réunion suite à l'introduction du champignon entomopathogène. Pour chacun, le tableau informe du nom du ravageur, les cultures agricoles concernées, la méthode de lutte adoptée ainsi que les années d'essais et de vulgarisation.

4 Gonthier Jean-Bernard, Tilma Pierre. [2014]. *Cultures maraichères*. Bulletin de santé du végétal. Mars 2014. 8p

5 <http://gamour.cirad.fr/site/>

6 *Idem*.

7 Le Bourgeois Thomas, Della Mussia, Sophie. [2009]. *Un insecte efficace contre la vigne marronne à la Réunion*. Revue Insectes. N°153. pp 17-19

Acariens rouges		Acarien (<i>Phytoseiulus persimilis</i>) prédateur d'autres acariens			8
Puceron (<i>Aphis sp.</i>)	Plantes ornementales	Microguêpe (<i>Aphidius colemani</i>)			
Phytope des agrumes (<i>Phyllocoptruta oleivora</i>)	Agrumes	Existe-t'il une lutte biologique ?			
Psylle du Leucaena (<i>Heteropsylla cubana</i>)	<i>Leucaena leucocephala</i>	Coccinelles polyphages Ectoparasitoïde (<i>Tamarixia leucaena</i>)			9
Mouches mineuses (<i>Liriomyza sp.</i>)	Alliacées, laitues, géranium rosat		1995		

Indicateur 2 : Création d'une société privée

La mise en place de la lutte biologique contre le ver blanc a entraîné la création de l'UDAC au sein de la FDGDON, unité chargée du développement et de la mise au point de méthodes de la lutte biologique. Le statut administratif de la fédération ne lui permettant pas de produire les auxiliaires en quantité industrielle, la société Coccinelle a été créée en 2007. Cette société emploie 5 personnes et commercialise aujourd'hui des pièges englués ainsi que deux auxiliaires : *Encarsia formosa* et *Eretmocerus eremicus*. Dans un avenir proche, elle prévoit distribuer deux autres auxiliaires : *Nesidiocoris volucer* (punaise prédatrice d'aleurodes) et *Aphidius colemani* (parasitoïde de pucerons).

Indicateur 3 : Sensibilité des planteurs à l'environnement

Cet indicateur renseigne sur la sensibilité des planteurs à l'importance de l'environnement, et donc à l'intérêt du recours aux méthodes de lutte susceptibles de le respecter. Le degré d'importance a été défini au moyen d'une note comprise entre 1 et 5, où 5 correspond à l'intérêt maximum de protection de l'environnement. Cette note n'a pas été fournie par le planteur mais via l'analyse de son discours. Ainsi, lorsqu'un planteur dit souhaiter le retour du produit chimique, une note de 1 lui était attribué, alors qu'un planteur trouvant le produit biologique efficace et ayant des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (diminution des quantités utilisées d'herbicides, certification ISO 14000, etc.) s'est vu attribué une note de 5. La Figure 33 présente les résultats pour 34 planteurs.

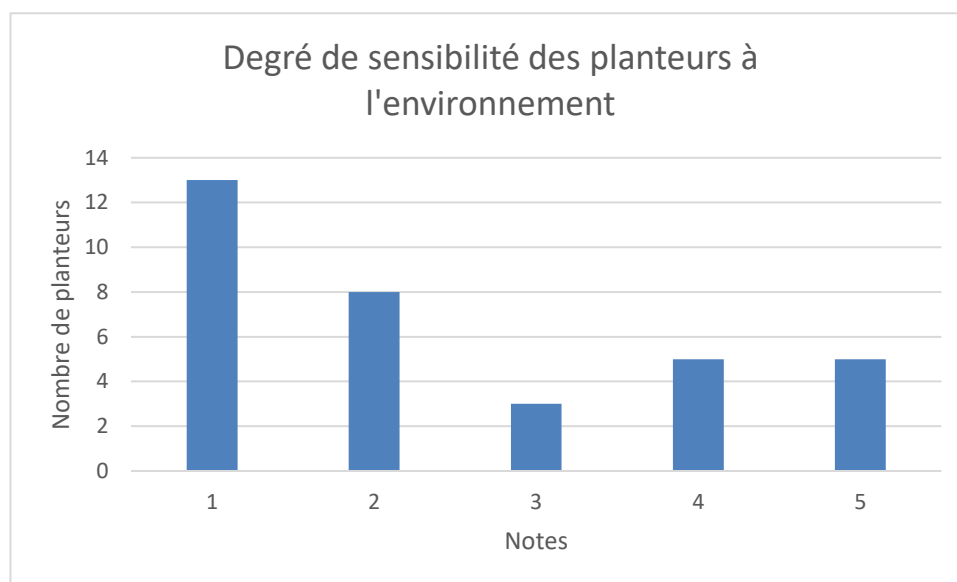


Figure 33 : Représentation du degré de sensibilité des planteurs à l'environnement

Comme le montre la figure 33, une majorité de planteurs, i.e. 21 sur 34, sont peu sensibles à l'environnement (note de 1 et 2). En effet, leur principale préoccupation est avant tout de produire une quantité de cannes suffisante pour maintenir une activité économique viable. Le respect de l'environnement se retrouve alors être un facteur secondaire dans le choix des pratiques culturales. Par contre, pour les planteurs ayant une note de 4 ou 5, soit une dizaine, ceux-ci ont indiqués que le recours

à la lutte biologique les avait éveillés à l'importance de la protection de l'environnement.

Indicateur 4 : Projet international avec le MSIRI et la SASRI

Dans le cadre l'accord de partenariat économique Union Européenne - Afrique, Caraïbes et Pacifique, un consortium a été constitué en 2010 pour développer la recherche et le développement de bio-insecticides contre les vers blancs (Scarabaeidae) affectant la canne à sucre (Ngubane et al., 2012). Ce consortium était constitué de

8 <http://www.bsv-reunion.fr/wp-content/uploads/2014/11/BSV-MARAICHAGE-octobre-2014.pdf>

9 http://agritrop.cirad.fr/397915/1/document_397915.pdf

l'ARC-SGI (Agricultural Research Council-Small Grain Institute, Afrique du Sud), du centre de collection national des champignons (Afrique du Sud), du Plant Health Products CC (Afrique du Sud) et de la FDGDON (La Réunion). Avec une dotation de près d'un million d'Euros, ce consortium a initié le projet « Use of Biopesticides for the control of sugar cane white grubs », dont l'objectif était d'identifier les principaux entomopathogènes utilisables en tant que bio-pesticide efficace contre une ou plusieurs espèces de ver blanc présentes dans la région. Ce projet reposait sur l'existence et l'emploi de deux produits dans le monde, i.e. BioCane en Australie et Betel à La Réunion, et avait l'intention d'en proposer d'autres pour les autres espèces de ver blanc. Ce projet a été arrêté en 2012, suite à un retard de versement des fonds européens.

La mise en place de ce projet régional résulte des résultats probants de la lutte biologique à La Réunion, et démontre l'intérêt de la communauté internationale au développement de méthodes respectueuses de l'environnement.

5.4.2 Filière respectueuse de l'environnement

Indicateur 1 : Quantités de Chlorpyrifos-éthyl effectivement retrouvées dans l'eau

L'Office de l'eau La Réunion est, entre autres, chargé de l'étude et du suivi des ressources en eau des milieux aquatiques et littoraux, et leurs usages. Parmi les actions conduites, elle a mis en place un réseau de suivi de la qualité physico-chimique des eaux souterraines et de surface, pour identifier les éventuelles pollutions en regard d'un seuil prédéterminé.

Les résultats des prélèvements mis à disposition commencent en 1999. Concernant le Chlorpyrifos-éthyl (matière active du Suxon), des traces ont été trouvées dans 3911 prélèvements entre 1999 et 2015 dans la rivière du mât, la ravine Saint-Gilles et l'Ermitage. Parmi ces prélèvements, une quantité de matière active supérieure

au seuil de détection a été mesurée en 2001, 2006, 2009, 2010 et 2013. Aucun prélèvement dans les eaux souterraines n'a dépassé ce seuil critique.

Cette faible présence de Chlorpyrifos-éthyl montre un usage raisonné du Suxon, limité par l'emploi du riz sporisé puis du Betel. Toutefois, certains planteurs ont souligné la présence des billes de plastique dans les champs utilisées pour encapsuler la matière active.

Indicateur 2 : Quantités de Chlorpyrifos-éthyl évitées

L'utilisation d'un biopesticide a permis au cours du temps de limiter puis d'arrêter le recours au produit chimique. Cette décision, prise par le comité ver blanc, a eu pour répercussion immédiate de réduire au fil du temps la quantité de Chlorpyrifos-éthyl déversée dans la nature. Deux autres décisions auraient pu être prises par le comité ver blanc : considérer que seule la lutte chimique était efficace ou bien conserver la lutte conjuguée en prétextant que le Betel n'était pas suffisamment performant pour être utilisé seul. L'adoption d'une de ces deux décisions aurait impliquée un déversement de Chlorpyrifos-éthyl dans la nature en quantité supérieure à celle effectivement déversée, que nous nous proposons de calculer ici (Figure 34). Cette quantité correspond en perte en matière de pollution (ou de bénéfice pour l'environnement) engendrée par la politique de lutte biologique adoptée (Tableau 18).

Sachant que la matière active est présente à 14% dans le produit final, l'adoption de la lutte chimique seule aurait impliquée en 2015 le déversement de 1500 tonnes de Suxon supplémentaires et 225 tonnes de Suxon avec la lutte conjuguée, ce qui correspond respectivement à 210 et 31,5 tonnes supplémentaires de Chlorpyrifos-éthyl. Comparée aux 1125 tonnes de Suxon effectivement déversée, correspondant à 157,5 tonnes de matière active, la politique adoptée a permis gain très bénéfique pour l'environnement. Cette économie est à mettre à 100% au profit de la lutte biologique.

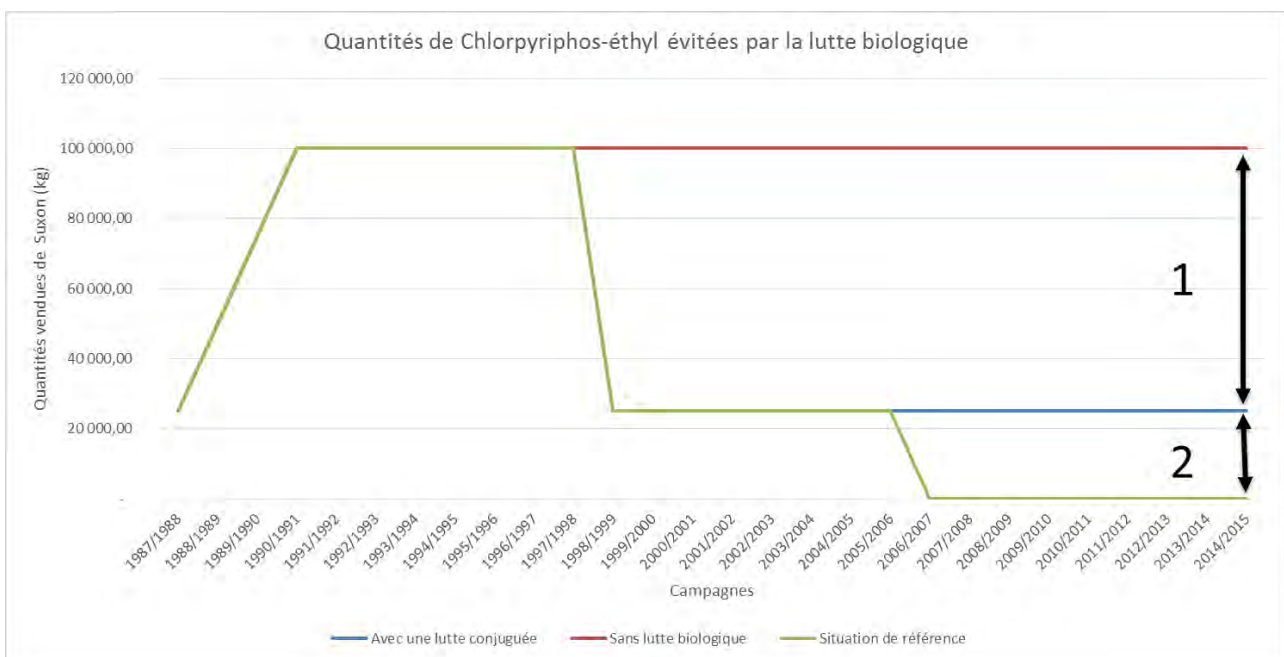


Figure 34 : Scénarios de quantités de Suxon utilisées

Tableau 18 : Quantité de Suxon supplémentaire déversée dans la nature dans le cas où une autre politique de lutte aurait été adoptée.

	Suxon seul	Lutte conjuguée
Quantité de Suxon (ton)	1 500	225
Quantité de Chlorpyriphos-éthyl (ton)	210	31,5

5.4.3 Amélioration des conditions de vie (particuliers, clients et planteurs)

Indicateur 1 : Nocivité de la matière active du Suxon

Le Chlorpyriphos-éthyl n'a fait l'objet d'aucune étude d'impact environnemental à La Réunion. Des études de toxicité de la molécule ont toutefois été conduites par ailleurs. Ainsi, au Cameroun, l'effet de cinq concentrations de matière active ont été testées sur *Oreochromis niloticus*, un poisson fortement cultivé en pisciculture. L'étude a montré un taux de mortalité de la population variant de 60 à 100% à partir de 1,80mg/l [Gapessie Ntiendjui, 2009]. Par ailleurs, la FAO a indiqué une dose à ne pas dépasser en regard d'un ensemble d'études de toxicité conduites [Food and Agriculture Organisation of the United Nations, 2008]. Enfin, la connaissance de cette toxicité a conduit le Canada à surveiller ses eaux de près [Conseil Canadien des ministres de l'environnement, 2008].

Indicateur 2 : Présence des pastilles de Suxon dans le sol

La matière active du Suxon possède une rémanence de trois ans dans le sol. Au-delà, seule la capsule plastique bleue est susceptible d'être retrouvée. Au cours des enquêtes de Juillet, certains planteurs nous ont révélé en observer, lors de la replantation de cannes, dans les parcelles qui n'avaient pas été arrachées depuis l'arrêt de l'emploi du Suxon, i.e. 2006. Cette connaissance, relative à la pollution du Suxon ne nous étant parvenue tardivement, nous ne possédons pas cette information pour les planteurs enquêtés auparavant.

Indicateur 3 : Quantités de matière active non absorbées par la canne

Jusqu'à aujourd'hui, aucune étude n'a été conduite sur la quantité de du Chlorpyriphos-éthyl absorbée par la canne. D'après notre connaissance, suite aux différentes étapes du processus de transformation de la canne en sucre, la matière active ne devrait pas se retrouver dans le produit final distribué aux particuliers et entreprises de l'agro-alimentaire. En supposant que les processus de transformation ne soient pas suffisants, l'adoption de la lutte biologique a rendu impossible l'observation de trace de la molécule dans le produit final.

Indicateur 4 : Gêne occasionnée par les vols de hannetons auprès des particuliers

Lorsque les premiers vols d'hannetons ont eu lieu dans les années 80, les particuliers ont vu leur quotidien bouleversé. En effet, dès la tombée de la nuit, les témoignages indiquent qu'il était parfois difficile de conduire de par la densité des nuages de hannetons présents sur la route, et qu'il fallait recouvrir les piscines pour ne pas être salies. Certaines pelouses étaient également ravagées.

Lors de la restitution de la phase terrain à la FDGDON (le 5/08/2015), l'auditoire a rappelé que l'impact du ver blanc sur les conditions de vie des particuliers avait été

important. Cet indicateur a pu être renseigné via le témoignage de quelques particuliers, mais n'est pas suffisant pour être considéré comme représentatif de la situation à La Réunion. Pour cela, une enquête spécifique auprès de la population réunionnaise devrait être conduite.

5.4.4 Amélioration de l'image des acteurs (FDGDON, Cirad, Tereos, Conseil Général)

Indicateur 1 : Implication de la FDGDON dans la lutte biologique

Suite au ver blanc, la FDGDON a été très fortement impliquée dans la lutte biologique à La Réunion que ce soit contre le borer ou la « bête coco », le coléoptère *Oryctes rhinoceros* qui se nourrit essentiellement de palmiers et de cocotiers. Par ailleurs, outre les projets cités dans le tableau 16, la constitution de l'UDAC l'a conduit à s'impliquer plus fortement dans la gestion des organismes nuisibles sur diverses cultures, améliorant de fait son image auprès des acteurs réunionnais (planteurs, industriels, maraichers, etc.). Enfin, sa participation au consortium régional contre le ver blanc, avec l'Afrique du Sud et Maurice, montre que cette image a dépassé le département pour disposer d'une reconnaissance internationale.

Indicateur 2 : Plan de développement du Conseil Général primé

Le PA3D (Plan Départemental pour le Développement Durable), rédigé en 2008, a permis au Conseil Général de présenter son programme d'actions de financement et ses déclinaisons opérationnelles [Conseil Général, 2008. Parmi les 5 actions citées, une concerne l'agriculture raisonnée « Il s'agit d'une part, de minimiser l'emploi des pesticides en ayant recours, autant que possible, à la lutte biologique et d'autre part, de privilégier la fumure organique par rapport aux engrais chimiques » (page 14 du PA3D).

En 2009, ce plan a été primé de la Marianne d'Or en regard des actions conduites en matière de développement durable. Bien qu'elle ne permette pas au Conseil Général d'obtenir un financement supplémentaire, cette prime montre l'implication de la collectivité dans la protection de l'environnement. D'après notre interlocuteur, le succès de la lutte biologique avec le Betel, supporté par le financement du Conseil Général, a joué un rôle non négligeable pour l'obtention de cette prime.

Indicateur 3 : Maintien des subventions européennes pour la filière canne de La Réunion

Le Syndicat du sucre représente les industriels dans les négociations avec les planteurs ainsi qu'auprès des chambres consulaires, des collectivités, de l'Etat Français et de l'Union Européenne. Pour conduire sa démarche, il développe des outils de communication mettant en avant les atouts de la filière canne à La Réunion. Les principaux atouts affichés sont: (i) l'utilisation des coproduits de la canne en tant que

combustibles pour produire 10% de l'électricité réunionnaise pendant la campagne sucrière; et (ii) le respect de l'environnement de part l'absence de recours aux insecticides. Ce dernier est d'ailleurs valorisé par le recours à la lutte biologique. Lors de la rencontre avec le Syndicat, ce dernier a dit transmettre au plus tôt les documents de communication pour y trouver de plus amples renseignements. Malgré des relances, ces documents ne nous sont toujours pas parvenus.

Indicateur 4: Perception du Cirad par la société réunionnaise suite au succès de la lutte biologique

Différents éléments ressortent des entretiens et de la littérature: à la découverte du champignon, le CIRAD aurait été encensé sur l'île puis son image se serait détériorée pour diverses raisons, à l'exemple du ralentissement de la diffusion de l'innovation par manque de vérification de son efficacité, pour ensuite reprendre du crédit. L'attribution de la réussite de l'innovation est d'ailleurs parfois octroyée à d'autres acteurs (Betel, etc.) par manque de connaissance du poids de l'innovation sur le processus.

Indicateur 5: Amélioration de l'image du produit vendu par Tereos auprès des clients

Tereos est le groupe industriel propriétaires des deux sucreries de La Réunion. D'après la personne interrogée, l'emploi du Betel a permis de retrouver une filière dans l'état précédent l'arrivée du ver blanc, à savoir une filière respectueuse de l'environnement qui n'utilise pas d'insecticide. Cette situation ne permet pas d'augmenter les ventes en sucre, dans la mesure où la demande est supérieure à l'offre, mais octroie au produit un critère de qualité non négligeable pour sa commercialisation à l'international.

5.4.5 Fédérer les acteurs de la filière

Cet impact est issu des enquêtes individuelles. Parmi les exemples, il y a eu la constitution du groupe ver blanc dans lequel se sont retrouvés tous les acteurs. Il y a également eu des regroupements de planteurs et des formations pour les opérations de trempage, organisés par la Chambre d'agriculture et la FDGDON. Etc. D'une manière générale, la lutte biologique contre le ver blanc a permis de resserrer les liens entre les acteurs. Elle n'a toutefois pas été génératrice de projets nouveaux réunissant ces acteurs.

5.4.6 Résilience des acteurs de la filière

Indicateur 1: Nombre de capacités acquises identifiées

La résilience des acteurs correspond à leur aptitude à gérer les perturbations. Dans la mesure où la lutte biologique a été une source de perturbation pour les acteurs, habitués à la lutte chimique, la résilience des acteurs peut se mesurer d'après le nombre de capacités acquises au cours du processus d'innovation, indispensables alors à la survie de la filière. Par exemple, la capacité « Communiquer et agir conjointement sur l'orientation de la lutte biologique » a permis aux acteurs de s'armer d'un dispositif efficace dans le cas où une nouvelle infestation de cette ampleur se déclarerait. Huit capacités ont été recensés (cf. figure 19).

6. L'approfondissement du cas : l'impact sur les politiques publiques

6.1 Le choix de cet approfondissement

Au vu de l'implication des organismes publics dans le processus d'innovation pour la lutte biologique (financement du Conseil Général, pouvoir décisionnel de la DAAF en regard de l'Europe, etc.), un approfondissement de la partie Politiques Publiques s'est avéré nécessaire. De façon à conduire des enquêtes spécifiques à cette thématique, Marie-Hélène Dabat, impliquée dans ce domaine pour le chantier ImpresS, s'est rendue à La Réunion du 25 juin au 28 juin.

Deux impacts majeurs ont été identifiés: la reconnaissance du PA3D du Conseil Général par ses pairs (Indicateur 2, Partie 6.4.4) et l'image des acteurs. Pour ce dernier impact, la lutte biologique a permis à chaque acteur d'accéder à une reconnaissance pour un sujet qui concernait la société réunionnaise de manière directe (planteurs, industriels, acteurs de la filière canne) et de manière indirecte (personnes employées dans la filière, etc.). La FDGDON a quant-à-elle été reconnue à l'échelle régionale comme un acteur premier dans la lutte contre les ravageurs invasifs que ce soit vers ou depuis Maurice. Enfin, le Conseil Général a été perçu comme un des piliers de la lutte biologique grâce à son soutien financier depuis les premières observations de dégâts.

7. Retour d'expérience

7.1 Sur la méthode d'évaluation ImpresS

7.1.1 Les outils les plus adaptés à mon cas

7.1.1.1 Littérature grise

L'étude débute en 1981, soit il y a trente-quatre ans, et se termine en 2007, 8 ans déjà. Les mémoires vives, seules ou en focus group, sont encore précises pour le passé proche, mais beaucoup moins lorsqu'il s'agit de revenir 30 ans en arrière. Aussi, le recours aux écrits a permis de compléter des informations fournies lors des rencontres, à l'exemple des indicateurs d'input (Financement de la lutte biologique) et d'impact (Nombre de projets de lutte biologique, Nombre de salariés à la FDGDON, Etudes sur la matière active du Suxon, etc.). Enfin, la littérature grise a permis de construire le premier récit de l'innovation, notre base de connaissance du processus d'innovation, enrichie au gré des entretiens.

7.1.1.2 Les enquêtes individuelles

Au cours de la période de terrain, 59 enquêtes individuelles ont été réalisées, planteurs et personnes ressources confondus. Les 10 autres personnes rencontrées l'ont été exclusivement au cours de focus group. En comparant les deux types d'enquête, et le temps consacré aux échanges, il ressort que l'enquête individuelle permet d'accéder directement à l'information, sans perturbation extérieure, et évite de rentrer dans des débats, à l'exemple de l'efficacité vécue du Betel.

7.1.1.3 Les focus group au sein d'une organisation (FDGDON)

Pour cette étude de cas, le seul acteur qui ait participé à un focus group est la FDGDON. Il y a diverses raisons à cela que les autres organisations locales ne présentent pas, i.e. plusieurs personnes ressources présentes au cours du processus d'innovation qui soient encore aujourd'hui impliquées d'une façon ou d'une autre dans la gestion sanitaire de la filière. Ainsi, au Conseil Général, seule une personne ressource est susceptible d'échanger sur le cas ver blanc ; au Syndicat du Sucre, le personnel n'a pas vécu la période de lutte conjugée. Etc.

Le premier focus group FDGDON, réalisé le 7 avril, a rassemblé du personnel de terrain dans l'objectif d'évaluer la première version du récit, produite exclusivement à partir de la bibliographie, et les outils, construits à Montpellier lors de l'école chercheur. Outre compléter le récit et les outils, cette présentation a permis d'évaluer la perception des outils par un public non averti et l'approche qu'il fallait en avoir pour les interviews suivantes.

Le second focus group, réalisé le 3 juin, rassemblant personnel de terrain et administratif en place depuis le début de l'innovation, a permis de valider les outils et initier la phase de hiérarchisation des impacts. Depuis le premier focus group, les diverses enquêtes avaient fait évoluer le récit et les outils. De la même façon, ce partenaire m'a permis d'identifier la méthodologie à mettre en œuvre pour évaluer la sensibilité et l'intensité des impacts auprès des autres personnes enquêtées. Par sa bonne connaissance des outils et de l'étude de cas, les échanges ont dépassé la simple validation des outils pour aborder la question de l'évaluation des impacts non mesurables quantitativement.

7.1.2 Le chemin de l'impact et le chronogramme

Le chronogramme et le chemin de l'impact ont été présentés à toutes les personnes ressources, en les ayant au préalable imprimé sur feuille A3 pour faciliter leur lecture et correction. Outre la validation, l'intention des présentations était d'élargir l'échange et accéder à d'autres informations non encore recensées dans les outils. Par exemple, le chronogramme, qui renseigne les événements selon une frise chronologique, permet à l'enquêté de situer son histoire vis-à-vis du processus d'innovation. L'insertion de la case intitulée « controverses » a permis, à plusieurs reprises, d'obtenir la position de l'enquêté sans poser la question.

Le chemin de l'impact, quant à lui, permet d'accéder en un coup d'œil aux éléments importants du processus d'innovation. En disposant d'une perception du niveau de maîtrise du sujet par l'enquêteur, l'enquêté ne répète pas l'histoire connue mais focalise l'échange sur ce qui n'est pas écrit. Ces outils sont donc de très bons supports d'échange.

7.1.3 Les outils les moins adaptés à mon cas

7.1.3.1 Les focus group pluri-acteurs et ateliers participatifs

Suite à l'école-chercheur, il a été décidé avec les porteurs du cas de ne pas réaliser d'atelier participatif, ni de focus group pluri-acteurs. Les raisons évoquées concernaient autant les hommes, à l'exemple de la difficulté de

rassembler en un seul lieu des personnes ressources ayant des responsabilités locales ou ayant changé d'activité, que les thématiques, e.g. focaliser les débats sur l'efficacité du Betel. Enfin, réunir en un même lieu planteurs et acteurs impliqués dans la gestion de la filière (Conseil Général, FDGDON, CTICS, etc.) risquaient de transformer une réunion dont l'objectif était d'obtenir des connaissances en un séminaire politique.

7.1.3.2 Les focus group au sein d'un organisme

Pour réaliser des focus group mono-acteur, il convient d'avoir un nombre suffisant de personnes ressources par acteur. Or dans notre cas, mis à part la FDGDON et la Chambre d'agriculture, une seule personne ressource par acteur était au mieux mobilisable, les autres étant partis à la retraite ou disparues (contacts perdus, etc.). Un focus group à la Chambre d'agriculture, n'a pas pu être organisé du fait de l'éparpillement des techniciens sur l'île et leur omniprésence requise sur le terrain. Pour la FDGDON, les deux focus group ont été organisés un jour de réunion avec la direction de la fédération.

7.1.3.3 Les focus group planteurs

Initialement, de par les avis divergeant sur l'efficacité du Betel, Les focus groups planteurs n'avaient pas été programmés au risque d'avoir à gérer des échanges constants sur une thématique qui n'étaient pas l'objet de la rencontre. Toutefois, deux focus group planteurs ont été organisés à l'improviste par des techniciens de la Chambre d'Agriculture : les planteurs étant présents sur le site, et pour éviter qu'ils ne partent parce que nous n'échangions qu'avec un seul d'entre eux, nous avons choisi de les rencontrer tous ensemble.

Comme nous nous y attendions, cet exercice a gommé la singularité des enquêtes individuelles. Les informations fournies étaient partielles, avec la difficulté de relancer une personne sur un sujet sans mobiliser la parole. En outre, lorsque le plus causant répondait aux questions, bien souvent les autres acquiesçaient de part l'influence que le premier occasionnait sur eux. Bien sûr, les débats sur le Betel ont eu lieu...

Un des principaux bénéficiaires des focus group planteur a été le technicien de la Chambre d'Agriculture. Par exemple, lors du focus group réalisé à Saint Joseph, un premier planteur l'a informé de la forte présence de ver blanc l'année précédente. N'étant pas informé de la disponibilité de riz sporisé pour produire du trempage, ce planteur n'a pas prévenu la chambre. Malgré leur présence constante sur le terrain, le technicien a conclu du manque de communication des organisations de gestion sanitaires auprès des planteurs. Ce constat a d'ailleurs été conforté en fin de focus group par un autre planteur qui a insisté sur la nécessité pour tous « de se réunir pour parler des problèmes des uns et des autres ». Ce faisant, le focus group s'est partiellement transformé en réunion de diffusion d'informations.

7.1.4 Difficulté d'application de la méthode

7.1.4.1 Sur la lecture des outils

La lecture du chemin de l'impact demande une aptitude à regarder les événements indépendamment du temps. Cette façon de percevoir les événements qui s'enchaînent, alors que bien souvent ils résultent d'un certain nombre

d'allers retours entre eux, demande une capacité de recul voire d'abstraction. De plus, cet outil relie les concepts d'innovation et d'impact, qui bien qu'appartenant au langage courant, ne sont pas forcément maîtrisés par tous. Aussi, bien que ces outils soient de très bon support d'échange, un temps nécessaire à leur explication et à leur traduction s'est avéré nécessaire. Malgré cela, des difficultés résiduelles ont persistées, en particulier sur l'établissement de liens de causalité, à l'exemple des impacts d'ordre 1 et ceux d'ordre 2, pour lesquels le lien « simple et direct » représenté par la flèche englobe une complexité de faits.

7.1.4.2 Sur les données récoltées

Les données récoltées au cours des entretiens ou via les archives sont autant qualitatives que quantitatives. Pour les descripteurs d'impact, la plupart des données sont qualitatives. La précision des données fournies par les planteurs pose cependant question : certains disposent de valeurs précises, tandis que d'autres des estimations, voire des pourcentages de dégâts approximatifs [exemple de formulation d'un planteur « Bon disons, 50% de l'exploitation »]. Ces estimations sont dues à l'ancienneté du phénomène et des cahiers de culture pas toujours tenus. La question qui se pose est celle de l'homogénéisation de ces données.

7.1.4.3 Sur la hiérarchisation des impacts

Hiérarchiser des indicateurs n'est pas toujours très simple pour un public non-averti. Ainsi, une question récurrente portait sur l'objectivité attendue « On se place du point de vue d'un salarié FDGDON ou d'une personne extérieure qui prend de la hauteur pour l'évaluation ? ». De plus, lorsque la personne ne sait pas évaluer le poids de l'indicateur, elle bottait en touche « Bon, allez on met ça !!! ». Enfin, cette opération de hiérarchisation nécessite la mise en place d'une situation de travail spécifique. Par exemple, demander lors d'un focus group à chaque participant de proposer une hiérarchie individuelle pose question. En effet, la communication à voix haute des notations génère de façon naturelle un biais dans la hiérarchisation proposée par les autres participants, au pire les mêmes notes étaient accordées.

7.1.4.4 Une démarche d'enquêtes à adapter selon son interlocuteur

La méthode ImpresS demande une vision partagée du processus d'innovation par l'ensemble des acteurs impliqués. Pour notre cas, les personnes ressources étaient majoritairement localisés dans les deux villes principales de La Réunion, i.e. Saint Pierre et Saint Denis. Pour les planteurs par contre, les conditions climatiques et écologiques étant différentes en tout point de l'île, impliquant des situations d'infestation différentes, nous avons souhaité rencontrer des planteurs situés sur tout le pourtour de l'île.

Pour organiser ces rencontres, plusieurs réseaux d'acteurs ont été mobilisés : celui de la Chambre d'agriculture a permis d'accéder à des planteurs ayant des petites exploitations, celui de la FDGDON aux planteurs investis dans les groupements de défense des cultures dont les tailles d'exploitation sont très variables, celui du Cirad aux planteurs possédant de grandes exploitations et celui de la marie de Saint Benoît aux planteurs de la commune. La mobilisation de ces différents réseaux a permis d'éviter le biais inhérent à un seul réseau d'acteur, à savoir la faible disponibilité de ses techniciens. Cette démarche est autant importante du point de vue méthodologique que du point de vue participatif. Dans notre cas, étant donné la faible disponibilité des uns et des autres, mobiliser ces différents réseaux a permis d'accéder au maximum d'acteurs dans les délais impartis, soient 34 distribués tel que présentés en figure 35. L'objectif des entretiens était d'identifier l'impact vécu par les exploitations, et caractériser les dégâts [perte de rendement, replantation, etc.]. Les rencontres étaient organisées en bordure des champs.

7.1.5 Le fonctionnement de l'équipe cas

Le travail de terrain conduit par le stagiaire a été effectué à La Réunion, bien loin de l'équipe située à Montpellier. De façon à accompagner localement le stagiaire, ce dernier a été encadré par les agents de l'UR AIDA localisés sur le site « Station de la Bretagne » à Saint Denis. En début d'installation, le co-porteur s'est rendu sur le terrain pour accompagner le stagiaire auprès des principaux acteurs (Conseil Général, DAAF, FDGDON, etc.). L'analyse des entretiens réalisée conjointement a permis au stagiaire d'identifier des éléments qui font sens lors d'entretiens et structurer le contenu des outils méthodologiques [chemin de l'impact, renforcement des capacités]. Par la suite, le suivi des travaux conduits par le stagiaire s'est fait via des rapports mensuels. Ces derniers comportaient l'agenda des rencontres, les travaux conduits, un diagnostic sur les travaux, un bilan, le programme pour la période restante et les interrogations suscitées par les résultats et/ou la méthode ImpresS. La mise en annexes, des rapports mensuels, des différentes versions des outils permettait à l'équipe cas de suivre l'avancement des travaux. Pour le stagiaire, les outils (chemin de l'impact et chronogramme notamment) ont été des supports pertinents pour structurer les enquêtes auprès des personnes ressources et échanger avec les personnes sur place. Avec les porteurs, ces outils constituent un excellent compte-rendu synthétique des résultats obtenus.

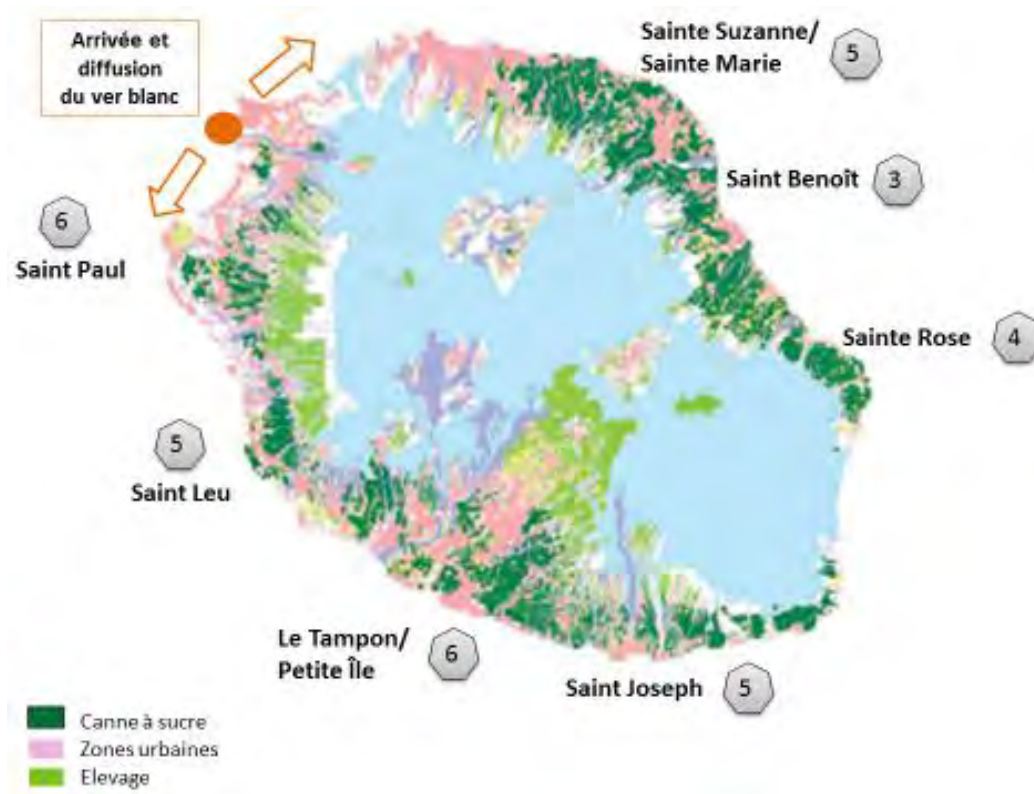


Figure 35 : Répartition par commune des planteurs enquêtés au cours du stage

7.1.6 Les propositions d'amélioration de la méthode

7.1.6.1 Un système de calques

Au cours des premières enquêtes, la question du lien entre les outils « Renforcement des capacités » et « chemin de l'impact » s'est posée. Cette question s'est par la suite généralisée avec les autres outils. Suite à une discussion avec Agathe, un système de calques a été proposé. Celui-ci consiste à apposer au-dessus du chemin de l'impact les informations supplémentaires. Cinq calques sont proposés.

Le premier comporte les freins et les facilitateurs des relations causales situées entre inputs et outputs et entre outputs et outcomes [Annexe 7.1]. Pourtant très utile au cours des enquêtes, suite à une demande du groupe méthodologique, ces freins et facilitateurs ont été intégrés à la fin de l'étude sous forme d'output et d'outcome.

Le second comporte les données relatives au renforcement des capacités [Annexe 7.2]. L'intention est de positionner les apprentissages au regard des innovations, qu'elles soient en amont pour son développement ou en aval pour sa diffusion [outcome]. Sur la figure de l'Annexe 7.2, les étoiles de couleur marron correspondent aux lieux d'apparition des capacités acquises. Les impacts du renforcement des capacités correspondent à ceux du chemin de l'impact.

Le troisième renseigne des implications majeures de la recherche conduite au Cirad [Annexe 7.3]. Grâce à ce calque, on peut superposer au chemin de l'impact l'ensemble des informations relatives au Cirad présentes autant dans le récit de l'innovation que dans la cartographie des acteurs ou le renforcement des compétences.

Le quatrième comporte l'implication des acteurs publics [Annexe 7.4]. Ce calque permet de positionner le travail

effectué avec l'équipe cas « Politiques Publiques » vis-à-vis des impacts identifiés par l'étude.

Le dernier calque comporte les identifiants permettant d'accéder à la sémantique des relations causales [Partie 4.4]. En effet, la version épurée [sans numéro] est utile pour accéder à une vision synthétique du chemin reliant input et impact. Aussi, conserver ces deux versions est un atout non négligeable pour la méthode ImpresS.

7.1.6.2 Plusieurs cartographies d'acteurs

Enfin, produire une cartographie des acteurs spécifique à différents instants importants du processus d'innovation fait sens dans cette étude de cas. En effet, la durée du processus d'innovation est suffisamment longue pour assister à une évolution marquée des acteurs. Aussi, représenter la cartographie à différents moments clés permet d'indiquer la place de chacun à chacun de ces moments et montrer, en regard des places occupées au fil du temps, l'évolution de positionnement en regard du processus d'innovation. Cette proposition évite *de facto* des simplifications sujettes à discussion. D'après différentes personnes ressources, ce mode opératoire a apporté de la crédibilité à la méthode qui se veut être la plus fidèle possible.

7.2 Recommandation pour la conduite de projets d'innovation similaire ou pour la suite du projet d'innovation

Conduire une étude d'impact au sein d'un territoire génère *de facto* des impacts sur ce territoire. Suite aux enquêtes conduites à La Réunion cette année, des acteurs locaux attendent avec impatience les productions affichées : publications, ouvrage collectif en 2017, fiches, etc.

Il y a en premier lieu la FDGDON, qui a développé de nouvelles activités sur les organismes nuisibles suite au cas ver blanc, mais qui se sent peu à peu délaissée quant aux services qu'elle pourrait apporter à l'agriculture réunionnaise. Aussi, pour la FDGDON communiquer sur le processus d'innovation lui permettrait de mettre en avant l'image d'une « Fédération Forte » auprès des producteurs et des acteurs locaux, avec pour retombée attendue un plus fort investissement dans l'accompagnement des recherches conduites chez les producteurs.

Il y a en second lieu les « oubliés », et en particulier le service des archives intermédiaires du Conseil Général qui est intéressé par la communication de ce travail. En effet, pour disposer des données budgétaires du Conseil Général, ce sont les archives départementales qui nous ont orientés vers le service des archives intermédiaires du Conseil Général. Ainsi, bien que ce service soit sa mémoire, il lui est pour autant méconnu.

En dernier lieu, pour assurer la survie de la filière canne à La Réunion, qui sera confrontée à partir de 2017 à la libre concurrence de l'approvisionnement de l'Europe en sucre, le Syndicat du Sucre est à la recherche d'arguments majeurs. L'intérêt de l'étude d'impact conduite ici dépasse l'information classique de la « filière respectueuse de l'environnement ». En effet, cette étude montre que la pérennisation de cette production agricole concerne l'économie de la région [préservation de l'emploi, frein à l'urbanisation, etc.] au même titre que son patrimoine naturel : le développement des surfaces en maraîchage, en remplacement de la canne à sucre, impliquerait une augmentation sensible de la quantité de produits chimiques utilisés, et ce au détriment de la flore et de la faune locale. Cette réorientation de l'agriculture constituerait une menace sur la biodiversité présente au sein de cet environnement insulaire.

8. Bibliographie

- Agreste. [2007]. *Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt*. Récupéré sur La statistique, l'évaluation et la prospective agricole.
- Agreste. [2010]. *Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt*. Récupéré sur La statistique, l'évaluation et la prospective agricole: <http://agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/reunion/>
- Betbeder-Matibet, M. [1982]. *Le point sur le problème du ver blanc à La Réunion*. IRAT.
- CaroCanne. [2009, Juillet]. Bernard Vercambre raconte la bataille du ver blanc. *Le magazine des professionnels de la canne*[18].
- CaroCanne. [2011, Novembre]. Ver blanc, rat, foreur. Lutter contre les ravageurs. *Le magazine des professionnels de la canne*[25].
- Chastel, J.-M. [1995]. *Le rôle des institutions dans l'évolution de la filière canne à sucre à La Réunion*. Agro-Economie : Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier, Montpellier.
- Chauveau, J.-P., et al. [1999]. L'innovation en agriculture. Questions de méthode et terrain d'observations . (p. 365). IRD Editions.
- Chauveau, J.-P., Cormier-Salem, M.-C., Mollard, E. [1999]. *l'innovation en agriculture : Questions de méthodes et terrains d'observation*. Paris: IRD Editions.
- Cirad. [1995]. *Inventaire des ennemis des cultures et Protection des plantes*. Rapport annuel 1995.
- Convention Canne [2006]. *Convention Canne 2006-2015*.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement. [2008]. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux visant la protection de la vie aquatique – chlorpyrifos. Dans : *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999*, Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg. 10p
- Conseil Général de La Réunion. [2008]. *Plan d'Action Départemental pour le Développement Durable*.
- CTICS. [2015]. *Actualité*. Récupéré sur Centre Technique Interprofessionnel de la Canne et du Sucre: <http://www.ctics.fr/actualite.html>
- Danguillaume, O. [1995, Octobre 24]. Du bétel made in Réunion dans huit mois. *Le Quotidien*.
- Danguillaume, O. [1995, Décembre 12]. Une petite trempette contre les mauvais vers blancs. *Le Quotidien*.
- Département de la Réunion. [1989, Août 1]. Arrêté de lutte obligatoire. Saint Denis, La Réunion.
- Douris, H., et al. [2012]. *L'essentiel de la charte du parc national de La Réunion*. Parc National de La Réunion.
- FAO [2008]. Chlorpyrifos. *FAO Specifications and Evaluations for Agricultural Pesticides*. 46p
- Gapessie Ntiendjui L., Tamungang S.A., Ngoula F, Ateufack G, Tchoumboue J. [2009]. Effets de la toxicité des pesticides Maneb et Chlorpyrifos-Ethyl sur un poisson d'eau douce, *Oreochromis niloticus*. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 6p
- Géraud, J.-F. [2002]. *Des habitations sucreries aux usines sucrières, la "mise en sucre" de l'île Bourbon, 1783-1848*. Université de la Réunion.
- Godin, B., et al. [2008]. *In the Shadow of Schumpeter : W Rupert Maclaurin an the Study of Technological Innovation*. Montréal, Canada.
- Goebel, R., Vercambre, B. [1988]. *Use and development of an entomopathogenic fungus to control Hoplochelus marginalis (Coleoptera : Scarabaeidae), a major pest of sugarcane in Reunion island*.
- Goebel, R., Vercambre, B. [2008]. *Contrôler les bioagresseurs de la canne à sucre : réguler leurs populations en préservant environnement et biodiversité*.
- Gonthier Jean-Bernard, Tilma Pierre. [2014]. *Cultures maraichères*. Bulletin de santé du végétal. Mars 2014. 8p
- Gordon, J. and Chadwick, K. 2007. Impact assessment of capacity building and training: assessment framework and two case studies. ACIAR Impact Assessment Series Report No. 44.
- Guédon, G. [1994, Mai]. Nouvelles stratégies de lutte contre le "ver blanc" Hoplochelus marginalis. *Phytoma - La défense des Végétaux*[461].
- Hébert, A., et al. [2008, Février]. *La canne aux multiples ressources*. Montpellier: CIRAD.
- Insee. [2015]. *Exploitations agricoles*. Récupéré sur Institut national de la statistique et des études économiques: http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?amp;reg_id=24&ref_id=20932
- Insee. [2015]. *Recensement de la population à La Réunion. Populations légales en vigueur à compter du 1er janvier 2015*. Récupéré sur <http://www.insee.fr/fr/ppp/bases-de-donnees/recensement/populations-legales/pages2014/pdf/dep974.pdf>
- Insee. [2015]. *Utilisation du sol*. Récupéré sur Institut national de la statistique et des études économiques. Mesurer pour mieux comprendre.: <http://www.insee.fr/fr/regions/reunion/reg-dep.asp?theme=10&suite=1>
- Jeuffrault, E., et al. [2004]. Vingt ans de lutte contre le ver blanc de la canne à sucre à La Réunion. *Phytoma*[573].
- Le Bourgeois Thomas, Della Mussia, Sophie. [2009]. *Un insecte efficace contre la vigne marronne à la Réunion*. Revue Insectes. N°153. pp 17-19
- Le Quotidien . [1994, Octobre]. Un champignon anti-vers blancs gratis. 10.
- Le Quotidien. [1981, Novembre 5]. Le ver blanc identifié. Un mystère partiellement levé.
- Le Quotidien. [1981, Juillet 11]. Une nouvelle maladie de la canne. Un ver blanc encore inconnu.
- Le Quotidien. [1984, mars 27]. Mise en place d'un P.C. de lutte contre le ver blanc.
- Le Quotidien. [1985, Janvier 3]. La lutte continue dans le shauts de Saint Paul. Le ver blanc à 10 francs la bouteille.

- Lebeau, M. (1996, Juillet 27). Sept tonnes de produits à jeter. *Le Quotidien*.
- Lorion, D., et al. [s.d.]. Endiguements et risques d'inondation en milieu tropical. l'exemple de l'île de La Réunion. *NOROIS. Environnement, Aménagement et Société*(201), pp. p45-66.
- Martin, J., et al. (2013). L'IFT Herbicides canne à sucre à La Réunion : premières estimations. *AFPP- 22ème conférence du Columa. Journées internationales sur les mauvaises herbes*. Dijon.
- Neau, P. (1994, Décembre 15). les vers blancs perpétuent le cycle. *Le Quotidien*.
- Ngubane N.P., Hatting J.L., Truter M. (2012). Entomopathogens associated with african and mauritian scarabaeidae affecting sugarcane. *Proc S Afr Sug Technol Ass* 85 :114-117.
- Paillat-Jarousseau, H. (2014). L'agriculture sur l'île de La Réunion. Le rôle des dynamiques sociales dans la réforme foncière. *Revue Tiers Monde*(4).
- PressEcologie. (2013). Ver blanc : la FDGDON se mouille pour le trempage. Septembre 2013.
- Sauvion, N., et al. (2013). *Interactions insectes-plantes*. Quae.
- Service de la Protection des Végétaux, CIRAD Réunion, Betel Réunion. (2010). La lutte obligatoire contre le ver blanc (*Hoplochelus marginalis*) avec le BETEL®.
- Soubeyran, Y. (2008). *Espèces exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'outre-mer. Etat des lieux et recommandations*. Comité français de l'IUCN.
- Vercambre, B. (1983). *Compte rendu d'avancement des travaux au 28 février*. IRAT.
- Vercambre, B. (1988). *Compte rendu d'avancement des travaux portant sur le ver blanc (Hoplochelus marginalis)*. IRAT.
- Vercambre, B. (1988). *Compte rendu d'avancement des travaux portant sur le ver blanc (Hoplochelus marginalis)*. IRAT.
- Vercambre, B. (1989). *Compte rendu d'avancement des travaux portant sur le ver blanc (Hoplochelus marginalis)*. IRAT.
- Vercambre, B. (1990). *Compte rendu technique et financier*. Convention recherche agronomique.
- Vercambre, B. (1992). *Compte rendu d'avancement des travaux portant sur le ver blanc (Hoplochelus marginalis)*. Cirad.
- Vercambre, B. (1993). *Compte rendu d'avancement des travaux portant sur le ver blanc (Hoplochelus marginalis)*. Cirad.
- Vercambre, B. (2001). *Rapport de mission à l'île de la Réunion du 13 au 24 novembre*.
- Vercambre, B. (2001). *Rapport de mission à l'île de La Réunion du 3 au 14 juin*. Cirad.
- Vercambre, B. (2003). *Rapport de mission à l'île de la Réunion du 29/11 au 4/12 et du 19 au 24/12/2003*. Cirad.
- Vercambre, B. (2004). *Rapport de mission à l'île de la Réunion du 15 juin au 17 juillet*. Cirad.
- Vercambre, B., et al. (2008). *Le ver blanc au paradis vert ou l'histoire vécue d'un bio-envahisseur de la canne à sucre en milieu insulaire*. Montpellier: Les savoirs partagés.
- Vercambre, B., Goebel, O., Riba, G., Morel, G., Robert, P., Guillon, M. (1991). *Programme de lutte biologique contre Hoplochelus marginalis (Coleoptera : Melolonthinae), nouveau ravageur des cultures de l'île de la Réunion*.
- Watin, M. (2012). *Aspects des mutations sociologiques contemporaines à La Réunion*.

9. Annexes

Annexe 1 : Paiement par tranche de tonnages livrés (Source : Convention canne 2006-2015)

Tranche de tonnage livré éligible T	Aide unitaire à la production €/T
0-700, soit les 700 premières tonnes	21,40
701-1 200, soit les 500 suivantes	16,00
1 201-3 000, soit les 1 800 suivantes	12,50
3 001-5 000, soit les 2 000 suivantes	9,50
5 001 et plus, soit la production au-delà de 5000 tonnes	7,40

Annexe 2 : Cycle biologique du ver blanc (Source : Fiche technique : lutte obligatoire contre le ver blanc avec le Bétel)

Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept
Stade adulte :		1 ^{er} et 2 ^{ème} stades larvaires :		3 ^{ème} stade larvaire :				Stade nymphe :			
		L1 & L2 		L3 							
<ul style="list-style-type: none"> - vol au crépuscule dès les premières pluies - ponte dans le sol ⇒ extension géographique de la population de ver blanc		<ul style="list-style-type: none"> - développement dans le sol - consommation de matières végétales en décomposition 		<ul style="list-style-type: none"> - poursuite du développement dans le sol - consommation des racines des plantes 				La larve s'enfonce dans le sol (jusqu'à 30 cm) pour devenir une nymphe qui se transformera en adulte ailé			
Non Nuisible		Peu Nuisible		Nuisible				Non Nuisible			

Lutte à la replantation : utilisation du bétel®



Annexe 3 : Liste des acteurs rencontrés et des services d'archives consultés

Annexe 3.1 : Tableau des planteurs interrogés par commune et par surface en canne

Zone	Nombre de planteurs	Surfaces (ha)
Petite Île	3	12 ; 12,5 ; 4,25
Saint Benoît	3	8 ; 9 ; 13,5
Sainte Suzanne	5	95 ; 150 ; 180 ; 90 ; 220
Saint Leu	5	5 ; 5,5 ; 11,8 ; 8 ; 10
Sainte Rose	4	45 ; 12,33 ; 12,47 ; 12
Le Tampon	3	24 ; 3,82 ; 13
Saint Joseph	5	8 ; 2,28 ; 5 ; 9 ; 5
Saint Paul	6	7 ; 6 ; 6,5 ; 15 ; 13 ; 8

Annexe 3.2 : Types d'acteurs rencontrés

Type d'acteurs	Acteur	Nombre de personnes interrogées	Thèmes abordés
Recherche	Cirad	1	Travaux de recherche sur la souche <i>Beauveria brongniartii</i>
	eRcane	3	Problématique ver blanc sur prairies – Activité du CERF à l'époque - Histoire de la lutte biologique
	Université de La Réunion	1	Rôle de l'Université Tests + prospections
Professionnels	Planteurs	34	Impact de la lutte biologique
	Tereos	1	Rôle de Tereos dans la lutte biologique
	Syndicat du Sucre	3	Données filière canne à sucre Communication lutte biologique Chargée des affaires juridiques
	Botanica	1	Vision de Botanica sur la lutte biologique
	Betel Réunion	1	Histoire de la lutte biologique
	ProAgri	1	Vente du Betel
Publics	Conseil Général	1	Financement de la lutte biologique
	Mairie	1	Rôle au Conseil Général + activité de maire pendant la lutte contre le ver blanc
	DAAF	3	Travail de recherche avec B. Vercambre au Cirad + surveillance aux frontières – Histoire de la lutte biologique - Rôle actuel de la DAAF
Opérateurs de développement	Chambre d'agriculture	7	Présentation de l'étude + questionnaire politiques publiques - Visite de planteurs - Histoire de la lutte biologique
	FDGDON	8	Histoire de la lutte biologique - Prospections ver blanc - SICCA - Activité de la FDGDON au pôle 3P – Direction de la FDGDON – Présidence de la FDGDON
	CTICS	2	Replantation - Rôle du CTICS dans la lutte biologique
Autres	PPQ (Personne Particulièrement Qualifiée)	1	Histoire de la lutte biologique

Annexe 3.3 : Sources d'informations complémentaires

Source	Lieu	Données récoltées
Archives intermédiaires du Conseil Général [2 visites]	Saint Denis	Budgets de la lutte biologique (1981-2007) Budgets totaux du Conseil général (1979-2014)
Archives départementales [1 visite]	Saint Denis	Articles de presse
Agritrop [1 visite]	Montpellier	Rapport d'activité de B. Vercambre Publications
Bibliothèque UPR Aïda [1 visite]	Montpellier	Articles de presse
Imago Production	Saint Denis	Film sur le ver blanc
Eric Jeuffrault	Saint Denis	Bande dessinée « Halte au ver blanc » Cahiers des produits phytosanitaires disponibles à la Réunion
Gilles Mandret	Saint Denis	Film sur la canne à sucre
Archives 3P	Saint Denis	Publications sur le champignon via Samuel Nibouche

Annexe 4 : Exemples de questionnaire

Annexe 4.1 : Questionnaire type pour un planteur

Présentation

Objectif de l'étude

Définition de l'innovation (= lutte biologique)

Pourquoi vous rencontrer

Contexte de l'exploitation

- Combien d'hectares avez-vous ?
- Quand avez-vous débuté canne ?
- Votre moyenne de replantation ?
- Quelle est votre tonnage moyen à l'hectare ?

Problématique du ver blanc

- Avez-vous eu des problèmes de ver blanc ? Quand est-ce que s'est déclaré le problème de ver blanc ?
- Combien d'années avez-vous eu ces problèmes ? Les avez-vous toujours ?
- Combien avez-vous perdu de tonnes de canne ? Pendant combien d'années ?

Lutte biologique

- Comment avez-vous lutté contre le ver blanc ?
- Êtes-vous satisfait du Betel ?
- Quand est-ce que vous avez appliqué les premiers traitements ?
- Comment les avez-vous appliqués ? Est-ce beaucoup de temps en plus pour la replantation ?
- Faîtes-vous du buttage ? Si oui, y a-t-il un rappel de Betel qui est fait ?
- Préférez-vous appliquer un autre produit ?

Acteurs

- Quelle relation entretenez-vous avec le Cirad, le CTICS, eRCANE ?

Caractérisation du changement

- Quels changements avez-vous pu observer avec cette pratique ? Comment cela vous a-t-il impacté ?
- Quels impacts de la lutte biologique ont été inattendus selon vous ?
- Considérez-vous que les objectifs liés à la lutte biologique soient atteints ?

Annexe 4.2 : Exemples de questionnaire pour une personne ressource

Nous n'avons pas adopté une démarche de questionnaire unique pour toutes les personnes ressources.

- Questionnaire adressée au Conseil Général

Objectifs de l'entretien

Financement de la lutte

- Dans quel projet ou programme a été financée la lutte bio au CG ?
- Pour ce qui est du local de riz sporisé, le CG a financé l'intégralité ?
- Identifier quand a le CG ou la DAAF a financé les produits de lutte ? Le CG ne finance pas la replantation, que le produit ?
- Aujourd'hui c'est toujours le CG qui finance le Betel et les activités de recherche au 3P ?
- Quels étaient les actions de sensibilisation finançant par le CG ?

Arrêt du Suxon

- Raisons principales du passage d'une solution efficace rapide (Suxon) à des solutions moins certaines ? Un lobby environnemental ? Quel intérêt pour le Conseil général ? Réellement des convictions du CG ? Ont drainé des financements qui ont pu être obtenus que si c'était une lutte biologique ? Plus de financements disponibles avec la lutte biologique ?
- Qui a décidé d'arrêter la lutte chimique réellement ?
- Qui a financé le Suxon, c'est le CG aussi ?

Arrêt du riz sporisé

- Volonté du CG d'arrêter le riz sporisé ? Ou que la DAAF ?

Groupe de travail

- Y-a-t-il une différence entre groupe de travail ver blanc et comité de coordination de lutte contre le ver blanc ?
- Quelle personne coordonnait le financement de la lutte au sein du CG et s'occupait du dossier avant vous ?

PA3D

"Le Conseil général a reçu en 2009 la Marianne d'Or, un prix national pour ses actions novatrices mises en place en faveur du Développement Durable" p3 Dans PA3D, il est spécifié qu' " il s'agit d'une part de minimiser l'emploi des pesticides en ayant recours autant que possible, à la lutte biologique" p14.

- Quel impact réel du PA3D ? La prime s'est élevée à combien ? Qui l'a octroyée ? En quoi consiste-t-elle réellement ?
- Y-a-t-il eut d'autres projets ou plans, rapports où la lutte biologique a pu être mentionnée pour bénéficier d'une gratification ?

Sceptiques sur la lutte bio

- Quels étaient les acteurs sceptiques sur la lutte biologique à l'époque ?

Impact

- La lutte biologique a entraîné une augmentation d'effectif au CG ? Le foncier a bien joué mais a-t-elle participé tout de même ? Demander l'évolution du nb de salariés dans le département.
- Qu'est-ce qui est à l'origine de la prise de conscience des méthodes respectueuses de l'environnement dans la politique du CG ?

Recettes du CG

- Vous m'aviez dit que les recettes du CG venaient de l'Etat, des taxes foncières et d'habitation, du tabac et des subventions européennes. Quelle part pour chacun des financements ?

Annexe 5 : Compte-rendu des focus groups réalisés

Annexe 5.1 : Les focus groups réalisés à la FDGDON

- Le focus group du 9 avril 2015 : une première confrontation avec les acteurs

Personnes présentes : 3
Présentation de l'étude
Présentation de chacun des outils

Ce focus group a permis de présenter l'étude et les hypothèses d'outils d'analyse de l'impact. Quelques questions avaient été notées :

- 1) Le riz sporisé a d'abord été produit par Labo Bois Rouge puis arrêté puis reproduction avec FDGDON ?
- 2) Changement de variété a réellement fait diminuer l'infestation ?
- 3) Suxon a bien été interdit mais quand ça ?
- 4) Quelles méthodes alternatives au champignon ont été développées par les planteurs pour lutter contre le VB?
- 5) Connait-on le nombre d'agriculteurs qui ont arrêté la canne à cause du ver blanc ?
- 6) Qu'est-ce que le projet 3P219 [Etude de la durabilité de la lutte biologique contre le ver blanc ? Qui le supervise ? C'est le Cirad ?
- 7) Les SICAs et les CUMA ont-elles financé l'usine Betel ?
- 8) Betel a racheté un brevet ? A qui à l'Inra ?
- 9) Comment s'est déroulé le financement et la direction de l'usine Betel ?
- 10) Le produit est-il réellement homologué ? Affiche affirme que oui Rapport mission Vercambre 2004 en annexes.
- 11) Quels groupes de travaux ont été constitués ? Quand et qui dedans ?

- Le focus group du 3 juin 2015 : une validation des outils après une série d'enquêtes

Personnes présentes : 2
Programme du focus group

- Présentation des outils : chronogramme + cartographie des acteurs + chemin de l'impact
- Validation des outils
- Hiérarchisation des impacts
- Discussion sur les sujets suivants :
 - Part jouée par la lutte biologique contre le ver blanc dans l'essor de la FDGDON (30 mn)
 - Amélioration de la communication entre les acteurs de la filière avec la lutte biologique ? (30 mn)
 - Les nouvelles initiatives de lutte biologique (20 mn)

Présentation et validation des outils

Les trois outils mentionnés plus haut ont été présentés. Le chronogramme n'a pas fait l'objet de remarques complémentaires. Nous sommes rapidement passés à la cartographie des acteurs et au chemin de l'impact. En témoignant des conséquences des vols de hannetons chez les particuliers (destruction de pelouse, dîners perturbés, lumières à éteindre, etc.), l'impact « Conditions de vie des particuliers ». Ce focus group a également permis d'apprendre que la technique d'application du riz sporisé via une brouette était à la base conçue pour l'épandage du Suxon. De légères adaptations ont été effectuées pour le riz sporisé.

Hiérarchisation des impacts

Une vingtaine de minutes ont été nécessaires pour hiérarchiser les impacts des deux niveaux, en remplissant directement le tableau proposé par Agathe le 2 juin en regard du chemin de l'impact. Lors de cet exercice, Gilberte Perrot a été troublée par une mauvaise interprétation personnelle des flèches entre impacts, consistant à attribuer un rôle exclusif (et non partiel) de l'impact situé en amont de la flèche sur celui situé en aval, avec pour résultat de biaiser la hiérarchisation. Aussi, indiquer la sémantique des flèches sur le chemin de l'impact est primordial.

Les hiérarchisations d'impact de niveau 1 et 2 résultant du focus group sont respectivement présentées en Tableau 1 et 2. On remarque que certains impacts sont similaires entre les deux enquêtes comme « Santé planteurs », « Activités des planteurs », « Activité de la filière canne à sucre » ou encore « Réduction de la lutte chimique ». Ceci est dû au fait que les deux participants ont parfois communiqué leurs notes à voix haute, et ont donc influencé les résultats de l'autre enquêté. On peut également remarquer qu'aucun impact n'a obtenu une intensité de 10, correspondant à « avoir amené un changement peu important ».

Annexe 5.2 : Les focus group planteurs

- Le focus group planteurs réalisé le 19 mai 2015 à Sainte Rose

1) Personnes présentes

2 planteurs

Les deux planteurs ont leur exploitation sur la commune de Sainte Rose.

2) Méthodologie

Le focus group n'était pas prévu. Les planteurs étant voisins, ont décidé de venir ensemble au rendez-vous fixé avec l'un d'eux. J'ai donc pu profiter de cette configuration d'enquête pour tester réellement le focus group appliqués aux planteurs.

J'ai d'abord présenté l'étude et nous avons rapidement abordé les premiers dégâts de ver blanc observés sur l'île.

3) Eléments de compte rendu

Dégâts ver blanc

Rapidement, les deux planteurs ont dit qu'à Sainte Rose, il n'y avait pas de vers blancs en ce moment. Puis avant de parler des dégâts plus importants il y a une dizaine d'années, ils ont rappelé que le Betel est efficace. Ils disent observer une diminution du problème depuis qu'ils utilisent le produit. Les dégâts n'ont pas pu être connus précisément pour chaque exploitant. En effet, le planteur n°1 a donné un chiffre de dégâts moyens (10-15t/ha) et l'autre a acquiescé, déclarant que pour lui c'était à peu près pareil. Les planteurs ont aussi rappelé que leur zone était assez pluvieuse et que par conséquent le ver blanc avait été moins virulent. Ils concluent au fait que le ver blanc n'est aujourd'hui pas le problème majeur à Sainte Rose. Le principal problème provient des mauvaises herbes, problème plus virulent en zone pluvieuse (Est de l'île).

Application du produit

Le planteur n°1 déclare appliquer le produit à la main en mettant un sac de Betel contenant la moitié de la dose en Betel et le reste en engrais. Les deux intrants sont donc appliqués simultanément. Le planteur n°2 ajoute qu'il l'applique de la même manière. Les planteurs stockent le produit sous des pailles de canne arrosées pour maintenir le produit au frais.

Répartition du temps de parole

Le planteur n°1 a mobilisé au moins 70% du temps de parole. Le planteur n°2 se contentait d'acquiescer ou de rajouter quelques éléments. Le temps de parole n'a pas du tout été égal malgré les tentatives de relance vis-à-vis du planteur n°2.

Instrumentalisation de l'enquête

Le planteur n°1 s'est plaint du coût d'achat du produit Betel. Il déclare que certes il est efficace mais qu'il est cher. Cet élément revenait ponctuellement dans son discours tout au long de l'entretien. Celui-ci souhaitait un retour au mécanisme de subventionnement initial où le planteur n'avait pas avancé le montant de la subvention. En fin d'entretien, le planteur a déclaré « Tu mettras dans ton enquête que le Betel est trop cher, tu le diras à la DAAF ». De même, le planteur a insisté que les doses de raticide pour lutter contre un autre ravageur de la canne, le rat, étaient trop coûteuses. Le planteur a insisté pour que ces éléments soient dans les résultats de mon enquête. Il y a une réelle volonté de saisir l'opportunité de l'enquête pour faire ressortir des insatisfactions des planteurs.

- Le focus group planteurs réalisé le 23 juin 2015 à Saint Joseph

1) Personnes présentes

- un technicien de la Chambre d'Agriculture
- cinq planteurs

Les planteurs ont tous leur exploitation sur la commune de Saint Joseph.

2) Méthodologie

Le focus group n'était pas prévu. Le technicien a souhaité inviter les planteurs en même temps et discuter du problème ver blanc et de la lutte biologique ensemble. J'ai donc pu profiter de cette configuration d'enquête pour tester réellement le focus group appliqués aux planteurs.

J'ai d'abord présenté l'étude et nous avons rapidement abordé les premiers dégâts de ver blanc observés sur l'île.

3) Eléments de compte rendu

Dégâts du ver blanc

Un planteur n°1 déclare être passé l'an dernier de 70t à 38t de canne sur un hectare sur une parcelle.

Les planteurs et le technicien s'accordent à dire que les premiers dégâts de ver blanc sont apparus entre 1998 et 2000 sur la commune de Saint Joseph. Le planteur n°2 dit avoir perdu 150 tonnes.

Le ver blanc est aujourd'hui moins virulent. Le planteur n°1 a eu des problèmes l'an dernier mais les autres avouent que ce n'est pas un problème majeur.

Le technicien rappelle la chance d'avoir des îlots de parcelles réparties à différents endroits de la commune permettant ainsi de diminuer le risque d'infestation du ver blanc sur toute l'exploitation

Les planteurs ont observé des dégâts assez importants sur d'autres cultures. L'agriculteur n°4, maraîcher et ne plantant pas de canne dit avoir eu des problèmes de ver blanc sur les salades, les topinambours. Le planteur n°5 a observé des attaques importantes sur ses plants de patate. Le planteur n°2 rappelle les dégâts du ver blanc sur les pelouses de football.

Le planteur n°2 rappelle qu'il y a plusieurs vers blancs et qu'il y avait un autre ver blanc avant le ver blanc provenant de Madagascar.

Le planteur n°5 souligne que le ver blanc fait plus de dégâts quand il fait sec et que le produit Betel n'est pas efficace car le sol est très chaud. Le technicien et les autres planteurs acquiescent.

Le planteur n°2 se dit « non inquiété par le ver blanc ». Le technicien insiste pour connaître leur perception du problème ver blanc et l'importance qu'il peut avoir par rapport au borer ou rats notamment. Les planteurs s'accordent à dire qu'il ne faut pas le négliger mais que ce n'est pas un problème majeur. Le planteur n°1 dit quand même que les dégâts survenus l'an dernier l'ont bien marqué.

Approvisionnement et application du produit Betel

Les planteurs s'approvisionnent à des endroits différents (Gamvert à St Joseph, Saint Louis).

Le planteur n°1 déclare appliquer le produit à la main avec une bouteille. On s'accorde à dire que le temps nécessaire pour appliquer le produit n'est pas très important. Il est par contre difficile à doser à l'hectare selon le planteur n°1.

Le produit est déclaré comme contraignant à appliquer. Ils le stockent au pied d'un arbre à l'ombre. Le technicien leur demande s'il ne serait pas mieux de le mettre dans une glacière. Ils lui répondent que non ils ne le font pas, que ce serait un surcoût et que durant la période de vol le climat n'est pas très chaud. Le planteur n°4, maraîcher, dit que tant qu'à l'acheter il vaudrait mieux faire les choses proprement et le mettre dans une glacière.

Les planteurs l'ont tous mis à la replantation quand ils l'ont appliqué et non pas au buttage. Ils mettent l'écumes sur tout le champ, réalise un labour puis un sillonnage puis dépose le Betel au fond du sillon. Le technicien m'explique qu'il est nécessaire que l'écume ait été stocké pendant quelque temps pour abaisser sa température lors de la mise en plein champ.

Les planteurs n'ont plus fait de dossier de replantation depuis quelques années, le Betel n'est plus appliqué. Le planteur n°2 n'a plus fait de replantations depuis 2003. Il n'a donc pas mis de Betel depuis. Sur Saint Joseph le nombre de dossiers de replantation a diminué, les planteurs trouvent les procédures lourdes et chronophages. Le dossier de replantation est souvent considéré comme une procédure lourde.

Surfaces et moyenne de replantation

Je m'adresse aux planteurs en leur demandant quelles sont leurs surfaces cultivées. Le planteur n°1 répond en premier et déclare avoir 9,50ha. Le technicien me dit qu'ici à Saint Joseph la moyenne en canne est de 5ha cultivés par exploitation.

Avis sur la lutte biologique

Les planteurs sont d'accord pour dire que le trempage a été très efficace mais pas tous l'ont fait. Ils ont trouvé les résultats concluants.

Les planteurs n'étaient pas au courant du retour du riz sporisé pour le trempage.

Le planteur n°1 a fait du trempage sur le terrain de football de Saint Joseph. Durant la période de vols, le trempage se faisait à différents endroits dans la commune tant qu'il y avait un point lumineux.

Les planteurs sont tous d'accord pour dire qu'il serait bien de refaire du trempage car pour eux il a été le moyen de lutte le plus efficace. Le planteur n°5 dit que pour lui le trempage a été le meilleur moyen de lutte, il trouve le Betel pas efficace [« Je n'ai pas confiance dans le Betel »] tout comme le planteur n°1 qui en avait mis sur la parcelle où il a eu quasiment 50% pertes de tonnes de canne. De plus, le planteur n°4 trouve le riz sporisé bien moins contraignant et plus facile à appliquer.

Le technicien déplore en insistant qu'il n'ait pas été prévenu lorsque les problèmes de ver blanc sont apparus chez le planteur n°1 l'an dernier. Le technicien rappelle la nécessité de faire du préventif. Les planteurs n°1 et n°5 soulignent que le ver blanc « va revenir si on ne fait rien ».

Le technicien s'interroge sur le prix du produit en questionnant les planteurs sur leur perception du prix du produit. Les planteurs trouvent le produit cher mais le planteur n°5 rappelle que quand on achète le produit c'est surtout pour toucher les aides à la replantation.

Luttes contre le ver blanc

Les planteurs les tuent en les écrasant durant la période de vol.

Le planteur n°2 dit avoir observé que le tangué mange les vers blancs. Le planteur n°1 dit que le labour est important pour tuer le ver blanc. Le technicien lui rappelle que ce type de lutte reste difficile sur la canne, puisqu'on laboure seulement à la replantation.

Le planteur n°1 souligne l'intérêt des points lumineux et compare avec les vols de pétrels où l'éclairage est coupé en période de vol des oisillons.

Le Suxon est vu comme efficace mais sans insistance.

Sensibilité à l'innovation

Le planteur n°4 paraît plus sensible à l'innovation. Il se propose de participer aux possibles campagnes de trempage. Les planteurs 1 et 2 participent à des formations mais paraissent moins sensibles à l'innovation que le planteur n°4.

Impact sur l'exploitation

L'impact est abordé sous la notion de changement par la question suivante : Quels changements avez-vous observé avec la lutte biologique.

Le planteur n°1 répond rapidement « Ca a pas mal aidé mais il est difficile de savoir quoi a été efficace ». La superposition de plusieurs moyens de lutte rend l'analyse de l'attribution de la lutte biologique aux impacts difficile.

Les dégâts du ver blanc n'ont pas impacté la dynamique d'investissement des planteurs. Par conséquent, on ne peut pas dire que l'investissement a été impacté par la lutte biologique.

Impact environnemental

Il est demandé aux planteurs s'ils observent toujours les pastilles bleues de Suxon. Deux planteurs me disent que oui. Le planteur n°2 ajoute que le Betel n'est tout de même pas agréable à l'odeur. Il se demande s'il n'est pas toxique.

Globalement les planteurs mis à part le planteur n°4 qui est en maraîchage biologique et ne plante pas de canne, les autres paraissent ne pas être tellement sensibles aux problématiques environnementales. Le planteur n°2 pratique l'épillage sur ses parcelles, la raison est avant tout économique (réduction du coût en herbicides, prime d'épillage via les Mesures Agro-Environnementales). L'impact identifié « Filière respectueuse de l'environnement » reste une image et ne concerne pas directement les planteurs puisque cela ne leur permet pas de vendre plus cher leur canne.

Annexe 6 : Tableau acteurs

Annexe 6.1 : Tableau des acteurs majeurs en 1981

Acteurs	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur	Fonction	Complément colonne précédente	Type de lien avec la recherche	Complément colonne précédente	Intensité du lien avec la recherche	Autres acteurs avec lesquels l'acteur a des interactions	Participation à l'étude ImpresS
FDGDEC	Service d'une organisation	du SPV (nouvellement SALIM, service de la DAAF)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prospecter les zones touchées par le ver blanc 2. Alerter/ Diffuser 3. Conseiller sur les méthodes de lutte 	Appui/ conseil	Production d'une connaissance (Prospections)	Appui	Diffuse la technique	Fort (équipe pilotée par chercheur de l'IRAT)	IRAT, Planteurs, Planteurs/Industriels, Chambre d'Agriculture	Focus group
Planteurs/ Industriels	Autre	Ensemble d'individus et d'organisations	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements et de production de sucres 	Production d'un bien	Adoption de l'innovation	Autre	Mise à disposition d'informations (pertes de rendement, biologie du ravageur)	Moyen (relayent les observations terrain aux techniciens de la Chambre d'Agriculture ou à la FDGDEC)	Chambre d'Agriculture, FDGDEC	Entretien
IRAT	Organisation	-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluer l'ampleur du phénomène 2. Comprendre la biologie du ravageur 3. Trouver une méthode de lutte durable contre le ver blanc 	Production d'une connaissance	-	Autre	Organisme de recherche	-	CERF, FDGDEC, SPV, Chambre d'Agriculture	Entretien
SPV	Service d'une organisation	de la DAAF	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trouver une méthode de lutte durable contre le ver blanc 2. Maintenir la filière canne à sucre 	Autre	Gestion organisationnelle de la lutte	Appui	-	Fort (prise de décisions sur la base des avancées de la recherche)	FDGDEC, Irat	Entretien
SUAD	Service d'une organisation	de la Chambre d'Agriculture	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relayer l'information du terrain 	Production d'une connaissance	-	Appui	-	Moyen (relaie les informations terrain)	Planteurs, FDGDEC	Entretien

Annexe 6.2 : Tableau des acteurs ayant influencé le processus d'innovation en 1981

Acteurs	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur	Type d'influence sur l'innovation	Participation à l'étude ImpresS
Conseil Général	Organisation	-	1. Appuyer financièrement les pertes 2. Financer la recherche	Financement	Entretien
Médias	Autre	Groupe d'organisations	1. Alerter / Diffuser l'information	Relayer les avancées en matière de recherche et de dégâts	Mise à disposition d'archives
CERF	Organisation	-	1. Participer à trouver une solution contre le ver blanc	Mise à disposition de parcelles d'expérimentation	Entretien

Annexe 6.3 : Tableau des acteurs impactés en 1981

Acteurs impactés	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur	Type d'influence de l'innovation sur l'acteur	Participation à l'étude ImpresS
Planteurs/Industriels	Autre	Ensemble d'individus et d'organisations	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements et de production de sucres	Innovation pas encore en place	Entretien
Population	Autre	Ensemble d'individus	1. Réduire le vol des hannetons	Innovation pas encore en place	Aucune

Annexe 6.4 : Tableau des acteurs majeurs en 1987

Acteur	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur	Fonction	Complément colonne précédente	Type de lien avec la recherche	Complément colonne précédente	Intensité du lien avec la recherche	Autres acteurs avec lesquels l'acteur a des interactions	Participation à l'étude ImpresS
FDGDEC	Service d'une organisation	du SPV (nouvellement SALIM, service de la DAAF)	1. Prospecter les zones touchées par le ver blanc 2. Alerter/ Diffuser	Appui/cons eil	Diffuse la technique	Appui	Participation aux expérimentations	Fort (équipe pilotée par chercheur de l'IRAT)	IRAT, Planteurs, Planteurs/ Industriels, Chambre d'Agriculture	Focus group
Planteurs/ Industriels	Autre	Ensemble d'individus et d'organisations	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements et de production de sucres	Autre	Adoption de l'innovation	Autre	Mise à disposition d'informations (pertes de rendement, biologie du ravageur)	Moyen (relayent les observations terrain aux techniciens de la Chambre d'Agriculture ou à la FDGDEC)	Chambre d'Agriculture, FDGDEC	Entretien
Université de La Réunion	Organisation	-	1 Être un partenaire de recherche local	Production d'une connaissance	-	Appui	-	Fort (Prospectations à Madagascar avec le Cirad)	Cira, Inra, FDGDEC	Entretien
Cirad	Organisation	-	1. Évaluer l'ampleur du phénomène 2. Trouver une méthode de lutte durable contre le ver blanc 3. Réaliser des tests pour développer un produit de lutte à base du champignon Beauveria	Production d'une connaissance	-	Autre	Organisme de recherche	-	CERF, FDGDEC, SPV, Chambre d'Agriculture	Entretien
INRA	Organisation	-	1. Accompagner à la découverte d'une méthode de lutte durable	Appui/cons eil	Production d'une connaissance	Appui	Organisme de recherche	Fort (Avec l'IRAT)	IRAT	Aucune
SPV	Service d'une organisation	de la DAAF	1. Trouver une méthode de lutte durable contre le ver blanc 2. Appuyer à la mise en place d'un produit de lutte à base du champignon Beauveria 3. Maintenir la filière canne à sucre 4. Veiller au bon respect des lois phytosanitaires	Autre	Gestion organisationnelle de la lutte	Appui	-	Fort (prise de décisions sur la base des avancées de la recherche)	FDGDEC, Irat	Entretien
SUAD	Service d'une organisation	de la Chambre d'Agriculture	1. Relayer l'information du terrain	Production d'une connaissance	-	Appui	-	Moyen (relaie les informations terrain)	Planteurs, FDGDEC	Entretien

Annexe 6.5 : Tableau des acteurs ayant influencé le processus en 1987

Acteur	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur	Type d'influence sur l'innovation	Participation à l'étude ImpresS
Conseil Général	Organisation	-	1. Appuyer financièrement les pertes 2. Financer la recherche et les activités de lutte (FDGDEC)	Financement	Entretien
Médias	Autre	Groupe d'organisations	1. Alerter / Diffuser l'information	Relayer les avancées en matière de recherche et de dégâts	Mise à disposition d'archives
CERF	Organisation	-	1. Participer à trouver une solution contre le ver blanc	Mise à disposition de parcelles d'expérimentation	Entretien
Fofifa	Organisation	-	1. Appuyer les prospections du champignon à Madagascar	Facilitation de la découverte du champignon	Aucune
CEEMAT	Organisation	-	1. Développer une technique d'application du produit	Facilitation d'adoption de l'innovation	Entretien
SCEP Botanica	Organisation	-	1. Commercialiser un premier moyen de lutte (chimique)	Donner plus de temps à la mise en place d'un produit de lutte biologique efficace	Entretien
SICA	Organisation	-	1. Distribuer le produit de lutte chimique	Donner plus de temps à la mise en place d'un produit de lutte biologique efficace	Entretien
Population	Autre	Ensemble d'individus	1. Réduire le vol des hannetons	-	Aucune
Communes	Autre	Groupe d'organisations	1. Jouer sur l'éclairage pour diminuer les vols d'hannetons	-	Entretien

Annexe 6.6 : Tableau des acteurs impactés en 1987

Acteur	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur	Type d'influence de l'innovation sur l'acteur	Participation à l'étude ImpresS
Planteurs/Industriels	Autre	Ensemble d'individus et d'organisations	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements et de production de sucres	Innovation pas encore en place	Entretien
Population	Autre	Ensemble d'individus	1. Réduire le vol des hannetons	Innovation pas encore en place	Aucune
Cirad	Organisation	-	idem que dans "acteurs majeurs"	Amélioration de l'image du Cirad suite à la découverte du champignon	Entretien

Annexe 6.7 : Tableau des acteurs majeurs en 1989

Acteur	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur (par rapport à l'innovation)	Fonction en rapport à l'innovation	Complément colonne précédente	Type de lien avec la recherche	Complément colonne précédente	Intensité du lien avec la recherche	Autres acteurs avec lesquels l'acteur a des interactions [en relation avec l'innovation]	Participation à l'étude ImpresS
FDGDEC	Service d'une organisation	du SPV (nouvellement SALIM, service de la DAAF)	1. Produire du riz sporisé 2. Organiser la lutte sur le terrain 3. Prospecter les zones touchées par le ver blanc 4. Alerter/ Diffuser 5. Contrôler l'efficacité du produit	Production d'un bien	Appui/Conseil	Appui	-	Fort	SPV, Planteurs, Chambre d'Agriculture, Cirad, Société Adrien Béliet	Focus group
SPV	Service d'une organisation	de la DAAF	1. Trouver une méthode de lutte durable contre le ver blanc 2. Appuyer à la mise en place d'un produit de lutte à base du champignon Beauveria 3. Maintenir la filière canne à sucre 4. Veiller au bon respect des lois phytosanitaires	Autre	Prise de décision	Autre	Organise la veille	Fort	Cirad, FDGDEC, Planteur Barau	Entretien
Planteurs	Autre	Ensemble d'individus	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements en canne	Autre	Adoption de l'innovation	-	-	Faible	Industriels, Sica, FDGDEC, Chambre d'Agriculture	Entretien
Industriels	Autre	Ensemble d'organisations	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de production en sucres	Production d'un bien	Faciliter la diffusion de l'innovation pour pérenniser la filière	Appui	Réalisation des opérations publiques de trempage	Faible	Planteurs, FDGDEC	-

Société Adrien Bélier (Planteur Barau)	Individu	-	1. Dynamiser la lutte biologique en mettant à disposition un local pour la production du riz sporisé	Appui/conseil	Mise à disposition d'un local	Appui	Diffusion de l'innovation	Faible	SPV, FDGDEC	Aucune
Cirad	Organisation	-	1. Assister scientifiquement le développement de la production de riz sporisé	Appui/conseil	-	Autre	Organisme de recherche	-	SPV, FDGDEC, Inra, Université de la Réunion	Entretien
Inra	Organisation	-	1. Appuyer les recherches du Cirad 2. Homologuer la souche de champignon utilisée	Appui/conseil	-	Appui	Travaille sur l'identification du champignon	Moyen (l'Inra a breveté la souche, est de moins en moins impliqué dans le processus)	Cirad	Entretien
Université de La Réunion	Organisation	-	1. Être un partenaire de recherche local	Production d'une connaissance	-	Appui	-	Fort (Prospection à Madagascar avec le Cirad)	Cira, Inra, FDGDEC	Entretien
SUAD	Service d'une organisation	de la Chambre d'agriculture	1. Vulgariser les méthodes de lutte 2. Livrer le riz sporisé 3. Conseiller le planteur	Appui/conseil	-	Appui	-	Fort	FDGDEC, Planteurs	Entretien

Annexe 6.8 : Tableau des acteurs ayant influencé le processus en 1989

Acteur	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur (par rapport à l'innovation)	Type d'influence sur l'innovation	Participation à l'étude Impress
Médias	Autre	Ensemble d'organisations	1. Alerter / Diffuser l'information	Relayer les avancées en matière de recherche, de dégâts et de lutte biologique	Mise à disposition d'archives
Communes	Organisation	-	1. Mettre à disposition des acteurs de la lutte un environnement favorable (Jouer sur l'éclairage pour diminuer les vols d'hannetons)	Meilleure diffusion de l'innovation via la multiplication des opérations publiques de trempage	Entretien
Conseil Général	Organisation	-	1. Appuyer financièrement les pertes 2. Financer la recherche et les activités de lutte (FDGDEC) 3. Financer la production de riz sporisé	Financement	Entretien
Population	Autre	Ensemble d'individus	1. Réduire les vols des hannetons	Plus grande diffusion de l'innovation	Entretien

Etat mauricien	Organisation	-	1. Se prémunir contre l'importation du ravageur	Meilleure conscientisation du problème et meilleure mobilisation de l'innovation	Aucune
Préfet de la Réunion	Individu	-	1. Maintenir l'activité économique de la filière canne à sucre	Innovation devient obligatoire	Aucune
SICA	Organisation	-	1. Commercialiser un premier moyen de lutte (chimique)	Donner plus de temps à la mise en place d'un produit de lutte biologique efficace	Entretien
Botanica	Organisation	-	1. Vendre le produit de lutte chimique	Donner plus de temps à la mise en place d'un produit de lutte biologique efficace	Entretien
APR	Service d'une organisation	de la Chambre d'agriculture	1. Communiquer sur la lutte biologique	Autre	Production de vidéos, bande dessinée

Annexe 6.9 : Tableau des acteurs impactés en 1989

Acteur	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur	Type d'influence de l'innovation sur l'acteur	Participation à l'étude ImpresS
Planteurs	Autre	Ensemble d'individus	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements	Réduction des pertes en rendement	Entretien
Industriels	Autre	Ensemble d'organisations	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements et de production de sucres	Maintien d'un volume de cannes pour assurer un volume en sucres	Entretien
Population	Autre	Ensemble d'individus	1. Réduire le vol des hannetons	Réduction de la nuisance des vols	Aucune
FDGDEC	Organisation	-	idem que dans "acteurs majeurs"	Amélioration de l'image de la FDGDEC suite à la production du riz sporisé	Focus group

Annexe 6.10 : Tableau des acteurs majeurs en 1996

Acteur	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur (par rapport à l'innovation)	Fonction en rapport à l'innovation	Complément colonne précédente	Type de lien avec la recherche	Complément colonne précédente	Intensité du lien avec la recherche	Autres acteurs avec lesquels l'acteur a des interactions (en relation avec l'innovation)	Participation à l'étude ImpresS
FDGDEC	Organisation	-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Surveiller le territoire (prospections, piégeages) 2. Alerter/ Diffuser 3. Produire du riz sporisé 	Production d'un bien	Appui/Conseil	Appui	-	Moyen	SPV, Planteurs, Chambre d'Agriculture, Cirad, Betel Réunion	Focus group
SPV	Service d'une organisation	de la DAAF	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trouver une méthode de lutte durable contre le ver blanc 2. Appuyer à la mise en place d'un produit de lutte à base du champignon Beauveria 3. Maintenir la filière canne à sucre 4. Veiller au bon respect des lois phytosanitaires 	Autre	Prise de décision	Autre	Consulte la recherche	Moyen	Cirad, FDGDEC, Planteur Barau	Entretien
Planteurs	Autre	Ensemble d'individus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements en canne 	Autre	Adoption de l'innovation	Autre	Aucun	Très faible	FDGDEC, Chambre d'agriculture, SICA	Entretien
Chambre d'agriculture	Organisation	-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vulgariser les méthodes de lutte 2. Livrer le riz sporisé 3. Conseiller le planteur 	Appui/conseil	-	Autre	Aucun	Très faible	Planteurs, FDGDEC	Entretien
Betel Réunion	Organisation	-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Produire du Betel pour être rentable économiquement 	Production d'un bien	-	Autre	Aucun	Très faible	Actionnaires de l'usine, Ministère de l'agriculture, FDGDEC	Entretien

Annexe 6.11 : Tableau des acteurs ayant influencé le processus en 1996

Acteur	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur (par rapport à l'innovation)	Type d'influence sur l'innovation	Participation à l'étude ImpresS
Inra	Organisation	-	1. Vendre le brevet à une société privée	Mise à disposition de la souche	Aucune
Cirad	Organisation	-	1. Conseiller techniquement le contrôle de l'efficacité du produit	Appui/Conseil	Entretien
Université de La Réunion	Organisation	-	1. Développer des axes de recherche sur le champignon	Amélioration des connaissances	Entretien
Fonds européen	Organisation	-	1. Financer une innovation respectueuse de l'environnement	Augmentation des aides disponibles	Aucune
Conseil Général	Organisation	-	1. Assurer la pérennité de la lutte contre le ver blanc 2. Financer une initiative locale respectueuse de l'environnement	Subventionnement des produits de lutte biologique	Entretien
Médias	Autre	Ensemble d'organisations	1. Alerter/Diffuser	Relayer les avancées en matière de recherche, de dégâts et de lutte biologique	Aucune
Communes	Autre	Ensemble d'organisations	1. Mettre à disposition des acteurs de la lutte un environnement favorable (Jouer sur l'éclairage pour diminuer les vols d'hannetons)	Facilitation de la diffusion de l'innovation via la multiplication des opérations publiques de trempage	Entretien
Population	Autre	Ensemble d'individus	1. Réduire les vols des hannetons	Plus grande diffusion de l'innovation	Aucune
Ministère de l'agriculture	Organisation	-	1. Vérifier la validité du dossier d'homologation	Autorisation de la vente du produit	Aucune
SCEP Botanica	Organisation	-	1. Vendre le produit de lutte chimique	Donner plus de temps à la mise en place d'un produit de lutte biologique efficace	Entretien
SICA	Autre	Ensemble d'organisations	1. Commercialiser le produit Betel	Assurer un canal de distribution du produit sur toute l'île	Entretien
Banque Sofider	Organisation	-	1. Investir dans une initiative locale	Pérenniser la structure Betel Réunion	Aucune
Industriels	Autre	Ensemble d'organisations	1. Maintenir un niveau de production en sucres	Pérenniser la structure Betel Réunion	Entretien
Calliope NPP	Organisation	-	1. Investir dans une nouvelle région sur un nouveau produit	Pérenniser la structure Betel Réunion	Aucune
Ministère de la recherche et de la toxicologie	Organisation	-	1. S'assurer d'une faible toxicité du produit	Facilitation de l'autorisation de la vente du produit	Aucune

Annexe 6.12 : Tableau des acteurs impactés en 1996

Acteur	Nature de l'acteur	Éléments complémentaires [colonne précédente]	Objectifs de l'acteur	Type d'influence de l'innovation sur l'acteur	Participation à l'étude ImpresS
Planteurs	Autre	Ensemble d'individus	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements en canne	Réduction des pertes en rendement	Entretien
Industriels	Autre	Ensemble d'organisations	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements et de production de sucres	Maintien d'un volume de cannes pour assurer un volume en sucres	Entretien
Botanica	Organisation	-	1. Vendre le produit de lutte chimique	Réduction de son chiffre d'affaires par la diminution des doses prescrites et des quantités vendues de Suxon	Entretien
Population	Autre	Ensemble d'individus	1. Réduire le vol des hannetons	Réduction de la nuisance des vols	Aucune

Annexe 6.13 : Tableau des acteurs majeurs en 2007

Acteur	Nature de l'acteur	Éléments complémentaires [colonne précédente]	Objectifs de l'acteur [par rapport à l'innovation]	Fonction en rapport à l'innovation	Éléments complémentaires [colonne précédente]	Type de lien avec la recherche	Éléments complémentaires [colonne précédente]2	Intensité du lien avec la recherche	Autres acteurs avec lesquels l'acteur a des interactions [en relation avec l'innovation]	Participation à l'étude ImpresS
FDGDON	Organisation	-	1. Surveiller le territoire (prospections, piégeages) 2. Alerter/ Diffuser	Production d'une connaissance	-	Appui	-	Moyen	Chambre d'agriculture, SPV, Planteurs	Focus group
Planteurs	Autre	Ensemble d'individus	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements en canne	Autre	Adoption	Autre	Aucun	Très faible	CTICS, Distributeurs privés, Chambre d'agriculture, FDGDON	Entretien
Cirad	Organisation	-	1. Conseiller techniquement le contrôle de l'efficacité du produit 2. Relancer des travaux de recherches sur le champignon <i>Beauveria</i>	Production d'une connaissance	-	Autre	Organisme de recherche	-	Rectorat, FDGDON, SPV	Entretien

SPV	Service d'une organisation	-	1. Veiller au bon respect des lois phytosanitaires	Autre	Prise de décision	Autre	Consulte la recherche	Moyen	FDGDON, Cirad	Entretien
Chambre d'agriculture	Organisation	-	1. Vulgariser les méthodes de lutte 2. Conseiller le planteur sur l'utilisation du produit	Appui/conseil	-	Autre	Aucun	Très faible	FDGDON, Planteurs	Entretien
Betel Réunion	Organisation	-	1. Produire du Betel pour être rentable économiquement	Production d'un bien	-	Appui	-	Moyen	Distributeurs privés, Cirad, NPP Calliope, Industriels	Entretien

Annexe 6.14 : Tableau des acteurs ayant influencé le processus en 2007

Acteur	Nature de l'acteur	Complément colonne précédente	Objectifs de l'acteur (par rapport à l'innovation)	Type d'influence sur l'innovation	Participation à l'étude Impress
Rectorat	Organisation	-	1. Impliquer les élèves dans une	Production d'une connaissance	Aucune
Fonds européen	Organisation	-	1. Financer une innovation respectueuse de l'environnement	Augmentation des aides disponibles	Aucune
Conseil Général	Organisation	-	1. Assurer la pérennité de la lutte contre le ver blanc 2. Financer une initiative locale respectueuse de l'environnement	Subventionnement des produits de lutte biologique	Entretien
CTICS	Organisation	-	1. Veiller à la bonne constitution du dossier de replantation	S'affranchir au maximum de la non-utilisation du produit	Entretien
Distributeurs privés	Autre	Ensemble d'organisations	1. Commercialiser le produit Betel	Assurer un canal de distribution du produit sur toute l'île	Entretien
NPP Calliope	Organisation	-	1. Investir dans une nouvelle région sur un nouveau produit	Pérenniser la structure Betel Réunion	Entretien

Industriels	Organisation	-	1. Maintenir un niveau de production en sucres	Pérenniser la structure Betel Réunion	Entretien
--------------------	--------------	---	--	---------------------------------------	-----------

Annexe 6.15 : Tableau des acteurs impactés en 2007

Acteur	Nature de l'acteur	Si "Autre" dans colonne précédente, précisez	Objectifs de l'acteur	Type d'influence de l'innovation sur l'acteur	Participation à l'étude ImpresS
Planteurs	Autre	Ensemble d'individus	1. Lutter contre le ver blanc pour maintenir un niveau de rendements en canne	Réduction des pertes en rendement	Entretien
Industriels	Autre	Ensemble d'organisations	1. Maintenir un niveau de production en sucres	Maintien d'un volume de cannes pour assurer un volume en sucres	Entretien
Distributeurs privés	Autre	Ensemble d'organisations	1. Commercialiser le produit Betel	Augmentation de son chiffre d'affaires	Entretien

Annexe 7 : Tableau descripteurs

Descripteurs	Source de collecte	Catégorie d'acteurs	Autres	Acteur majeur de l'innovation	Influence de l'acteur sur l'innovation	Acteur concerné par le descripteur (si différent)	Impact de l'innovation sur l'acteur	Niveau d'impact	Impact
"A permis de faire connaître la lutte biologique"	Entretien individuel	Autre	PPQ Expert de la filière	Non	Acteur n'ayant pas eu d'influence sur l'innovation	Population	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales
"A sensibilisé les élus aux approches alternatives de lutte"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Conseil Général	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Elus	Acteur impacté positivement par l'innovation		Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales
"Le Beauveria a crédibilisé la lutte biologique d'une manière générale notamment la mouche bleue"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales
"le ver blanc et la lutte ont permis de faire prendre conscience de la fragilité des écosystèmes"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Société	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales
"S'il n'y avait pas eu de vers blancs, il n'y aurait pas eu ces projets de lutte biologique et la création de Coccinelle"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Société	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales
« Ça nous a ouvert les portes à d'autres luttes »	Focus groupe	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales
"A aidé à faire prendre conscience aux planteurs des problèmes environnementaux"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Betel	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Betel	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales
"A permis de leur (population) donner un avis favorable sur la lutte biologique"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	CERF	Non	Acteur n'ayant pas eu d'influence sur l'innovation	Population	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales
"A permis d'enrichir la vision sur les techniques modernes de lutte"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	CERF	Non	Acteur n'ayant pas eu d'influence sur l'innovation	Tous les acteurs	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales
"La lutte biologique a permis de faire prendre conscience les gens de l'intoxication sur le public"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Population	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales

"Pas mal d'agriculteurs ont appris une nouvelle technique"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	CERF	Non	Acteur n'ayant pas eu d'influence sur l'innovation	Planteurs	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Résilience des acteurs
"Elle a permis de ne plus utiliser d'insecticides à la plantation"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Réduction de la lutte chimique
"Les pastilles du Suxon en plastique sont aussi polluantes en plus de la matière active"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Société	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Pollution des eaux et des sols
Elle n'a pas entraîné de changement organisationnel à la Chambre, ni même de créations d'emploi"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Chambre d'Agriculture	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur non impacté par l'innovation		Pas d'impact
L'organisation des services de la DAAF n'a pas été impactée par la lutte biologique	Entretien individuel	Acteur institutionnel	DAAF	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur non impacté par l'innovation		Pas d'impact
"On produit quelque chose de propre"	Entretien individuel	Acteur de la filière	CTICS	Non	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Filière canne à sucre	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Image d'une filière respectueuse de l'environnement
"On nous a donné l'image d'une filière propre"	Entretien individuel	Acteur de la filière	CTICS	Non	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Filière canne à sucre	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Image d'une filière respectueuse de l'environnement
"A permis de donner de l'importance au monde agricole"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	CERF	Non	Acteur n'ayant pas eu d'influence sur l'innovation	Planteurs	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Image d'une filière respectueuse de l'environnement
"Elle a amélioré l'image de marque de l'agriculture"	Entretien individuel	Autre	PPQ Expert de la filière	Non	Acteur n'ayant pas eu d'influence sur l'innovation	Population	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Image d'une filière respectueuse de l'environnement
A permis de travailler avec les industriels sur le trichogramme »	Focus groupe	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	FDGDON / Industriels/ Planteurs	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Fédérer les acteurs de la filière
" Elle a permis de répondre directement à un problème concret"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Tout le monde	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Contrôle du ver blanc
On trouvait beaucoup de vers blancs mycosés avec la lutte biologique	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 0	Contrôle du ver blanc
"Je ne vois plus le ver blanc dans mon champ"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Contrôle du ver blanc
"Si il n'y avait pas eu le Betel on serait encore en train de se bagarrer"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur		Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Contrôle du ver blanc

"Beauveria a permis de contenir la population de ver blanc"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Conseil Général	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Filière canne à sucre	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Contrôle du ver blanc
"La population de ver blanc a diminué"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	DAAF	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Ne sais pas	Impact de niveau 1	Contrôle du ver blanc
"La population de ver blanc a diminué"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Filière canne à sucre	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Contrôle du ver blanc
"On a diminué de 80% les problèmes de ver blanc sur la zone avec la lutte biologique"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Planteurs	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Contrôle du ver blanc
"Nous étions obligés de tout fermer (fenêtres, portes sinon on ne pouvait pas manger"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Population	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Conditions de vie des particuliers
"Après, il y avait une homogénéité dans la parcelle"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Autres
« A amélioré les conditions de plantation des plantes autour (banane), aujourd'hui on peut planter des bananes sans mettre du Betel »	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Autres
"A été un tournant pour tout le monde"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Conseil Général	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Tous les acteurs	Ne sais pas		Autres
"C'est motivant comme projet"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	DAAF	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Ne sais pas		Autres
"On commence à avoir du recul sur les démarches de biocontrôle avec Beauveria"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	DAAF	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Ne sais pas	Impact de niveau 2	Autres
"L'arrivée du Betel a permis aux distributeurs privés dans une certaine mesure d'augmenter leur chiffre d'affaires"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Betel	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Distributeurs privés de produits agricoles	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Autres
"La lutte biologique a permis de mettre en avant le Conseil Général et de démontrer son implication pour l'agriculture"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Conseil Général	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Conseil Général	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Amélioration de l'image des acteurs

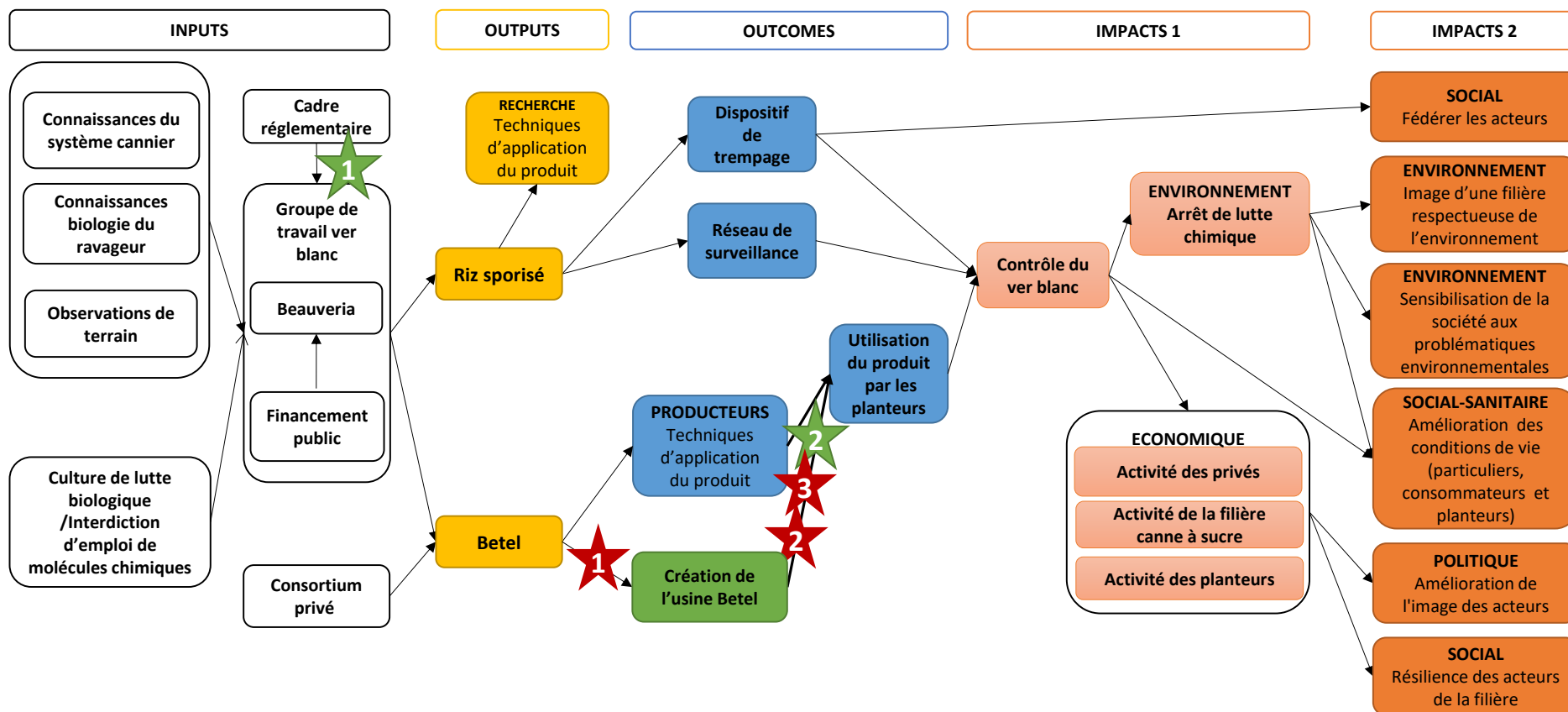
"le fait de faire du trempage a structuré la fédé"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Ne sais pas	Les deux car a eu une influence positive sur le riz sporisé mais négative sur le Betel	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Amélioration de l'image des acteurs
"La FDGDON a passé un cap"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Conseil Général	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	FDGDON	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Amélioration de l'image des acteurs
"Le ver blanc et la lutte menée ont dynamisé la FDGDON"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Ne sais pas	Les deux car a eu une influence positive sur le riz sporisé mais négative sur le Betel	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Amélioration de l'image des acteurs
"le travail avec le ver blanc a justifié notre existence"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Ne sais pas	Les deux car a eu une influence positive sur le riz sporisé mais négative sur le Betel	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Amélioration de l'image des acteurs
"Pour mettre en place cette lutte biologique il a fallu recruter"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Ne sais pas	Les deux car a eu une influence positive sur le riz sporisé mais négative sur le Betel	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Amélioration de l'image des acteurs
" Le ver blanc et la lutte biologique ont dopé la FDGDON, elle n'aurait jamais connu cette expansion"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	FDGDON	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Amélioration de l'image des acteurs
" Beauveria a crédibilisé le Cirad et ses recherches	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Cirad	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Amélioration de l'image des acteurs
« La lutte biologique a fait agrandir la Fédé, après 1993 on a créé ce qu'on appelle l'UDAC [Unité de Développement des Auxiliaires des Cultures »	Focus groupe	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Amélioration de l'image des acteurs
" L'arrêt du subventionnement de la lutte chimique avec le développement de la lutte biologique a eu un impact sur notre activité, le Suxon c'était 20% de notre chiffre d'affaires"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Botanica	Non	Acteur ayant eu une influence négative sur l'innovation	Botanica	Acteur impacté négativement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des privés

"L'interdiction de la lutte chimique aurait posé de gros problèmes à la société si Botanica ne l'avait pas anticipée"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Botanica	Non	Acteur ayant eu une influence négative sur l'innovation	Botanica	Acteur impacté négativement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des privés
« A fait augmenter mon temps de travail, produit contraignant à mettre »	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des planteurs
« A bien amélioré les revenus »	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	FDGDON	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Planteur	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des planteurs
"J'ai pu remonter mon tonnage"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des planteurs
« Ca a amélioré les conditions de production »	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des planteurs
« A permis de replanter tous les champs, de ne pas abandonner la canne »	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des planteurs
"le ver blanc a bouleversé les plannings de plantation, la lutte biologique a permis de retrouver un équilibre"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des planteurs
Le Betel ne me prend pas beaucoup de temps à appliquer	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des planteurs
Depuis que l'on utilise le Betel, le ver blanc n'est plus un problème économique"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des planteurs
« A bien amélioré mon revenu »	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des planteurs
« A sauvé mon exploitation »	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité des planteurs
"La lutte biologique a impacté mon revenu, j'avais 10% de pertes sur certaines parcelles. Cela devient important mais à l'échelle de l'exploitation, ce n'est pas catastrophique"	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Activité des planteurs

"A sauvé la filière"	Entretien individuel	Acteur de la recherche/formation	CERF	Non	Acteur n'ayant pas eu d'influence sur l'innovation	Planteurs, industriels	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité de la filière canne à sucre
Sans Betel le maintien de la filière canne aurait été difficile	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	La filière canne	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité de la filière canne à sucre
« Le champ est protégé définitivement avec la lutte biologique »	Entretien individuel	Acteur de la filière	CTICS	Non	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Planteur	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité de la filière canne à sucre
« A sauvé la filière »	Entretien individuel	Acteur de la filière	Planteur	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation		Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité de la filière canne à sucre
"une solution pour sauver la canne"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	Conseil Général	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Filière canne à sucre	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 1	Activité de la filière canne à sucre
"Les gens se sont sentis concernés même les particuliers qui relâchaient dans leur jardin. Donc ça a permis d'un point de vue sociétal de faire prendre conscience du fléau."	Entretien individuel	Acteur institutionnel	eRCANE	Non	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Particuliers	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales
Cette lutte biologique a contribué à resserrer les rangs, ça a été un des facteurs qui y a contribué mais les rangs étaient déjà formés	Entretien individuel	Acteur institutionnel	eRCANE	Non	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Filière canne à sucre	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Fédérer les acteurs de la filière
"Elle a fédéré les acteurs, ça c'est clair"	Entretien individuel	Acteur institutionnel	DAAF	Oui	Acteur ayant eu une influence positive sur l'innovation	Acteurs de la filière canne à sucre	Acteur impacté positivement par l'innovation	Impact de niveau 2	Fédérer les acteurs de la filière

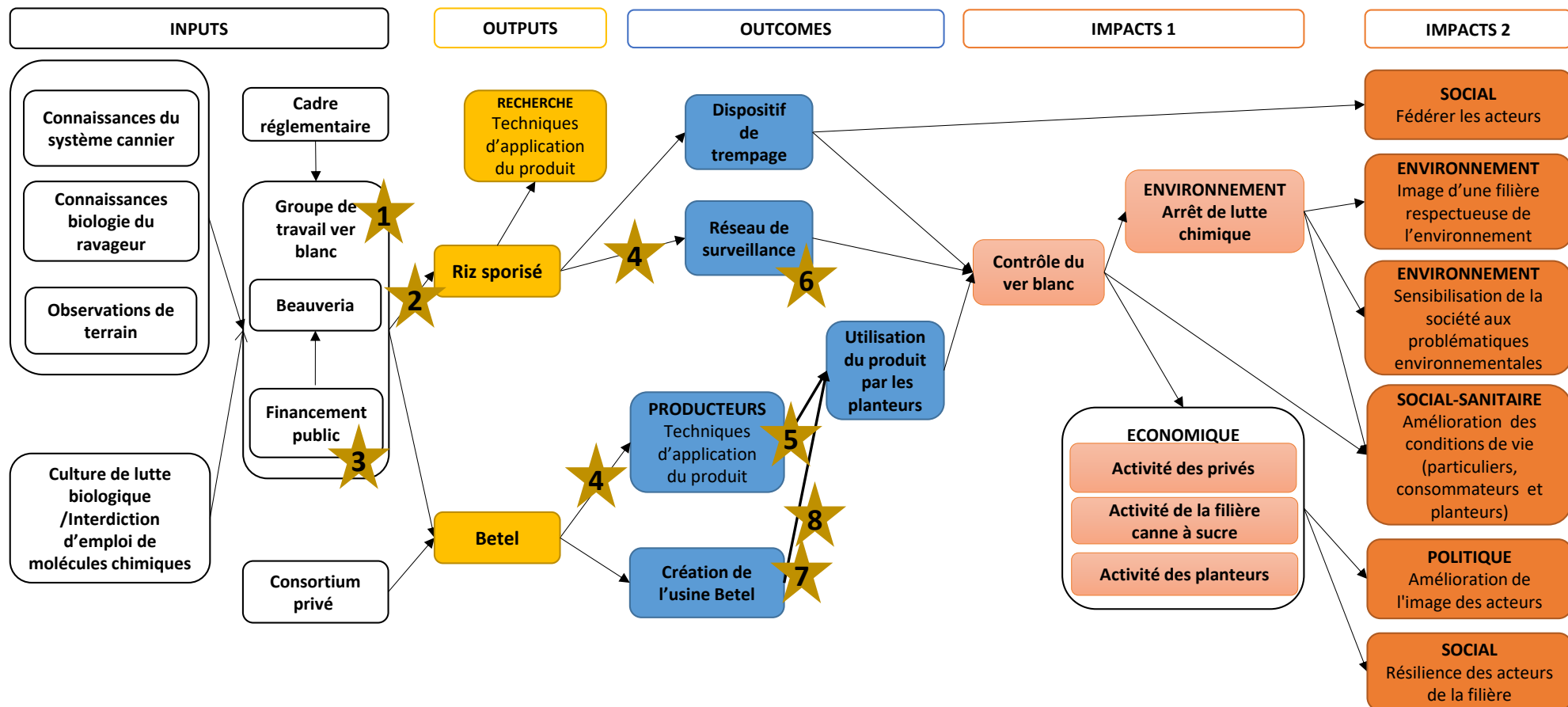
Annexe 8 : Système de calques









Annexe 8.1 : Premier mode de présentation du chemin de l'impact, les freins et les facilitateurs du chemin de l'impact



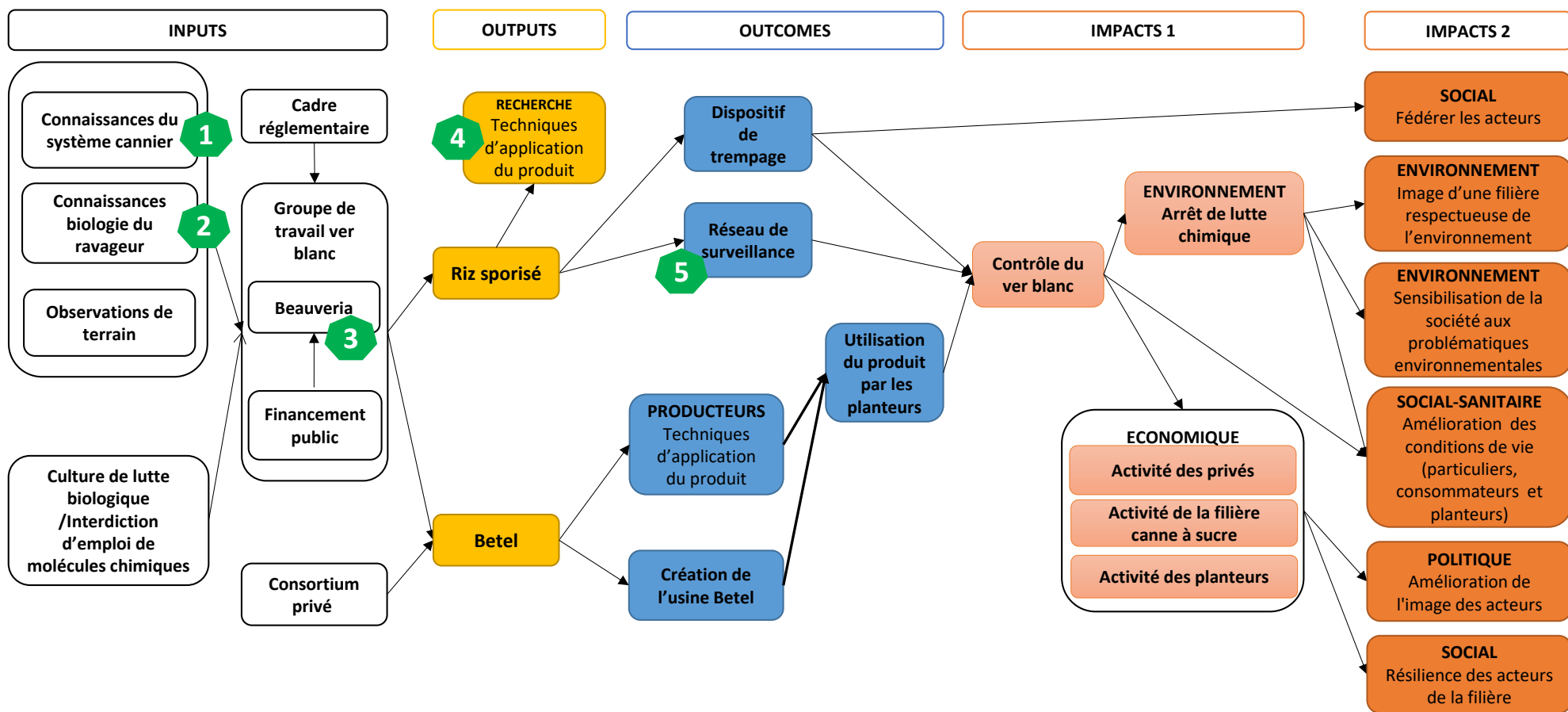
	Principaux freins		Principaux facilitateurs
★ 1	Opposition au Betel	★ 1	Arrêté de lutte obligatoire, dérogations ministérielles
★ 2	Planteurs sceptiques sur l'efficacité (conditions climatiques, transport)	★ 2	Retraits et scandales liés à l'utilisation de produits chimiques
★ 3	Conditions d'application contraignantes (petite quantité, fragilité, T°, stockage)		

Annexe 8.2 : Second mode de présentation du chemin de l'impact, les capacités acquises



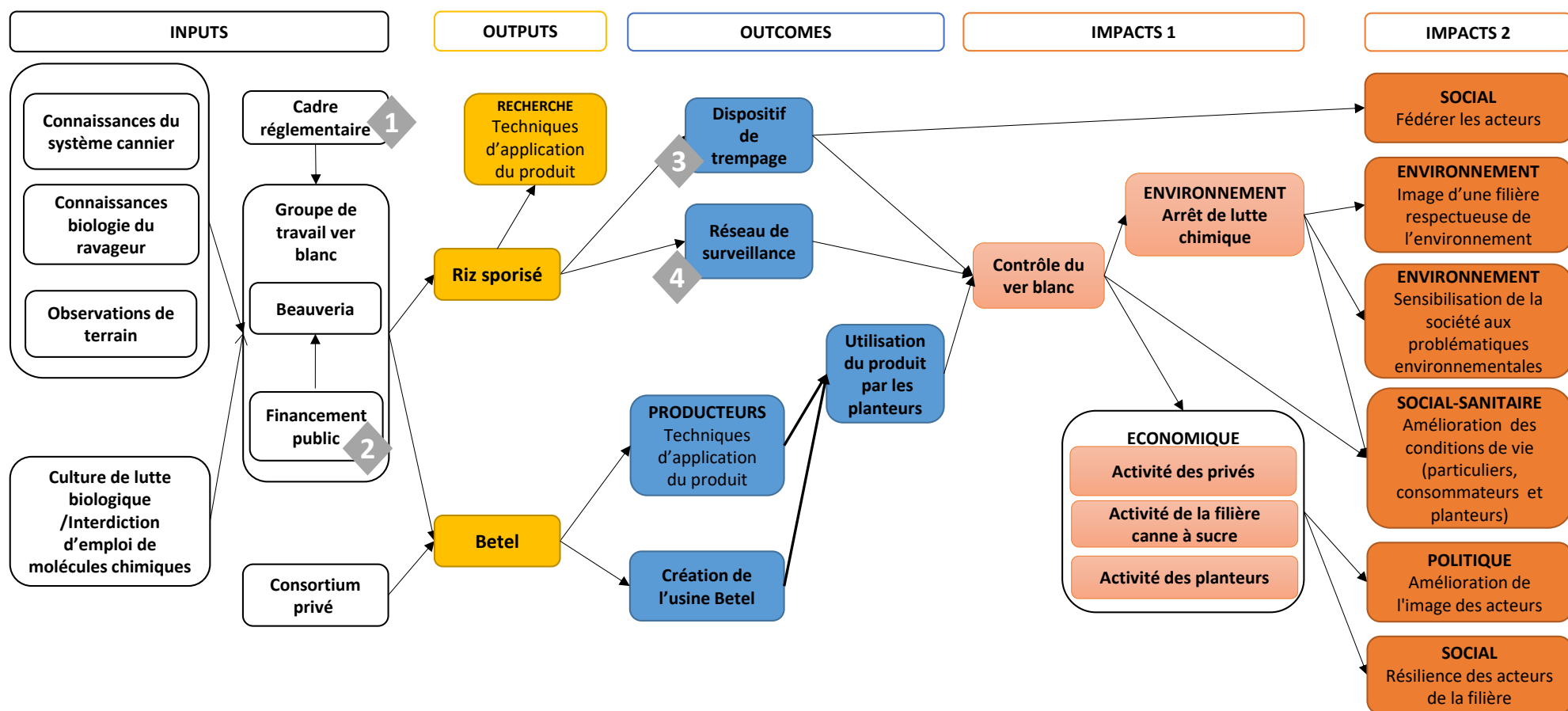
	Acteur apprenant	Capacités acquises
	Tous les acteurs du groupe de travail ver blanc	Communiquer et agir conjointement sur l'orientation de la lutte biologique
	FDGDON	Produire du riz sporisé
	Conseil Général	Introduire l'environnement dans sa politique
	Planteurs/Particuliers	Acquérir de nouveaux savoirs techniques
	Chambre d'agriculture	Conseiller sur la lutte biologique
	FDGDON	Diagnostiquer l'ampleur de l'infestation du ravageur
	FDGDON/Cirad	Evaluer l'efficacité du produit
	Betel	Améliorer continuellement la qualité du produit

Annexe 8.3 : Troisième mode de présentation du chemin de l'impact, l'implication de la recherche du Cirad



1	Recherches sur la canne depuis 1962 (itinéraires techniques, physiologie de la canne, etc.)	4	Développement de la brouette d'épandage du riz sporisé (1987-1989)
2	Recherches depuis 1982 (Reproduction du ravageur, cultures touchées, etc.)	5	Démonstration des méthodes de trempage
3	Recherches depuis 1987 (Spécificité au ravageur de la souche, température de conservation, etc.)		

Annexe 8.4 : Troisième mode de présentation du chemin de l'impact, l'implication des acteurs publics



1	Décisions prises pour faciliter/freiner la diffusion de l'innovation (arrêté de lutte obligatoire, dérogations ministérielles)
2	Financement par le Conseil Général du produit de lutte, de la recherche, de l'usine de production pour le riz sporisé, de la FDGDON
3	Mise en place et financement par la DAAF de mesures pour contrôler les frontières
4	Implication des mairies dans les campagnes de trempage

Annexe 9 : Hiérarchisation des impacts

Annexe 9.1 : Tableau de hiérarchisation des impacts proposé par Agathe

Nom de l'impact	Hiérarchisation intensité (1=celui qui a amené le changement observé le plus important [la plus grande évolution].....10= changement le moins important)	Hiérarchisation de la sensibilité Noter sur une échelle de 0 à 3 pour chaque impact, sa pertinence pour vous (est-ce que la réalisation de cet impact répond à l'un de vos besoins, est ce que vous le jugez important pour répondre à la problématique globale ?)				Ampleur	
		0	1	2	3	Quels acteurs sont impactés (qui ? Combien ?)	A quelle échelle ? (localité ? île ?)

Annexe 9.2 : Tableau de hiérarchisation des impacts de premier niveau complété par les personnes enquêtées à la FDGDON

Nom de l'impact	Intensité (1= celui qui a amené le changement le plus important, 10= le changement le moins important)	Sensibilité (pertinence de l'impact dans le chemin de l'impact, 0= pas pertinent du tout ; 3= très pertinent)			
		0	1	2	3
Réduction de lutte chimique	2				×
	2				×
Activités des privés	1		×		
	8		×		
Activité de la filière canne à sucre	1				×
	1				×
Activité des planteurs	4				×
	4			×	
Création d'emplois	9			×	
	5		×		

Annexe 9.3 : Tableau de hiérarchisation des impacts de second niveau complété par les personnes enquêtées à la FDGDON

Nom de l'impact	Intensité (1= celui qui a amené le changement le plus important, 10= le changement le moins important)	Sensibilité (pertinence de l'impact dans le chemin de l'impact, 0= pas pertinent du tout ; 3= très pertinent)			
		0	1	2	3
Création de partenariats avec d'autres pays (Maurice, Madagascar)	3				x
	1			x	
Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales	1				x
	2				x
Santé planteurs et consommateurs	1			x	
	1				x
Image d'une filière respectueuse de l'environnement	4			x	
	1			x	
Nouvelles initiatives de lutte biologique	1				x
	4			x	
Reconnaissance des acteurs du monde agricole	3		x		
	3				x
Résilience des acteurs	8			x	
	2			x	

Annexe 9.4 : Tableau de hiérarchisation des impacts de premier niveau complété par la personne enquêtée à la DAAF

Nom de l'impact	Intensité (1= celui qui a amené le changement le plus important, 10= le changement le moins important)	Sensibilité (pertinence de l'impact dans le chemin de l'impact, 0= pas pertinent du tout ; 3= très pertinent)			
		0	1	2	3
Réduction de lutte chimique	1				x
Activités des privés	9		x		
Activité de la filière canne à sucre	3				x
Activité des planteurs	6			x	

Annexe 9.5 : Tableau de hiérarchisation des impacts de second niveau complété par la personne enquêtée à la DAAF

Nom de l'impact	Intensité (1= celui qui a amené le changement le plus important, 10= le changement le moins important)	Sensibilité (pertinence de l'impact dans le chemin de l'impact, 0= pas pertinent du tout ; 3= très pertinent)			
		0	1	2	3
Fédérer les acteurs de la filière	1				x
Création de partenariats avec d'autres pays (Maurice, Madagascar)	2				x
Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales	4			x	
Santé planteurs et consommateurs	8			x	
Image d'une filière respectueuse de l'environnement	6			x	

Nouvelles initiatives de lutte biologique	2				x
Résilience des acteurs	5			x	

Annexe 9.6 : Tableau de hiérarchisation des impacts de premier niveau complété par la personne enquêtée à l'Université de La Réunion

Nom de l'impact	Intensité [1= celui qui a amené le changement le plus important, 10= le changement le moins important]	Sensibilité [pertinence de l'impact dans le chemin de l'impact, 0= pas pertinent du tout ; 3= très pertinent]			
		0	1	2	3
Réduction de lutte chimique	1				x
Activités des privés	5		x		
Activité de la filière canne à sucre	2				x
Activité des planteurs	2				x
Création d'emplois	9			x	

Annexe 9.7 : Tableau de hiérarchisation des impacts de second niveau complété par la personne enquêtée à l'Université de La Réunion

Nom de l'impact	Intensité [1= celui qui a amené le changement le plus important, 10= le changement le moins important]	Sensibilité [pertinence de l'impact dans le chemin de l'impact, 0= pas pertinent du tout ; 3= très pertinent]			
		0	1	2	3
Création de partenariats avec d'autres pays (Maurice, Madagascar)	2			×	
Sensibilisation de la société aux problématiques environnementales	2				×
Santé planteurs et consommateurs	1				×
Image d'une filière respectueuse de l'environnement	7				×
Nouvelles initiatives de lutte biologique	1			×	
Reconnaissance des acteurs du monde agricole	7		×		
Résilience des acteurs	2		×		

Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes.

Avec ses partenaires, il coconstruit des connaissances et des solutions pour des agricultures résilientes dans un monde plus durable et solidaire. Il mobilise la science, l'innovation et la formation afin d'atteindre les objectifs de développement durable. Il met son expertise au service de tous, des producteurs aux politiques publiques, pour favoriser la protection de la biodiversité, les transitions agroécologiques, la durabilité des systèmes alimentaires, la santé (des plantes, des animaux et des écosystèmes), le développement durable des territoires ruraux et leur résilience face au changement climatique. Présent sur tous les continents dans une cinquantaine de pays, le Cirad s'appuie sur les compétences de ses 1 800 salariées et salariés, dont 1 200 scientifiques, ainsi que sur un réseau mondial de 200 partenaires. Il apporte son soutien à la diplomatie scientifique de la France.

Le Cirad est un établissement public à caractère industriel et commercial (Épic) sous la double tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Europe et des Affaires étrangères. ●

Plus d'information

equipeimpress@cirad.fr

ImpresS



Nos activités, notre impact

