



HAL
open science

Réduire l'usage des herbicides aux Antilles : une analyse des modèles de décision de la gestion de l'herbe dans le croissant bananier Guadeloupéen

Julie Pham Viet Si

► **To cite this version:**

Julie Pham Viet Si. Réduire l'usage des herbicides aux Antilles : une analyse des modèles de décision de la gestion de l'herbe dans le croissant bananier Guadeloupéen. Sciences du Vivant [q-bio]. 2015. dumas-01260578

HAL Id: dumas-01260578

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01260578>

Submitted on 22 Jan 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année universitaire : 2014-1015

Spécialité :

Agriculture Durable et Développement du
Territoire.....

Mémoire de Fin d'Études

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

Réduire l'usage des herbicides aux Antilles : une analyse des modèles de décision de la gestion de l'herbe dans le croissant bananier Guadeloupéen.

Par : Julie Pham Viet Si



Soutenu à
le* 17/09/2015

Rennes

Devant le jury composé de :

Président :

Maître de stage : Philippe Cattan

Enseignant référent : J-E Beuret

Autres membres du jury (Nom, Qualité)

Anne Atlan

Guy Durand

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST

Remerciement

En premier lieu je souhaite remercier mon maître de stage Philippe Cattan pour sa patience pour ce travail long et exploratoire ! Un grand merci aux agriculteurs qui ont bien voulu répondre à mes questions ! Merci pour vos efforts pour m'aider à comprendre votre monde professionnel ! En particulier à ceux qui ont pu se libérer pour la journée de restitution. Ainsi qu'à Marcus Hery et Olivier Fabulas (super demi-journée avec toi !) En deuxième lieu, un grand merci à Germain Onapin, plus qu'un chauffeur, il m'a ouvert les portes des planteurs du bassin versant du Pérou ! Du haut de la Mitsubishi emblématique du labo' et avec la super musique caribéenne de RBI, c'était un plaisir ! Des rires et des bonnes discussions ! Merci pour les clefs de compréhension et les explications ! Et les remontrances pour la clope ! J'y penserai ! Toujours dans le cadre du travail, un grand merci à Irina Comte ! Un bon soutien pertinent jusqu'au bout ! Comme dans la « vraie » vie ! Longue vie à toi et ta maison – zoo-terre d'accueil ! Merci pour ton oreille attentive et juste.

Que serait un stage sans les potes ? Merci à ceux qui m'ont accueilli dès le début à plus-que-bras-ouvert: Clarita, Rominou, Geger et Thomthom ! Les barbus / Dame-Jeanne et soirée électro et forcément LE FORRO ! Claire merci pour m'avoir accueillie chez toi dans ta (super) coloc ! Merci à toi Romain pour la bonne humeur au bureau et les petits pas de salsa de l'après-midi ! A Henry qui aura apprécié mon super KWAY rétro dès le départ de cette aventure ! On se reverra pour des rando-oiseaux-escalade-slack-échanges de film ! Pour sûr ! Une spéciale dédicace à mes compères de bungalow ! Hugo le passage éclairé mais qui nous a éclairés ! Merci pour la peace attitude mec trop bien de t'avoir rencontré avec un grand R ! Ad et Math, nos belles soirées à trois du début à base de Mickael Jackson resteront gravées ! Marion et Ad vous savez ce que je pense mais je ne peux pas l'écrire au risque de me retrouver dans l'illégalité ! En tout cas il y en a eu des fous rires et il y en aura « bande d'enfoirés » haha ! Le grand trio Ted – Bastien – Sandy toujours au taquet (euh Sandy presque) ! Les fameuses blagues de Bastien, intarissable jusqu'au bout (pire même !). Ted hâte de boire un café avec toi ! Sandy une grande histoire d'amour carnavalesque ! Merci pour m'avoir fait découvrir ce monde et nos discussions plus que profondes haha ! Léa et Pierrot les zamis des animaux ! Léa il faut qu'on revoie nos potes vadrouilleurs de Gwadada ! J'irai peut-être donner un coup de main à tes parents qui sait et en profiter pour aller au Natural Games ! Yoanna une boule de naturel / gentillesse/humour, j'espère qu'on aura l'occasion de se recroiser ! Le meilleur pour la fin, (mon) surfeur – saxophoniste – meilleur cheveux bouclés-coureur/randonneur – killer de poisson lion- cuisinier- sauteur de pierres – meilleur élève en créole- blagueur – Mo', pour les meilleurs et les pires moments, j'ai eu de la chance de tomber sur toi, pas par hasard. Les images défilent comme en 406 du 13, le temps passe vite mais les souvenirs restent.

La Trib', aux quatre coins du monde, le début de la Lib' !!!

Enfin une dédicace au G7 qui ne lira pas ce texte haha. Et sans oublier LA SISTA sans qui ma vie n'est pas et ma maman parce que c'est elle qui me fera toujours le plus rire !

an té manké gwadloup an mwen !

Table des matières

Remerciement.....	2
Glossaire et liste des abréviations	1
I. Introduction	2
A. Cadrage du sujet et problématique de recherche : comment réduire l’usage des herbicides ?.....	2
1. Contexte de création du projet Rivage : Une nécessité historique de réduire l’impact de l’agriculture en Guadeloupe, et en particulier celui des produits phytosanitaires.....	2
2. Une nécessité de réduire l’usage des herbicides en particulier	2
3. Un contexte favorable au développement des innovations concernant la réduction de l’usage des herbicides MAIS	4
4. Problématique	2
B. Etat de l’art pour la construction de l’objet de recherche.....	3
1. Le changement technique, fruit des jeux d’influence au sein du système d’innovation.	3
2. Le changement, fruit d’une procédure de révisions des variables décisionnelles suite à une évaluation de la différence entre attendus et effets des pratiques	7
3. Le changement technique fruit de la capacité des exploitations agricoles à s’adapter dans un environnement incertain.	11
C. Question de recherche, hypothèses et objectifs de travail	14
1. Question de recherche.....	14
2. Hypothèses de travail et objectifs de l’étude	15
3. Définitions.....	16
4. Démarche globale de travail	16
II. Matériel et méthodes	16
1. Zone d’étude	16
2. Méthodologie d’acquisition des données.....	18
3. Méthodologie de traitement des données.....	20
III. RESULTATS	29
PARTIE 1 : Construction d’un modèle de décision générique pour la gestion de l’enherbement.....	29
A. Cadre de contrainte pour la gestion des herbes en exploitation agricole.....	29
1. Zonage agro écologique du BV Pérou / contraintes environnementales	29
2. Types d’exploitations agricoles	31

3.	Réglementation restreint la disponibilité et l'application des Produits Phytosanitaires (PP).	31
4.	Les contraintes biologiques liées au type d'occupation du sol et type de culture .	32
5.	Conclusion	34
B.	Le modèle de décision général de la gestion de l'herbe : 4 blocs de variables décisionnelles distincts.	34
1.	Le bloc déterminant le choix de la modalité d'intervention	34
2.	Le bloc de variable décisionnelle déterminant le choix du produit	38
3.	Le bloc de variables décisionnelles concernant le choix de la quantité d'herbicide épandue en parcelle.	40
4.	Le choix du moment de déclenchement du traitement	44
C.	Typologie des modèles de décision en bananeraie	49
B.	Effet de la structure des exploitations agricoles sur le type de modèle de décision..	52
1.	Effet de la diversification de la production	54
2.	Effet de la disponibilité de la main d'œuvre sur les modalités d'interventions en traitement herbicide	54
3.	Effet de la trésorerie sur les modalités d'application des herbicides et les règles de priorité entre activités	54
4.	Conclusion	56
C.	Bilan modèle de décision : variables décisionnelle et déterminants	56
1.	Caractéristiques du modèle de décision	56
2.	Les représentations du fonctionnement du milieu	56
PARTIE 2 : Caractérisation des effets des modèles de décision.....		59
D.	Effet sur les trajectoires de changement	59
1.	Identification des pratiques de changement vers la réduction de l'usage des herbicides	59
2.	Le cas des plantes de couvertures : analyse des trajectoires de changement.....	59
E.	Incidence de l'adoption des plantes de couverture sur les quantités d'herbicides épandues	63
1.	Une diversité de quantités totales annuelles d'herbicides épandus à l'hectare quel que soit le type de MD en culture bananière	63
2.	Une diversité de quantité totales épandues pour les individus ayant adoptés des plantes de couvertures (PDC).....	63
3.	Conclusion	63
IV.	Discussion	65

A.	Comprendre les représentations du fonctionnement du milieu pour comprendre les pratiques des agriculteurs	65
1.	Les agriculteurs prennent en compte des critères d'observation des communautés d'adventices dans leurs règles de décisions	65
2.	Les agriculteurs mobilisent des stratégies de gestion de l'herbe se rapportant à des représentations du fonctionnement du milieu	65
3.	Des outils de dialogues adaptés pour identifier les représentations des agriculteurs.	66
B.	Modifier les pratiques : identifier les étapes de changement et les leviers d'actions adaptés.....	66
1.	Les étapes et les leviers d'action différents pour aboutir à l'adoption des PDC selon les MD.....	66
2.	Des freins à l'adoption des Plantes de couvertures non identifiés.....	70
C.	Les limites de l'étude : généricité et validité des modèles de décision.	71
1.	Généricité du modèle de décision restreint à la culture bananière.....	71
2.	Validité partielle du modèle de décision.....	71
D.	Apports et perspectives de l'étude : évaluer et modifier les pratiques	71
1.	De l'évaluation des usages des herbicides à celle des impacts des pratiques	71
2.	Identification de leviers et de freins à l'adoption des plantes de couvertures.....	73
	Conclusion.....	75
	Bibliographie	76
	Sitographie	78
	Table des Figures	79
	Table des tableaux	81
	Table des Annexes	82
	Annexes	83

Glossaire et liste des abréviations

BV : Bassin Versant

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

IFT : Indice de Fréquence de Traitement

IT² : Institut Technique Tropical

LPG : Les Producteurs de Guadeloupe

MD : Modèle de décision

MO : Main d'œuvre

PDC : Plantes de Couverture

RIVAGE : Réduction de l'impact des pratiques agricoles sur l'environnement

UGPBAN : Union des Producteurs de Banane (Guadeloupe et Martinique)

I. Introduction

A. Cadrage du sujet et problématique de recherche : comment réduire l'usage des herbicides ?

1. Contexte de création du projet Rivage : Une nécessité historique de réduire l'impact de l'agriculture en Guadeloupe, et en particulier celui des produits phytosanitaires

En Guadeloupe l'enjeu de la réduction de l'impact de l'agriculture sur l'environnement a été exacerbée au début des années 2000, par la crise liée à la présence de chlordécone (produit phytosanitaire utilisé contre le charançon du bananier). Elle s'est traduite par des mesures de restriction de certains produits phytosanitaires, l'établissement de zones d'interdiction de pêche ou de commercialisation de certains produits agricoles provenant des rivières de 10 communes de la Basse Terre (site GREPP, 2015). Cette région est la plus fortement contaminée en pesticides organochlorés, en particulier le croissant bananier au Sud-Est de la Basse-Terre (Figure 1). Cette crise a révélé très directement l'exposition des populations à cette pollution via les denrées alimentaires. Est donc apparue la nécessité de réduire l'impact de l'agriculture en Guadeloupe sur l'environnement pour la santé humaine. Le stage s'inscrit au sein du projet FEDER Rivage (Réduction de l'impact des pratiques agricoles sur l'environnement). C'est un projet d'observatoire des pollutions aux Antilles. Le Cirad coordonne le projet et travaille en partenariat avec de nombreux collaborateurs : INRA, IRD, BRGM, UAG (Université des Antilles et de la Guyane). L'enjeu auquel il cherche à répondre est la diminution de l'exposition des populations et les impacts environnementaux liés à l'utilisation des pesticides en agriculture. Ce projet est en cours de développement sur deux bassins versants en Guadeloupe (Rivière Pérou) et en Martinique (Rivière Galion). Ainsi ce projet comporte 2 objectifs :

- Un objectif scientifique visant à comprendre les processus de transfert des pesticides dans l'environnement.
- Un objectif d'identification des innovations agronomiques et de partage de l'information pour trouver de nouvelles solutions, de façon participative entre les différents acteurs concernés.

2. Une nécessité de réduire l'usage des herbicides en particulier

Dans le cadre du premier objectif de RIVAGE l'étude de Gentil (2014), visait en partie, à caractériser les pressions dues aux pesticides agricoles et les déterminants de ces pressions. Les résultats montrent qu'à l'échelle du Bassin Versant du Pérou en Guadeloupe, le calcul des quantités de substances actives montre que les herbicides représentent 77,1% des substances actives utilisées (toute culture confondue). Cela montre que potentiellement ce sont les herbicides que l'on retrouve le plus dans le milieu (sol et eau). Si on prend en compte les caractéristiques des molécules, on peut établir des profils de contamination permettant de caractériser le risque pour l'environnement. Les profils de risques montrent que les herbicides sont les molécules les plus lessivables. Ce sont donc les molécules qui présentent le plus de risques en termes de transfert vers les eaux. Le profil montre aussi que ces substances actives présentent une forte toxicité biologique.

Ainsi les substances actives que l'on retrouve en plus grande quantité et qui présentent le plus de risques de transfert, sont les herbicides. Les substances actives qui ont été sélectionnées sont le glyphosate, le glufosinate d'ammonium (herbicides en banane) et l'azulame (herbicide en canne). Enfin l'étude montre que les déterminants de cette pression sont liés au type d'exploitation agricole et au système de culture. Ces éléments dépendent de la zone agro

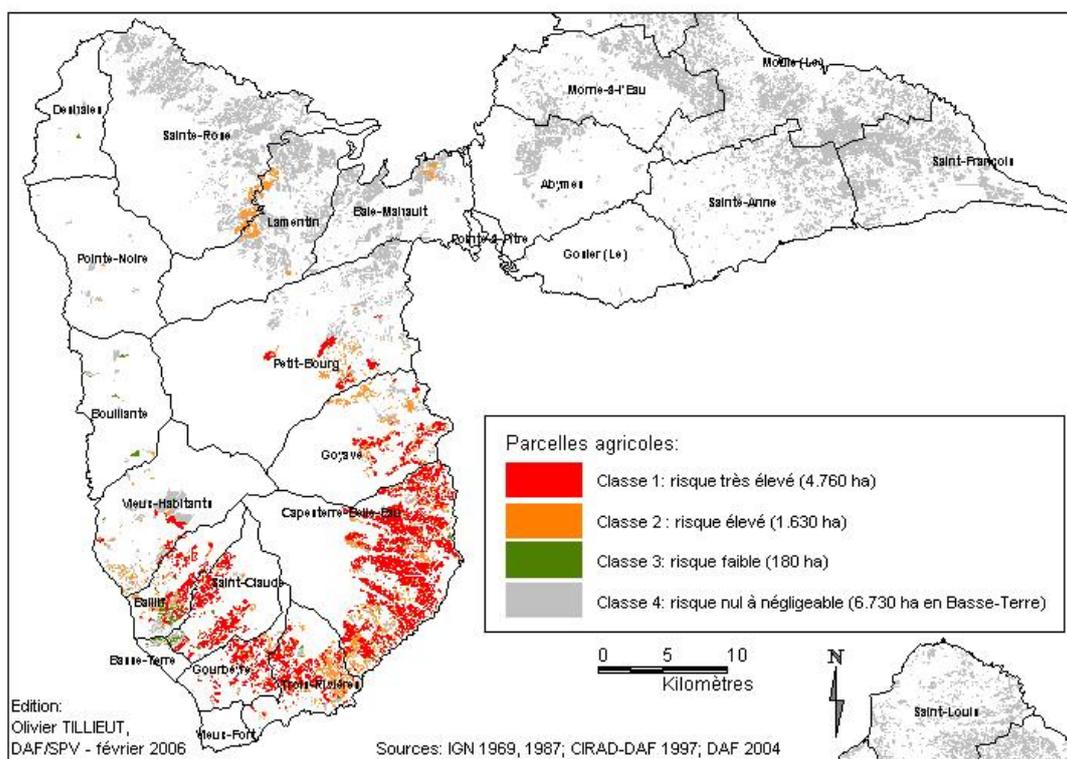


Figure 1: Carte de risques de pollution par la chlordécone (Tillieut et Cabidoche, 2006 et Desprats et al., 2004)

écologique et on peut donc supposer aussi que c'est aussi un déterminant. S'ajoute à cela que la Guadeloupe, située en zone tropicale avec un climat chaud et humide est soumise à des pressions d'enherbement constantes (Charlier, 2007, cité par Gentil). Ainsi la question de l'enherbement et de sa gestion devient une question centrale pour la réduction de l'impact des pratiques agricoles sur l'environnement et in fine sur la santé humaine.

3. Un contexte favorable au développement des innovations concernant la réduction de l'usage des herbicides MAIS

a) Existence de pratiques alternatives étudiées par les organismes de recherche et les centres techniques

En banane

En 2007 la commission européenne a créé un Réseau Européen pour l'Exploitation Durable et la Protection des Cultures (ENDURE). L'un des objectifs du projet est de développer de nouvelles pratiques d'utilisation des produits phytosanitaires. Une étude de cas a porté notamment sur la culture bananière (banane dessert). Dans le guide issu de cette étude on trouve des « nouvelles stratégies » permettant de réduire l'usage des herbicides, notamment des stratégies à court terme qui devraient être mises en œuvre à grande échelle. Les stratégies à moyen terme sont censées rassembler des pratiques innovantes qui sont « compatibles entre elles [...], en cours d'évaluation dans le cadre de programmes de recherche, et sont également basées sur des prototypes de systèmes de culture éprouvés par des producteurs, des agents de vulgarisation et des chercheurs ». A cela s'ajoute les recommandations de l'IT² (Institut Technique Tropical). Ces stratégies sont regroupées dans le Tableau 1. La majorité d'entre elles (7/10) concernent la réduction de l'usage des herbicides, 2 proposent des pratiques mécanisées pour remplacer le traitement chimique et une seule (usage de plantes de couvertures pérennes) permet de supprimer l'usage des herbicides.

En canne

En canne le Centre Technique de la Canne à Sucre (Fiches Agronomique, CTCS) en Guadeloupe et le Cirad (Améliorer le désherbage, CIRAD) produisent quelques fiches techniques pour une gestion du désherbage plus respectueuse de l'environnement. Les pratiques conseillées sont de l'ordre du raisonnement des traitements chimiques :

- Traiter les adventices tôt avant floraison.
- Adapter le traitement à la flore adventice dominante.
- Disposer d'une gamme variée de matières active afin d'éviter des phénomènes de résistances des adventices aux PP à terme.

b) Existence d'un réseau d'appui aux innovations diversifié dans sa composition constitué de la recherche, formation, des groupements de producteurs et des agriculteurs

Sur le BV il existe des collaborations entre les organismes qui produisent des innovations et les agriculteurs.

Les RITA spécifiques au Dom

A la suite d'une réflexion dans le cadre des Etats Généraux de l'Outre-mer en 2011, le Réseau d'Innovation et de Transfert Agricole (RITA) dans les Dom est créé. Le réseau s'est fixé comme objectifs d'analyser les besoins locaux et de renforcer le développement des activités

	interculture	préparation du sol	parcelles plantées
solutions à court termes		implanter les nouveaux plants de bananiers sur des paillis (résidus des précédents culturaux)	désherbage mécanique avec les machines de préparation du sol désherbage manuel à la houe / à la débroussailleuse
		pour les parcelles sévèrement contaminées, éliminer les adventices par un traitement herbicide unique avant implantation des nouveaux plants	dans les parcelles de bananier, couvrir le sol des inter-rangs pour constituer un paillis de feuilles et autres résidus organiques issus des récoltes antérieures
			faire pousser dans les inter-rang des cultures à haute valeur ajoutée (légumes à cycle végétatif court) ou des plantes tolérantes à l'ombre
solutions à moyen terme	rotation culturale ou jachère	utilisation d'herbicides efficaces à faible dose avant l'implantation des plants de bananiers pour former un paillis	amélioration des machines à désherber adaptées aux arrangements des parcelles en bananeraie
			utilisation de plantes de couvertures végétales dont la destruction ne nécessite pas d'herbicides
			utilisation de plantes de couverture capables de coloniser la parcelle en concurrençant les autres adventices et procurant des avantages en association avec les bananiers

Tableau 1: tableau des pratiques innovantes proposées pour réduire l'usage des herbicides

Objectif
supprimer l'usage d'herbicides
remplacer l'usage des herbicides par de la mécanisation
diminuer l'usage des herbicides

sociotechniques qui améliorent les exploitations agricoles ou les entreprises de ce domaine. Ce réseau est constitué d'instituts techniques et de recherche (Cirad, IT², Institut Caraïbéen et Amazonien de l'Élevage), d'institutions publiques (Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt DAAF Guadeloupe, Chambre d'agriculture), d'établissements de formation professionnelle agricoles (Établissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole, EPLEFPA) et d'associations de producteurs (Assofwi, association des producteurs de fruits et de christophines de Guadeloupe).

Le Plan Banane Durable (PBD) : création d'un réseau d'appui à l'innovation

Le PBD, financé par l'Europe s'est déroulé de 2008 à 2013 en Guadeloupe et Martinique, et avait pour objectif premier de réduire de 50% l'usage des pesticides. En 2011 on observe effectivement une réduction de 54% sur l'ensemble de la filière. Deux plateformes ont été créées : d'une part le Cirad développe une nouvelle variété résistante à la cercosporiose (la variété 925), d'autre part L'ITBAN (Institut Technique de la Banane, devenu depuis l'IT²) développe des systèmes de culture innovants. L'ITBAN s'est centré sur l'usage des plantes de couvertures / services sous bananeraie ou en jachère enherbée. En termes de résultats, le PBD a permis la création d'une filière de prestation de services pour le semis et la production / commercialisation de semences et boutures des plantes de couvertures. En termes de transfert de connaissance de nombreuses fiches techniques ont été élaborées sur des pratiques pour une production durable (Manuel du Planteur, Petit guide pratique des couverts végétaux en systèmes de culture bananier). Les agents techniques des groupements de producteurs des deux îles ont été formés sur l'usage des plantes de couverture et 14 ateliers – formations se sont déroulés en Guadeloupe depuis 2012. Pour l'instant au niveau des Antilles françaises, c'est la Martinique qui regroupe 90% des surfaces allouées aux plantes de couvertures et plus de 90% des semences sont vendus sur cette île. (Gervais, 2015).

4. Problématique

La réduction de l'usage des herbicides sur le bassin versant du Pérou est une nécessité si on veut réduire l'impact environnemental des pratiques agricoles. L'appui au développement de pratiques innovantes pour raisonner et réduire leur usage est inégal entre les cultures (fort pour la banane, faible pour la canne). De plus malgré les nombreux efforts en culture bananière, seul 5% des bananeraies des Antilles ont adopté des plantes de couvertures et 45% des exploitations les utilisent en jachère. Mais la diffusion de ces pratiques est très inégale entre la Guadeloupe et la Martinique, avec un gros « retard de la Guadeloupe ». Enfin, il n'y a pas de référentiel technique concernant les pratiques de gestion des adventices par les planteurs. Dans ce contexte, comment augmenter l'efficacité de ces démarches d'innovation pour la réduction de l'usage des herbicides? Comment mobiliser les agriculteurs ?

La problématique : « Comment augmenter l'efficacité des démarches d'appui à l'adoption de pratiques de réduction de l'usage des herbicides pour diminuer l'impact des pratiques de gestion de l'herbe sur l'environnement en Guadeloupe ? »

B. Etat de l'art pour la construction de l'objet de recherche

L'état de l'art doit éclairer la démarche à suivre pour répondre au mieux à la problématique de réduction de l'usage des herbicides. Cette problématique implique la notion de changement technique au sein des exploitations et c'est cette thématique qui a été l'objet principal des recherches. De nombreux travaux ont été faits à ce sujet et ils se différencient par l'échelle spatiale (territoriale ou à l'échelle de l'exploitation) et temporelle (à l'échelle de la campagne ou de la vie de l'exploitation). Et c'est cette diversité d'approche qui est visée pour l'état de l'art afin d'identifier une démarche appropriée au contexte local du stage. Ainsi des thématiques transversales sont apparues au fur et à mesure des recherches : concept de système d'innovation, de modèles de décision ou de trajectoire / cycle de changement. L'objectif de l'état de l'art est donc d'articuler ces différentes approches et d'identifier les limites de chacune d'entre elles.

1. Le changement technique, fruit des jeux d'influence au sein du système d'innovation.

Le changement technique est le processus qui permet de passer d'une technique à une autre. Ainsi une première approche du changement technique est de considérer le fruit de ce changement comme une innovation technique, elle-même définie comme le processus allant de l'invention à sa diffusion (Cances, 2006). Le changement technique peut donc être abordé à travers le concept de système d'innovation décrit par Faure G. (2009) comme « un réseau d'organisations, d'entreprises et d'individus produisant de nouveaux produits, de nouveaux processus, ou de nouvelles formes d'organisation, mis en œuvre dans le cadre d'activités économiques, et incluant les institutions et les outils politiques qui affectent leurs comportements et leurs performances ». Il s'agit alors de caractériser les différents maillons de ce système ou les jeux d'influences réciproques qui s'exercent, permettant le changement technique.

a) Les agriculteurs : pionniers et résistants aux innovations

Les agriculteurs sont un des maillons centraux de ce système puisque ce sont eux les porteurs finaux de ces innovations, ce sont eux qui décident de les mettre en pratique ou non. Ainsi, E.Roger en 1962 étudie la diffusion des innovations selon l'attitude des agriculteurs face à l'innovation et au risque. Sa théorie de la courbe en S de diffusion des innovations est la suivante : il existe des agriculteurs « pionnier » qui seront les premiers à adopter les innovations techniques, puis au fur et à mesure que l'innovation est adoptée, les agriculteurs « suiveurs » et enfin les « retardataires » ; l'adoptent à leur tour. La diffusion de l'innovation dépend donc de phénomène d'influences et d'imitation entre des agents qui sont par nature ou non enclins à l'innovation. De la même façon, Van Den Ban A.W., (1984) distingue des « agriculteurs tournés vers le progrès » et d'autres « plus traditionnels ». Il ajoute une dimension supérieure en identifiant des variables individuelles (niveau d'éducation, taille des exploitations...) ou caractérisant la communauté dans laquelle évolue l'agriculteur (normes collectives de la communauté vis-à-vis des innovations, type de leader) qui jouent sur son attitude face au changement. Cependant ces études tendent à figer l'agriculteur dans une attitude passive : ils sont soit par nature enclins ou non au changement, soit c'est leur environnement qui conditionne sociologiquement cette attitude.

b) Le dialogue agriculteur – institution : moteur ou frein à l'innovation.

Toujours dans le cadre du système d'innovation, d'autres approches ont consistées à étudier la capacité de diffusion des innovations techniques à travers l'étude des organisations

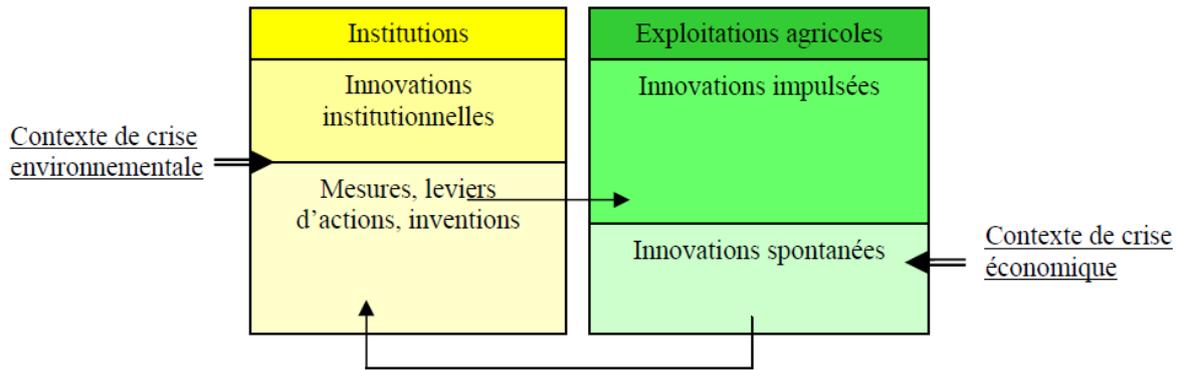
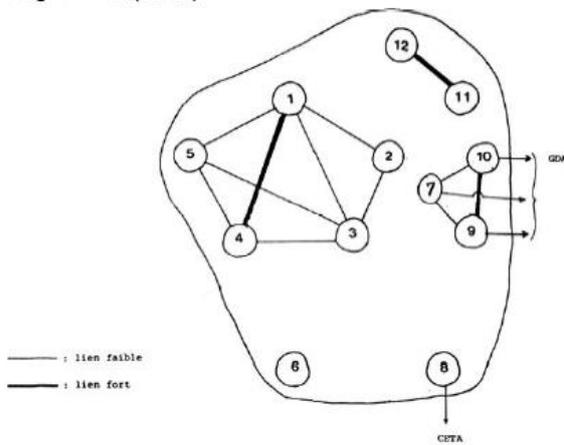


Figure 2: Le jeu d'influence entre les différents types d'innovation et leurs moteurs respectifs (Cance, 2006)

**Forme de réseau 1
Guignonville (Loiret)**



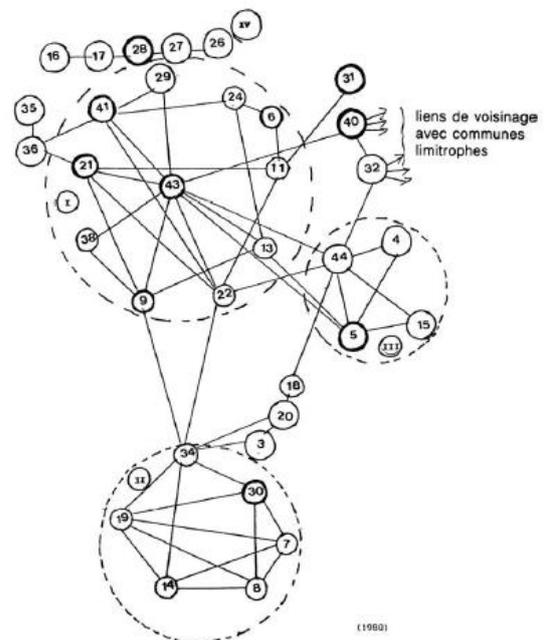
Indicateurs

- 13 agriculteurs
- 47 ha de moyenne de SAU
- 45 ans de moyenne (chefs d'exploitation)
- productions principales : blé, betterave à sucre

(1988)

Graphique 2.

Forme de réseau 2 : La Salle de Vihiers (Maine-et-Loire)



Indicateurs

- 39 exploitations (5 GAEC, 2 sociétés)
- 39 ha de moyenne de SAU
- 45 ans de moyenne (chefs d'exploitation)
- 65 % font du lait, 50 % de la viande bovine, 70 % du blé

(1988)

Figure 3: Exemple de formes de réseaux locaux professionnels (Darré, 1989)

qui les portent et la façon dont elles les portent. Ainsi Cance met en évidence différents aspects des jeux d'influences entre les institutions et les agriculteurs, et les innovations respectives que les deux protagonistes développent. Au niveau du système de culture, les innovations techniques portent sur le raisonnement des apports en pesticides et le contrôle des risques de pollution. Ces innovations sont portées par la recherche et les agriculteurs. Au niveau du système de production, les innovations techniques portent sur la révision de ce modèle en diversifiant la production et en introduisant des jachères. Enfin, on identifie les innovations institutionnelles au niveau des modèles d'actions (amélioration du dialogue entre institutions et entre institutions et agriculteurs) ou des modes de coordination (intégration de nouveaux acteurs et création de nouveaux lieux de dialogue).

Les innovations techniques sont impulsées par les institutions qui répondent à des demandes d'ordre social dans un contexte de crise environnementale, ou sont le relais de la réglementation européenne au niveau local par exemple. Ainsi ces institutions usent d'instruments (leviers d'action des institutions): coercitifs, incitatifs ou pédagogiques qui constituent un cadre pour les innovations techniques. Leurs impacts sur la situation économique peuvent aussi exercer une certaine influence sur le développement d'innovations techniques. Ces dernières peuvent aussi être influencées par les innovations institutionnelles elles-mêmes. Enfin il existe des innovations techniques dites spontanées développées par les agriculteurs dans un contexte de crise économique (Figure 2).

Ainsi les innovations techniques impulsées et spontanées ne répondent pas aux mêmes stimuli (demande sociale VS contexte économique) du fait des objectifs divergents de ceux qui les portent. Cattan et Mermet (1992) expose ce problème de divergence dans leur étude la nature de la pratiques technique innovante qui est favorisée (technicité, impact sur le modèle de production) ainsi que sur le vecteur de diffusion de cette innovation : quel organisme porte la proposition et quelles sont les conditions de reprises ? Comme Cance ils montrent que les pratiques plus favorables à l'environnement qui ont été reprises par les agriculteurs sont celles qui vont dans le sens de la réduction des engrais et phytosanitaires (réduction des doses), motivés par des objectifs de réduction des charges (dimension économique). Ils montrent que ces mesures ont été reprises spécifiquement par des agriculteurs membres des CETA et que les conseillers agricoles et agents de développement ne les argumentent pas en termes de protection de l'environnement. Ainsi pour éviter ces échecs, Cance insiste sur la nécessité d'apporter le « package institutionnel » correspondant c'est-à-dire un ensemble d'autres mesures qui permettent d'appuyer la mise en pratique du nouvel objet technique (formation, données de référence, confiance dans le conseiller agricole) et notamment son adaptation au contexte local, afin de réduire l'écart entre les différents porteurs d'innovation pour un maximum de diffusion.

c) La structure du réseau professionnel local : moteur ou frein à l'innovation technique

Contrairement aux deux points de vue précédents, Darré (1989) défend que les transformations techniques ne sont pas « le simple produit d'effet de diffusion, ni le simple produit de logiques techniques ou technico-économiques [...] elles sont aussi le produit d'interaction sociales ». Ainsi une innovation est avant tout négociée au sein d'un réseau professionnel local dans lequel s'inscrit l'agriculteur, différent d'un transfert ou une acquisition. Dans leur étude ils identifient 4 grands types de morphologies de réseaux professionnels : système de grappes partagées en fonction de leur appartenance ou non à un réseau de développement (forme I), système de grappes socialement hiérarchisées (forme II), système d'interactions denses et peu hiérarchisées, groupe professionnel peu constitué (Figure 3). Ces types de morphologies ont été constitués selon différents critères :

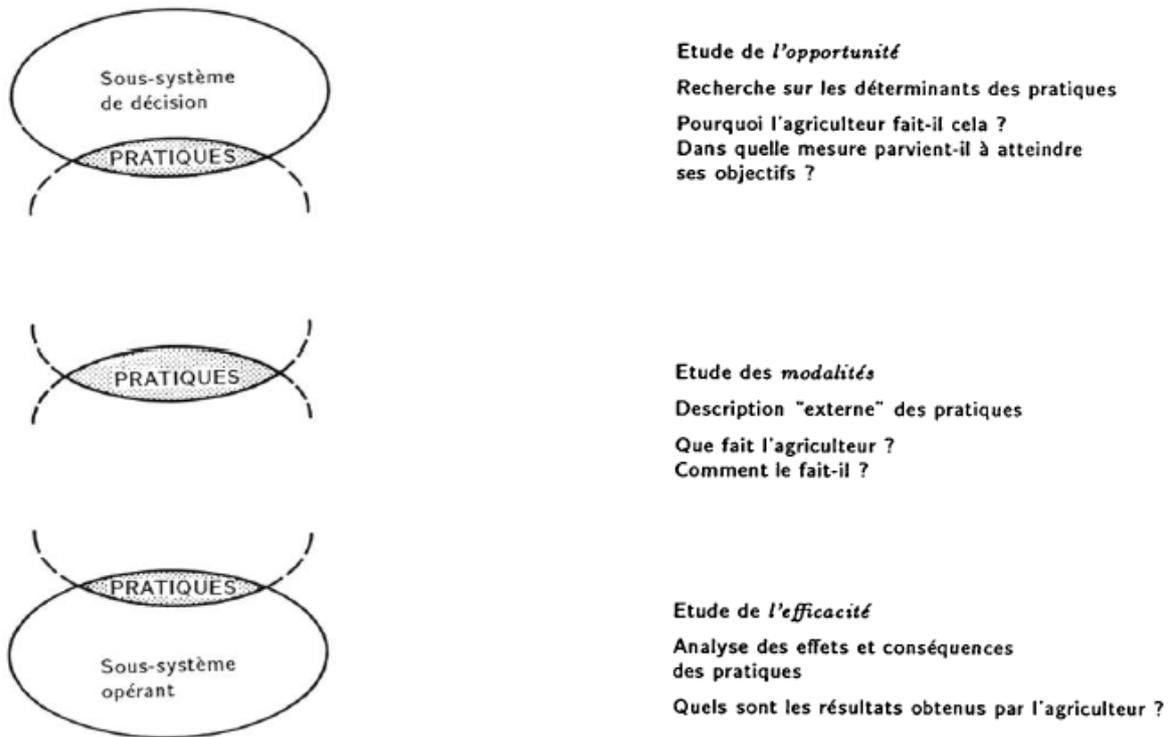


Fig. 3 - Trois volets de recherche complémentaires pour caractériser les pratiques des agriculteurs.

Figure 4: Les trois volets de recherches pour caractériser les pratiques des agriculteurs (Landais,1988)

- L'existence de groupes d'appartenance à des réseaux de développement et/ou l'existence d'autres groupes minoritaires.
- L'influence des groupes entre eux, et leur légitimité respective.
- La densité des relations avec l'extérieur de l'aire locale (échelle communale), à l'intérieur même de cette aire et entre les groupes.
- Le nombre et la nature des débats au sein des groupes et entre les groupes.

Ainsi la morphologie d'un réseau conditionne le niveau d'aptitude des individus à débattre et négocier les idées d'une part et à gérer la diversité des idées et des pratiques d'autre part. De la morphologie du réseau de dialogue local dépendra donc, la nature et le potentiel d'adoption du changement technique, et la diversité de modèles de production présents à ce niveau local.

2. Le changement, fruit d'une procédure de révision des variables décisionnelles suite à une évaluation de la différence entre attendus et effets des pratiques

a) De l'étude des techniques, à celle des pratiques puis des décisions des agriculteurs

Jusqu'à présent on a parlé de transfert, d'adoption ou de négociation d'objets techniques innovants. Dans les années 60-70, période d'évolution technique très rapide, les agronomes identifient les écarts s'établissant entre les propositions de la recherche et « les conditions concrètes de l'insertion des nouvelles techniques dans les modèles de production des agriculteurs » (Landais, 1988). Ainsi dès 1968, une étude pluridisciplinaire, « progrès fourrager » tente de modéliser la gestion de l'atelier pâturage dans une exploitation laitière en partant du postulat que « comprendre la manière dont opère les agriculteurs constitue un préalable à toute proposition de changement technique (Petit, 1971 cité par Landais, 1988)

De cette manière, les pratiques deviennent l'objet de recherche. Ainsi les pratiques se différencient des techniques qui sont de l'ordre de la connaissance tandis que les pratiques sont de l'ordre de l'action (Desfontaines & Petit, 1975, cité par Landais, 1988). Les pratiques sont l'adoption des techniques selon les contraintes et les objectifs de l'agriculteur. Elles sont le produit du raisonnement de l'agriculteur.

Les pratiques sont au centre d'un « modèle complexe piloté » par l'agriculteur (Figure 4). Ce modèle est constitué du sous-modèle de décision guidant les pratiques et définissant les objectifs et les attendus de ces pratiques. On identifie aussi le sous-modèle opérant permettant la mise en œuvre de ces pratiques et définissant les effets de ces pratiques sur le milieu biophysique.

b) Le modèle d'action et modèle de décision : représentation des processus de décisions pour expliquer les pratiques observées.

Le modèle d'action

Le modèle d'action est donc issu de ce courant de pensée mais déplace d'avantage l'objet de recherche sur les décisions qui guident les pratiques. Le modèle d'action est un cadre de formalisation de ces règles et il se base sur le concept de planification. Les grands principes identifiés sont les suivants (Sebillotte et Soler, 1990, cité par Doré et Le Bail, 2006) :

- un ou plusieurs objectifs généraux vers lesquels convergent les décisions ;

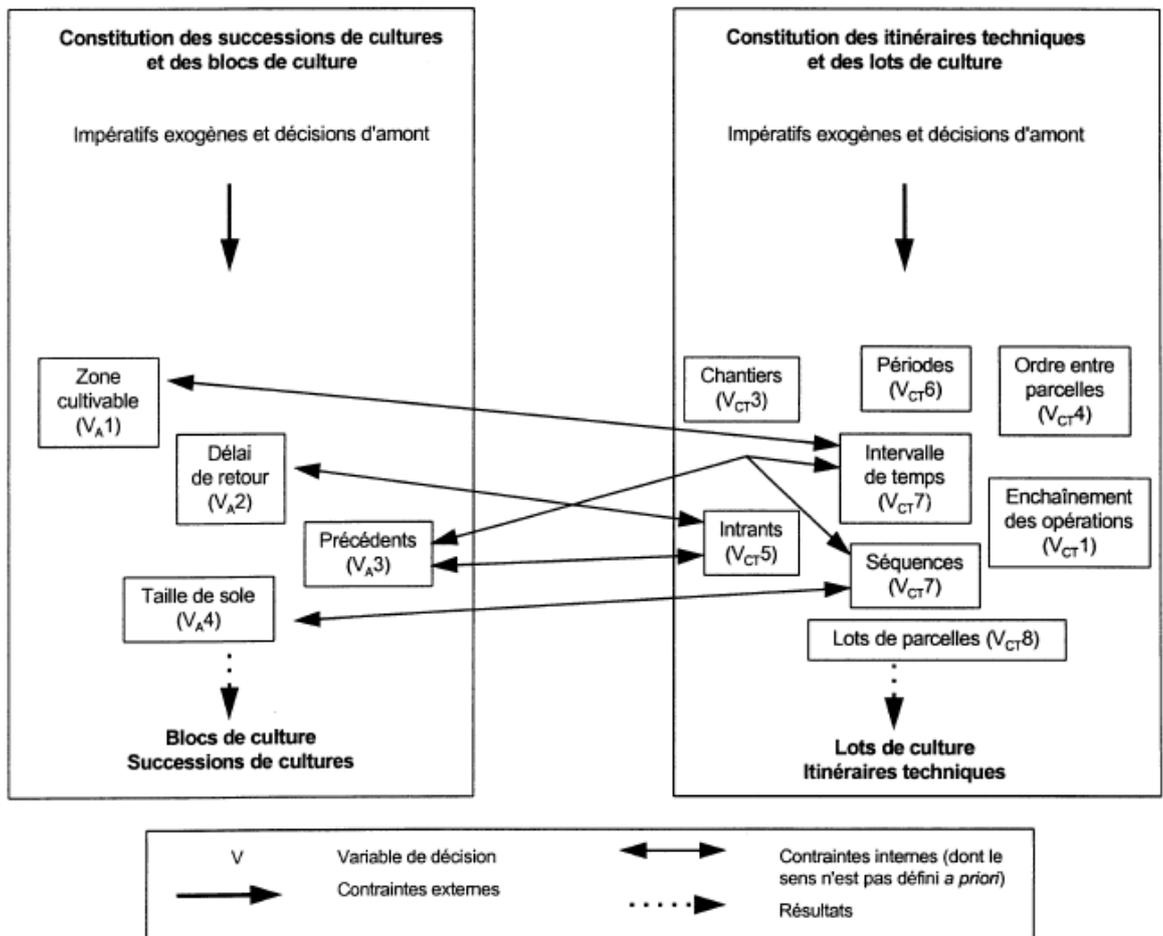


Figure 5: les relations possibles entre les variables décisionnelles des blocs de culture et des lots de cultures (Aubry, 1998)

- un programme prévisionnel constitué de sous objectifs et des étapes obligées par lesquelles passent les agriculteurs pour évaluer ces pratiques
- un corps de règles pour chacune de ces étapes du programme prévisionnel, la nature des décisions à prendre à chaque étape et des solutions de rechange.
- un ensemble d'indicateurs de déclenchement de règles, de contrôle et d'évaluation, tels que les états du milieu naturel et cultivé, des paramètres climatiques ou des dates.

Ce modèle implique une hiérarchie des niveaux de décisions associée à une dimension temporelle. Ainsi (Capillon, 1993, Aubry et Michel, 2006, cité par Mawois) on peut identifier un niveau global de décision concernant l'intégration des objectifs familiaux et l'avenir de l'exploitation agricole. Ce sont des décisions prise sur le long terme. Le niveau stratégique est constitué des décisions de moyen terme et concerne les grandes orientations de production et leur financement. Elles dépendent essentiellement de déterminants socio-économiques. Enfin les décisions de court terme (échelle annuelle) sont prises au niveau tactique. C'est aussi à ce niveau que se prennent les décisions au jour le jour. Ces niveaux sont en interaction mais on ne remet pas en cause au jour le jour les décisions stratégiques.

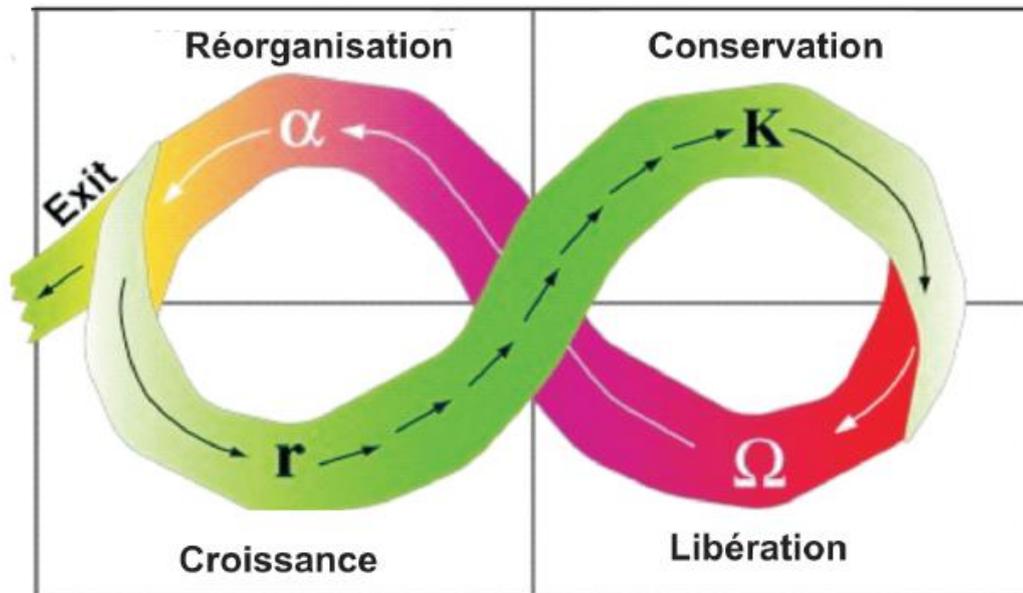
Le modèle de décision identifie un réseau de contraintes agissant sur les variables décisionnelles, liées entre elles.

Le modèle de décision de Aubry (1998) formalise le modèle d'action pour décrire la constitution des systèmes de cultures (Figure 5). On identifie dans un premier temps les variables décisionnelles prises en compte par les agriculteurs. Dans ce modèle les contraintes sont la relation de détermination qui lie plusieurs variables décisionnelles entre elles (contraintes internes), ou d'autres variables agissant sur les variables décisionnelles (contraintes externes). Les contraintes peuvent être externes : exogènes quand elles sont imposées à l'exploitation ou endogènes quand elles sont liées à la structure de l'exploitation. Il peut exister une hiérarchie entre ces contraintes quand l'une détermine la valeur de l'autre. Ainsi le modèle de décision considère le système de culture comme la résultante de la constitution des blocs de cultures et des lots de cultures qui sont des blocs de variables décisionnelles.

c) *Le changement, un aller-retour entre attendus et effets des pratiques*

Dans le modèle d'action, le changement est le produit d'un dialogue entre le sous-modèle opérant et ses effets escomptés compte tenu du sous-modèle de décisions qui définit les attendus. Cet aller-retour entre ces sous-modèles se fait via des indicateurs et ce sont ces indicateurs qui sont modifiés (Landais, 1988).

Ainsi, une étude de Compagnone porte sur la révision de ces règles basées sur une évaluation par campagne de la réussite ou non des pratiques agricoles mises en œuvre pour gérer les adventices. Cela a permis d'identifier le processus de modification suivant l'ampleur de l'échec. Ainsi la reconduction ou non de la même procédure est guidée par l'ampleur de l'échec identifié et de l'existence ou non de solutions au problème identifié. (Si l'accident est ponctuel ou s'il est grave et qu'il n'y a pas d'autres solutions alors l'agriculteur suivra la même procédure ou continuera l'essai. Si l'accident est grave et que de nouvelles solutions se profilent alors l'exploitant changera de procédures). D'autre part il y a une gradation dans les solutions adoptées ou envisagées quand l'accident est important ou répété. Cette gradation est fonction de l'ampleur des modifications à apporter : de la plus faible (échelle ITK) à la plus importante (échelle de l'assolement). Ainsi l'évaluation de l'ampleur



r à K : une situation qui change peu ou lentement, avec des perturbations modérées. L'apprentissage permet une capacité de contrôle et de maîtrise croissante.
 K à Ω : choc. Libération des ressources.
 Ω à α : mobilisation du potentiel (ressources, capital) pour réorganiser le système.
 Après α : Exit (échec) ou reprise d'un cycle nouveau.

Figure 6: le cycle adaptatif d'un modèle socio-écologique (Holling, 2001)

de l'échec d'une pratique agricole conditionne le niveau de décision qui sera modifié. L'une des premières limites de l'étude est qu'elle ne permet pas d'identifier sur quels indicateurs se basent les agriculteurs pour l'évaluation, et s'ils diffèrent d'un individu à un autre auquel cas cela pourrait être facteurs de ségrégation entre les agriculteurs quant à leur choix pour telle ou telle pratique agricole. Ainsi dans le cas du modèle d'action le changement suit un modèle de révision des procédures résultant d'une évaluation par campagne.

La principale limite est que ce modèle de changement se base uniquement sur une seule rationalité. Or il est possible que tous les agriculteurs ne raisonnent pas ainsi. De plus il ne prend pas en compte les interactions entre agriculteurs qui peuvent évoluer et s'auto-influencer. Le modèle d'action est avant tout un outil de dialogue entre agronomes et agriculteurs, ou peut permettre d'établir un outil d'aide à la décision. Mais il ne permet pas de comprendre le processus de changement et les mécanismes de modification de ces règles

3. Le changement technique fruit de la capacité des exploitations agricoles à s'adapter dans un environnement incertain.

a) Modèle du cycle de changement construit sur les bases du concept de modèle d'action

Ainsi, si le modèle d'action présente des limites, il permet d'identifier les logiques d'action des agriculteurs, puis de comprendre leurs pratiques en les formalisant. Afin d'étudier les mécanismes du changement qui se produit, un autre courant a repris ce concept pour caractériser différentes phases de cohérence agronomique par lesquelles passent les exploitations agricoles tout au long de leur vie. Ces phases de cohérences sont définies comme étant « des phases de la vie de l'EA durant laquelle les pratiques agronomiques et les règles de décisions de déclenchement de ces pratiques sont stabilisées (Chantre, 2011). Durant cette phase, la dynamique du modèle est marquée par des perturbations ne nécessitant pas de reconfiguration du modèle » (Dedieu et Ingrand, 2010). Ainsi durant cette phase, la capacité de contrôle et de maîtrise du modèle croît : passage de r à K du cycle de Holling (2001) (Figure 6) mais sa vulnérabilité face à une perturbation croît aussi car le modèle s'engage dans un phénomène de « dépendance au sentier » (cycle de Sutherland(2011)). Ainsi le changement de pratiques est considéré comme la résultante entre l'intensité de la perturbation qui s'applique à l'EA et la capacité de l'EA à s'adapter selon sa flexibilité / résilience à cette perturbation. Selon ces deux facteurs, la vitesse et l'ampleur du changement seront différents (cycle Holling). Cela permet donc de distinguer deux types de changement : les changements continus lents, fruit de modifications progressives liés à des perturbations de faible intensité et à la flexibilité des « ajustements au cours du cycle de production à des aléas divers » et « qui ne remettent pas en cause la cohérence de l'organisation et la conduite des activités » (Madelrieux 2002 ; Moulin 2008, cité par Schaller, 2011). Il existe d'autre part des changements exceptionnels qui sont des transformations majeures dans le fonctionnement de l'EA, fruit d'une perturbation de forte intensité (choc, trigger event) et relèvent de la flexibilité stratégique via la « remise en cause des objectifs de production et des règles de décision » (Madelrieux 2002 ; Moulin 2008, cité par Schaller, 2011).

En termes d'opérationnalité, ces concepts ont notamment été mobilisés par Dedieu et Ingrand (2010) dans une étude des modèles d'élevages. Ils montrent qu'à chaque logique d'action on identifie des tensions propres au modèle qui vont influencer la façon dont le modèle peut résister aux aléas. Les logiques d'actions génèrent l'existence de points pivots induisant une fragilité qui limite la flexibilité de l'exploitation et oriente donc les possibilités de changement possible (ex : La composante travail qui permet de rendre compte de la

THE 'TRIGGERING CHANGE' CYCLE

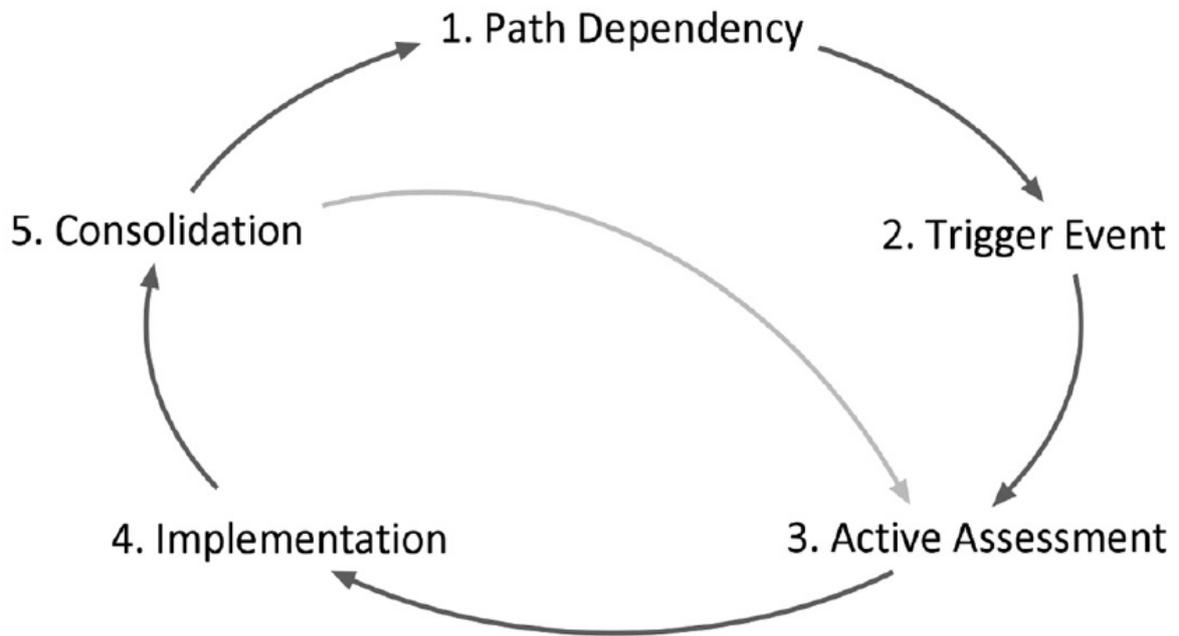


Figure 7: Le cycle du changement (Sutherland, 2011)

flexibilité interne du modèle). De plus, l'amplitude du changement technique est conditionnée par la flexibilité de l'EA et donc des logiques d'actions suivies par l'exploitant. Ainsi certaines logiques d'actions, « maîtrise technique par optimisation » vs « garder de la souplesse, être autonome », impliqueront un niveau de flexibilité qui influencera l'amplitude du changement qui pourra s'effectuer : le premier groupe est susceptible de s'adapter en changeant son itinéraire technique (calendrier d'alimentation, date de sevrage, durée de période de reproduction...), le deuxième, en plus de son itinéraire technique pourra aussi envisager de changer ses projets de production (niveau supérieur de changement : profil de vente, quantité de lait à atteindre...). L'étude (Dedieu et Ingrand, 2010) permet d'aborder la flexibilité stratégique en termes d'adaptation potentielle : les agriculteurs suivant telle logique d'action sont « susceptibles d'envisager » tel changement au niveau flexibilité stratégique. Cependant ces études ne s'intéressent finalement qu'à la flexibilité opérationnelle qui dans le cycle de Holling (2001) fait référence à la transition de la phase de croissance à la phase de conservation, et non à l'identification de la flexibilité du modèle permettant une réorganisation du modèle global après un choc (perturbation forte) et aux « seuils de sortie du modèle selon les conduites » déterminant la croissance du nouveau modèle ou l'échec de la reconfiguration (Dedieu et Ingrand, 2010).

Les travaux de Sutherland (2011) exploitent aussi le modèle du cycle de changement. Son cycle est constitué des mêmes bases conceptuelles (Figure 7). L'agriculteur passe par une phase de dépendance du sentier (ie phase de conservation dans le cycle de Holling) où la maîtrise augmente mais la vulnérabilité face à un choc aussi. Le « trigger event » événement déclencheur correspond à la phase de « libération » (« release »), la phase « implémentation » à celle de réorganisation et enfin la phase « consolidation » est similaire à celle de croissance. Cependant, Sutherland ajoute une nouvelle dimension au cycle en ajoutant la phase de « active assessment » qui est une phase où une grande diversité de possibilités est envisagée par l'agriculteur. Il entreprend alors une de ces possibilités mais il peut revenir en arrière en cas d'échec. Il n'y a pas uniquement une sortie « exit » du cycle, il peut à nouveau repasser à l'étape de « active assessment » et ce, sans besoin d'un nouveau élément déclencheur « fort » comme un choc. Ce modèle a permis d'identifier des moments plus propices que d'autres pour agir et changer les pratiques agricoles (après un choc). Et dans ces moments il est important de soutenir financièrement l'exploitant car il est plus vulnérable. Cela permet d'introduire dans le modèle la notion d'accompagnement du changement technique. Dans le cas présent cela porte avant tout sur le moment d'intervention (après un choc) et les moyens financiers qui peuvent être nécessaires de mettre à disposition pour faciliter et appuyer le changement technique.

b) Les trajectoires d'évolution des EA pour comprendre la flexibilité stratégique et intégrer le processus d'apprentissage.

Dans la continuité de ces travaux, les études portant sur les trajectoires d'évolution des EA s'attachent d'avantage à caractériser le changement technique par ses déclencheurs, et les processus de passage de phases de cohérences à l'autre.

La démarche de Lamine (2009) consiste à identifier des typologies de trajectoires et à construire par la suite des typologies d'EA selon leur appartenance à telle ou telle trajectoires. Les typologies de trajectoires de conversion en Agriculture Biologique ont été construites selon les caractéristiques des perturbations : les déclencheurs et les facteurs favorisant ainsi que sur les motivations des agriculteurs. Cela a permis de dégager deux types de dimension qui ségrégent ces trajectoires : vitesse de changement (direct ou progressif) et degré d'anticipation (préparé ou non) du changement de l'agriculteur. L'étude portait aussi sur les trajectoires d'évolution des EA en protection intégrées, la différence étant l'absence de cahier

des charges caractérisant ce modèle de culture. Les dynamiques de changements qui ont été observées impliquent des changements de paradigmes et de rapport au risque des exploitants.

Dans la même logique Chantre (2011) a construit un modèle permettant de caractériser les trajectoires d'évolution des pratiques de réduction d'utilisation des intrants par les phases de cohérence agronomique. Dans son modèle, l'appartenance à un type de trajectoire dépend de la combinaison des phases de cohérence qui ont été mobilisées tout au long de la vie de l'exploitation. Ainsi, le modèle utilisé permet de caractériser les phases de cohérence et surtout le mécanisme de passage de l'une à l'autre. Une phase de cohérence agronomique est caractérisée comme l'ensemble des critères d'évaluation, des principes organisateurs de l'action, des représentations de l'agrosystème, des connaissances sur la façon d'apprendre. Le mécanisme de passage de l'une à l'autre s'effectue de la manière suivante : la modification des critères d'évaluation (précision, élargissement des domaines couverts et augmentation du champ temporel pris en compte) entraîne la modification de la façon d'apprendre (par développement des connaissances sur les façon d'apprendre) qui entraîne une modification de la représentation de l'agrosystème et enfin une modification des principes organisateurs de l'action (construction d'un regard différent sur l'objet de l'activité et la façon d'agir sur cet objet). Cela entraîne le passage d'une phase de cohérence à une autre qui se traduit par la mise en œuvre des pratiques clefs. Ainsi, la représentation de l'agrosystème se rapporte aux paradigmes identifiés par Lamine (2009). L'étude de Chantre par rapport à celle de Lamine, permet d'identifier la place et le rôle de cette représentation, dans le mécanisme de changement de pratiques agricoles. Dans le domaine de l'étude des pratiques agricoles concernant la gestion des phytosanitaires, il apparaît que ce changement de représentation qui influence des phytosanitaires est particulièrement redondant. Il s'appuie sur le cadre d'analyse ESR (Efficacité – Substitution – Reconception) développé par MacRay 1989, qui a notamment été utilisé pour l'évaluation de la stratégie phytosanitaire. L'hypothèse est que la phase la plus avancée de l'agriculture durable est celle de la diversification des agrosystèmes au sein d'une même exploitation et est le produit de l'étape de Reconception. Les deux autres étapes font figures d'étapes intermédiaires dans une transition de l'EA vers une agriculture durable.

Dans un deuxième temps, les trajectoires d'évolution sont mises en lien avec les processus d'apprentissage d'une part, et le contenu de ces apprentissages d'autre part. En termes d'opérationnalité, l'identification de l'appartenance d'un agriculteur à une trajectoire et notamment à la phase où il en est actuellement pourrait orienter les choix de types d'apprentissage qu'il pourrait suivre. Ainsi pour ceux qui en sont à la phase d'efficience, il serait judicieux de proposer des dispositifs d'expérimentation collectifs pour comparer de façon synchronisée les pratiques clefs qui lui permettraient de passer à la phase suivante. Pour ceux qui sont plus avancés, et porteurs d'innovation, le conseiller agricole devrait faciliter l'aspect expérimentation en les outillant ou en les aidant à interpréter les résultats. La principale limite étant le degré de généralité des résultats de l'étude.

C. Question de recherche, hypothèses et objectifs de travail

1. Question de recherche

L'état de l'art a permis d'identifier trois grandes approches du changement technique. Une première approche identifie le changement technique comme le fruit des jeux d'influences entre les différentes entités du système d'innovation (Faure, 2011). Une deuxième approche considère que le changement des pratiques est le fruit de l'évaluation de la différence entre les objectifs et attendus de l'agriculteur concernant ses pratiques et les

effets de ces pratiques (Landais, 1988). Selon le degré de différence, cela engendre ou non une évolution des variables de décisions du modèle de décision (Aubry, 1998) et des pratiques par la suite. Enfin une dernière approche considère que le changement est le fruit de l'adaptation des agriculteurs à un environnement incertain et qu'il dépend donc de la flexibilité des exploitations et de l'intensité de la perturbation externe. Cela se traduit par des trajectoires de changement pour l'adoption de pratiques nouvelles dépendantes de ces éléments (Lamine, 2009).

Ainsi l'état de l'art permet d'éclairer la démarche à suivre pour répondre à la problématique. Le point essentiel étant qu'il existe effectivement un certain cadre appuyant des pratiques alternatives de réduction des herbicides mais que l'objectif est d'identifier les leviers permettant d'augmenter l'efficacité de ces démarches. L'état de l'art nous montre qu'avant toute chose il faut d'abord connaître ce que font les agriculteurs, leurs pratiques de gestion de l'herbe, et pourquoi ils le font, c'est-à-dire le processus de décision aboutissant à ces pratiques. Le modèle d'action est une forme de représentation de ce processus de décision qui décrit un programme prévisionnel d'action (ie : de pratiques) par des variables décisionnelles et des règles de décisions (Aubry, 1998). Le modèle de décision reprend ces éléments mais cherche à identifier d'abord la cohérence du système et ne reste pas focalisé sur un seul volet de l'organisation de la production. Cela semble pertinent vis-à-vis de l'objet d'étude qu'est la gestion de l'herbe qui s'effectue sur toute l'exploitation et sur toute l'année. Il semble nécessaire de l'intégrer dans le reste de l'organisation de l'exploitation. Ainsi ce modèle considère que ce processus de décision s'inscrit dans un réseau de contraintes. Ce réseau se définit comme les relations entre les déterminants des variables décisionnelles, et les relations entre ces variables. La dernière approche par les trajectoires de changement permet de faire le lien entre la connaissance de ces modèles de décision et leurs effets sur la mise en œuvre de pratiques de réduction, se traduisant par une diminution des quantités d'herbicides épandues. Les différentes trajectoires de changement reflètent les différents modèles de décisions qui existent et ainsi les différentes façons d'aboutir in fine à l'adoption d'une pratique nouvelle. Et c'est dans ce sens que la notion de levier d'action peut être introduite : les leviers d'action ne sont pas les pratiques de réductions mais bien les moyens possibles à mettre en œuvre pour appuyer l'adoption de ces pratiques. Des pistes quant à leurs natures sont aussi données : mode d'accompagnement ou d'apprentissage (Chantre, 2011), dynamiques collectives ou effet de l'environnement non agricole (Lamine, 2009). Ce dernier point rejoint les études concernant la structure du réseau professionnel local (Darré, 1989). Enfin cette approche permet d'émettre des hypothèses quant au mécanisme du changement, et en particulier celle des changements de représentation de l'agrosystème à travers le cadre ESR de MacRay (1989) et des résultats de Chantre (2011). Finalement cette démarche s'inscrit pleinement dans le cadre du système d'innovation décrit par Faure (2011) en intégrant les agriculteurs et leurs pratiques dans la recherche d'outils d'appui à l'innovation, mobilisables par les organismes de recherche et de conseil.

Question de recherche : « *Quels sont les modèles de décision relatifs à la gestion de l'herbe en bananeraie, leurs déterminants et leurs effets, sur le bassin versant de la rivière Pérou en Guadeloupe* »

2. Hypothèses de travail et objectifs de l'étude

Postulat : la connaissance des modèles de décision de la gestion de l'herbe mis en relation avec des trajectoires de changement de pratiques vers une diminution de l'usage des herbicides, permet d'identifier les leviers d'action pour appuyer ces démarches de réduction.

Hypothèse 1 : Le concept de modèle de décision permet d'identifier un réseau de contraintes qui décrit à la fois les relations entre les variables décisionnelles et les déterminants qui agissent sur ces variables décisionnelles de gestion de l'herbe. Ce réseau permet d'expliquer la diversité des pratiques mises en œuvre.

Hypothèse 2 : On peut identifier différents types de modèle de décision décrivant des pratiques et des règles de décisions.

Hypothèse 3 : le type de modèle de décision de gestion de l'enherbement a un effet sur les trajectoires de changement pour l'adoption de pratiques de réduction d'usage d'herbicides.

Hypothèse 4 : L'adoption de pratiques de réduction de l'usage des herbicides se traduit par une diminution des quantités épandues d'herbicides.

3. Définitions

Pratiques : action élémentaire ou combinaison d'actions élémentaires

Règles de décision : lien entre un critère d'observation et une action

Modèle de décision : réseau hiérarchisé de contraintes explicitant les relations entre des variables décisionnelles ou entre une variable décisionnelle et son déterminant.

Levier d'action : moyen mis en œuvre pour appuyer l'adoption d'une pratique

Déterminants : élément qui détermine une règle de décision ou une variable décisionnelle

4. Démarche globale de travail

Afin de répondre à la question de recherche, le travail se divisera en deux parties. La plus lourde est celle d'identification du modèle de décision général de la gestion de l'herbe. Pour cela on caractérise d'abord le cadre de contrainte général qui s'applique à tous les exploitants en matière de gestion de l'herbe. Puis on identifie les pratiques de gestion de l'herbe et les règles de décisions sous-jacentes à ces pratiques. On cherche à identifier la façon dont s'articulent ces règles et leurs déterminants, notamment structurels, à travers la construction d'une typologie de ces modèles de décision. Cette partie sera centrale du fait de la durée courte du stage et le manque de référence technique. L'identification des leviers d'action pour appuyer des pratiques de réduction de l'usage des herbicides se fait dans une deuxième partie. Elle débute par la caractérisation des trajectoires de changement des agriculteurs qui ont adoptés une pratique de réduction. Ces trajectoires seront étudiées au regard des modèles de décisions qui s'y rapportent. En parallèle l'incidence de l'adoption de ce changement technique se fera via l'analyse des quantités d'herbicides épandues.

II. Matériel et méthodes

1. Zone d'étude

La zone d'étude est située en Guadeloupe, au Sud-Est de la Basse Terre, sur la commune de Capesterre-Belle-Eau sur le bassin versant (BV) de la rivière Pérou. Le choix s'est porté sur cette zone car elle est en plein dans le croissant bananier et a donc potentiellement historiquement subi de nombreuses pollutions. Cela fait d'elle un terrain

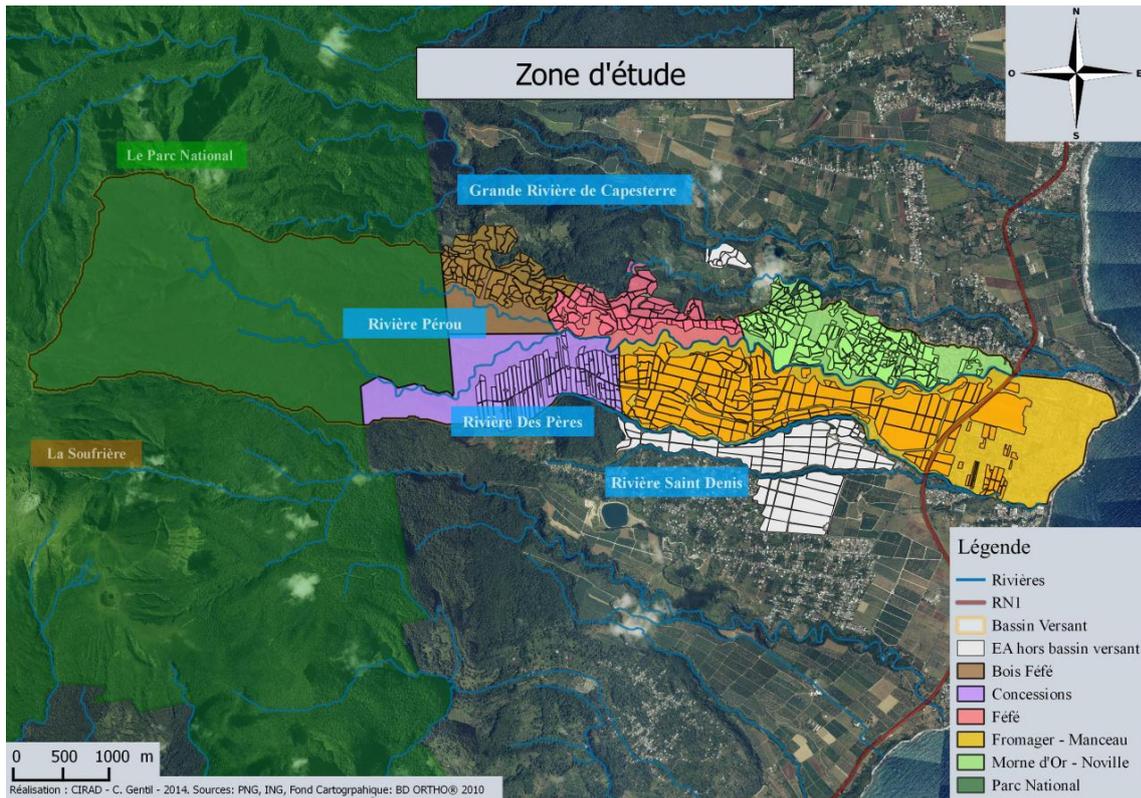


Figure 8: Carte des zone agro-écologiques du bassin versant de la rivière Pérou (Gentil, 2014)

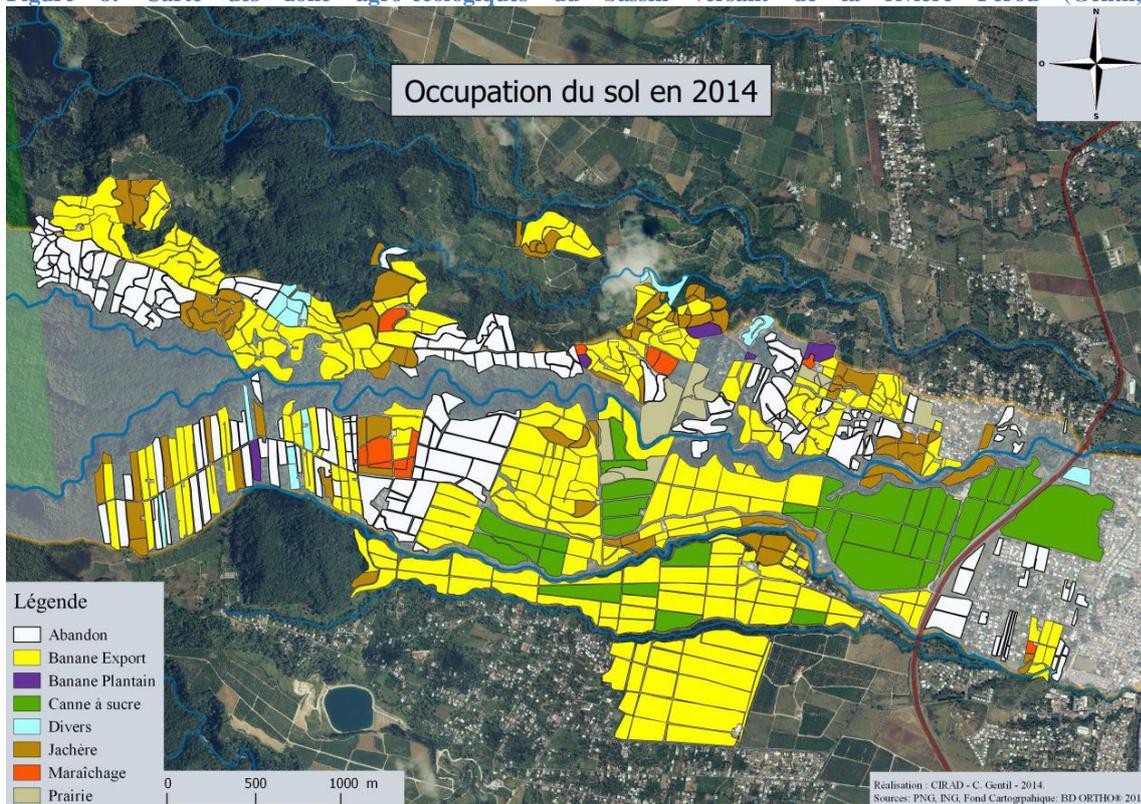


Figure 9: Carte de l'occupation des sols du bassin versant de la rivière Pérou (Agrigua, 2014)

privilegié pour l'étude des dynamiques de pollutions faisant partie intégrante du projet Rivage.

Le zonage agro-écologique a été établi par Amoravain. Il a identifié des zones homogènes caractérisées par leur sol, la géomorphologie et leur climat induisant des enjeux écologiques spécifiques. D'autres critères ont été retenus comme les caractéristiques des exploitations agricoles et l'occupation des sols (type d'occupation du sol, taille des îlots). En tout 5 zones ont été repérées en plus d'une zone au Nord-Ouest non exploitée car incluse dans le Parc National de Guadeloupe (Figure 8). En amont, les zones bois Féfé, Féfé et Concession sont caractérisées par des altitudes hautes à moyennes (450m à 250m) avec de fortes pentes et andosols perhydratés et des précipitations assez fortes (6000mm/an à 3600mm/an). Sur ces trois zones, la taille des exploitations est très variable allant de 2,5ha à 27ha. La zone Fromager-Manceau et de Morne d'or Noville sont marquées par des altitudes basses (25 à 250m), des sols à halloysites et la pluviométrie est faible (2400 à 3600 mm/an). Fromager-Manceau est occupée par des exploitations plutôt grandes (en moyenne 25 ha) tandis que Morne d'Or Noville par de petites exploitations entre 4 et 8ha.

En termes d'occupation du sol, 54% de la SAU totale cultivée du bassin (385,4 ha) est occupée par de la banane à destination de l'export, 24% par de la canne et 15% par des terres en jachères (Figure 9). Ainsi les modèles de culture banane/jachère, banane/canne et monoculture de canne couvrent 93% de la SAU. Le reste est occupé par de la banane plantain (3,8ha), du maraichage (7,6ha) et des prairies (15,2ha).

2. Méthodologie d'acquisition des données

a) *Enquêtes auprès des agriculteurs sur leur modèles de gestion (pratiques et règles de décisions) de l'enherbement*

Echantillonnage

L'objectif est de **décrire la diversité des modèles de décision**. L'échantillonnage ne s'est donc pas focalisé sur sa représentativité par rapport à la réalité du bassin. Se basant sur les résultats de Gentil (2014) et les données recueillies, les déterminants des variables décisionnelles intégrés dans l'échantillonnage sont : la zone agro écologique (Figure 10), le type d'exploitation agricole (Figure 11) et enfin les pratiques. Les données sur les pratiques des agriculteurs « à priori » ont été recueillies auprès du directeur qualité et développement durable du groupement de producteur de la Guadeloupe (LPG), M. Hery. Les pratiques de réductions identifiées dans la bibliographie que l'on souhaitait sélectionner étaient celles concernant l'usage de plantes de couvertures (supprimer l'usage), celles de mécanisation (remplacer l'usage) et de raisonnement des apports (raisonner l'usage). Ces deux dernières pratiques n'ont pas pu être prises en compte dans l'échantillonnage du fait de l'incertitude sur la réalité de sa mise en application au champ. L'usage des plantes de couverture est la seule pratique intégrée à l'échantillonnage (Figure 12). Sur un total d'environ 39 exploitations agricoles, 13 ont été échantillonnées, soit un tiers de l'effectif global.

Le guide d'entretien

A l'instar de Lamine, nous avons préconisé une **démarche « compréhensive »** focalisée sur le « **comment** » plutôt que sur une enquête focalisée sur le « pourquoi ». En effet ce type d'enquête oriente d'avance la réponse de l'exploitant. Ainsi on mène l'entretien de la façon suivante : on pose une question large (exemple : « comment gérez-vous les mauvaises herbes ? », « comment savez-vous qu'il faut traiter ? ») et en fonction de ce que l'agriculteur répond et des données qu'on cherche à acquérir on rebondit sur ses réponses ou on demande

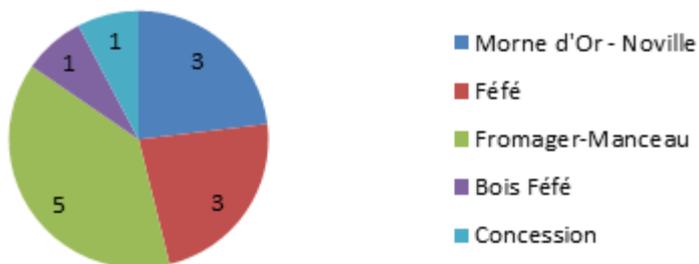


Figure 10: Nombre d'agriculteurs interrogés par zone agro écologique (Julie Pham Viet Si, 2015)

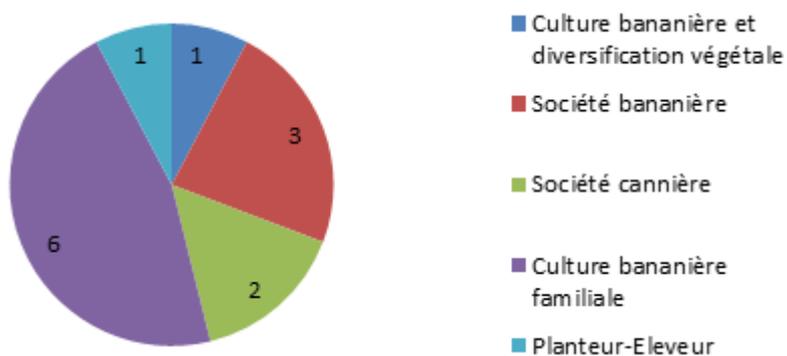


Figure 11: Nombre d'agriculteurs interrogés par type d'exploitation (Julie Pham Viet Si, 2015)

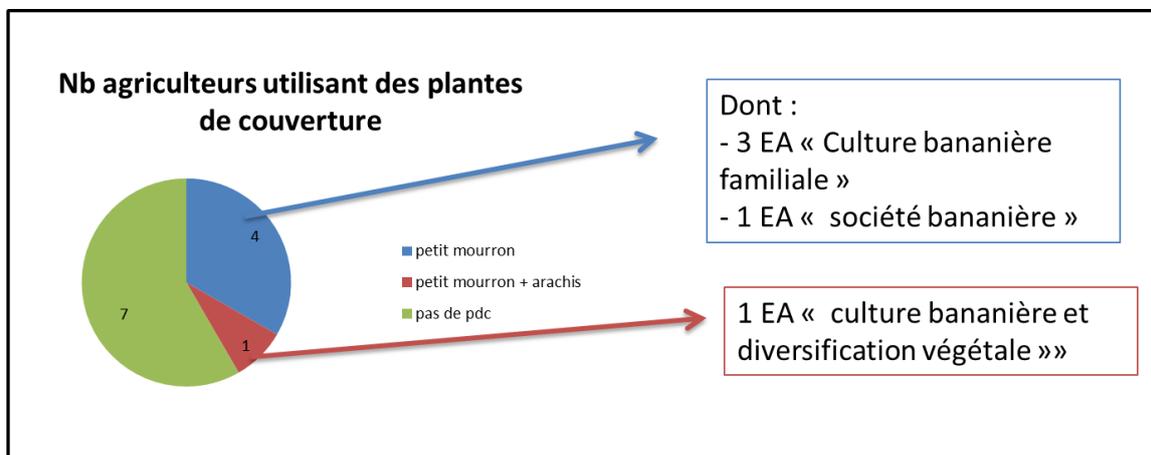


Figure 12: Nombre d'agriculteurs utilisant des plantes de couverture (Julie Pham Viet Si, 2015)

des précisions sur les points manquants. L'avantage de cette démarche est de pouvoir identifier quels sont les points importants pour l'agriculteur. En plus de ces divers points méthodologiques, les entretiens directifs à questions fermées n'étaient techniquement pas faisables en raison du peu de références techniques disponibles pour le construire. Afin d'être pleinement à l'écoute des agriculteurs, les entretiens ont été enregistrés et les notes prises de façon succinctes.

Le guide d'entretien (Annexe 1) est divisé en plusieurs parties :

- Partie description de l'exploitation agricole : parcellaire, production, main d'œuvre, organisation
- Description des pratiques de gestion. L'objectif est d'identifier le type d'opération selon le type d'occupation du sol, dans le cas de traitement chimique, la spécialité commerciale utilisée, la dose, son mode d'application et sa fréquence d'utilisation sur un an
- Description des règles de décision : règles de déclenchement et d'arbitrage
- Description du changement : déclencheurs, motivations, facteurs favorisant

Deux phases d'entretien

Presque tous les agriculteurs ont été interrogés deux fois. Ceux qui ne l'ont pas été la deuxième fois n'étaient pas disponibles. Le premier entretien sert à identifier le modèle de décision. Le deuxième entretien sert à revenir sur certaines données manquantes, sur les règles de déclenchement (voir méthodologie règle de déclenchement) et sur les changements de pratiques agricoles qui ont été identifiées lors du premier entretien afin de construire les trajectoires d'évolution des pratiques.

b) Restitution / discussion auprès des agriculteurs

Phase 1 : valider le modèle de décision générique et la typologie

Cette première phase consiste à présenter aux agriculteurs la typologie de modèle de décision de gestion de l'herbe pour la valider. Par cet intermédiaire on valide aussi en partie le modèle de décision générique.

Phase 2: identifier des leviers pour le changement des pratiques

Cette deuxième phase vise à demander aux agriculteurs ce qu'il ferait pour améliorer l'un des modèles de décisions pour réduire l'usage des herbicides. On propose concrètement aux agriculteurs d'améliorer un itinéraire technique lié à un modèle de décision. L'objectif est de pouvoir identifier des freins ou des leviers qu'émanent des agriculteurs eux-mêmes.

3. Méthodologie de traitement des données

a) Actualisation des typologies d'exploitation agricoles

Suite aux résultats il a semblé indispensable de refaire une typologie des exploitations agricoles. Elle se base sur celle d'Amoravain (2000) et de Gentil (2014).

Une diversité de petites exploitations avec pour culture pivot la banane

En 2000, Amoravain construit une typologie des exploitations agricoles sur le BV Pérou (Figure 13). Elle permet de discriminer 6 types d'exploitations selon différents facteurs de l'ordre : du modèle de production (objectifs, stratégies, itinéraires techniques...), du rôle (ou pas) des membres famille dans l'exploitation et de l'histoire de l'exploitant, du type de

foncier (surface, caractéristiques du milieu,...), de la main d'œuvre et de l'équipement et enfin du type de commercialisation dans lequel s'insère l'exploitant (Annexe 2) et Annexe 3). Ces exploitations sont relativement petites puisqu'elles ont une SAU maximum de 15ha. Toutes les exploitations cultivent de la banane d'exportation à l'exception des exploitations traditionnelles qui ont un objectif vivrier.

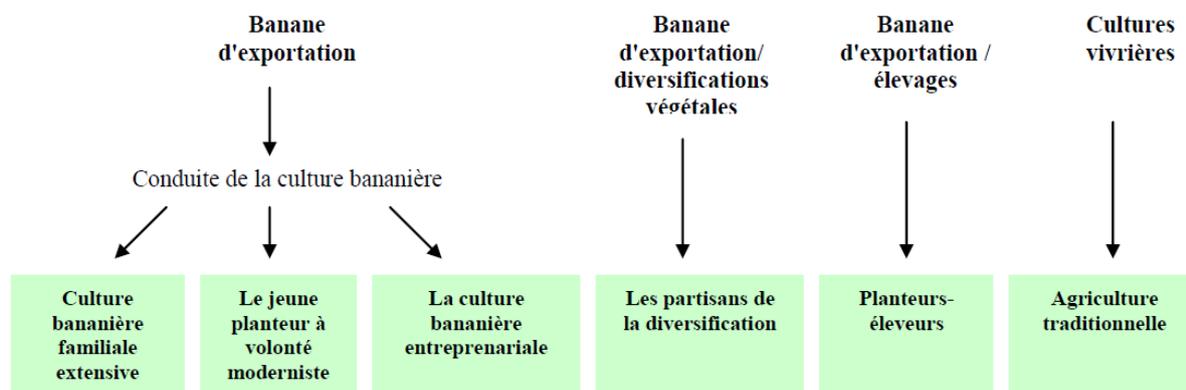


Figure 13: les grands types d'exploitation identifiés par Amoravain (2000)

Les grandes évolutions de la filière banane entre 2000 et 2015 engendrent une nécessité d'actualisation de la typologie

Il y a eu de grands changements de la filière entre 2000 et 2015.

➤ **Agrandissement des exploitations**

En 1997 la surface dédiée à la culture de la banane est d'environ 6000ha en Guadeloupe (site CARif –Oref , 1997). En 2013, elle est de 10 281 ha, soit presque deux fois plus grande (site Odeadom, 2015). De plus, du fait de la diminution du nombre d'exploitations, cela a engendré une augmentation de la surface moyenne des exploitations depuis 10 ans (site Odeadom, 2015).

➤ **Mise en place du programme POSEI Banane en 2007.**

La fin du modèle de préférence nationale avec la fin de l'OCM Banane depuis janvier 2006, s'est traduite par la suppression des quotas d'importation par région d'origine. L'OCM banane permettait historiquement aux producteurs des régions ultrapériphériques (Canaries et Antilles notamment) de supporter le différentiel de coût de revient favorable à leurs concurrents, en instituant une aide compensatoire à la perte des recettes (Burac, 2006). L'Europe a alors choisi de transférer les fonds alloués à l'aide compensatoire vers le Programme d'options spécifiques à l'éloignement et l'insularité (POSEI) en 2007. Ainsi chaque agriculteur a droit à une aide POSEI dès qu'il dépasse un seuil de 80% de sa production de référence individuelle (Circulaire DGPEI, 2008). Ce montant est fonction de son taux de réalisation.

➤ **Structuration de la filière banane**

En 2000 en Guadeloupe, il existe deux groupements de producteurs, SICA Bananagua et SICA Karukara qui regroupent chacune les productions et gèrent les comptes de ventes et 8 maisons d'exportations se chargeant de la commercialisation (Amoravain, 2000). Depuis

2005, il n'existe plus qu'un groupement de producteurs (SICA Les Producteurs de Guadeloupe depuis 2006) et il en est de même depuis 2012 en Martinique (SICA Banamart). Enfin la commercialisation est à présent assurée par l'UGPBAN (Union des Groupements de Producteurs de Bananes de Guadeloupe et Martinique) depuis 2006. Cette structuration s'est renforcée par la suite avec le rachat de Fruidor par l'UGPBAN, principal réseau de mûrisseries en France métropolitaine en 2008 (site IT², 2015).

Actualisation de la typologie par Gentil pour illustrer l'agrandissement des exploitations et l'apparition de la culture cannière sur le BV

Une typologie a été construite par Gentil (2014). La nouvelle typologie (Annexe 4) prend en compte l'apparition des sociétés cannières. Elle distingue les sociétés bananière qui se différencient des cultures bananières familiales par l'origine de l'exploitant (ce n'est pas une reprise familiale), la taille de la SAU et le nombre d'actifs. Pour ces exploitation, une spécificité est liée à la mise en place de rotations banane – canne. En effet suite aux interdictions d'usage des nématicides, les rotations banane – canne ou banane – jachère ont été proposées afin de servir les objectifs d'assainissement des parcelles pour diminuer la pression parasitaire.

J'ai tenté de replacer dans la typologie de Gentil mes propres données issues des entretiens (Annexe 5). Il s'avère que les caractéristiques des exploitations de type « société bananière » sont assez équivalentes à celles identifiées par Gentil. Cependant on observe que la surface minimum est de 25 ha et non plus 15ha comme identifié précédemment. Aucune exploitation cannière de moins de 100 ha n'a été interrogée. A l'instar de Gentil, le type Planteur éleveur est conservé malgré qu'un seul exploitant ai été interrogé. Contrairement à Gentil, sa SAU en banane est de 4ha et sa SAU totale n'excède pas les 11ha.

La typologie de Gentil ne permet pas de discriminer les individus du type « cultures bananières familiales ». Or sur le terrain, ce groupe ne semble pas si homogène. D'où la nécessité d'actualiser cette typologie, et ce en intégrant une nouvelle variable pour sa construction : la référence POSEI. En effet cette référence est le tonnage maximum pouvant bénéficier d'une aide. Les producteurs réalisent généralement plus de 80% de ce tonnage. Les producteurs récoltent une fois par semaine et sont rémunérés par le groupement de façon hebdomadaire. Ainsi on suppose que plus la référence POSEI est forte, plus le tonnage hebdomadaire est fort et plus la disponibilité en trésorerie est forte.

b) Méthodologie de traitement des données de déclenchement des traitements *Démarche méthodologique*

La première phase d'entretien a montré qu'il était difficile d'appréhender les facteurs de déclenchement d'un traitement. On a identifié 3 groupes de variables (Tableau 2). Celles qui sont relatives à la compétition biologique entre les cultures et les adventices (« quand j'observe un niveau d'enherbement de 50 cm je traite »), celles qui sont relatives à un déclenchement par anticipation (« quand on arrive bientôt en saison humide je déclenche », « quand ça fait 2 mois , 2,5 mois que j'ai traité, je m'attends à ce que l'herbe ait poussée, et je traite ») et enfin celles relatives à la compétition entre le traitement herbicide et d'autres activités de l'exploitation (« en période de récolte je ne fais pas d'herbicide même si ça pousse », « entre les bananes et les cultures maraichères s'il faut traiter je traite d'abord les cultures maraichères »). Ainsi pour chaque variable on a une modalité favorable au déclenchement du traitement et une qui est défavorable. Ayant identifié ces variables, je souhaitais clarifier les relations entre ces variables durant la deuxième phase d'entretien.

Groupe de Variable	Nom de la Variable	Modalité favorable à un traitement	Modalité défavorable à un traitement
Anticipation	Délais Dernier Passage	DDP > x Cela fait plus de x mois que vous n'avez pas passé d'herbicides	DDP < x Cela fait moins de x mois que vous n'avez pas passé d'herbicides
	Stade de développement	Les adventices sont bientôt au stade graine	Les adventices sont encore à un stade très précoce
	Saison	Bientôt la saison humide	En pleine saison sèche
	Engrais	un passage d'engrais est prévu bientôt	Pas de passage d'engrais prévu
Niveau d'enherbement	Stade de développement	Stade graine	Stade précoce
	Taille adventice	Taille > y Seuil agriculteur y cm	Taille < y
	Cycle	Année 1	Repousse
	Type adventice	Adventice qui monte haut au stade adulte	Adventice qui ne monte pas haut au stade adulte
Compétition ressources	Récolte	Bientôt la récolte	La récolte dans longtemps

Tableau 2: Caractérisation des variables et de leurs modalités favorable ou défavorable au déclenchement d'un traitement

Dans la suite de l'étude, on part de l'hypothèse suivante : la prise de décision de l'agriculteur, concernant le déclenchement ou non d'un traitement, est relative à une situation-type qu'il a construit tout au long de sa carrière professionnelle. Il ne fait pas appel à un arbre de décision par exemple. Ainsi l'objectif est de comprendre les relations entre ces variables ou ces groupes de variables afin de construire des situations types. On cherche les interactions entre les variables et les éventuelles hiérarchies qui peuvent exister entre elles. Ainsi une situation est constituée de plusieurs modalités de variables.

Construction d'un jeu de question

Afin de servir ces objectifs, on cherche à construire des situations qui croisent ces variables et on demande à l'agriculteur s'il va déclencher ou non le traitement. Ce jeu de questions doit être un outil de dialogue entre l'interlocuteur et l'agriculteur qui est amené à expliquer, argumenter et rajouter des conditions pour appuyer son avis. En tout on a 10 variables à 2 modalités. Une des variables est relative à la pluviométrie qui conditionne la possibilité ou non de traiter. Elle est commune à tous les agriculteurs et on ne l'intègre pas dans le jeu de données. Si on croise toutes les autres variables, il y a en tout 2^9 possibilités. Il a donc fallu faire des choix quant aux situations-types proposées. Pour certaines variables notamment celles relatives à la compétition biologique, les variables Taille adventice et Délais Dernier Passage mobilisent des seuils de tailles et de mois. Ces seuils ont été repérés pendant le premier entretien et sont mobilisés dans la construction de ce jeu de question qui est alors adapté aux dire de l'individu. La construction du jeu de question a nécessité trois étapes décrite ci-après. Un exemple de grille de questions individuelles (du fait qu'il y ait des seuils spécifiques) est mis en Annexe 6.

1/ Valider les hypothèses portant sur les modalités des variables qui sont favorables ou défavorable.

La première étape consiste donc à valider ces hypothèses portant sur ces situations « favorables » et « défavorables » au déclenchement du traitement. Pour chaque groupe de variables on détermine une situation « favorable » au déclenchement du traitement, constituée des modalités « favorables » de chaque variable appartenant à ce groupe, et inversement.

Pour le groupe de variables relatives à la compétition pour la main d'œuvre les variables « activité maraichage » et « trésorerie » seront abordées uniquement pour les deux agriculteurs concernés. Donc pour ce groupe, dans le questionnaire « commun » à tous les agriculteurs, on ne garde que la variable « récolte ». Pour ce groupe on test simplement si la variable « récolte » est favorable ou non au déclenchement du traitement. Cette variable est commune à tous les agriculteurs mais son effet sur le déclenchement varie.

2/ Hiérarchiser les variables de décision dans chaque groupe de variable

L'objectif de cette 2^{ème} étape est d'identifier si dans un groupe de variables il existe certains variables plus importantes que d'autres. Ainsi, dans chaque groupe de variable, on test si l'agriculteur déclenche un traitement si toutes les variables « autres Va » y sont favorable sauf une « Va Test ». On test : *1 Va Test défavorable X autres Va favorables*

On pourrait aussi étudier le comportement de l'agriculteur si toutes les variables étaient favorables au traitement sauf une. On émet l'hypothèse que c'est une situation équivalente. Donc on ne test pas : *1 Va test favorable X autres Va défavorables*. De plus pour des raisons

de disponibilité des agriculteurs, on n'a pas le temps de traiter les croisements suivants : 2Va Test défavorable X autres Va favorables et 2Va Test favorable X autres Va défavorables.

Dans le groupe de variables relatives à la compétition biologique, la variable Type adventice n'a pas été intégrée au jeu de question (questions 10, 11 ? 12). On part de l'hypothèse qu'elle n'est pas ou peu importante pour la plupart des agriculteurs, « à dire d'expert ». Dans certaine situation (question 13), des variables n'ont pas été retenues car l'association avec d'autres peut créer une situation contradictoire. Par exemple l'association entre les variables *Type adventices* et *Taille adventice* : « il y a des herbes qui ne devraient pas monter très haute et elle font 50 cm » qui s'avère contradictoire.

3/ Hiérarchiser les groupes de variables de décision déclenchement traitement

On cherche à déterminer les relations entre les différents groupes de variables. A savoir s'il y a un ou des groupes de variables plus importantes que d'autres, ou si il existe des variables dominant tous les groupes. Pour cela on croise les groupes de variable selon leurs modalités favorable ou non au déclenchement du traitement. Pour les mêmes raisons évoquées dans l'étape 2, certaines variables sont exclues du jeu de données et à cela s'ajoute la nécessité de clarté pour les agriculteurs.

Mise en forme du jeu de question adaptée aux agriculteurs

Une dernière étape consiste à rendre moins complexe l'appropriation de ces question pour les agriculteurs. On a donc construit des pictogrammes qui correspondent à une variable favorable ou non au déclenchement d'un traitement Annexe 7. Ainsi chaque situation est décrite par une combinaison de pictogramme, avec des seuils individuel. La situation décrite par la Figure 14 est favorable au traitement pour les variables d'anticipation. Elle correspond à : « vous êtes bientôt en saison humide, cela fait plus d'un mois que vous n'avez pas traité, les adventices sont au stade graine et vous allez bientôt passer de l'engrais sur cette parcelle ». Le seuil de Délai Dernier Passage est personnalisé. Un exemple de jeu de situation illustré individuel est mis en Annexe 20.

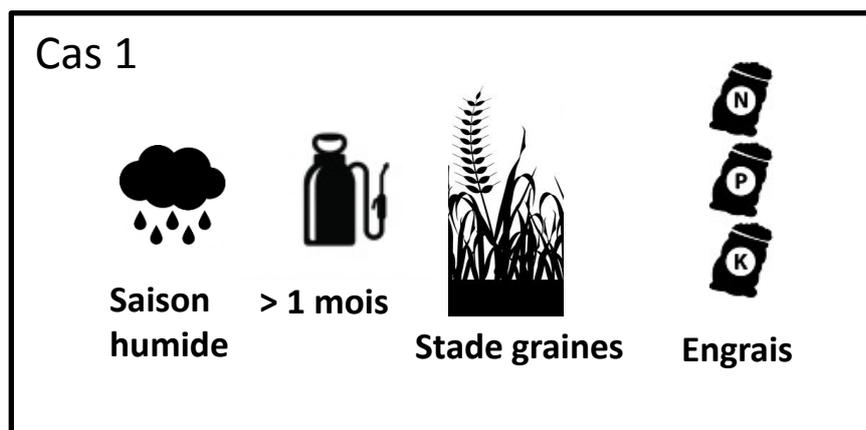


Figure 14: Exemple de situation - type illustrée par des pictogrammes

c) Méthodologie de construction de la typologie des modèles de décisions

La typologie s'appuie sur les pratiques et les règles de décisions identifiées lors de l'enquête.

Tableau 3: Statut des variables décisionnelles dans la typologie de modèles de décision

Bloc de variable décisionnel	Statut du bloc et ses variables décisionnelles dans la typologie de MD	explications du statut
choix de la modalité d'intervention	partiellement intégrées	ces règles qui sont liées au stade de développement du bananier ont été partiellement retenues. On n'a pas gardé les règles relatives à la gestion de la préparation du sol car elles étaient surtout le fruit des contraintes structurelles de l'environnement des exploitations (caractéristiques physiques et mécaniques du sol ou climatiques) et non à une décision à proprement dit de l'agriculteur. On a donc uniquement retenu les règles relatives au stade de développement du bananier en première année ou en repousse .
choix de la dose	partiellement intégrées	on a gardé les règles concernant le mode d'application (en plein ou en spoting) et le mode d'enchaînement des traitements (éliminer ou éliminer/surveiller), car elles sont relatives à des stratégies des agriculteurs. Les règles concernant la fréquence ou le choix de la dose n'ont pas été retenues car on estime que leur étude n'est pas assez fiable.
choix du produit	partiellement intégrées	On a retenu les règles concernant le choix du produit selon la prise de risque phytosanitaire prise par l'agriculteur . En effet cette prise de risque est relative aux stratégies de l'agriculteur. On n'a pas retenu les règles concernant le choix du produit selon le type d'adventices et la réglementation car elles sont soumises à des contraintes extérieures et connues de tous.
Règles de gestion des traces	Intégrées	On a retenu cette règle (couplée ou découplée) car elle est relative à des représentations du fonctionnement du milieu et semble pouvoir ainsi discriminer les individus.
règles de déclenchement	partiellement intégrées	les règles ayant une fréquence trop haute ("Délais sans pluie") ou trop faibles n'ont pas été prises en compte. Celles ayant une fréquence trop hautes ne permettent pas de discriminer les individus et celles trop faibles se rapportent à des règles individuelles. On a intégré la règle " traiter tôt/traiter tard " car elle se rapporte aux stratégies des agriculteurs.
règle d'arbitrage entre activités	intégrées	ces règles d'arbitrage entre la gestion de l'herbe et les autres postes de l'exploitation (engrais et récolte) ont quasi toute été évoquées par les agriculteurs et permettent de discriminer des individus
règles d'arbitrages entre parcelles	non intégrées	Ces règles ont une trop faible fréquence et se rapporte plus à des règles individuelles.

Comme on l'a vu précédemment, les agriculteurs mobilisent un panel de règles de décision et les pratiques de gestion de l'herbe sont variées. On cherche à construire une typologie de modèles de gestion de l'herbe.

Pour arriver à cette fin on a sélectionné un certain nombre de règles et de pratiques permettant de discriminer des groupes d'individus suivant une combinaison de règles et de pratiques similaires. Elle s'attache à écarter les règles générales suivies par tous les agriculteurs ou trop individuelles, qui ne permettent pas d'agréger les individus. Les individus appartenant au même modèle de décisions ou au même sous-groupe, partagent des pratiques, des objectifs, des stratégies et des règles identiques. Le Tableau 3 permet d'identifier quelles sont les variables décisionnelles qui ont été retenues parmi les blocs de variables décisionnelles identifiés. Enfin on a essayé de mettre en cohérence ces pratiques et ces règles de décision avec des stratégies et des objectifs de gestion de l'enherbement. Ces stratégies et objectifs ont été identifiés via la compréhension du lien entre les pratiques et les règles de décisions.

d) *Méthodologie de calcul des quantités épandues en herbicides*

La méthode de calcul des quantités d'herbicides épandus s'appuie sur les doses de spécialités commerciales et la fréquence annuelle de traitement des agriculteurs. Théoriquement on peut calculer la quantité totale épandue à l'hectare sur un an, en multipliant la dose épandue à l'hectare par le nombre de traitements effectués sur un an. On a vu qu'il existe un panel de facteurs modifiant un de ces deux paramètres de calcul. Selon les modalités que prennent ces facteurs il est plus ou moins facile d'évaluer la quantité épandue. Le mieux aurait été de connaître le nombre de bidons totaux achetés par an de chaque type d'herbicides que l'on peut se procurer auprès du groupement de producteurs de banane (LPG) mais pour des questions de confidentialité il n'a pas été possible de se procurer ces informations.

Il a donc fallu procéder à des simplifications.

- Sur les façon de faire : On a considéré que quel que soit le niveau d'enherbement la dose était constante, que le mode d'application s'effectuait en plein et que le mode d'enchaînement était « éliminer ». De plus on a considéré uniquement les deux substances actives (SA) les plus utilisés en banane : le Glufosinate ammonium (Basta F1) et le Glyphosate (Round Up ou Touch Down Modèle 4, même composition).
- Sur les périodes d'épandage d'herbicide : on a utilisé les données de doses et de fréquences de traitements uniquement pour la phase de développement en repousse (les périodes de préparation du sol, année 1, traces, sont non prises en compte) sur un an.

De plus les doses médiane de SA épandues à l'hectare sont très proches (Tableau 4). On regroupe donc les deux SA pour le calcul d'une dose épandue à l'hectare, quel que soit la SA utilisée.

Tableau 4: Données statistiques des doses de glyphosate et glufosinate d'ammonium épandues à l'hectare

Glyphosate	Dose (L/ha)
1er quantile	0,9
Minimum	0,8
médiane	2,5
Maximum	5
3em quantile	4,5

Glufosinate d'ammonium	Dose (L/ha)
1er quantile	1,2
Minimum	0,5
médiane	2,6
maximum	6,0
3em quantile	4,7

III. RESULTATS

PARTIE 1 : Construction d'un modèle de décision générique pour la gestion de l'enherbement

Cette première partie s'attache à la construction d'un modèle de décision générique de la gestion de l'herbe sur l'exploitation. La première phase est l'identification d'un cadre de contrainte s'appliquant à tous les agriculteurs. Cela permet d'identifier des premiers éléments qui orientent les décisions des agriculteurs. Dans une deuxième partie on identifie les variables décisionnelles qui formalisent les règles de décisions des agriculteurs. Elles se regroupent en blocs de variables décisionnelles. Puis, pour la culture bananière uniquement, on s'attache à la construction d'une typologie de modèles de décision. Grâce à la typologie de types d'exploitation agricole on peut ensuite analyser l'effet des déterminants structurels sur les types de MD dans une dernière partie. L'ensemble des résultats obtenus permet de construire un modèle de décision de gestion de l'herbe pour la culture bananière.

A. Cadre de contrainte pour la gestion des herbes en exploitation agricole

1. Zonage agro écologique du BV Pérou / contraintes environnementales

Sur la zone d'étude, 5 zones agro écologiques (Tableau 5) ont pu être identifiées (Amoravain, 2000). Ces zones présentent des caractéristiques qui induisent des contraintes en termes de gestion des adventices. Les zones Bois Féfé, Féfé et Concession, présentent de fortes pentes et un type de sol (andosol perhydraté) qui est très peu propice au passage d'engins lourd (tracteurs). Ainsi le travail du sol ou l'épandage mécanisé d'herbicide y est très difficile, ce qui limite les options des agriculteurs. La pluviométrie dans ces zones peut aussi modifier les caractéristiques des sols, rendant encore plus difficile la mécanisation quand ils sont humide (à dire d'agriculteurs). Toujours, à dire d'agriculteurs, la pluviométrie peut aussi entraîner une pression adventice plus forte.

Tableau 5: Les caractéristiques des 5 zones agro écologiques identifiées par Amoravain (2000).

zone	Bois Féfé	Féfé	Concession	Fromager-Manceau	Morne d'or Noville
altitude	300 - 450m	200-300m	250-360m	25-250m	25-200m
type de sol	andosol perhydraté	andosol perhydraté	andosol perhydraté	andosol à partir de 50m halloysites	halloysites
pente	forte pente	forte pente	forte pente	faible pente /plateau	Pente moyenne
précipitation	6000mm/an	3600mm/an	4000mm/an	2400-3600mm/an	2400mm/an

Tableau 6: Caractéristiques principales des types d'exploitations agricoles identifiées (Julie Pham Viet Si, 2015)

type d'exploitation		SAU tot (ha)	Modèle de production	Ref POSEI (t/ an)	Main d'œuvre tot
Société cannières		43 à 100	canne		6 à 25
Société bananières		26 à 72	1 EA en banane / canne	1000 à 2500	7 à 33
Cultures bananière familiale	Petit Planteurs	4 à 12	Banane	138 à 310	1,5 à 3
	Gros Planteur	10,5 à 30	Banane	280 à 419	7 à 8
Culture bananière et diversification		11 à 12	banane + autre production	130 à 364	2 à 6

2. Types d'exploitations agricoles

a) *Hypothèse pour la construction des typologies*

Pour pallier aux limites de la typologie précédente, on a donc intégré une nouvelle variable : la référence POSEI qui sert d'indicateur de disponibilité en trésorerie. On suppose que les facteurs structurels internes qui sont susceptibles d'avoir un effet sur les pratiques de gestion de l'enherbement sont :

- Le système de production : banane ou diversification
- La main d'œuvre
- La référence POSEI

b) *Description des types*

Les sociétés cannières sont caractérisées par leur modèle de production en monoculture de canne (Tableau 6). De même les exploitations en cultures bananières en diversification intègrent une seconde production autre que la banane (élevage ou maraichage). Les sociétés bananières se distinguent du reste des autres exploitations bananières par des ressources importantes en SAU et en main d'œuvre. Leur référence POSEI est 3 à 5 fois plus importante que celles d'autres exploitations. Enfin parmi les exploitations en culture bananière familiale on peut distinguer les petits planteurs caractérisés par une faible référence POSEI et une main d'œuvre limitée inférieure à 3 actifs. Les gros planteurs quant à eux ont une référence POSEI plus importante et 7 à 8 actifs travaillant de façon permanente sur l'exploitation. L'échantillon est assez homogène, chaque type étant constitué de 2 à 4 exploitations agricoles. En Annexe 8) et Annexe 9 on trouvera une description plus détaillées de cette typologie.

3. Réglementation restreint la disponibilité et l'application des Produits Phytosanitaires (PP).

a) *La réglementation restreint la disponibilité en PP par type de culture*

La législation européenne, Directive 91/414/CEE, harmonise les réglementations des produits phytosanitaires (DRAAF, Picardie, réglementation). C'est elle qui autorise ou non les spécialités commerciales de mise sur le marché (homologation). Pour cela elle impose que toutes les substances actives incorporées soient inscrites sur une « liste positive » européenne et qu'elles aient fait l'objet d'une étude éco toxicologique. L'Autorisation de Mise sur le Marché est délivrée au niveau national. En France c'est le Ministère de l'Agriculture qui s'en charge après une évaluation de la spécialité commerciale par l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments).

De plus certains produits sont homologués pour une utilisation spécifique pour un type de culture. 4 produits de désherbage sont homologués en Banane. D'autres produits sont utilisés essentiellement à base de glyphosate (herbicide systémique non sélectif) ainsi que le Basta F1 non sélectif et de contact et le Pilot sélectif contre les graminées et systémique.

En banane les agriculteurs se fournissent en PP au groupement de producteurs « Les Producteurs de Guadeloupe ». La LPG ne fournit que 5 produits : le Touche Down Modèle 4, le Round up, le Basta F1 et le Fusillade.

b) *La réglementation restreint l'application des PP*

La quantité épanchée à l'hectare est réglementée pour chaque herbicide. Ainsi il faut respecter la dose d'emploi qui indique la dose de produit à l'hectare. Il y a d'autres restrictions qui concernent le nombre d'applications possibles à l'année et si l'application est

fractionnable ou non. Des **quantités maximales à l'année et à l'hectare** sont aussi imposées. L'objectif de ces mesures est que la Limite Maximale de Résidus (LMR) soit respectée afin de prévenir le risque pour les consommateurs d'être exposé à de trop forte teneur de résidus.

Ainsi en plus de réglementer la **quantité de produit** que l'on peut épandre, cette quantité peut aussi varier **selon la zone d'application du produit**. Cela peut dépendre la phase du cycle de développement de la culture. Par exemple sans le cas de la banane le Réglone (SA : diquat) est épandable uniquement sur les parcelles de banane en première année d'implantation. Cela peut aussi dépendre du type d'occupation du sol. Par exemple la quantité maximum de Touch Down System 4 (SA : glyphosate) est de 6l/ha /an en parcelle et 8l/ha/an en jachère ou interculture. De plus afin de prévenir les transferts de ces produits vers les eaux superficielles ou souterraines (prévention des risques environnementaux), il faut aussi respecter des Zone de Non Traitement (ZNT) qui définissent un périmètre de non traitement à respecter en bordure des cours d'eau.

Enfin le **déclenchement du traitement** est aussi réglementé afin d'une part de protéger les applicateurs via la Date de Rentrée en Parcelle. D'autre part afin de protéger les consommateurs de teneurs en résidus trop fortes, une Date Avant Récolte pour l'application du produit est aussi définie.

Les PP utilisés et leurs caractéristiques sont présentés en Annexe 10 et Annexe 11.

c) La réglementation restreint l'usage des PP aux personnes étant certifiées

Tout acte concernant les produits phytosanitaires est réservé aux personnes agréées. Cela concerne l'utilisation directe, la distribution, le conseil et la vente. Ces professionnels doivent posséder le certificat individuel pour les produits phytopharmaceutiques, appelé communément Certiphyo.

Ainsi, la réglementation phytosanitaire agit sur le type d'herbicides disponibles, la quantité possible d'épandre ainsi que sur le moment de déclenchement d'un traitement et le lieu d'application possible.

4. Les contraintes biologiques liées au type d'occupation du sol et type de culture

a) Le type de culture limite la mécanisation de la gestion de l'herbe

La gestion de l'herbe mécanisée est limitée par des contraintes biologiques dues au mode de développement des cultures. Pour la préparation du sol en canne comme en banane le travail du sol ou l'épandage d'herbicides mécanisé est possible du fait de l'absence des cultures. Par la suite, en planté banane ou canne, cette mécanisation est limitée par la taille des plants. En banane le travail du sol est possible pendant la première année après plantation jusqu'aux 6 mois du bananier environ. En effet au-delà d'une certaine taille le passage d'engins lourds de type tracteur pourrait abîmer les plants (Figure 16). Il est possible de faire de l'épandage d'herbicides mécanisé à l'aide de quad qui tire des minis rampes herbicide, mais ce type de pratique n'a pas été observé sur le bassin versant étudié. En canne (Figure 15), c'est aussi la taille qui limite l'épandage d'herbicides mécanisé à l'aide d'un tracteur tirant une rampe à herbicide. En effet au-delà du tallage, la taille des cannes ne permet plus le passage de ce type d'engins, car on risquerait de casser les tiges.

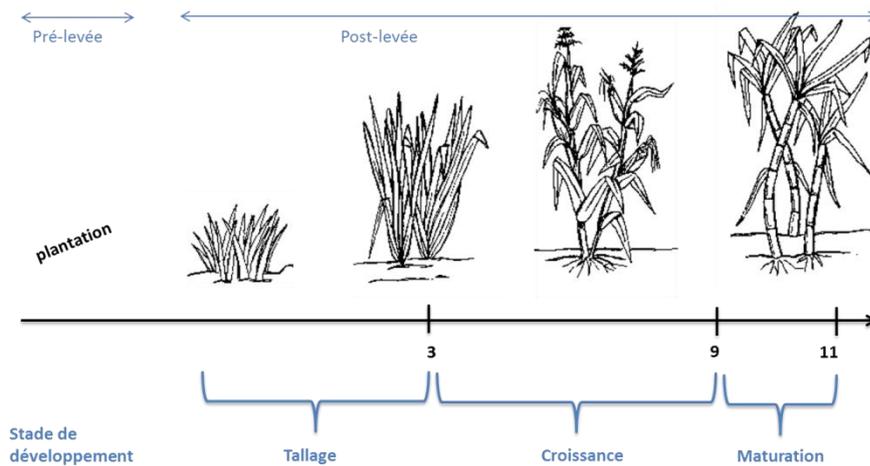


Figure 15: cycle de vie d'une canne

:

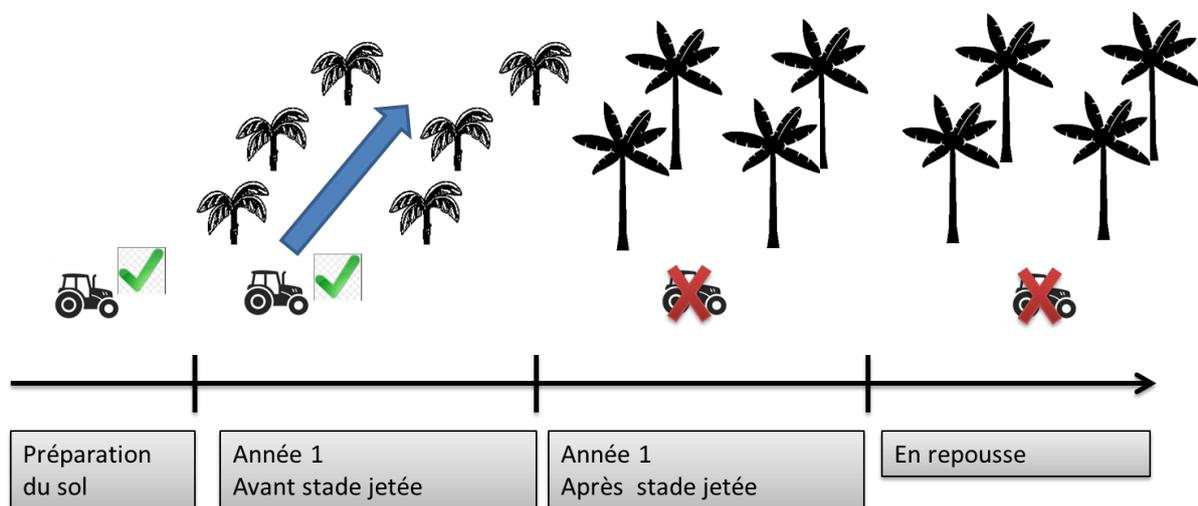


Figure 16: le passage des tracteurs en bananeraie est dépendant de la taille des bananiers en parcelles

effet négatifs des herbes sur la culture	banane	canne	maraichage
compétition pour les nutriments et l'eau			
gêne pour les déplacements en parcelles			
création d'un environnement favorable au développement de maladies fongiques foliaires			
réduit la qualité des fruits par contact			
Réduction de la qualité du produit final par simple présence à la récolte			

Tableau 7: Tableau récapitulatif des contraintes liées à la présence d'adventices selon les types de culture

b) La présence d'adventices induit des contraintes différentes selon le type de culture

Selon le type de culture, les contraintes liées à la présence d'adventices en parcelles sont différentes (Tableau 7). Il y a un risque de compétition pour les nutriments et l'eau quel que soit le type de culture avec les adventices. Elle est très forte dans le cas du maraichage. Les adventices gênent pour les déplacements en parcelle en culture bananière, lors de l'entretien des cultures (œilletonnage, effeuillage, traitements herbicides) et à la récolte. La présence d'adventices à haute densité peut créer un environnement optimal pour le développement de maladies telles la cercosporiose à dire d'agriculteurs : « j'ai remarqué que les parcelles où il y a beaucoup d'herbe la cerco s'installe rapidement ». Cette observation est confirmée par la littérature : « les densités trop élevées, l'œilletonnage trop tardifs, les hautes herbes participent au maintien d'un microclimat humide favorable au développement du champignon » (André Lassoudière, 2007). La présence d'adventices peut diminuer la qualité des bananes en laissant traces après contact avec les fruits (marque de type *grattage*) : « Quand il y a beaucoup d'herbe il y en a qui arrivent à grimper jusqu'au régime, et le vent en fouettant l'herbe ça touche le régime et sa baisse la qualité des bananes ». Enfin la présence des adventices peut diminuer la qualité du rhum. Si la récolte est manuelle on peut faire le tri mais quand elle est mécanisée la machine ne peut pas trier.

5. Conclusion

La zone agro écologique peut modifier la pression potentielle en adventices qui n'a pas les mêmes impacts en parcelle selon les types de culture. La zone agro écologique et le type de culture modifient les possibilités de mécanisation des parcelles. La réglementation contraint la disponibilité et l'usage des PP. Les types d'exploitations agricoles induisent des différences de types de cultures et induit des contraintes structurelles en termes de main d'œuvre et de pression de production (référence POSEI) spécifiques à chaque type.

B. Le modèle de décision général de la gestion de l'herbe : 4 blocs de variables décisionnelles distincts.

La gestion de l'herbe se rapporte à 4 blocs de variables décisionnelles distincts qui concernent :

- Le choix de la modalité d'intervention : mécanique, chimique, biologique (plantes de couvertures)
- Le choix du produit phytosanitaire dans le cas d'un traitement chimique
- Le choix de la quantité d'herbicides épandu dans le cas d'un traitement chimique
- Le choix du moment de déclencher un traitement chimique dans le cas d'un traitement chimique

1. Le bloc déterminant le choix de la modalité d'intervention

a) Banane

Les règles reconnues par tous les agriculteurs

Selon le type d'occupation du sol et l'état de ce sol, les pratiques ne sont pas les mêmes (Figure 17) :

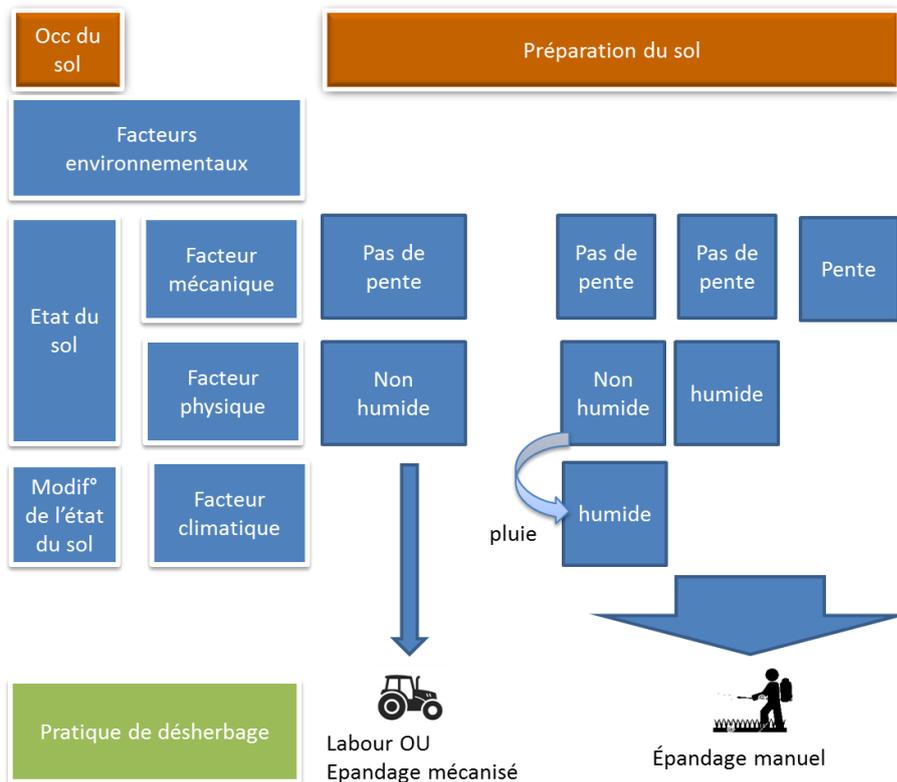


Figure 17: Modalité d'intervention selon l'état mécanique et physique du sol pour la phase de préparation du sol en bananeraie

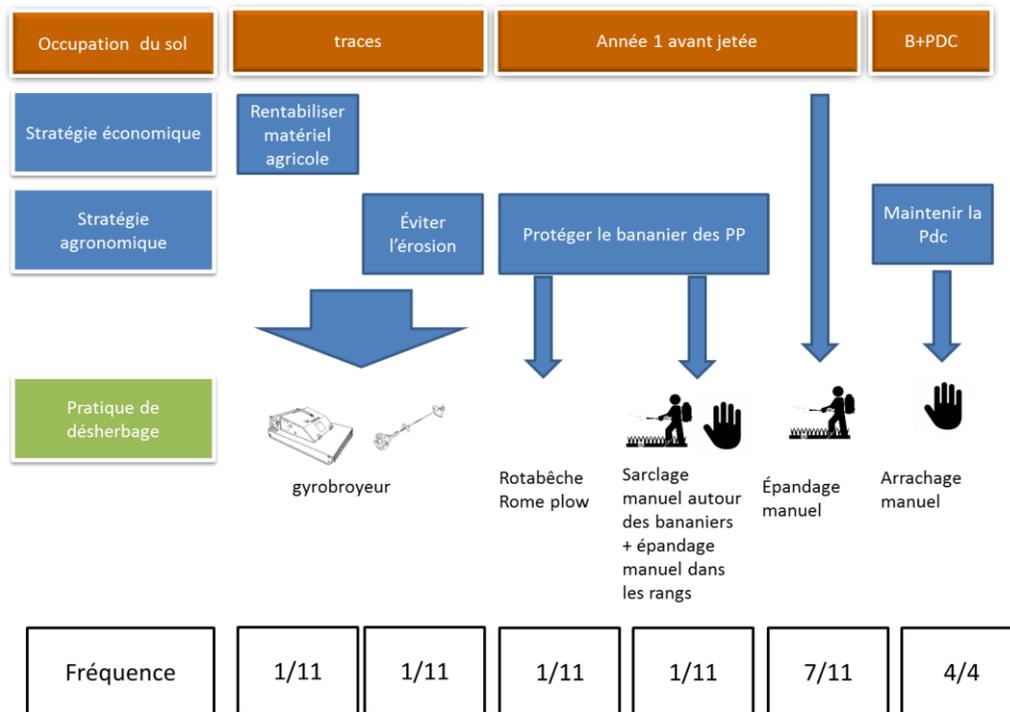


Figure 18: Modalité d'intervention selon la stratégie économique ou agronomique suivie et le type d'occupation du sol, et les fréquences d'utilisation de ces pratiques de désherbage

- En phase de préparation du sol jusqu'au stade de jetée en premier cycle la possibilité de d'intervenir mécaniquement en travail du sol dépend de facteurs mécaniques et physiques du sol et de facteurs climatiques (pluviométrie) qui peut modifier ces facteurs. Un sol trop pentu ou trop humide interdit le travail du sol. La pluie peu rendre humide un sol et interdire le travail du sol.
- En année 1 avant la jetée, presque tous les agriculteurs épandent de l'herbicide au pulvérisateur (épandage manuel)
- En traces, presque tous les agriculteurs utilisent le traitement chimique. Seuls deux agriculteurs échappent à cette règle. En bananeraie associées à des plantes de couvertures tous les agriculteurs réalisent un sarclage manuel afin de maintenir les PDC qui sont sensibles au PP.

Les règles individuelles qui dépendent de stratégies agronomiques ou économiques

Selon le type d'occupation du sol, et les stratégies suivies par les agriculteurs, les modalités d'interventions sont différentes (Figure 18) :

- En traces, un agriculteur a opté pour une intervention mécanique au gyrobroyeur pour rentabiliser son matériel. L'autre utilise le même équipement mais pour servir d'autres objectifs d'ordres agronomiques. Il considère que l'usage du gyrobroyeur en traces permet de préserver la structure des sols de l'érosion en gardant les racines des herbes.
- En année 1 avant le stade de jetée deux agriculteurs agissent différemment pour protéger les jeunes bananiers des PP. Ainsi l'un des deux remplace le traitement chimique par des interventions mécanique de travail du sol. L'autre sarcle autour des jeunes vitro plants et épand de l'herbicide uniquement dans les inters rangs. Un dernier agriculteur suit également cette pratique mais uniquement en cas de fort enherbement.

Ainsi, les variables décisionnelles du bloc « modalité d'intervention » identifiées (Figure 20) sont :

- Le type d'occupation du sol : il dépend du type de culture (parcelle plantée, trace, plante de couverture) et de la phase de culture (préparation du sol ou parcelle plantée).
- L'état mécanique et physique du sol

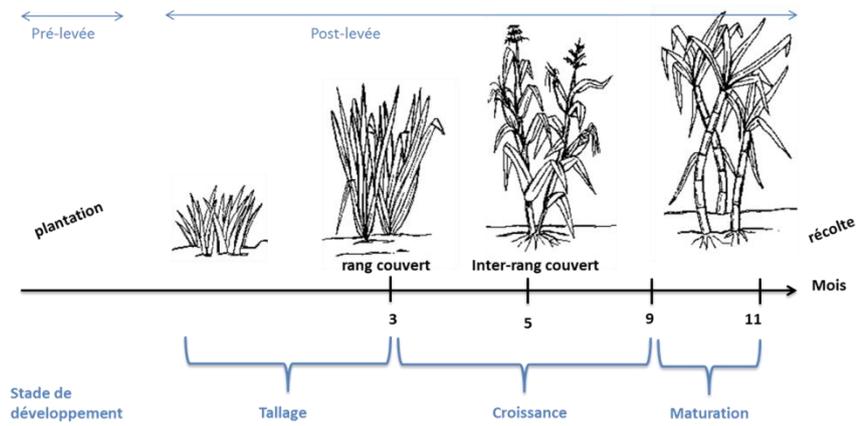
Des déterminants liés à des règles individuelles sont relatifs à des représentations du fonctionnement du milieu relatif à la protection des bananiers par rapport aux PP ou au rôle mécanique des racines

b) Canne

Selon le stade de développement et la stratégie de maîtrise de l'herbe, les pratiques de désherbage en canne sont variées (Figure 19).

Les contraintes biologiques limitent le mode d'intervention mécanique

Le travail du sol mécanisé n'est possible qu'en période de préparation du sol. Par la suite ce ne sera pas possible du fait de la densité de semis forte. L'épandage mécanisé d'herbicide avec rampe ne sera plus possible au-delà du stade de tallage de la canne. Après quoi, l'usage



Travail du sol	possible	Petite mécanisation possible	Pas possible
Epannage mécanisé	possible		Pas possible
Epannage ou Sarclage manuel	possible		

Figure 19: Modalités d'intervention possible selon le stade de développement de la culture cannière

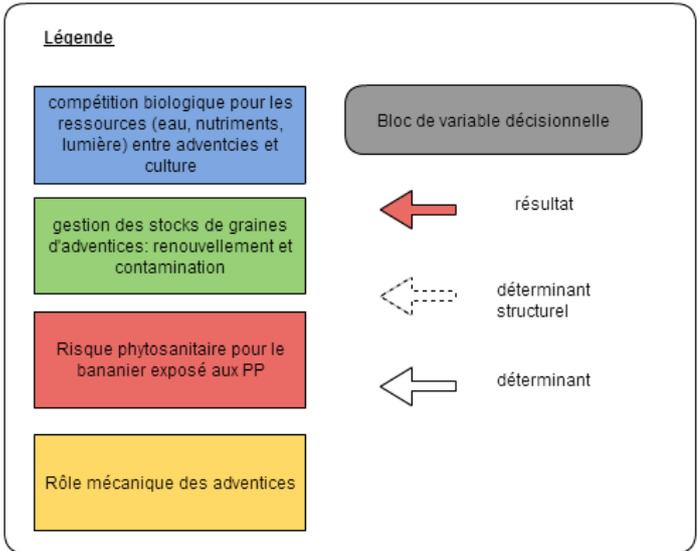
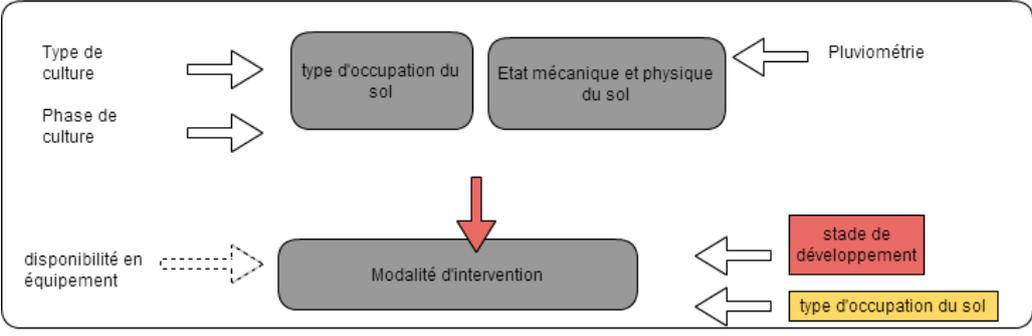


Figure 20: Bloc de variables décisionnelles relatif au choix de la modalité d'intervention

de la rampe pourrait abîmer / briser les cannes. Ces règles sont reconnues par tous les agriculteurs.

L'épandage manuel d'herbicide dépend de la stratégie de maîtrise de l'herbe

Selon la stratégie de l'exploitant pour gérer les herbes on fait ou non une intervention manuelle pour épandre l'herbicide :

- Si l'objectif est de maîtriser l'herbe jusqu'au tallage alors l'agriculteur ne fera pas d'épandage manuel à la pompe après 3 mois (fin du tallage) jusqu'à la récolte
- Si l'objectif est de maîtriser l'enherbement durant tout le cycle sur l'année alors l'agriculteur fera un épandage mécanisé avant le tallage et un épandage manuel après.

2. Le bloc de variable décisionnelle déterminant le choix du produit

a) En Banane le choix de la spécialité commerciale dépend de sa sélectivité et son mode d'action.

Le choix du glyphosate dépend de la prise de risque phytosanitaire de l'agriculteur

Le choix du produit dont la matière active est le glyphosate dépend de la prise de risque phytosanitaire que prend l'agriculteur pour la santé du bananier (Figure 21). Cette prise de risque dépend d'une part du mode d'action de l'herbicide qui détermine donc la dangerosité du PP. S'il est systémique cela peut endommager le bananier plus gravement que s'il est de contact. D'autre part elle dépend du type d'occupation du sol (en traces ou en parcelle plantée) et du stade de développement du bananier (année 1 avant la jetée ou après, en repousse) qui détermine la sensibilité du bananier vis-à-vis des PP. Un seul planteur sur les 11 interrogés ne prend pas de risque à l'épandre en parcelle. Il ne passe de glyphosate que pour désherber les traces. Plus de la moitié des agriculteurs (6/11) prend un risque « faible » en épandant le glyphosate sur les traces et en préparation du sol avant implantation d'une bananeraie pour désherber la parcelle. Ceux qui prennent un risque « moyen » ou « fort » épandent du glyphosate en parcelles plantées. Cependant ils insistent sur la nécessité d'une forte compétence technique qui conditionne ce type de pratique. Ceux qui prennent un risque « moyen » l'utilisent à une fréquence faible en parcelle et l'épandent de façon localisée. Un seul agriculteur épand du glyphosate sur toutes les parcelles quel que soit le stade de développement de la bananeraie.

Le choix du glufosinate d'ammonium dépend de la prise de risque phytosanitaire de l'agriculteur

Le choix du produit dont la matière active est le Glufosinate Ammonium dépend aussi de la prise de risque phytosanitaire que prend l'agriculteur (Figure 22). Il y a cependant moins de variabilité dans les pratiques. Seul un agriculteur prend un risque quasi « nulle » avec ce produit. Il considère que le risque phytosanitaire d'exposer le bananier au basta avant le stade « jetée » est trop fort et préfère passer uniquement du Basta.

Les autres facteurs qui orientent le choix des produits en banane

Les agriculteurs choisissent aussi leur produit selon le type d'herbes présentes en parcelle (Figure 23). Ainsi quand il s'agit de lianes ou de cordes et ce durant le premier cycle du

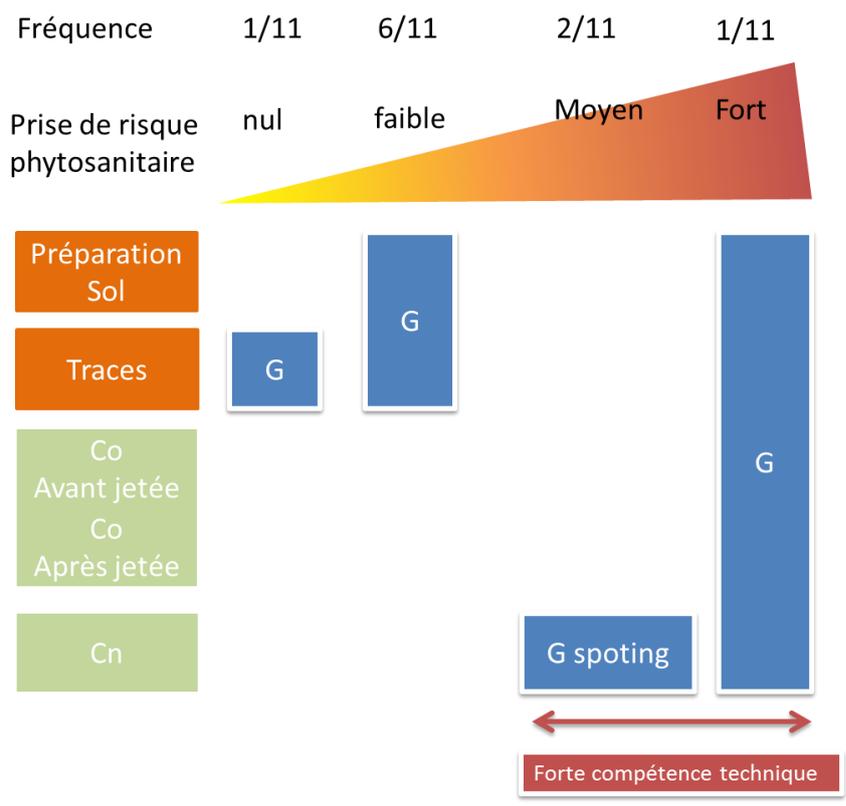


Figure 21: choix du produit selon la prise de risque phytosanitaire pris par l'agriculteur pour le Glyphosate

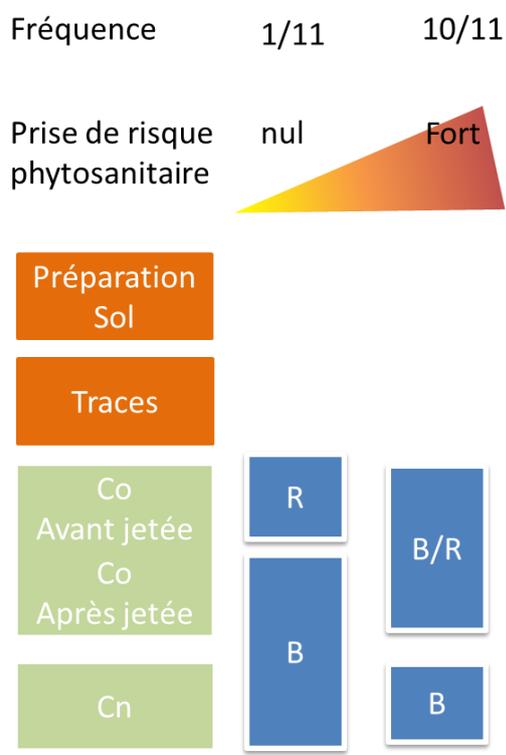


Figure 22: Choix du produit selon le risque phytosanitaire pris par l'agriculteur pour le glufosinate d'ammonium

bananier, ils utilisent du Réglone (SA : diquat). Au-delà de ce cycle l'usage de ce produit phytosanitaire n'est plus légal. Seul un agriculteur utilise du Fusilade (SA : fluazifop-P-butyl) de façon spécifique contre les graminées en maraichage. Son utilisation dépend donc du type de culture (maraichage ou bananeraie).

Le bloc de variable décisionnelle concernant le choix de la spécialité commerciale est constitué de deux variables décisionnelles : la spécificité du PP et le mode d'action du PP (Figure 24). Le type d'adventice (usage du Réglone contre les lianes) ou le type de culture (usage du Fusillade en maraichage) détermine la spécificité et la réglementation déterminent directement la spécialité commerciale (usage du Réglone en année 1 uniquement). La représentation du risque phytosanitaire pour le bananier par rapport aux PP détermine la modalité d'action (systémique ou de contact).

b) *En canne la variable décisionnelle est le stade de développement de la culture*

En canne le choix du produit dépend du stade de développement de la canne quel que soit l'âge de la parcelle. En pré levée on utilise des pré-émergents et en post levée des herbicides. Quel que soit le stade on fait à chaque fois un mix anti graminées et anti dicotylédone. On observe 8 PP différents utilisés par les deux agriculteurs interrogés.

c) *Conclusion*

La variabilité des produits utilisés en culture cannière est plus importante qu'en culture bananière où seul 4 PP sont appliqués. La diversité des PP utilisés en canne est plus importante. Le choix du type de produit phytosanitaire dépend du stade de développement de la culture en canne. La réglementation, le type d'adventices et le type de culture sont des contraintes externes exogènes et les règles d'utilisation associées sont reconnues par tous les agriculteurs. Ces contraintes déterminent soit le choix de la spécialité commerciale directement (réglementation) soit la variable décisionnelle de sélectivité. Le mode d'action du produit est la deuxième variable décisionnelle. Le mode d'action définit un niveau de risque d'utilisation pour la santé du bananier qui dépend donc de la stratégie individuelle de l'exploitant face à ce risque. Ce risque dépend du type d'occupation du sol et le stade de développement du bananier. Ainsi l'utilisation du glufosinate d'ammonium (Basta F1) et du glyphosate (Touch Down, Round Up) dépend de la prise de risque de l'agriculteur.

3. *Le bloc de variables décisionnelles concernant le choix de la quantité d'herbicide épandue en parcelle.*

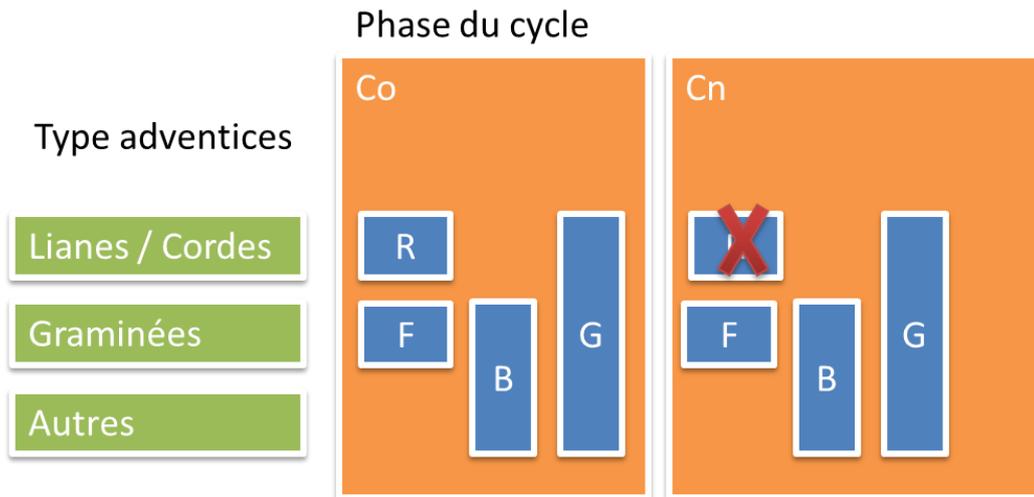
Pour la culture bananière, on cherche à identifier dans un premier temps les variables décisionnelles qui déterminent la quantité d'herbicides épandue à l'hectare. Dans un deuxième temps on caractérise les quantités épandues par agriculteur.

a) *Les variables décisionnelles de la quantité d'herbicides épandue à l'hectare qui interagissent entre elles*

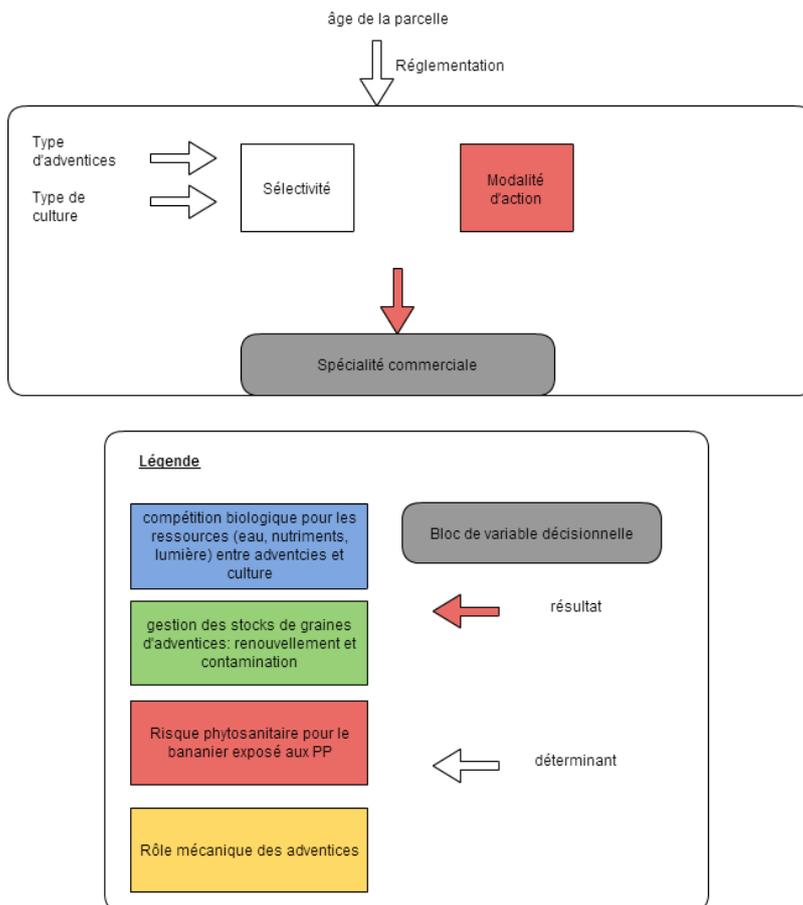
Choix de la concentration selon le niveau d'enherbement

L'agriculteur doit déterminer la concentration en produit qu'il veut appliquer :

- Elle peut être constante



- **Figure 23: le choix du produit selon le type d'adventices et la phase de cycle banane concerné**



- **Figure 24: Bloc de variables décisionnelles relatif au choix de la spécialité commerciale**

- Elle peut être variable selon le niveau d'enherbement (taille globale du couvert, densité) de la parcelle. Si le niveau est fort on augmente la dose et à l'inverse on la diminue.

Le mode d'application

Le mode d'application des produits phytosanitaires varie selon deux modalités :

- Application en plein : on applique le même herbicide, quel que soit le type d'adventice et sur toute la surface de la bananeraie. La concentration en produit est constante mais selon le niveau d'enherbement la vitesse de l'opérateur va varier. Plus il est haut, plus il passera de temps à « mouiller » l'herbe » et plus la quantité épandue à l'hectare sera forte. A l'inverse elle sera faible.
- Application localisée en « spoting ». Cette technique d'épandage localisée permet de sélectionner les adventices que l'on traite selon le PP utilisé, ou à l'inverse de ne pas traiter ceux que l'on juge non nécessaire de traiter (qui ne vont pas monter haut au stade adulte ou ceux impossible à traiter avec ce PP). La concentration en produit est alors soit beaucoup plus faible qu'en plein, soit identique mais la surface traitée sera beaucoup plus grande.

Le mode d'enchaînement des traitements

Le mode d'enchaînement des traitements varie selon deux modalités :

- Le mode « éliminer » consiste à traiter une parcelle en plein
- Le mode « éliminer/ surveiller » consiste à traiter en plein une première fois. Puis à cela s'ajoute un ou des passages supplémentaires quelques jours plus tard en spoting afin de repasser sur des tâches d'herbes qui auraient été oubliées par l'opérateur pendant le premier passage ou pour traiter les repousses d'adventices de très petites tailles. Cela peut se faire avec le même produit qui a été utilisé pendant le premier passage ou avec un autre herbicide dont le mode d'application ou la sélectivité diffère (exemple : premier passage au Basta F1, herbicide de contact, puis deuxième passage de Glyphosate, herbicide systémique).

Interactions internes entre variables décisionnelles

Le niveau d'enherbement peut modifier chacune de ces trois variables décisionnelles. Ces trois variables décisionnelles dépendent les unes des autres (Figure 25). En effet le mode d'application en « spoting » par exemple implique une concentration plus faible en produit dans certain cas. Le mode d'enchaînement « éliminer » implique un mode d'application « en plein » et « éliminer/surveiller » agit sur la variable « concentration ». Enfin, la variable « enchaînement des traitements » interagit aussi avec le bloc de variables décisionnelles « spécialité commerciale » puisque « éliminer/surveiller » peut impliquer une alternance entre deux spécialités commerciale.

b) Des quantités d'herbicides épandue très variables en culture bananière

Les quantités d'herbicide épandues sont très variables (Tableau 8). Certains agriculteurs (A7 et A7) choisissent une dose 4 fois supérieure à d'autre (A1 et A6). En termes de fréquences certains agriculteurs (A4) passent 6 fois plus souvent à l'année un traitement herbicide que d'autres (A11). Au total, les quantités épandues à l'hectare en herbicides en repousse peuvent varier de 2L de produit à l'hectare sur un an à 24L. Cependant la médiane est à un peu moins de 10L.

Tableau 8: tableau présentant la dose, la fréquence de traitement, et les quantités totales épandues d'herbicides à l'hectare et sur toute l'exploitation.

individu	Dose (L/ha)	Nb traitement / an	Q tot (ha) (l/ha/an)
A1	0,8	3,5	3,2
A2	4	6	24
A3	2,5	3	7,5
A4	2	12	24
A5	3,75	3	11,25
A6	0,75	3	2,25
A7	4	3	12
A8	2	6	12
A9	2,5	5,5	13,75
A10	2,5	6	14,75
A11	2,75	2	5,5

Tableau 9: Code couleur associé aux valeurs prises pour la dose, la fréquence et la quantité totale épandue d'herbicide à l'hectare

	Dose	Freq. Trait.	Qté totale
unité	L / ha	nb / an	L/ha/an
Faible	< 1,2	< 2,7	< 3,7
moyen faible	1,2 < x < 2,5	2,7 < x < 4,2	3,7 < x < 11,3
moyen fort	2,5 < x < 3,9	4,4 < x < 8	11,3 < x < 20,9
Fort	> 3,9	> 8	> 20,9

c) Des fréquences de traitement faibles en culture cannière

Selon la stratégie de maîtrise de l'herbe (voir III/B/1/b), les agriculteurs traitent entre deux et trois fois par an contre 4 (valeur médiane) en culture bananière. Comme en banane, les agriculteurs utilisent du glyphosate pour la préparation du sol. Les quantités épandues sont alors largement supérieures à celles épandues pour la même phase en banane : 10L /ha contre 2,7L (valeur médiane) en banane.

d) Conclusion

En culture bananière, les variables décisionnelles du bloc quantité épandue à l'hectare interagissent de façon complexe (Figure 25). Les quantités épandues à l'année et à l'hectare sont très variables : ceux qui épandent le plus traitent un hectare avec une quantité douze fois plus importante que celui qui en épand le moins. La culture cannière est caractérisée par une plus faible fréquence de traitement et l'utilisation de fortes doses à l'hectare en glyphosate pour la préparation du sol.

4. Le choix du moment de déclenchement du traitement

a) Les règles de déclenchement des traitements et les règles d'arbitrage des activités en culture bananière

On a pu déterminer différentes catégories relatives au déclenchement d'un traitement : règles de déclenchement des opérations, des règles d'arbitrages établissant des priorités entre les parcelles et entre les différents postes d'activités de l'exploitation. Certaines de ces règles sont liées à des représentations que se font les agriculteurs du fonctionnement du milieu. La numérotation des règles fait référence au catalogue des règles identifiées qui se trouve en annexe. Il associe les règles de décisions formalisées, aux dires des agriculteurs.

Les règles de déclenchement des opérations

Il existe des règles de déclenchement des traitements qui répondent à des stratégies agronomiques. (Annexe 13)

(Règle n° 1) Représentation : *la pluie diminue l'efficacité du traitement herbicide*

Tous les agriculteurs respectent la règle du Délai Avant Pluie. Cela vise à d'une part respecter la réglementation en prévention des transferts de molécules dans l'eau via le ruissellement. D'autre part le respect du Délai Sans Pluie vise à préserver l'efficacité du traitement. En effet pour les herbicides de contact (le Basta F1 par exemple) où un délai sans pluie après le traitement est nécessaire pour que le produit puisse se fixer sur la végétale. En cas de pluie le produit est lavé et son effet est évincé.

Déterminant : Pluviométrie

(Règle n°2) Représentation : « *La fermeture de la bananeraie a un effet négatif sur le développement des adventices* »

Certains agriculteurs cherchent à augmenter l'efficacité d'un traitement (repousser le délai de repousse des herbes) en traitant au bon moment quand la bananeraie se ferme. Ainsi le traitement associé au manque de lumière dans la bananeraie diminue le risque de développement des adventices.

Déterminant : état de fermeture de la canopée

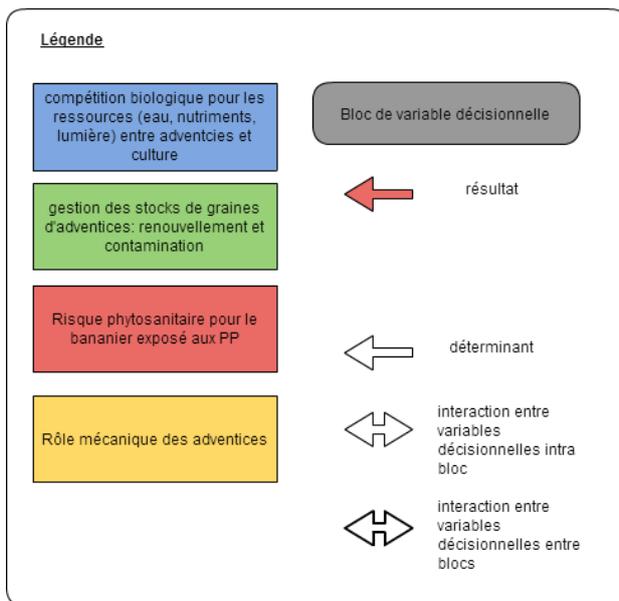
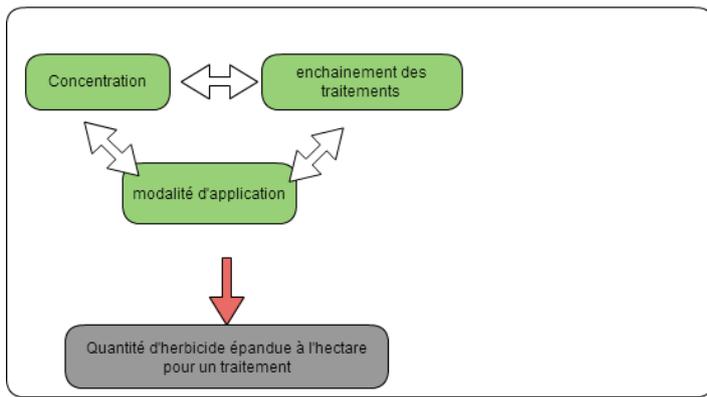


Figure 25: Bloc de variables décisionnelles relatif à la quantité d'herbicides épanchées à l'hectare pour un traitement

(Règle n°3) Représentation : *La saison humide est plus propice que la saison sèche au développement des adventices.*

L'entrée en saison humide (mai à octobre) entraîne soit une augmentation de la vigilance concernant les adventices, soit un déclenchement préventif d'un passage herbicide.

(Règle n°4) Représentation : *« traiter les adventices avant le stade graine permet de diminuer le stock de graine dans le sol »*

(Règle n° 5) Représentation : *« traiter les adventices le plus tôt possible permet de diminuer les chances d'être envahit »*

Les deux stratégies « traiter tôt » / « traiter tard » qui répondent à des objectifs différents qui sont respectivement « augmenter le rendement herbicide » et « réduire l'usage des herbicides » (Tableau 10). Selon ces objectifs, la tolérance à l'enherbement va varier et les indicateurs de déclenchement de traitement aussi. Quasi tous les planteurs suivent la règle du « traiter tôt » qui visent à « avoir un bon rendement herbicide ». Comme on l'a vu précédemment (III/ B/ 3/ a / mode d'application), plus l'herbe est haute plus les opérateurs ont tendance à mouiller l'herbe (surtout lors de l'utilisation d'un herbicide de contact type Basta F1). Au final on passe plus de temps en parcelle et la quantité d'herbicide utilisée est plus importante. Ainsi selon les agriculteurs plus on traite tôt plus on diminue les probabilités de se retrouver avec une hauteur d'enherbement haute. Et ainsi, on passe moins d'herbicide et le « rendement herbicide » est préservé. Pour cette stratégie le déterminant du déclenchement est l'abondance en adventice de la parcelle. Un agriculteur suit la stratégie « traiter tard ». L'indicateur de déclenchement utilisé est le stade des adventices. Ainsi il traite juste avant que les adventices atteignent le stade graine et viennent augmenter le risque de contamination du sol en nouvelles graines (ie : augmenter le stock de graine). Il considère que cela est suffisant et que son objectif est de d'abord diminuer l'usage de l'herbicide.

Déterminant : abondance des adventices et phénologie des adventices

Tableau 10: relation entre stratégie agronomique suivie, tolérance à l'herbe et indicateur de déclenchement du traitement

Stratégie agronomique	Traiter tôt	Traiter tôt	Traiter tard
Tolérance	Nulle	Faible	Forte
Indicateur de déclenchement	Présence d'adventices	Taille des adventices	Stade graine des adventices

Les règles d'arbitrage entre parcelles en fonction du risque phytosanitaire

(Annexe 14)

- Il existe des règles d'arbitrages entre parcelles établissant des priorités selon le risque phytosanitaire encouru.

(Règle n°1) Le risque phytosanitaire est différent selon le type d'adventices. Les parcelles où sont repérées des adventices type liane sont prioritaires (Figure 27). En effet à dire

Figure 27: *Mikania micrantha*, en créole dite “lyann sirpan”



Figure 26: *Peperomia Pellucida*



d'agriculteur ce type d'adventice est plus difficile à éliminer avec les produits présentement disponibles. Ils demandent en outre d'abord un arrachage manuel puis un passage d'herbicides spécifique type Réglone (SA : fluazifop-P-butyl) en première année de plantation. **(Déterminant : type d'adventices)**

(Règle n°5) A l'inverse les agriculteurs peuvent décider ne pas déclencher un traitement quand ils estiment que les types d'adventices présents ne présente pas de risque de concurrence pour le bananier. Ce type d'adventices comme *Peperomia Pellucida* n'est pas éliminer car à taille adulte de l'adventice il ne devrait pas être gênant (Figure 26). **(Déterminant : taille adulte de l'adventice)**

(Règle n°2) Le risque phytosanitaire est différent selon le type de culture. Les parcelles occupées par des cultures maraichères sont prioritaires par rapport à celles en bananes quand il s'agit d'une intervention liée au désherbage. En effet les cultures maraichères sont plus sensibles en termes de compétition biologique, aux adventices. **(Déterminant : type de culture.**

(Règle n°3) Le risque phytosanitaire est différent selon le stade de développement du bananier.

Représentation : « La fermeture de la bananeraie a un effet négatif sur le développement des adventices »

Ainsi une parcelle qui vient d'être plantée est prioritaire par rapport à une parcelle plus âgée afin de prévenir le risque phytosanitaire. En effet la canopée est moins développée et laisse passer plus de lumière, ce qui augmente le risque d'enherbement. **(Déterminant : stade de développement).**

(Règle n°4) Il existe des règles d'arbitrages entre parcelles liées au respect de la réglementation et à servant des exigences d'ordre ergonomique.

Une parcelle qui va bientôt être récoltée sera prioritaire sur une autre pour un traitement herbicide car les adventices doivent être éliminés pour ne pas gêner les déplacements des ouvriers qui participent à la récolte. Une parcelle qui va bientôt être récoltée sera prioritaire sur une autre pour un traitement herbicide pour respecter la DAR. **(Déterminant : Activité récolte)**

Les règles d'arbitrages entre activités déterminant l'enchaînement des opérations

Il existe des règles d'arbitrage entre l'activité gestion de l'herbe et l'activité récolte. Certaines exploitation n'établissent pas de priorité et ont la trésorerie pour payer un prestataire (entreprise de travaux agricoles externe) ou s'organiser en interne, pour passer l'herbicide dans les parcelles pendant que la récolte se fait. La plupart des exploitations n'ont ni la main d'œuvre ni la trésorerie disponible pour pallier à cette concurrence entre activités au sein d'une même exploitation. Ils établissent donc une priorité à la récolte afin d'assurer le fruit de leur production et s'organisent avant pour ne pas être débordé à ce moment-là, notamment en mobilisant la stratégie de déclenchement « traiter tôt ». **(Déterminant : disponibilité trésorerie).**

Il existe des règles d'arbitrage entre l'activité gestion de l'herbe et l'activité engrais. Que faire quand on a un fort enherbement sur une parcelle mais qu'on doit passer un fertilisant au niveau des bananiers ? Le risque étant de favoriser la pousse des adventices si on passe

l'engrais ou de nuire au développement du bananier en reportant l'épandage de fertilisants. Certains agriculteurs suivront en priorité le programme de fertilisation (**Déterminant : programme de fertilisation**), tandis que d'autre décideront de passer d'abord un herbicide et reporter l'engrais pour assurer une bonne efficacité de ce dernier (**Déterminant : abondance des adventices**). Enfin un agriculteur modulera son comportement selon la pente de la parcelle. Si elle est pentue il préférera passer l'engrais en premier afin de profiter du rôle mécanique de maintien du sol joué par les racines des adventices (**Déterminant : pente**).

Règle de déclenchement de traitement des traces

(Annexe 15)

La gestion des adventices des traces est justifiée selon deux représentations :

Représentation 1 : « Les traces sont sources de contamination des parcelles en adventices »

Représentation 2 : « Les traces doivent rester propres pour ne pas gêner les déplacements »

On a pu observer 3 stratégies de gestion des traces / voieries de l'exploitation :

- Stratégie 1: si on traite une parcelle on traite automatiquement les traces autour (*Règle n°3*)
- Stratégie 2 : si on traite une parcelle ET si l'herbe des traces adjacentes est haute, ALORS on traite les traces. (règle n°2)
- Stratégie 3 : si l'enherbement des traces de l'exploitation est haut alors on traite les traces sur toute la propriété (règle n° 1 et n°4)

Les stratégies 1 et 2 de gestion des traces sont dites « couplées » à celle des parcelles. Les agriculteurs accordent plus d'importance à la représentation 1. La stratégie 3 est suivie avant tout pour son avantage organisationnel /ergonomique et accorde d'avantage d'importance à la représentation 2.

b) Le déclenchement des traitements en culture cannière est programmé

Les traitements sont programmés : les nombres de traitements et leur période d'application. Ainsi il y a systématiquement un traitement en prélevée et un en poste levée. En post levée on procède systématiquement a un traitement à la fin du tallage (environ 3 mois après la levée). Par la suite si la stratégie est une maîtrise sur tout le cycle, après le tallage on procèdera à un traitement par épandage manuel.

c) Conclusion

Le bloc de variable décisionnelle relatif au déclenchement d'un traitement chimique est constitué de 3 sous blocs de variables décisionnelles : règle de déclenchement pure, des règles d'arbitrage entre parcelles et des règles d'arbitrage entre activités. Les déterminants de ces règles sont pour la plupart de l'ordre des représentations du fonctionnement du milieu (Figure 28).

C. Typologie des modèles de décision en bananeraie

Le faible échantillonnage pour les modèles de cultures en canne (seulement deux exploitations) ne permet pas de construire de modèle de décision. De plus les grandes

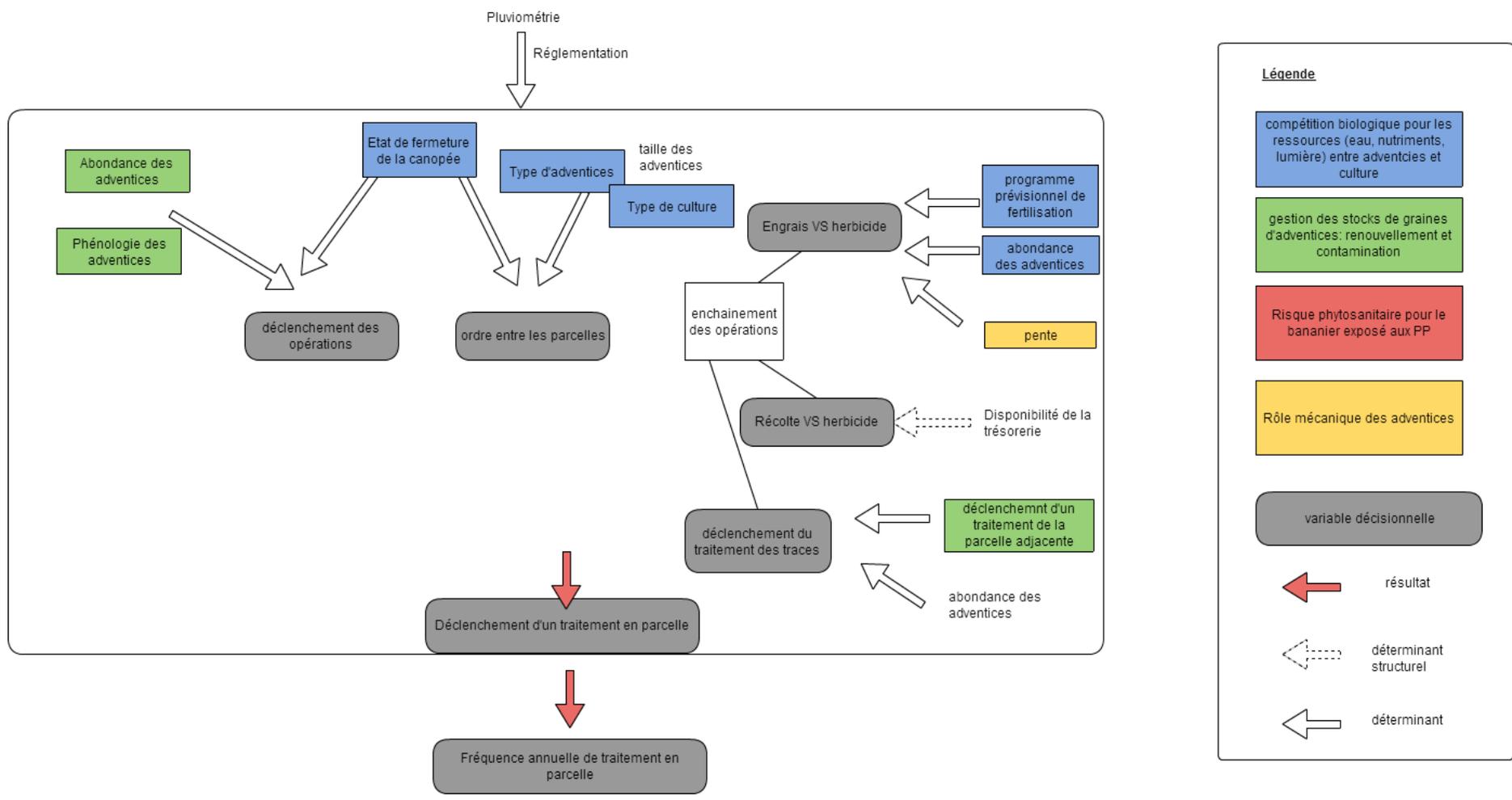


Figure 28: Bloc de variables décisionnelles relatif au déclenchement d'un traitement

différences de gestion de l'herbe entre le modèle de culture cannier et le bananier ne permet pas de construire une typologie de modèle de décision commune permettant de les regrouper.

On a identifié 4 types de modèle de décision (MD). A chaque MD correspond un objectif et des stratégies permettant de le réaliser. A ces stratégies sont associées d'une part des pratiques suivant les phases du cycle de vie du bananier (année 1 ou en repousse) ainsi que des règles de décisions liées à la gestion des traces, l'arbitrage entre les autres postes de l'exploitation (engrais et récolte) et enfin des règles de déclenchement du traitement herbicide

Parmi ces 4 MD il y en a deux qui sont constitués uniquement de 1 individu et sont les suivant : « pas cher » et « raisonné ». Dans le MD « technique » on peut distinguer trois sous-groupes de MD dépendant de leur stratégie de choix de modalité d'intervention qui leur sont propre : l'un porte sur le choix du produit glyphosate en parcelle (modalité herbicide spécifique), l'autre sur l'utilisation de plantes de couverture (modalité d'intervention biologique) et le dernier sous-groupe ne présente aucune de ces deux caractéristiques.

a) Le type « pas cher »

(Annexe 18)

L'objectif de gestion des adventices pour ce type est d'attribuer le moins de ressources possible pour ce poste. C'est avant tout la trésorerie qu'il cherche à protéger. Pour cela il mobilise une stratégie de réduction des coûts à l'achat des PP utilisés. Cela se traduit en termes de pratique, par l'utilisation de glyphosate en parcelles plantées quel que soit le cycle de développement du bananier (année 1 ou repousse). Cette prise de risque (III/B/2/a), on a vu précédemment que le glyphosate était le PP qui présentait le risque phytosanitaire le plus fort à dire d'agriculteurs, est conditionnée par la disponibilité d'un opérateur particulièrement compétent pour cette tâche. La deuxième stratégie mobilisée pour diminuer les coûts est d'utiliser les équipements de travail du sol (superficiel pour le gyrobroyeur ou « profond » pour le rotobèche) dont il est propriétaire, plutôt que d'intervenir chimiquement pour gérer les adventices, quand cela est possible, en année 1.

b) Le type « raisonné »

(Annexe 18)

L'objectif de gestion pour ce type est de diminuer l'usage des herbicides sur l'exploitation. Pour atteindre cet objectif la stratégie principale est de miser sur l'implantation progressive et totale de plantes de couverture afin de ne plus devoir traiter du tout. La règle de déclenchement « traiter tard, avant le stade graine » sert aussi son objectif via une stratégie de d'augmentation l'efficacité de chacune des opérations de gestion de l'herbe. Cela se fait par une approche plus fine d'ordre agronomique qui lui permet d'adapter de son comportement selon divers facteurs. En pratique, il adapte sa règle de déclenchement des traitements selon le risque d'enherbement lié au facteur climatique saisonnier. Ainsi il aura une tolérance plus forte en saison sèche (risque faible) et suivra alors la règle « traiter tard » et plus faible en saison humide (risque fort) durant laquelle il suivra la règle « traiter tôt ». Ce comportement adaptatif se retrouve aussi au niveau des règles d'arbitrage entre le poste engrais et le post gestion des herbes. Ainsi selon la pente (facteur mécanique) il fera en priorité l'une des deux opérations selon le risque d'érosion encouru : l'engrais sera prioritaire si le sol est pentu pour profiter du rôle mécanique des racines des adventices pour éviter un risque d'érosion des sols. Enfin au niveau de la gestion des traces il préférera une gestion couplée avec la gestion des adventices en parcelles afin de prévenir toute contamination de

cette dernière par les adventices des traces. De plus l'utilisation du gyrobroyeur en traces lui permet aussi de prévenir l'érosion des sols des voiries de l'exploitation.

c) Le type « pas de risque »

(Annexe 17)

L'objectif de gestion pour ce type est de diminuer les risques concernant la santé du bananier et ne pas dédier trop de temps à cette tâche au profit du poste récolte. Cela se traduit par deux grandes stratégies. La première consiste donc à protéger le bananier quel que soit son cycle de développement des risques encourus par l'utilisation de PP. Ainsi en pratique, en année 1, jusqu'à la jetée on utilise une spécialité commerciale considérés comme moins dangereux pour le bananier (Réglone) ou alors on fait un travail du sol pour ne pas épandre d'herbicide du tout. La deuxième stratégie est celle d'une simplification de la gestion de l'herbe. En pratique cela se traduit par le choix d'un mode d'application de l'herbicide en plein (technique simple et nécessitant peu de compétence), ainsi que l'utilisation d'un seul type de produit. En termes de règles de déclenchement, « traiter tôt » sert la première stratégie et l'indicateur de taille (existence d'une taille seuil propre à chaque exploitation) utilisé permet de simplifier la règle de décision). En termes de règles d'arbitrage cela se traduit par un appel à un prestataire de service en cas de débordement. Cette pratique sert aussi la première stratégie en diminuant le risque vis-à-vis des bananiers de compétition biologique entre bananier et adventices en cas de débordement.

d) Le type « technique »

(Annexe 16)

L'objectif de gestion de l'herbe de ce type est à l'instar du type « pas cher » de diminuer les coûts liés à la gestion de l'herbe et il est purement tourné vers un mode d'intervention chimique. Cependant l'objectif est d'avantage tourné vers une augmentation le « rendement » du traitement herbicide (i.e. augmenter la surface de traitement pour une même quantité d'herbicide à l'hectare. Cela transparait par une modalité d'application de l'herbicide pratiquée par tous les individus et les distinguant des autres type : le spoting. Tous suivent également la règle du « traiter tôt », et comme le type « pas cher » l'indicateur de déclenchement est « la première repousse ». le type a été divisé en sous-groupe afin de retranscrire les différentes stratégies identifiées au sein même de ce type. Les deux sous-groupes « avec Plantes de couverture » (PDC) et « avec Glyphosate » partagent le même mode d'enchaînement des traitements « éliminer/ surveiller ». Cependant le sous-groupe « avec G » se distingue de « avec PDC » car en pratique il utilise du glyphosate en parcelle nécessitant une prise de risque supplémentaire. Les deux sous-groupes « technicien » et « avec G » suivent une règle qui les distingue de tous les autres sous-groupes et types : ils suivent le programme de fertilisation quel que soit le niveau d'enherbement. Enfin le sous-groupe « avec PDC » comme son nom l'indique, utilise les plantes de couverture. Cependant contrairement au type « raisonné » l'objectif de cette pratique se restreint à celle de supprimer l'usage des herbicides et non intégrée dans une logique agronomique

B. Effet de la structure des exploitations agricoles sur le type de modèle de décision

On teste l'hypothèse selon laquelle la structure a un effet sur le type de modèle de décision de gestion de l'herbe. On cherche à identifier les déterminants structuraux lié au type d'exploitation agricole qui pourrait avoir un effet sur le MD suivit par les agriculteurs (Tableau 11).

Tableau 11: tableau de croisement entre le type d'exploitation agricoles et le type de MD

typo EA x typo Modèle de Décision							
	typo modèle de décision	Pas cher	Raisonné	Pas de risque	Technicien	Technicien PDC	Technicien G
typo EA	Culture familiale diversifiée	A1	A6				
	culture fam petit				A11	A4	A10
	culture fam gros				A5	A3	A9
	société bananière			A7 A8 A2			

1. Effet de la diversification de la production

La principale contrainte liée à la structure d'un modèle de production en diversification est de répartir les ressources (MO, trésorerie...) entre les productions. Le planteur-éleveur A1 a choisi de favoriser l'activité élevage. Ainsi concernant l'activité bananière il est forcé de réduire la main d'œuvre et la trésorerie. C'est pourquoi l'épandage d'herbicide est délégué à un prestataire. De plus il réduit aussi les coûts en choisissant d'utiliser un produit phytosanitaire moins cher et systémique à base de glyphosate au lieu d'utiliser le Basta (glufosinate d'ammonium). Le maraicher A6 a choisi de ne pas fixer de priorité sur l'une des deux activités mais plutôt de profiter de la complémentarité des deux. Ainsi son activité permet un apport régulier et direct de trésorerie lui permettant d'avancer les coûts en banane par exemple. Il mobilise aussi des règles agronomiques pour intégrer sa stratégie de lutte contre les adventices à sa stratégie de lutte contre les insectes, en l'occurrence les fourmis manioc, l'ennemi principal de ses cultures. En effet en installant des plantes de couvertures en bananeraie il supprime l'usage des herbicides d'une part, et d'autre part les fourmis manioc étant attirées par le petit mouron installé sous bananeraie, il protège ses cultures maraichères. Le petit mouron, plante de couverture devient alors une véritable plante de service.

2. Effet de la disponibilité de la main d'œuvre sur les modalités d'interventions en traitement herbicide

Concernant les exploitations en culture bananière familiale, en utilisant l'indicateur SAUtot/MO qui rend compte de la pression exercée par la disponibilité en main d'oeuvre, on peut distinguer deux groupes. Le premier est constitué des exploitations dont l'indicateur est supérieur à 3 (forte pression), et on observe que la gestion de l'herbe implique une utilisation du glyphosate en parcelle plantée (A9 et A10). Ainsi le manque de MO est compensé par l'usage de glyphosate, plus efficace à dire d'agriculteur. La ressource mobilisée est alors la compétence des opérateurs afin de compenser leur trésorerie faible. De plus quand le nombre total d'actif sur l'exploitation est très faible (inférieure ou égale à 3 actifs), dans le sous-groupe « petite exploitation en culture bananière familiale » c'est le gérant lui-même qui réalise les traitements afin d'assurer protection des bananiers et le bon rendement herbicide.

3. Effet de la trésorerie sur les modalités d'application des herbicides et les règles de priorité entre activités

Cependant la contrainte principale pour les exploitations de type « culture familiale », est la trésorerie. La référence POSEI est un indicateur du niveau de trésorerie de l'exploitation. La faible référence POSEI engendre une faible trésorerie et l'enjeu pour le reste de ces exploitations va être de diminuer le coût lié à la gestion des herbes. La référence POSEI de ce type d'EA est de 3 à 5 fois inférieures à celle des sociétés bananières. Quel que soit la disponibilité en MO, les individus de ce type d'exploitation suivent tous la modalité d'application d'herbicide en « spoting » et quatre d'entre eux choisissent la modalité d'enchaînement des traitements « éliminer/surveiller ». Ainsi la stratégie de réduction des coûts liées à ce déterminant structurel se traduit par des un mode d'application localisé (pas en plein comme les sociétés bananières) et une prise de risque phytosanitaire moyenne (utilisation de glyphosate en parcelle en « spoting »).

Quand la référence POSEI est très forte, la pression engendrée par cette référence induit une faible disponibilité des ouvriers durant les jours de récolte / emballage. Pour A7 et A8 ces jours de conditionnement peuvent prendre parfois toute la semaine. Ainsi l'enjeu pour ces exploitation est de trouver du temps pour effectuer les travaux d'entretien, et notamment ceux de gestion de l'herbe, et ce même en période de récolte. . Ces exploitations qui ont de fortes

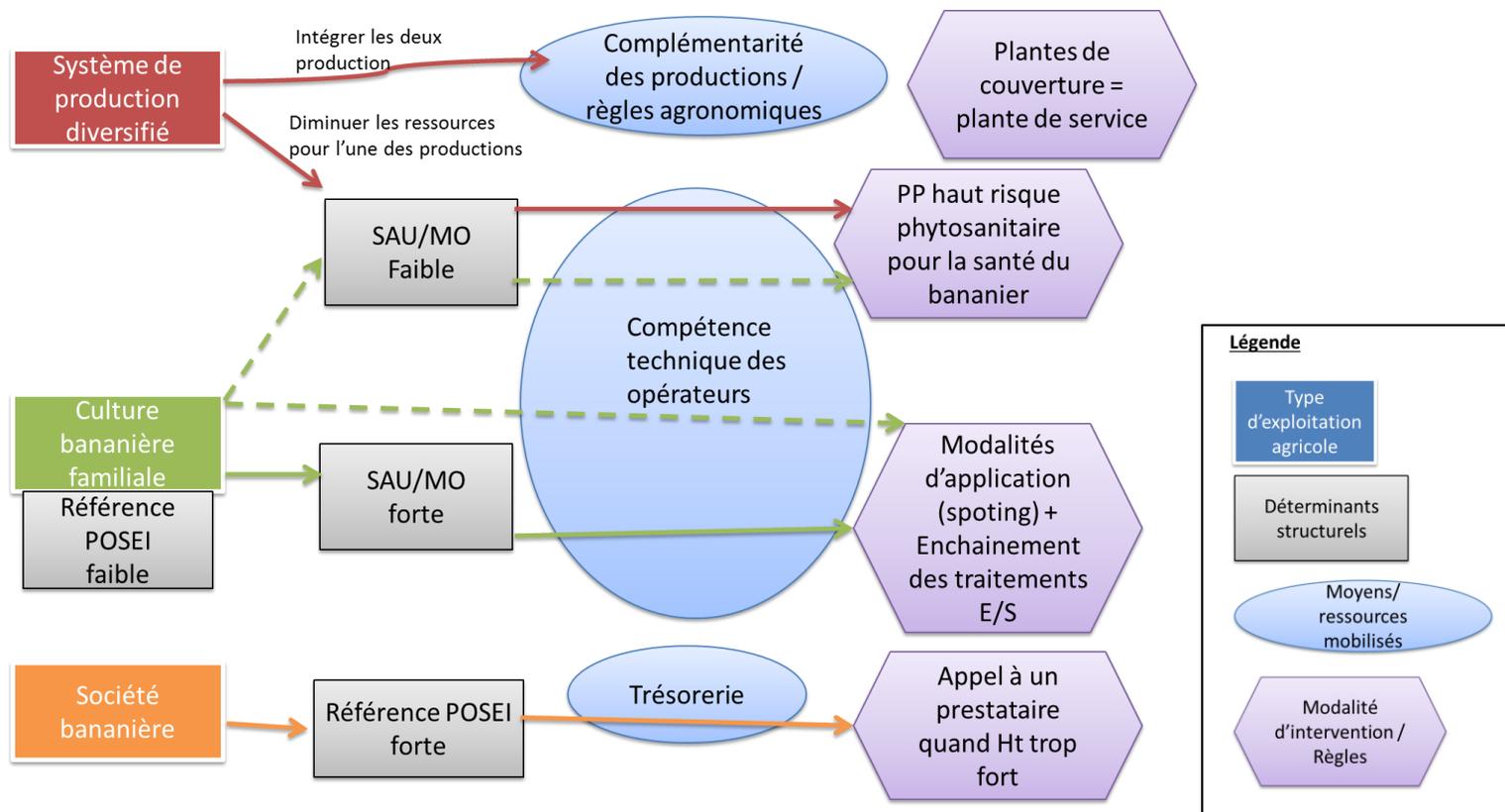


Figure 29: schémas de l'effet des facteurs structurels sur le type de MD suivi

références POSEI, engendre aussi beaucoup de trésorerie. Et c'est la ressource qu'elle mobilise en faisant effectuer les travaux par d'autres entreprises de travaux agricoles en tant que prestataires de services durant les périodes de récolte. Pour l'exploitation d'A2 la référence POSEI est de moitié inférieure aux deux autres exploitations. Cependant une organisation spécifique a été mise en place pour répondre aux mêmes exigences que les deux premières exploitations (passages régulier). Un ouvrier spécialisé effectue les travaux agricoles et en jours de conditionnement le gérant le fait participer aux activités de conditionnement mais s'arrange pour que la tâche soit effectuée rapidement et qu'il puisse aussi dans la même journée faire des travaux concernant la gestion de l'herbe. Ainsi le déterminant structurel de disponibilité de la trésorerie induit des règles d'arbitrage de répartition des ressources selon les activités : la récolte est prioritaire pour la MO et la le traitement herbicide l'est pour la trésorerie.

4. Conclusion

Les déterminants structurels qui peuvent avoir un impact sur le MD sont la disponibilité en trésorerie, la disponibilité de la main d'œuvre et le modèle de production (Figure 29). De plus à partir d'effets structurels de différente nature (diversification ou disposition de la MO) on peut arriver à des convergences de pratiques (utilisation du glyphosate en parcelle).

C. Bilan modèle de décision : variables décisionnelle et déterminants

1. Caractéristiques du modèle de décision

En bananeraie, le modèle de décision de la gestion de l'herbe constitue un jeu de variable décisionnel pour la gestion de l'herbe en bananeraie (Figure 30). Il est constitué de 4 blocs de variables décisionnelles. Le premier bloc concerne la *modalité d'intervention*, et les 3 autres sont relatifs à la prise de décision en traitement chimique : bloc *spécialité commerciale*, bloc *quantité*, bloc *déclenchement*. Chacun de ces blocs est constitué de variables décisionnelles qui peuvent prendre différentes modalités. Ces variables décisionnelles interagissent entre elles. Les déterminants des variables décisionnelles sont de trois types : d'ordre réglementaire, de l'ordre du milieu naturel et enfin d'ordre structurel lié au type d'exploitation agricole auquel appartient l'agriculteur. Ils sont liés à la disponibilité en main d'œuvre ou en trésorerie.

On observe une hiérarchie des interactions entre ces blocs de variables : le *mode d'intervention* va induire le choix pour une intervention chimique. Le choix pour une *spécialité commerciale* d'herbicide induira la concentration de ce produit via la réglementation et donc agit sur le bloc *quantité*. De plus on distingue des interactions non hiérarchisées entre variables décisionnelles de blocs différents. La variable décisionnelle « modalité d'action » (systémique ou de contact) du bloc *spécialité commerciale*, va interagir avec la variable « modalité d'application » (épandage en plein ou spoting) du bloc *quantité*. En effet un PP systémique ne sera jamais épandu en plein. Enfin la variable « enchaînement des traitements » (éliminer ou éliminer / surveiller) du bloc « quantité » va interagir avec la variable décisionnelle « déclenchement ». En effet si l'agriculteur suit le mode éliminer/surveiller, le premier traitement sera épandu en plein et le(s) autre(s) seront épandue en spoting. Le bloc *déclenchement* semble moins lié aux autres blocs en termes de hiérarchie ou de nombre d'interactions.

2. Les représentations du fonctionnement du milieu

Les déterminants et les variables décisionnelles peuvent être liés à des représentations du fonctionnement du milieu relatives :

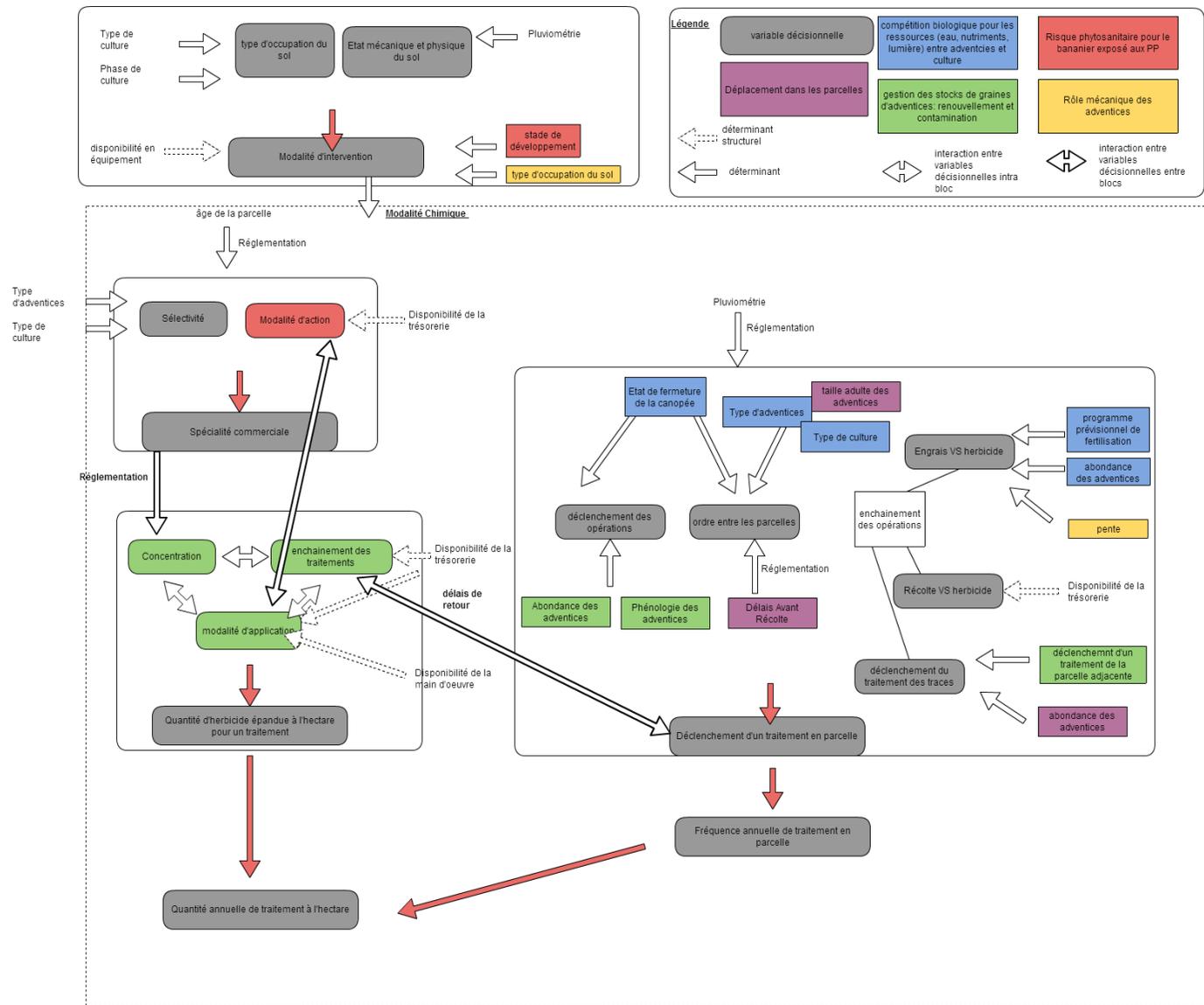


Figure 30: modèle de décision générique de gestion de l'herbe en bananeraie

- Aux représentations de la compétition pour l'eau et les nutriments entre adventices et bananiers (« compétition »).
- Aux représentations des stocks de graines d'adventices en parcelle en termes de contamination et de renouvellement (« gestion des stocks »).
- Aux représentations du risque phytosanitaire pour le bananier exposé aux produits phytosanitaires (« santé bananier »).
- Aux représentations liées au rôle mécanique maintien des sols par les racines des adventices (« rôle mécanique »)

Un document en Annexe 19 présente les différents déterminants et les représentations auxquelles ils sont affiliés.

PARTIE 2 : Caractérisation des effets des modèles de décision

La typologie des Modèles de décisions (MD) a été construite uniquement pour les exploitations bananières. Les effets sur les quantités épanchées en herbicides et sur les trajectoires de changement se focalisent seulement sur cette culture.

D. Effet sur les trajectoires de changement

1. Identification des pratiques de changement vers la réduction de l'usage des herbicides

a) Les plantes de couverture

L'utilisation de Plantes de Couvertures (PDC) sous bananeraie est identifiée dans la bibliographie comme pratique innovante permettant de supprimer l'usage d'herbicides. Dans notre échantillon 4 agriculteurs utilisent du Petit Mouron sous bananeraies. Deux d'entre eux appartiennent au Modèle de Décision (MD) « Technique » et un au MD « Raisonné » : ils utilisent des quantités moyennes faibles et faibles (respectivement). Le dernier suit le MD « Pas de risque ». Les quantités épanchées de son exploitation sont moyennes fortes. Cependant il vient juste d'installer le petit mouron et on considère qu'on ne peut pas encore mesurer l'effet s'il y en a un, sur les quantités. Un dernier agriculteur suivant le MD « Technique » abandonne cette pratique.

b) Le changement de molécules pour diminuer l'usage des herbicides

Cette pratique a été sélectionnée car elle est considérée comme un changement de pratique pour l'agriculteur. Ce dernier suit le MD « Pas cher » et les quantités épanchées en herbicides sont faible. Etant seul à la pratiquée il n'est pas possible de poursuivre l'analyse pour identifier l'effet du MD sur ce changement de pratiques.

2. Le cas des plantes de couvertures : analyse des trajectoires de changement

L'objectif est d'analyser les trajectoires de changement selon les MD pour l'adoption des plantes de couvertures.

a) Des trajectoires de changement qui varient selon le MD

La trajectoire T1 associée au MD « Technique »

(Figure 31)

Les agriculteurs concernés ont tous les deux arrêté la diversification il y a quelques années (pour des raisons de surfaces ou de présence de chlordécone sur leurs parcelles). Curieux de nature, ils ont rapidement accepté d'installer le petit mouron avec l'aide de l'IT² sur une surface de 0,5 ha pour commencer. Ils n'ont pas eu à choisir entre le petit mouron ou une autre plante de couverture, ils ont pris ce qu'on leur proposait. A la suite de cette première implantation ils se sont peu occupés de l'entretien des parcelles implantées. C'est une visite dans une exploitation en Martinique organisée par l'IT² et la LPG qui a changé leur vision. En effet ils ont pu voir dans une exploitation agricole semblable à la leur en termes de surface et de pentes où l'exploitant n'utilisait plus d'herbicides depuis près de trois ans. Les rendements étaient les mêmes, voir supérieur malgré l'âge avancée des parcelles. De retour chez eux ils

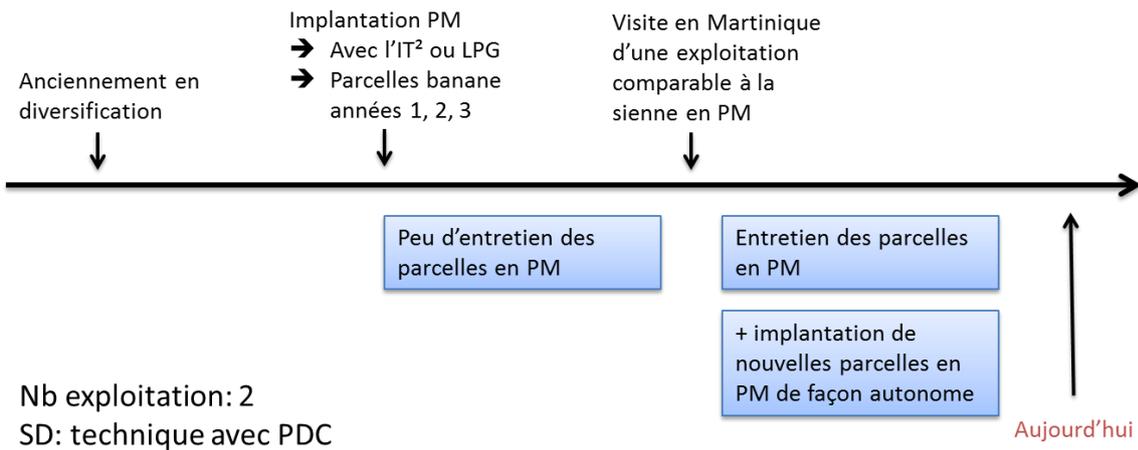


Figure 31: La trajectoire T1 associée au MD « Technique »

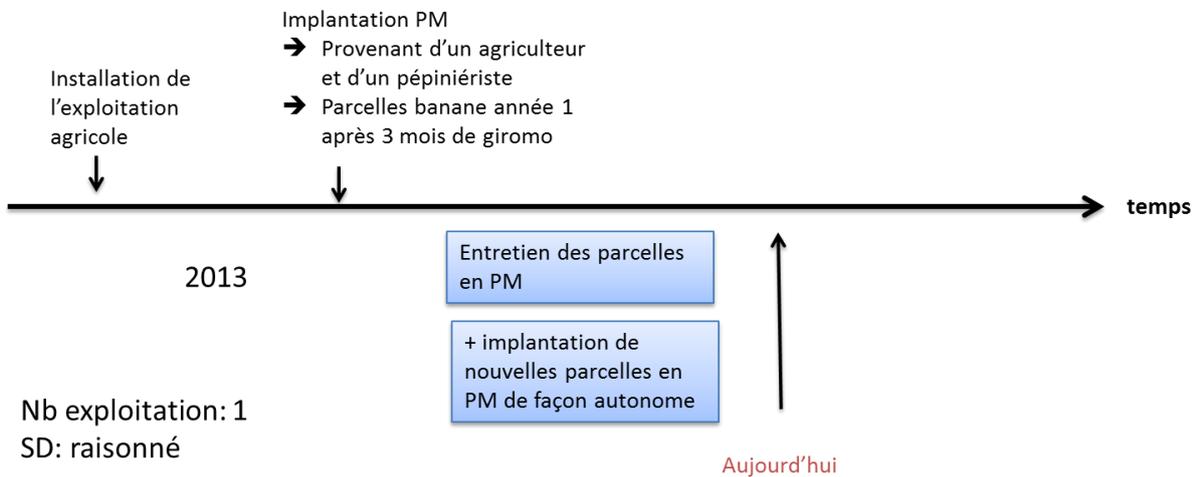


Figure 32: La trajectoire T2 associée au MD «Raisonné »

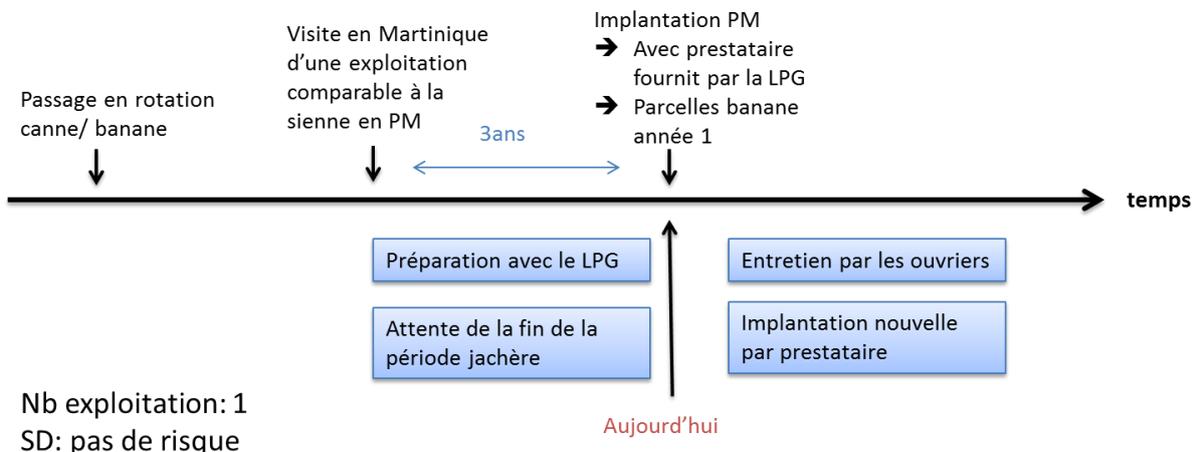


Figure 33: La trajectoire T3 associée au MD « Pas de risques »

ont entrepris de mieux entretenir les parcelles et à présent l'un des deux exploitants procède même à l'implantation de nouvelles parcelles via les boutures issues de ses propres parcelles.

La trajectoire T2 associée au MD »Raisonné »

(Figure 32)

L'agriculteur concerné s'est installé en 2013 sur l'exploitation. Auparavant gérait des grosses exploitations bananières en Afrique. Son installation en Guadeloupe répond à un besoin d'accorder ses convictions personnelles plutôt environnementaliste et son travail. Dès le son installation, il a mis en place le petit mouron après s'être informé de son côté. Il s'est lui-même fournit chez un pépiniériste et chez un agriculteur qui en produisaient. Il a ensuite procédé lui-même à l'implantation des premières plaquettes sur 0,5 ha et ce, grâce à ses compétence d'ingénieur agronome. Etant en maraichage il a développé un itinéraire technique de gestion des plantations bananières en première année lui permettant d'implanter le PM après un cycle de 3 mois de culture maraichère en association avec les bananiers. Ses motivations sont économiques et militantes concernant la protection de l'environnement. Il utilise aussi des plantes de couvertures (arachis) en cultures maraichères. Il a choisi le petit mouron car en plus d'être une plante de couverture en bananeraie, elle devient plante de service : en effet elle attire les fourmis manioc, ennemi important pour les cultures maraichères.

La trajectoire T3 associée au MD « Pas de risques »

(Figure 33)

L'agriculteur concerné est le responsable des cultures d'une société bananière. Le responsable administratif de la société avait pu faire le même voyage en Martinique que les deux agriculteurs de la T1. Il avait pu lui aussi visiter une exploitation bananières équivalente à la sienne et ayant adopté le petit mouron. Deux ans plus tard la société s'est décidée à planter les plantes de couvertures du fait d'une confiance établie avec la conseillère de la LPG et l'existence d'un groupe d'agriculteur guadeloupéen solide ayant déjà passé le pas. Après avoir méticuleusement établi une période favorable à l'implantation du petit mouron et une fois que les parcelles en rotation canne furent détruites, ils ont procédé à l'implantation de 7ha en plantes de couverture, 3 mois après l'implantation des vitro plants en parcelle. C'est un prestataire de service fournit par la LPG qui a réalisé ce travail.

b) Les effets du MD sur le degré de préparation et d'autonomie des exploitants

L'étude a permis d'identifier deux facteurs permettant de ségréger les trajectoires (Figure 34) :

- Le degré de préparation : le temps entre la décision d'adopter les PDC et leur implantation. Il est faible quand il est de l'ordre de quelques mois, et fort quand il est de l'ordre de plusieurs années.
- Le degré d'autonomie : l'autonomie que souhaite l'exploitant vis-à-vis des organismes d'aide ou des prestataires de services : plus l'exploitant réalise des opérations sans ces organismes plus le degré d'autonomie est fort. La première implantation étant a priori la plus difficile car l'agriculteur n'a pas d'expérience. Ainsi quand elle est faite sans aide d'un organisme, le degré d'autonomie est très fort. Un degré fort d'autonomie est nécessaire pour le renouvellement d'implantations sans aide. Un degré d'autonomie moyen est requis quand la 1^{ère} implantation est faite avec l'aide d'un organisme et faible quand elle est déléguée à un prestataire.

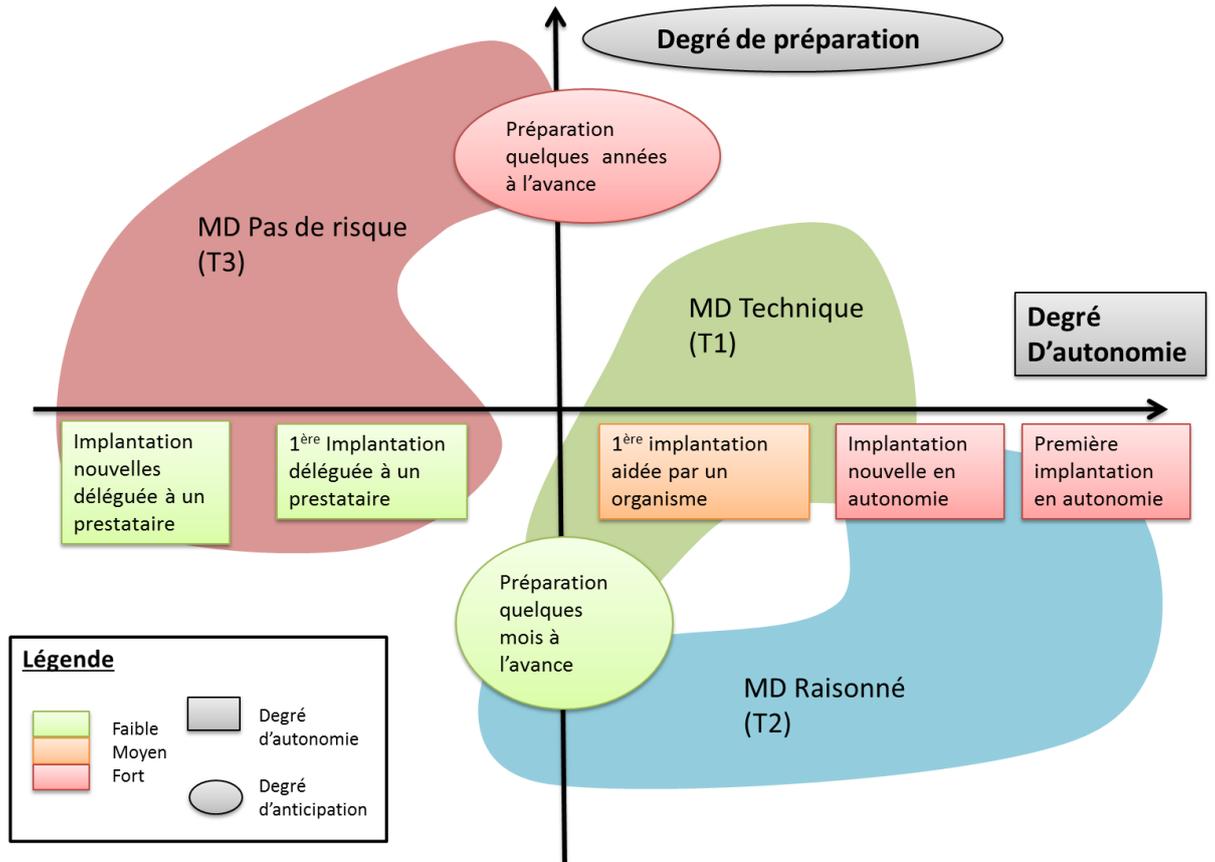


Figure 34: Caractérisation des trajectoires de changements selon leur degré d'autonomie et de préparation

Ces facteurs permettent de caractériser les trajectoires de changement décrites précédemment.

- Les exploitants du MD « Technique » suivent des trajectoires sans préparation et visant l'autonomie (T1)
- Les exploitants du MD « Raisonné » suivent des trajectoires sans préparation et autonome (T2)
- Les exploitants du MD « pas de risques » suivent des trajectoires avec préparation et ne visant pas l'autonomie (T3)

Ainsi chaque trajectoire est liée à un MD. Le MD a des effets sur les degrés de préparation et d'autonomie des exploitants. Ceux qui suivent le MD « pas de risque » minimisent ce risque en ayant un degré de préparation fort. Leur degré d'autonomie nul est préservé par leur trésorerie forte qui leur permet de compenser leur manque de compétences technique par un appel à des prestataires compétents dans ce domaine. Les deux autres MD sont plus restreints en termes de trésorerie et sont donc obligés de compenser ce manque par des compétences techniques et donc un degré d'autonomie plus fort.

E. Incidence de l'adoption des plantes de couverture sur les quantités d'herbicides épandues

1. Une diversité de quantités totales annuelles d'herbicides épandus à l'hectare quel que soit le type de MD en culture bananière

On a croisé les types de MD avec les quantités (L/ha/an) épandues en herbicides (Tableau 12). Deux MD présentent des quantités totale faibles épandues à l'hectare : « raisonné » et « pas cher ». Ils se caractérisent par un choix de dose à l'hectare faible. Au sein des deux autres MD, il y a une grande diversité de situation. Les individus du MD « pas de risque » épandent des quantités totales moyennement fortes à forte. Cependant la variabilité est forte puisqu'entre A7 et A8 avec « Qtot moy forte » et A2 en « Qtot forte » : il y a un écart de plus de 10L d'herbicide épandue à l'hectare. Le type MD « technique » présente le plus de variabilité. Seule la catégorie « Qtot faible » n'est pas couverte par ce groupe. On observe que les individus des deux sous-groupes « Technicien Glyphosate » (Technicien G) et « Technicien Plante De Couverture » (Technicien PDC) restent liés quant aux quantités épandues, le premier présentant des quantités moyennement forte et le second moyennement faibles. C'est dans le sous-groupe « Technicien » que l'on trouve le plus de variabilité. En effet A5 épand cinq fois plus de désherbant que A11.

2. Une diversité de quantité totales épandues pour les individus ayant adoptés des plantes de couvertures (PDC)

Les individus ayant adopté les PDC depuis plus de deux ans (tous sauf A8 du MD « pas de risque ») présentent une quantité totale épandue moyennement faible ou faible. On peut supposer que pour A8 le faible délai d'implantation ne permet pas d'identifier d'incidence sur les quantités.

3. Conclusion

Au sein de chaque type de modèle de décision il y a une variabilité, exception faite pour les groupes mono individu (types « raisonné » et « pas cher »). Deux individus de MD différents peuvent épandre une même quantité d'herbicides. Cependant cette variabilité intra groupe permet d'émettre l'hypothèse d'une marge de progression importante pour la réduction de l'usage des herbicides. Les individus ayant adopté les plantes de couverture présentent une quantité moyenne totale de 8,25L/ha/an. Ce qui est inférieur à la médiane des quantités totales épandues qui est de 10 L/ha.

Tableau 12: tableau de croisement entre les quantités totales épandues à l'hectare et les types de MD

⇒ Typo Qtot(ha) x typo MD							
		typo MD					
		raisonné	pas cher	régulier	Technique		
					Technicien	Technicien PDC	Technicien G
typo quanti	Qtot faible	A6	A1				
	Qtot moy faible				A11	A3 A5	
	Qtot moy forte			A7 A8			A9 A10
	Qtot forte			A2	A4		

individu	Dose (L/ha)	Nb traitement / an	Q tot (ha) (l/ha/an)
A1	0,8	3,5	3,2
A2	4	6	24
A3	2,5	3	7,5
A4	2	12	24
A5	3,75	3	11,25
A6	0,75	3	2,25
A7	4	3	12
A8	2	6	12
A9	2,5	5,5	13,75
A10	2,5	6	14,75
A11	2,75	2	5,5

IV. Discussion

A. Comprendre les représentations du fonctionnement du milieu pour comprendre les pratiques des agriculteurs

1. Les agriculteurs prennent en compte des critères d'observation des communautés d'adventices dans leurs règles de décisions

Coté agriculteurs, la présente étude montre que les agriculteurs prennent en compte des critères liés à l'observation des communautés d'adventices dans leurs règles de décision. Ainsi l'abondance absolue des adventices (quel que soit les espèces en parcelles) est intégrées aux règles de déclenchement et aux règles de choix de la quantité épanchée d'herbicides. Les critères sont ceux de taille et de densité globale d'enherbement de la parcelle. La richesse spécifique est intégrée aux règles d'arbitrage entre parcelles à travers la reconnaissance d'adventices spécifiques qu'il faut éliminer en premier (les lianes). Elle est aussi intégrée et au mode d'application des herbicides en spotting : certains agriculteurs ne traitent pas des adventices qui ne vont pas monter haut au stade adulte. Les critères phénologiques sont pris en compte dans les règles de déclenchement : un traitement est déclenché avant que les adventices n'atteignent le stade adulte floraison ou fructification. Ces critères ne sont pas mobilisés uniquement à des fins agronomiques mais aussi ergonomiques permettant de faciliter les déplacements en parcelles des ouvriers.

2. Les agriculteurs mobilisent des stratégies de gestion de l'herbe se rapportant à des représentations du fonctionnement du milieu

a) *Les déterminants de type « représentation » induisent des pratiques alternatives au traitement chimiques.*

Pour le bloc « choix de la modalité d'intervention », les déterminants liés à l'état biophysique du sol (état physique et mécanique du sol, type d'occupation du sol, stade de développement des cultures) induisent une diversité de situations et donc une diversité de pratiques. Cependant les règles qui lient ces déterminants à ces pratiques sont reconnues par tous. En revanche les règles individuelles se rapportent à des déterminants de type « représentation du fonctionnement du milieu » (rôle mécanique des racines des adventices, risque phytosanitaire pour le bananier selon son stade de développement). Or ces règles induisent des pratiques alternatives au traitement chimique en traces et durant la première année après implantation. Ainsi la compréhension de ces pratiques n'est possible que par l'identification de ces déterminants.

b) *Les déterminants de type « représentation » induisent une diversité de pratiques de traitement chimique.*

L'importance des déterminants de type « représentation » dans la prise de décision varie selon les blocs de variables décisionnelles.

Le bloc « déclenchement du traitement » est presque entièrement déterminé par ce types de déterminants. La gestion des traces couplée ou découplée à celle des parcelles traduit une stratégie de gestion des sources potentielles de contaminations des parcelles par la flore adventice des traces. L'arbitrage entre un passage d'engrais et d'herbicide en cas de fort enherbement se rapporte à la compétition biologique pour les nutriments entre bananiers et adventices. De plus la gestion de l'herbe en bananeraie n'étant pas planifiée la question du déclenchement est cruciale pour appréhender la fréquence de traitement.

Les blocs « spécialité commerciale » et « quantité d'herbicide pour un traitement » intègrent à la fois des déterminants de type « représentation ». Les modes d'application et d'enchaînement des traitements se rapportent à des représentations différentes de l'efficacité que peuvent avoir des traitements chimiques sur la communauté d'adventices : vaut-il mieux traiter localement et le plus souvent possible, ou de façon régulière et globale ? Cependant, l'analyse de l'effet des types d'exploitations sur les MD montre aussi que les déterminants structurels peuvent expliquer la prise de décision. Par exemple la variable décisionnelle « modalité d'action » du bloc « spécialité commerciale » serait une combinaison entre la représentation de l'agriculteur du risque phytosanitaire pour le bananier exposé au PP et sa disponibilité en trésorerie. Ainsi pour ces deux blocs la question du poids de l'influence relative des déterminants structurels et de type « représentation » se pose. C'est d'ailleurs une combinaison de pratiques et de règles déterminées par ces deux types qui a permis de construire la typologie de MD. Elles sont rarement purement structurelles sauf pour règles d'arbitrage entre la récolte et l'herbicide pouvant s'expliquer par la disponibilité variable en trésorerie. Ce qui montre l'importance de cette notion dans la prise de décision. De plus Chantre a montré que c'est la représentation de l'agrosystème qui modifie les principes organisateurs de l'agriculteur et donc ses pratiques pour expliquer les mécanismes du changement.

3. Des outils de dialogues adaptés pour identifier les représentations des agriculteurs.

Afin d'appréhender au mieux la question des représentations des agriculteurs dans l'enquête, il est nécessaire de trouver des **outils adaptés** afin que enquêteurs et enquêtés puissent s'entendre sur le discours des uns et des autres. Il semble que les outils les plus efficaces pour servir cet objectif soient ceux qui présentent des situations concrètes aux agriculteurs sur lesquelles ils peuvent réagir. Elles permettent aux agriculteurs de s'exprimer à titre d'expert avec leur vocabulaire pour des situations qui leurs sont familières. Pour l'étude des règles de déclenchement l'approche par situation types illustrées par des pictogrammes et reprenant des données de la phase 1 de l'entretien permet à la fois de valider le premier entretien d'une part et d'identifier de nouvelles règles de décision et les représentations des agriculteurs au fonctionnement du milieu. De même la phase 3 de la restitution, via la présentation d'itinéraires techniques et d'une discussion collective, a permis d'identifier rapidement des leviers d'action.

Les agriculteurs mobilisent des critères d'observation des communautés d'adventices dans leurs règles de décision. Les déterminants de type « représentation du fonctionnement du milieu » jouent un rôle prépondérant dans la prise de décision concernant le traitement chimique. Ils permettent aussi d'expliquer l'usage de pratiques alternatives à ce mode d'intervention. Ainsi la question des représentations du fonctionnement du milieu semble être centrale pour mieux comprendre les pratiques de gestion de l'herbe et un point pivot pour aborder leur changement.

1. Les étapes et les leviers d'action différents pour aboutir à l'adoption des PDC selon les MD

a) Les étapes et les leviers d'action du cycle du changement

L'analyse des formes de transition selon le degré de préparation et le degré d'autonomie a permis de révéler différentes formes de transitions pour l'adoption des Plantes de Couverture. Ainsi on identifie différentes phases qui sont ressemblantes à celles identifiées par Sutherland

dans son modèle de cycle du changement (Figure 35). Contrairement à ce modèle, les enquêtes n'ont pas pu déterminer l'évènement déclencheur.

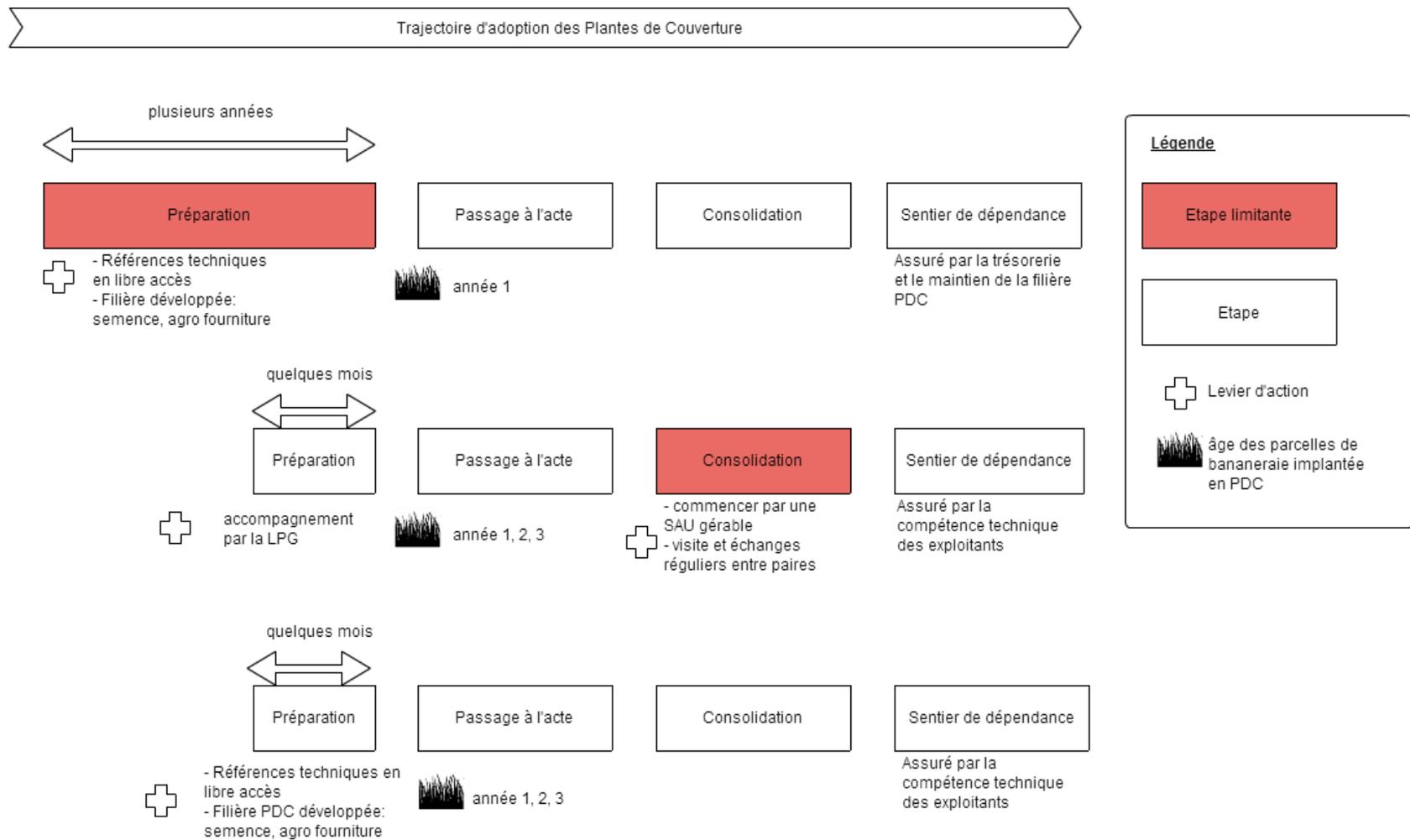


Figure 35: Trajectoires d'adoption des PDC selon les MD, et leviers d'action identifiés

La préparation

- ⇒ La phase de préparation est le temps entre la décision d'adopter les PDC et l'implantation de ces dernières. Cette phase ressemble à celle de « activ assessment » repéré par Sutherland. L'exploitant évalue la faisabilité de la pratique, des coûts qu'elle engendre etc.

Cette étape est l'étape la plus difficile à passer pour le MD « pas de risque ». En effet afin de ne pas prendre de risque, les exploitants de ce MD auront tendance à prendre beaucoup de temps (plusieurs années) avant de la franchir. Afin d'accélérer ce processus il semble que la mise à disposition pour ces exploitants de références techniques soit indispensable. Pour les deux autres MD, cette phase est relativement courte. Pour le MD « Technique » les motivations évoquées par les agriculteurs peuvent éclairer cette temporalité. En effet ils se disent de nature « curieuse » et avoir un goût pour l'innovation quand elle est technique. De même pour le MD « raisonné » qui se dit partisan pour la protection de l'environnement.

Le passage à l'acte

- ⇒ La phase de passage à l'acte est similaire à celle « implementation » dans le cycle de Sutherland. C'est la mise en œuvre pour l'implantation des PDC.

Au niveau du passage à l'acte on peut distinguer les exploitants qui commencent sur des parcelles en année 1 uniquement (MD « Pas de risque ») et les autres qui commencent l'implantation sur des parcelles jeunes, jusqu'à 3 ans (MD Raisonné et Technique). Ainsi les exploitants du MD « Pas de risque », toujours pour maximiser les succès et diminuer le risque. En effet l'introduction du petit mouton est optimale en bananeraie d'année 1 environ 4 mois après l'implantation des vitroplants (Manuel du planteur) pour que le petit mouton soit dans des conditions optimales semi-ombragées.

La consolidation

- ⇒ La phase de consolidation : elle est similaire à celle de Sutherland. L'exploitant réorganise et perfectionne son modèle vis-à-vis de la nouvelle pratique.

Elle semble être l'étape limitante pour le MD technique. En effet c'est à cette étape que l'un des agriculteurs a abandonné les PDC. En effet elle nécessite des compétences techniques fortes car elle est couplée à la phase d'implantation du petit mouton qui est la plus délicate. Pour y remédier, la restitution a permis d'identifier un levier : la question d'une unité maximale de surface gérable par l'exploitant. Tous les exploitants du MD technique ont commencé avec 0,5ha et la discussion avec les agriculteurs a permis d'identifier la nécessité de diminuer cette surface à 0,25 ha pour plus de sécurité.

Le sentier de dépendance

- ⇒ La phase de sentier de dépendance est similaire à celle de Sutherland de « path dependency ». Elle correspond à une phase stable où les plantes de couvertures sont installées et renouvelées au sein de la bananeraie.

Selon les types de MD cette étape est assurée par les compétences techniques des exploitants pour les MD Technique et Raisonné, qui leur permettent de renouveler eux-mêmes l'implantation et bouturages des PDC en parcelle. Cela concorde avec leur degré fort d'autonomie. Pour le MD Pas de risques elle est assurée par la trésorerie permettant à l'exploitation de faire appel à des prestataires de service (semis, bouturage) pour le

renouvellement des PDC en parcelles. Ainsi ils restent dépendants de la filière PDC et des organismes d'appui pour les aider à identifier le bon moment d'implantation.

Enfin, aucune étape limitante n'a été repérée pour le MD raisonné. Le fort degré d'autonomie pourrait être un point sur lequel on pourrait s'appuyer pour faciliter la mise en œuvre de la nouvelle pratique : développer les références techniques pour alimenter leur réflexion. C'est leur degré de compétence qui pourrait être un frein à la mise en œuvre des pratiques.

b) Des leviers d'actions adaptés selon les étapes du cycle et le MD auquel appartient l'agriculteur.

On observe que selon la position de l'agriculteur dans ces étapes on mobilise des leviers d'action spécifiques. Ces leviers d'action ne sont pas spécifiques par nature à chaque MD, mais c'est l'aspect opérationnel qui les rend spécifiques. En effet pour deux MD différents, on peut mobiliser des leviers identiques, mais pas au même moment et ils ne répondent pas aux mêmes besoins. Ainsi les références techniques constituent un levier d'action déjà identifié comme un besoin (Plan Banane durable). Mais l'étude a permis de montrer en plus que ces références peuvent jouer différents rôles selon les MD. Pour le levier « références techniques » il sert d'une part à appuyer le passage à l'acte pour le MD « pas de risque » et répond au besoin de préparation élaborée du changement de pratique. D'autre part les références techniques peuvent aussi être source de pérennité pour le MD « raisonné » pour répondre au besoin d'autonomie pour assurer la phase de « sentier de dépendance » du cycle de Sutherland. A l'inverse il y a des facteurs favorisant qui sont communs à plusieurs MD comme les visites et les démonstrations. L'étude a permis de montrer que la clef de l'utilité de ces leviers était le degré de ressemblance entre les exploitations visitées et celles des exploitants qui visitent. Ainsi selon les MD, les étapes du cycle de changements, les leviers mobilisables pour en assurer le passage diffèrent. Cela implique donc que les modes d'accompagnement doivent s'adapter selon le MD et la phase dans laquelle se positionne l'agriculteur. Et cette observation rejoint les résultats de Chantre sur les modes d'apprentissages.

2. Des freins à l'adoption des Plantes de couvertures non identifiés

Ainsi des freins à l'adoption des Plantes de couvertures ont été identifiés. Par exemple une surface trop grande pour commencer pour le MD « technique » freine le passage de l'étape « consolidation ». Ils permettent donc d'éclairer l'utilité des leviers d'action pouvant être mis en places. Ces freins ne sont pas identiques à ceux identifiés dans la bibliographie. Le rapport du Plan Banane Durable faisait état de PDC non adaptées aux conditions pédoclimatiques, aux problèmes de disponibilité de plants et aux changements d'organisation de la main d'œuvre nécessaires. Cependant aucun agriculteur n'a fait allusion à chacun des freins évoqués précédemment. A titre d'expert l'un des représentants du groupement de producteur de banane avait émis l'hypothèse que la question des investissements de départ pouvait être un frein, et en particulier pour les petites exploitations. Seul l'agriculteur appartenant au MD « Pas cher » y a fait allusion, mais a justifié cette position en évoquant l'arrêt prochain de son activité.

Il existe des étapes pour le changement de pratiques vers l'adoption des plantes de couvertures et elles sont communes à tous les agriculteurs. D'une part, ces étapes peuvent être limitantes ou non à l'adoption pérenne de cette pratique, et d'autre part elle n'auront pas la même durée, selon les MD suivis par les agriculteurs. Ainsi selon les MD auxquels appartiennent les agriculteurs et les étapes du cycle du changement dans lesquelles ils se trouvent, les leviers d'action à mobiliser seront différents, pour un mode d'accompagnement adapté à leur situation présente.

C. Les limites de l'étude : généricité et validité des modèles de décision.

1. Généricité du modèle de décision restreint à la culture bananière

La problématique de l'étude a été construite autour des herbicides parce qu'elle permettait de réunir tous les agriculteurs du bassin versant quel que soit le modèle de culture autour de cette question de la réduction de ces PP. Or le modèle de décision s'est surtout focalisé sur les exploitations agricoles ayant pour culture principale celle de la banane en raison du trop faible échantillonnage pour les autres modèles de culture, et en particulier la culture cannière, 2ème production importante en Guadeloupe. Ce biais a été induit dès l'échantillonnage : le critère de pratiques de gestion de l'herbe pour sélectionner des exploitations a été édicté à titre d'expert par le directeur de la LPG. De plus la zone d'étude en plein dans le croissant bananier guadeloupéen renforce cette focalisation sur cette culture. Ainsi un système de contraintes a pu être identifié pour les cultures cannières mais il n'a pas été possible de construire un modèle de décision relatif à la gestion de l'herbe pour cette culture. Cependant les grandes différences entre ces deux modèles de culture réduisent la faisabilité de construction d'un modèle de décision qui serait commun entre ces deux cultures. En culture bananière le modèle de décision permet d'intégrer toutes les façons de faire sur la zone d'étude. En raison de la diversité des situations étudiées, on peut supposer que ces façons de faire pour la banane reflètent celles mises en œuvre dans d'autres zones. On peut donc penser à une bonne généricité de ce modèle en culture bananière.

2. Validité partielle du modèle de décision

La validation de ce modèle aurait dû se faire en trois temps : une première validation à la restitution aux agriculteurs pour identifier des règles ou pratiques aberrantes. Une deuxième validation individuelle avec chacun des agriculteurs pour qu'il valise son MD. Une troisième validation pour tester le modèle avec un nouvel échantillon d'agriculteur de la même zone d'étude. Seule la première étape a été réalisée ce qui limite la validité du modèle. La restitution aux agriculteurs devait être un moyen de valider ces modèles de décision. Le fait qu'ils ne soient pas stabilisés au moment de la restitution (notamment ils devaient aussi être construits sur des résultats obtenus en Martinique sur le bassin versant de la rivière Gallion (Maria Brykalsky)), a réduit la portée de l'exercice. Cependant aucune règle ou pratique n'a été identifiée comme aberrante. Et notamment les pratiques clefs ou règles de décisions clefs exclusives à chaque type de MD, comme la règle de déclenchement « traiter tard » pour le MD « raisonné » ou la pratique le mode d'application en « spoting » pour le MD « technique ». Ces pratiques n'ont pas été remises en causes par les agriculteurs et la confrontation aux données de Martinique n'a pas montré de divergences.

D. Apports et perspectives de l'étude : évaluer et modifier les pratiques

1. De l'évaluation des usages des herbicides à celle des impacts des pratiques

a) De l'étude des usages à l'étude celle des impacts à l'échelle de la parcelle en culture bananière.

L'étude a permis d'apprécier la complexité de l'évaluation des quantités utilisées d'herbicides à l'échelle d'une campagne. Ainsi elle a permis d'identifier les variables décisionnelles et les liens entre ces variables qui induisent la quantité de produits épandus. La méthode suivie pour estimer ces quantités (agrégation des quantités d'herbicides quel que soit la substance active) n'a pas pu prendre en compte ces éléments. L'hypothèse selon laquelle le MD a un effet sur la quantité d'herbicides épandue n'est donc pas vérifiée, mais les résultats montrent une grande diversité des comportements selon les individus et induit une marge de

manœuvre grande pour la réduction des usages des herbicides. Afin d'étudier les impacts sur l'environnement de ces pratiques il serait nécessaire de mettre en place une méthodologie prenant en compte à la fois les modalités d'application des herbicides (en localisé ou en plein, type d'enchaînement des traitements), la nature fonctionnelle des herbicides épandus induisant leurs capacité de transfert dans le milieu et enfin les zones d'application qui détermine le risque de transfert de ces molécules, pour identifier les pratiques à risques.

b) De l'étude des usages à l'étude des impacts à l'échelle du territoire en culture cannière.

La principale différence entre les cultures cannières et bananière est que pour la première la gestion de l'herbe est planifiée. En effet les spécialités commerciales, les quantités et les périodes de déclenchement sont prévus sur la campagne et varient peu (hormis les changements de spécialités commerciales) d'une année à l'autre. Les résultats montrent que les fréquences de traitements sont plus faibles. Globalement les agriculteurs en canne traitent une à deux fois par an ce qui est bien inférieur aux nombres de traitements en banane. Gentil montre d'ailleurs que l'IFT modèle de culture canne est de ce qui est bien inférieur à celui de la banane qui est en moyenne de 12,66. L'IFT moyen pour le modèle culture banane prend aussi en compte les autres produits phytosanitaire tandis qu'en canne, seuls les herbicides sont utilisés. Ainsi l'impact des pratiques en cultures cannière semble à l'échelle de la campagne plus faible que celui des cultures bananières. Cependant l'épandage d'herbicides en canne se caractérise d'avantage par des pics selon les périodes (très fort en préparation du sol). De plus à l'échelle territoriale si les agriculteurs épandent tous au même moment, il est possible alors, que l'impact soit différent d'une pollution, à priori plus diffuse en bananeraie. Ainsi on ne peut pas se contenter d'étudier l'impact des pratiques de traitements chimiques uniquement au niveau parcellaire, mais il faut agrandir d'échelle au niveau territorial pour repérer des éventuels phénomènes de pics d'épandage d'herbicides.

c) Vers une démarche participative d'étude des impacts des pratiques sur les communautés d'adventices

Vers une démarche d'étude d'impact des pratiques sur les communautés d'adventices

Une étude (Friry, Dorel, 2013) a analysée l'effet des pratiques sur les communautés d'adventices. Les principaux résultats montrent que le précédent jachère entraîne une abondance de la flore d'adventices plus forte qu'un précédent en culture cannière. De plus, le 5^{ème} cycle présente une plus grande abondance de flore d'adventices que le 2^{ème} cycle. Enfin la quantité d'herbicide épandue au cours du dernier cycle de production du bananier (avant sa destruction), et le piétinement augmentent le LMDC (taux de matière sèche par unité de matière fraîche, mg.g-1). Concrètement si le LMDC augmente cela se traduit par la mise en place de feuilles à cuticule plus épaisse. Ainsi les plantes deviennent plus tolérantes aux herbicides et plus résistantes au piétinement. Ainsi il serait intéressant d'orienter les recherches d'avantage sur les impacts que peuvent avoir les pratiques agricole sur les communautés d'adventices. D'une part pour orienter les stratégies de gestion des adventices des agriculteurs relatives aux représentations du fonctionnement du milieu. D'autre part pour identifier des groupes de nuisibilité d'adventices permettant de cibler ceux qui sont plus nuisibles et donc orienter les priorités d'intervention.

Vers une démarche participative

Dans cette étude, la méthode d'enquête a consisté en entretiens semi directifs d'une heure environ. En tout chaque agriculteur a été vu deux fois (sauf pour deux d'entre eux pour des raisons de disponibilité). C'est cette ligne qui a été suivie pour des raisons de temps d'enquête et de disponibilité des agriculteurs. Il serait peut-être plus efficace de participer aux activités des agriculteurs. Cela pourrait d'une part, régler les problèmes de disponibilité des exploitants en les suivant dans leurs travaux. Et d'autre part permettre de vérifier leurs dires par des observations de terrain des pratiques (augmenter la fiabilité des résultats) et diminuer la complexité d'appréciation des quantités. De plus l'un des manques de l'étude est qu'aucun objectif de rendu aux agriculteurs n'a été prédéfini avant le lancement des entretiens. Or cela pourrait être un moyen de les mobiliser.

Au-delà de la méthode d'enquête, c'est la faisabilité des pratiques soutenues qui peut être amélioré grâce à cet aspect participatif. En effet les agriculteurs doivent non seulement intégrer des critères agronomiques mais aussi d'autres critères de natures différentes comme les critères ergonomiques intégrant les déplacements en parcelles. De plus des pratiques qui agronomiquement permettraient une régulation des communautés d'adventices efficace comme la rotation culturale banane/canne, ne sont pas forcément envisageable en termes de pratiques. En effet cette rotation nécessite la culture cannière dure 3 ans pour aboutir aux effets escomptés. Or économiquement le manque à gagner pour les planteurs devient bien plus important qu'en jachère d'un an, surtout pour les planteurs ayant une SAU faible. De plus la zone d'étude en plein croissant bananier implique une filière canne à sucre peu développée sur ce territoire.

Ainsi l'intégration des agriculteurs semble indispensable pour identifier des pratiques ayant un impact positif sur les communautés d'adventices et aussi adaptées aux contraintes et objectifs des agriculteurs pour qu'ils les adoptent. Enfin cela permettrait aussi d'intégrer et valoriser les connaissances empiriques des agriculteurs à ce sujet et les mobiliser.

2. Identification de leviers et de freins à l'adoption des plantes de couvertures

L'étude a permis d'identifier des leviers nouveaux comme la notion de SAU gérable. Des leviers déjà utilisés ou identifiés sont repérés : référence techniques et démonstrations collectives « ateliers bouts de champs ». Pour ces ateliers, l'étude a permis d'identifier la nécessité de ressemblance entre les exploitations visitées et celles des visiteurs, pour qu'ils soient constructifs. L'étude a permis d'identifier des freins. Un agriculteur qui appartient au MD technique a arrêté car les adventices différents du PM prenaient le pas sur cette plante de couverture. La restitution a permis d'expliquer ce problème au regard d'un des leviers identifié : la SAU de départ était trop grande pour lui et donc non gérable.

De plus l'étude a permis de pointer un vide technique concernant l'insertion des plantes de couvertures dans le cycle de culture des bananerais. En effet lors de la destruction de la bananeraie chimiquement ou mécaniquement, les PDC sont vouées à être détruites. Cela impliquera qu'il faille recommencer l'étape d'implantation des PDC sous bananeraie en fin de jachère. Or c'est cette étape d'implantation qui est la plus dure techniquement et qui demande le plus d'investissement, ce qui constitue un frein non négligeable (frein notamment évoqué par un des agriculteurs durant la restitution). Afin d'y remédier des études apportant des références techniques montrant par exemple que les rendements et le nombre de cycles de production des bananiers dans ce modèle de culture est augmenté pourraient être conduites.

Ces apports et perspectives en termes de leviers et de freins concernent uniquement l'adoption des plantes de couvertures. Il va de soi qu'ils seront différents si on étudie une autre pratique en cours d'adoption. Cependant c'est la méthode de l'étude des modèles de décision relatifs à la gestion de l'herbe qui semble pertinente pour comprendre et identifier ces leviers et ces freins. Et ainsi, fournir aux agriculteurs un mode d'accompagnement adapté à leur situation.

Conclusion

L'objectif de l'étude visait à identifier des leviers d'action pour améliorer l'efficacité des démarches d'appui pour l'adoption de pratiques de réduction de l'usage des herbicides. L'étude montre que selon les modèles de décision liés à la gestion de l'herbe les agriculteurs n'adoptent pas les mêmes trajectoires d'adoption de ces pratiques. En particulier, pour l'usage des plantes de couvertures sous bananeraie, l'étude a permis d'identifier des nouveaux levier d'action (ex de la SAU gérable) ou d'identifier des étapes où il est plus propice de mobiliser d'autres leviers d'action (ex des références techniques) selon les MD auquel appartient l'agriculteur.

Le passage par le modèle de décision a permis d'identifier, en plus des déterminants structurels et réglementaires, un nouveau type de déterminant prépondérant dans la prise de décision. Ce sont ceux qui sont liés aux représentations des agriculteurs du fonctionnement du milieu dans le cadre de la gestion de l'herbe. Ils intègrent les relations de compétition biologique entre adventices et cultures, entre la culture et les produits phytosanitaires et la gestion des stocks de graines d'adventices sur l'exploitation en termes de contamination et de renouvellement. Ainsi à la suite de ce travail, l'étude des impacts des pratiques agricoles sur les communautés d'adventices semble particulièrement pertinent afin d'orienter au mieux les stratégies des agriculteurs à ce sujet puisqu'il est central dans leur pratique. Du fait de la nature même de ces déterminants, il semble indispensable d'orienter le travail vers démarche participative afin d'en assurer l'efficacité. Cela passe notamment par l'usage d'outils facilitant le dialogue entre les divers membres du système d'innovation : agriculteurs et groupement de producteurs, techniciens, et chercheurs.

Enfin l'étude a permis de caractériser les variables décisionnelles qui déterminent les quantités d'herbicides épanchées en parcelles. Il n'a pas été possible d'intégrer ces éléments pour évaluer finement l'usage des herbicides du fait de leur complexité. Il est donc indispensable d'utiliser ces résultats et de les compléter pour affiner cette démarche. Il faudra compléter cette démarche par celle de l'étude des propriétés des molécules utilisées couplée à l'identification des zones à risques du milieu pour avoir accès à l'impact réel des pratiques agricoles.

Bibliographie

Adventilles Guadeloupe et Martinique. Les adventices des Antilles françaises, Grossard F. (ed.), Le Bourgeois T., Dumbardon-Martial E., Gervais L., 2013. Abymes : CTCS-Guadeloupe, 195 p.

Aubry C., Biarnes A., Maxime F., Papy F., (1998), Modélisation de l'organisation technique de la production dans l'entreprise agricole : la constitution de systèmes de culture du Bassin Parisien, In : Etude Recherche Système Agricole développement, 1998, 31, pp. 25-43

Cance A-L. (2006), Innovations institutionnelles pour la diminution de l'utilisation des pesticides en vue de protéger la ressource en eau, mémoire, CNEARC, Montpellier, 139 p.

Cattant A. et Mermet L., (1992), L'adoption par les agriculteurs de pratiques agricoles favorables à l'environnement : identification des facteurs de blocage, In : Économie rurale. N°208-209, 1992. L'agriculture et la gestion des ressources renouvelables. Session des 29 et 30 Mai 1991, organisée par Maryvonne Bodiguel (CNRS) avec la collaboration de Michel Griffon (CIRAD) et Pierre Muller (CRA-FNSP) pp. 38-41.

Chantre E., (2011), Apprentissages des agriculteurs vers la réduction d'intrants en grandes cultures: Cas de la Champagne Berrichonne dans les années 1985-2010, doctorat Sciences Agronomiques, AgroParistech, Paris, 398 p.

Charlier J-B., 2007. Fonctionnement et modélisation hydrologique d'un petit bassin versant en milieu volcanique tropical, Thèse de Doctorat, Structure et évolution de la Terre et des autres planètes. Université de Montpellier II, 246 p.

Circulaire DGPEI/MDCPV/C2008-4022, Programme communautaire POSEI-banane France concernant la Guadeloupe et la Martinique, gestion de l'aide POSEI, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2008

Compagnone C., Hellec F., Macé K., Morlon P., Munier-Jolain N., Quéré L. (2008), Raisonnement des pratiques et des changements de pratiques en matière de désherbage : regards agronomique et sociologique à partir d'enquêtes chez des agriculteur, In : Innovations agronomiques, 3, pp. 89-105.

Darré J-P., Le Guen R., Lemery B., (1989), Changement technique et structure professionnelle locale en agriculture, In: Économie rurale. N°192-193, 1989. Les nouvelles technologies : quels impacts sur l'agriculture et l'agroalimentaire ? Colloque des 21 et 22 septembre 1988, organisé par Sylvie Bonny (INRA) et Jean-Pierre Roubaud (Ministère de l'Agriculture) pp. 115-122.

Doré T., Le bail M., Martin P., Estrade J-R., (2006), L'agronomie aujourd'hui, Quae, 373, 60 p.

Dedieu B., Ingrand S., (2010), Incertitude et adaptation : cadre théorique et application à l'analyse de la dynamique des systèmes d'élevage, In : Robustesse, rusticité, flexibilité, plasticité, résilience... les nouveaux critères de qualité des animaux et des systèmes d'élevage. Sauvart D., Perez J.M. (Eds). Dossier Inra Prod. Anim., 23, pp. 81-90.

Faure G, Desjeux Y, Gasselin P, (2011). Revue bibliographique sur les recherches menées dans le monde sur le conseil en agriculture. Cah Agric 20 : 327-42. doi : 10.1684/agr.2011.0510

Friry J., (2013), Analyse de l'effet de l'environnement, du précédent et des pratiques culturales, sur la composition des communautés d'adventices des bananeraies de Guadeloupe, mémoire, Université Montpellier 2 Science et Technique, Montpellier, 47 p.

Gentil C., (2014), Caractérisation et représentation des pressions dues aux pesticides agricoles : intérêts et limites de l'utilisation de l'indicateur de fréquence de traitement (IFT) en zone tropicale, ESA, Anger, 59 p.

Gervais (2015), Plateforme des Systèmes de Culture Innovants CIRAD – IT², 5^{ème} Comité Agronomique

Lamine, Meynard J-M., Perrot N., Bellon S., (2009), Analyse des formes de transition vers des agricultures plus écologiques : les cas de l'Agriculture Biologique et de la Protection Intégrée, In : Innovations Agronomiques (2009) 4, pp. 483-493.

Landais E., Deffontaines J-P., Benoît M..(1988) Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. In: Études rurales, N°109, pp. 125-158.

Lassoudière A., (2007), Le bananier et sa culture, Quae, 383, p186

Mawois M., (2009), Constitution des systèmes de culture maraîchers à proximité d'une ville : quelles marges de manœuvre des agriculteurs pour répondre à une augmentation de la demande ? Cas des systèmes de culture à base de légumes feuilles dans l'espace périurbain de Mahajanga (Madagascar), doctorat Sciences Agronomiques, Montpellier, 222p.

Schaller N., (2011), Modélisation des décisions d'assolement des agriculteurs et de l'organisation spatiale des cultures dans les territoires de polyculture-élevage, doctorat Sciences Agronomiques, AgroParistech, Paris, 384 p.

Sutherland L.-A. et al. (2012), Triggering change: Towards a conceptualisation of major change processes in farm decision-making, In: Journal of Environmental Management Elsevier 104, pp. 142 – 151.

Van Den Ban A.W. (1984), Les courants de pensée en matière de théorie de la diffusion des innovations. In: Économie rurale. N°159, pp. 31-36, doi : 10.3406/ecoru.1984.3022

Sitographie

Archives du 21^{ème} Festival International de Géographie, M.Burac, [consulté le 16/06/2015], La guerre de la banane dans les grandes Antilles. Disponible sur http://archives-fig-st-die.cndp.fr/actes/actes_2006/burac/article.htm

Basileu G. et Merault S. , 1999, L'agriculture en Guadeloupe : état des lieux , Carif-Oref Guadeloupe [consulté le 25/08/2015]. Disponible sur http://www.carif-oref-gpe.com/download/etat_lieux1_5.pdf

Contexte, Section Banane, IT², [consulté le 23/07/2015].Disponible sur <http://www.it2.fr/notre-contexte/section-banane/>

Fiches Agronomique, CTCS, [consulté le 04/07/2015], Désherbage des parcelles en post-levée. Disponible sur http://www.ctcs-gp.com/Technique/Fiches_agro/Desherbage_en_post-leevee.pdf

Fiches Agronomique, CTCS, [consulté le 04/07/2015], Désherbage des parcelles en pré-levée. Disponible sur http://www.ctcs-gp.com/Technique/Fiches_agro/Desherbage_en_pre-leevee.pdf

Filière Banane, ODEADOM, [consulté le 18/08/2015]. Disponible sur http://www.odeadom.fr/?page_id=22

GREPP, Les produits phytopharmaceutiques dans l'environnement, [Consulté le 15/08/2015], Disponible sur <http://www.grepp.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/html/rubr/sante.html>

IT², (2011), Liste des produits phytosanitaires autorisés en culture banane (non exhaustive), Culture plein champ, [Consulté le 10/04/2015], Disponible sur http://it2fr.micrologiciel.com/images/files/nt_it%C2%B2%202011%2011%20liste%20des%20pp%20autoris%C3%A9s%20banane%20-%20septembre%202011.pdf

La gestion des enherbements en culture de canne à sucre, Améliorer le désherbage dans le respect de l'environnement, CIRAD, [consulté le 05/08/2015], Disponible sur : www.cirad.fr/content/download/2567/.../1/.../ameliorer_desherbage.pdf

Les produits pharmaceutiques dans l'environnement, GREPP, [consulté le 28/06/2015]. Disponible sur <http://www.grepp.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/html/rubr/sante.html>

Ministère de l'agriculture, (2015), Base de donnée e-phy,[Consulté le 11/04/2015], Disponible sur <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

Table des Figures

Figure 1: Carte de risques de pollution par la chlordéconne (Tillieut et Cabidoche, 2006 et Desprats et al., 2004)..... 3

Figure 2: Le jeu d'influence entre les différents types d'innovation et leurs moteurs respectifs (Cance, 2006) 4

Figure 3: Exemple de formes de réseaux locaux professionnels (Darré, 1989)..... 4

Figure 4: Les trois volets de recherches pour caractériser les pratiques des agriculteurs (Landais, 1988)..... 6

- Figure 5: les relations possibles entre les variables décisionnelles des blocs de culture et des lots de cultures (Aubry, 1998) 8

Figure 6: le cycle adaptatif d'un modèle socio-écologique (Holling, 2001) 10

Figure 7: Le cycle du changement (Sutherland, 2011) 12

Figure 8: Carte des zone agro-écologiques du bassin versant de la rivière Pérou (Gentil, 2014)

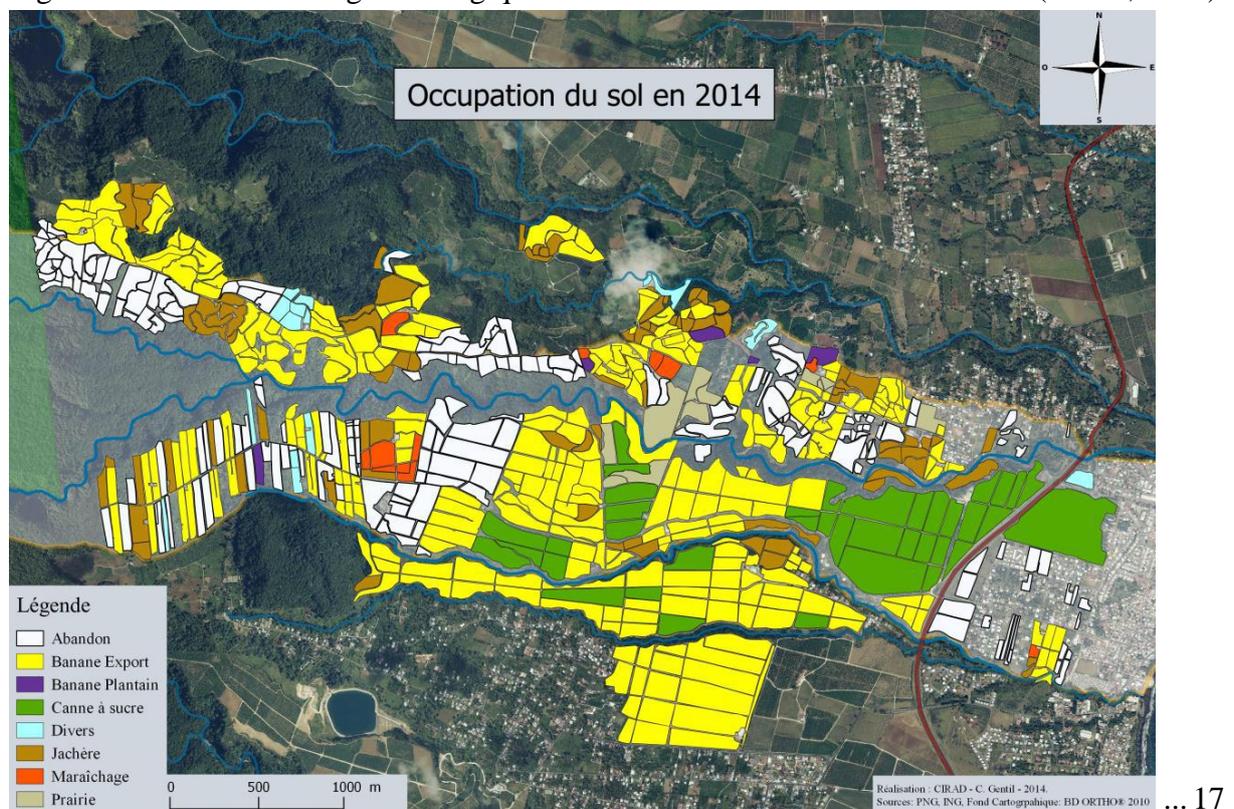


Figure 9: Carte de l'occupation des sols du bassin versant de la rivière Pérou (Agrigua, 2014) 17

Figure 10: Nombre d'agriculteurs interrogés par zone agro écologique (Julie Pham Viet Si, 2015)..... 19

Figure 11: Nombre d'agriculteurs interrogés par type d'exploitation (Julie Pham Viet Si, 2015) 19

Figure 12: Nombre d'agriculteurs utilisant des plantes de couverture (Julie Pham Viet Si, 2015)..... 19

Figure 13: les grands types d'exploitation identifiés par Amoravain (2000) 21

Figure 14: Exemple de situation - type illustrée par des pictogrammes 25

Figure 15: cycle de vie d'une canne 33

Figure 16: le passage des tracteurs en bananeraie est dépendant de la taille des bananiers en parcelles.....	33
Figure 17: Modalité d'intervention selon l'état mécanique et physique du sol pour la phase de préparation du sol en bananeraie	35
Figure 18: Modalité d'intervention selon la stratégie économique ou agronomique suivie et le type d'occupation du sol, et les fréquences d'utilisation de ces pratiques de désherbage	35
Figure 19: Modalités d'intervention possible selon le stade de développement de la culture cannière	37
Figure 20: Bloc de variables décisionnelles relatif au choix de la modalité d'intervention	37
Figure 21: choix du produit selon la prise de risque phytosanitaire pris par l'agriculteur pour le Glyphosate.....	39
Figure 22: Choix du produit selon le risque phytosanitaire pris par l'agriculteur pour le glufosinate d'ammonium.....	39
- Figure 23: le choix du produit selon le type d'adventices et la phase de cycle banane concerné	41
- Figure 24: Bloc de variables décisionnelles relatif au choix de la spécialité commerciale	41
Figure 25: Bloc de variables décisionnelles relatif à la quantité d'herbicides épandues à l'hectare pour un traitement	45
Figure 26: Peperomia Pellucida	47
Figure 27: Mikania micrantha , en créole dite "lyann sirpan"	47
Figure 28: Bloc de variables décisionnelles relatif au déclenchement d'un traitement.....	50
Figure 29: schémas de l'effet des facteurs structurels sur le type de MD suivi.....	55
Figure 30: modèle de décision générique de gestion de l'herbe en bananeraie.....	57
Figure 31: La trajectoire T1 associée au MD « Technique »	60
Figure 32: La trajectoire T2 associée au MD »Raisonné »	60
Figure 33: La trajectoire T3 associée au MD « Pas de risques »	60
Figure 33: Caractérisation des trajectoires de changements selon leur degré d'autonomie et de préparation.....	62
Figure 34: Trajectoires d'adoption des PDC selon les MD, et leviers d'action identifiés	68

Table des tableaux

Tableau 1: tableau des pratiques innovantes proposées pour réduire l'usage des herbicides	1
Tableau 2: Caractérisation des variables et de leurs modalités favorable ou défavorable au déclenchement d'un traitement	23
Tableau 3: Statut des variables décisionnelles dans la typologie de modèles de décision.....	26
Tableau 4: Données statistiques des doses de glyphosate et glufosinate d'ammonium épanchées à l'hectare	28
Tableau 5: Les caractéristiques des 5 zones agro écologiques identifiées par Amoravain (2000).	30
Tableau 6: Caractéristiques principales des types d'exploitations agricoles identifiées (Julie Pham Viet Si, 2015)	30
Tableau 7: Tableau récapitulatif des contraintes liées à la présence d'adventices selon les types de culture	33
Tableau 8: tableau présentant la dose, la fréquence de traitement, et les quantités totales épanchées d'herbicides à l'hectare et sur toute l'exploitation.	43
Tableau 9: Code couleur associé aux valeurs prises pour la dose, la fréquence et la quantité totale épanchée d'herbicide à l'hectare	43
Tableau 10: relation entre stratégie agronomique suivie, tolérance à l'herbe et indicateur de déclenchement du traitement.....	46
Tableau 11: tableau de croisement entre le type d'exploitation agricoles et le type de MD	53
Tableau 12: tableau de croisement entre les quantités totales épanchées à l'hectare et les types de MD.....	64

Table des Annexes

Annexe 1: Guide d'entretien pour les enquêtes (Phase 1 et 2)	83
Annexe 2: typologie des exploitation, Armoravain , 2000 (partie 1).....	84
Annexe 3: typologie des exploitation, Armoravain , 2000 (partie2).....	84
Annexe 4: typologie des exploitations du BV Pérou (Gentil, 2014).....	85
Annexe 5: Typologie des exploitations du BV Pérou (Gentil, actualisée 2015).....	85
Annexe 6: Une grille individuelle de question qui est prend en compte les seuils adaptés pour cet individu.....	86
Annexe 7: Pictogrammes associé à leurs signification	88
Annexe 8: Typologie des exploitations du BV Pérou (Pham Viet Si, 2015) Parcelaire et rotations	89
Annexe 9: Typologie des exploitations du BV Pérou (Pham Viet Si, 2015) Production et caractéristiques des exploitations	90
Annexe 10: Mode d'action et doses d'emplois des PP utilisés en Canne et Banane sur le BV Pérou.....	91
Annexe 11: Eléments de la réglementation des PP utilisés en Canne et Banane sur le BV Pérou.....	92
Annexe 12: les règles de décisions relatives au choix des produits en banane.....	93
Annexe 13: les règles de décision relatives au déclenchement des opérations	93
Annexe 14: les règles de décision relatives aux règles d'arbitrage des opérations	94
Annexe 15: les règles de décisions relatives au déclenchement des traitements sur les traces	94
Annexe 16: Typologie des modèles de décision: type Technique	95
Annexe 17: Typologie des modèles de décision: type Pas de risque	96
Annexe 18: Typologie des modèles de décision: type Raisonné et Pas cher	97
Annexe 19: variables décisionnelles et déterminants associés aux représentations du fonctionnement du milieu.....	98
Annexe 20: Exemple individuel de situation de déclenchement de traitement en pictogramme	101

Annexes

Annexe 1: Guide d'entretien pour les enquêtes (Phase 1 et 2)

	Partie	Question générale	Variables à identifier
PHASE 1	Description de l'exploitation agricole	<i>Pouvez-vous me décrire globalement votre exploitation ?</i>	<p>Parcellaire : zone pédoclimatique, SAU totale, SAU mécanisable, SAU en propriété ou location, SAU par culture et par îlot si le parcellaire est éclaté</p> <p>Production : Nb de cycles successifs de la culture principale, nature et durée de la culture de rotation, référence POSEI, production moyenne à l'année et par semaine (en culture bananière)</p> <p>Main d'œuvre : statut dans l'EA de la personne interrogée, nb total d'employés permanents, nb d'employés ponctuels et tâches attribuées</p>
	Description des pratiques de gestion de l'herbe	<i>Pouvez-vous m'expliquer comment vous gérez les mauvaises herbes en parcelles ?</i>	<p>Pour les différentes occupations du sol : bananeraie cycle 1 et préparation du sol, repousse, traces, culture de rotation</p> <ul style="list-style-type: none"> - nature, nb d'opérations effectuées, localisation spécifique des opérations ? - objectifs desservis à chaque opération - traitement chimique: spécialité commerciale, dose, fréquence - équipement
	Description de l'organisation du travail sur l'exploitation agricole pour la gestion des herbes	<i>Pouvez-vous me décrire comment vous organisez pour gérer les mauvaises herbes en termes de main d'œuvre ?</i>	<p>Qui observe ? Qu'est ce qu'il observe ?</p> <p>Qui déclenche le traitement ?</p> <p>Qui fait la bouillie ?</p> <p>Qui fait le traitement ? Le gérant ? Les employés? Tous les employés ou des employés spécialisé ? Un prestataire ?</p> <p>Qui évalue si le travail est bien fait ?</p> <p>=> la raison de ces choix</p>
PHASE 2	Description des changements de pratiques	<p><u>après validation des ITK</u></p> <p><i>Vous gérez les mauvaises herbes de cette façon depuis longtemps ? Qu'est ce qui a changé dans votre manière de faire ?</i></p>	<p>Facteurs de déclenchement des changements de pratiques ?</p> <p>Facteurs de motivation ?</p> <p>Facteurs favorisants ?</p> <p>Depuis combien de temps?</p> <p>Pour quelle raison ?</p> <p>Au contact de qui ou quel organisme ?</p> <p>Comment s'est déroulée l'installation?</p>

	<p><u>si l'agriculteur a adopté des PDC</u></p> <p><i>Pouvez-vous me décrire comment vous en êtes arrivé à implanter des PDC dans vos parcelles et comment ça s'est passé jusqu'à présent ?</i></p>	<p>Avec qui? D'où proviennent les graines /boutures? Pour quelle raison ? Est-ce que ça été difficile ? Contraignant ?</p>
--	---	--

Annexe 2: typologie des exploitation, Armoravain , 2000 (partie 1)

	culture bananière d'exportation		
type d'exploitation agricole	culture bananière familiale extensive	jeune planteur à volonté moderniste	culture bananière entrepreneuriale
objectifs stratégies	/ Acension sociale limiter l'investissement financier projet familiaux	Vivre de l'agriculture financer des projets familiaux moderniser l'outil de production	acquérir une propriété de 25ha accumulation de capital
débouchés commerciaux	maison d'exportation produit du jardin et élevage	maison d'exportation produit du jardin et élevage	maison d'exportation
SAU banane	3-4 ha	6-8ha	12-15ha
Main d'œuvre	1 actif	2 actifs	4 actifs

Annexe 3: typologie des exploitation, Armoravain , 2000 (partie2)

type d'exploitation agricole	culture bananière et diversification végétale	planteur éleveur	culture bananière traditionnelle
objectifs stratégies	/ augmenter les revenus statut social	augmenter les revenus de développement de l'activité élevage	complément de la retraite
débouchés commerciaux	maison d'exportation maraichage : collectivité	maison d'exportation produit élevage: vente ambulante et autoconsommation	marché local en majorité maison d'exportation
SAU banane	7-10ha	au moins 12 ha	inférieur à 1 ha
Main d'œuvre	2-3 actifs	2 actifs	MO familiale

Annexe 4: typologie des exploitations du BV Pérou (Gentil, 2014)

type d'exploitation	Culture bananière et diversification végétale	Société bananière	Société cannière	Culture bananière familiale	Planteur éleveur
SAU tot	4-24 ha	15-72 ha	30-150 ha	3 – 10 ha	> 15 ha
Culture	Banane maraîchage	Banane export Culture d'assainissement	Canne	Banane export	Banane Élevage
Spécificité autre		7 à 40 employés		Reprise familiale	

Annexe 5: Typologie des exploitations du BV Pérou (Gentil, actualisée 2015)

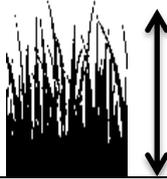
	Culture bananière et diversification végétale	Société bananière	Société cannière	Culture bananière familiale	Planteur éleveur
Nb EA interrogées	1	3	2	6	1
SAU tot	12 ha	25 / 60 / 72 ha	100 / 148 ha	4 à 12 ha	11 ha
Culture	Banane Maraichage	Banane export 1 EA avec canne = Culture d'assainissement	Canne	Banane export	Banane Élevage
Spécificité autre		7- 33employés		Reprise familiale	

Annexe 6: Une grille individuelle de question qui est prend en compte les seuils adaptés pour cet individu

Etape 1		valider les hypothèses portant sur les modalités des variables qui sont favorables ou défavorable
1	Va Anticipation favorable au traitement	« si vous êtes bientôt en période humide et que cela fait deux mois deux mois et demi que vous n’avez pas traité, les adventices sont bientôt au stade graine et vous allez bientôt passer de l’engrais. Est-ce que vous traitez ? »
2	Va Anticipation défavorable au traitement	« si vous êtes en période sèche et que cela fait X mois que vous n’avez pas traité, les adventices sont encore à un stade précoce et vous n’allez pas passer d’engrais. Est –ce que vous traitez ? »
3	Va Niveau Ht favorable	
4	Va Niveau Ht défavorable	
5	Va récolte	« si vous êtes en période de récolte sur votre EA, est –ce que vous traitez ? »
Etape 2		hiérarchiser les variables de décision dans chaque groupe de variable
6	<u>VA Anticipation</u> Va Délais Dernier Passage défavorable VS autres Va favorable	« vous êtes bientôt en saison humide, cela fait moins de trois semaines que vous avez traité, les adventices sont bientôt au stade graine et vous allez passer de l’engrais . Est-ce que vous traitez ? »
7	<u>VA Anticipation</u> Va Stade de développement défavorable VS autres Va favorable	« vous êtes en saison humide, cela fait plus de 2 mois que vous avez traité, les adventices sont encore au stade précoce et vous allez passer de l’engrais prochainement »
8	<u>VA Anticipation</u> Va saison défavorable VS autres va favorable	« vous êtes en saison sèche, cela fait plus de 2 mois que vous avez traité, les adventices sont bientôt au stade graine et vous allez passer de l’engrais prochainement »
9	<u>VA Anticipation</u> Va engrais favorable VS autres va dé favorable	« vous êtes en saison sèche, cela moins de trois semaines que vous avez traité, les adventices sont encore au stade précoce et vous allez passer de l’engrais prochainement »
	Va engrais dé favorable VS autres va favorable	« vous êtes en saison humide, cela fait plus de deux mois que vous n’avez pas passer de traitement, les herbes sont bientôt au stade graine, vous n’allez pas passer d’engrais prochainement »
10	<u>VA niveau Ht</u> Va stade de développement dé favorable X autres va favorable ⇒ Zap type adv	« vous êtes sur une parcelle que vous venez de planter cette année, les herbes sont à un stade précoce, de taille supérieur à 50cm »
11	<u>VA niveau Ht</u> Va Taille adventice défavorable X autres va favorable ⇒ Zap type adv	« vous êtes sur une parcelle que vous venez de planter cette année, les herbes sont en graines et de taille inférieure à 30cm »
12	<u>VA niveau Ht</u>	« vous êtes sur une parcelle de 4 ans, les herbes sont à un

	Va cycle dé favorable X autres va favorable ⇒ Zap type adv	stade graine et de taille supérieur à 50cm »
13	<u>VA niveau Ht</u> Va type d'adventices dé favorable X autres va favorable ⇒ Zap taille adventices fav	« vous êtes sur une parcelle que vous venez de planter cette année, les herbes sont au stade graine et ce sont des herbes qui ne devraient pas monter très haut (inf 20-30cm). »
	<u>Va Compétition Ressource</u> Va activité récolte banane	« Vous n'êtes pas en période de récolte banane, vous devez traitez en banane, est ce que vous traitez ?
	Etape 3	hiérarchiser les groupes de variables de décision déclenchement traitement
13	Va anticipation favorable VS niveau Ht défavorable ⇒ Zap type d'adventices ⇒ Zap engrais	« si vous êtes bientôt en saison humide, sur une parcelle de 4 ans bien recouverte, que le dernier passage herbicide remonte à plus de 2,5 mois, les herbes sont assez basses à un stade précoce, est ce que vous traitez ? »
14	Va anticipation défavorable VS niveau Ht favorable ⇒ Zap type d'adventices ⇒ Zap engrais	« sur une parcelle que vous venez de planter cette année, si vous êtes en saison sèche, le dernier passage d'herbicide remonte à moins d'un mois, les herbes sont hautes et à un stade graine, est ce que vous traitez ? »
15	Va anticipation favorable VS Va récolte dé favorable	« si vous êtes bientôt en saison humide, le dernier passage d'herbicide remonte à moins d'un mois, et vous êtes en période de récolte, est ce que vous traitez ? »
16	Va (anticipation + niveau Ht) favorable VS Va récolte dé favorable	« sur une parcelle que vous venez de planter cette année ,si vous êtes bientôt en saison humide, que le dernier passage herbicide remonte à plus de 2,5 mois, les herbes sont hautes et à un stade graine,et que vous êtes en période récolte, est ce que vous traitez ? » Quelle niveau de flexibilité par rapport à la récolte ?
17	Va (anticipation + niveau Ht)dé favorable VS Va récolte favorable	« si vous êtes en saison sèche, sur une parcelle de 4 ans bien recouverte ,vous n'êtes pas en période de récolte , les herbes sont assez basses à un stade précoce, est ce que vous traitez ? » Quel niveau d'anticipation ?
18	Va (récolte + Ant) favorable X Va niveau Ht dé favorable	« vous n'êtes pas en période de récolte, la saison humide est proche,sur une parcelle que vous avez planté cette année, le dernier passage herbicide remonte à plus de 2,5 mois, vous êtes bientôt à un stade graine, les herbes sont basses. Est-ce que vous traitez ? Quel niveau de prévention ?

Annexe 7: Pictogrammes associé à leurs signification

Pictogramme			Signification
	« vous êtes bientôt en saison humide »		« vous êtes en période sèche »
	« vous êtes en période de récolte »		
	« les herbes vont bientôt atteindre le stade graine »		« les herbes sont au stade précoce »
	« Taille des herbes basse »		« Taille des herbes est hautes »
 < 1 mois	« le dernier Passage herbicide est inférieur à 1 mois »		
 Cycle 1	« vous êtes sur une parcelle que vous avez planté cette année »	 Repousse	« vous êtes sur une parcelle de 2-4 ans »
	« vous devez passer l'engrais d'ici peu »		

Type d'exploitation		zone agro écologique	Parcellaire						Rotation		
Type	Sous-type		SAU tot (ha)	% SAU tot banane	% SAU tot canne	% SAU tot jachère	% SAU tot plante de couverture	% SAU mécanisable	nb cycle banane	nb cycle canne	durée jachère (an)
Société cannières		Fromager-Manceau	43 à 100	0	78 à 100	0	0	100	0	6 à 15	0
Société bananières		Fromager-Manceau	26 à 72	85 à 100%	0 à 11	0 à 8	0 à 10	95 à 100	4 à 5	3	1 à 2
Cultures bananière familiale	Petit Planteurs	Concession Fédé Morne d'Or - Noville	4 à 12	45 à 100	0	0 à 34	0 à 6	13 à 100	5 à 10		1 à 2
	Gros Planteur	Morne d'Or - Noville Fédé	10,5 à 30	74 à 86	0	14 à 26	0 à 19	0 à 85	4 à 10		1 à 2
Culture bananière et diversification		Morne d'Or - Noville Fromager-Manceau	11 à 12	55 à 67	0	0 à 45	0 à 17	40 à 100	5 à 8		1 à 2

Annexe 8: Typologie des exploitations du BV Pérou (Pham Viet Si, 2015) Parcellaire et rotations

Annexe 9: Typologie des exploitations du BV Pérou (Pham Viet Si, 2015) Production et caractéristiques des exploitations

Type d'exploitation		Production	caractéristiques EA		
Type	Sous-type	Rèf POSEI (t/ an)	Main d'œuvre totale	autre production	nb interrogé
Société cannières			6 à 25		2
Société bananières		100 à 2500	7 à 33		3
Cultures bananière familiale	Petit Planteurs	138 à 310	1,5 à 3		2
	Gros Planteur	280 à 419	7 à 8		2
Culture bananière et diversification		130 à 364	2 à 6	1 éleveur 1 maraicher	2

Annexe 10: Mode d'action et doses d'emplois des PP utilisés en Canne et Banane sur le BV Pérou

Mode d'action et dose d'emploi									
culture	Spécialité commerciale	Matière(s) active	mode de migration	Cibles(s)	stade application	Doses d'emploi homologuée	unité	composition SA	unité
Canne	Patamet	Métribuzine	systemique	total	pre emergent	1,25	kg/ha	70	%
	Camix	Mésotrione S-métolochlore bénoxacor	systemique	total	pre emergent	3,75	l/ha	400 40 20	g/l
	Dicopure	Mésotrione S-métolochlore	systemique	total	pre emergent	2	l/ha	600	g/l
	Staran 200	Fluroxypyr (ester 1-méthylheptyl)	systemique	dicotylédone	post levée	1	l/ha	200	g/ha
	Opal	dicamba (sel de diméthylamine)	systemique	dicotylédone	post levée	0,6	l/ha	480	g/l
	Asulox	Asulam	systemique	total	post levée	9	l/ha	400	g/l
Banane	Basta F1	Glufosinate ammonium	contact	total	post levée				
	Réglone 2	Diquat	contact	dicotylédone	post levée	4	l/ha	200	g/l
	Fusilade Max	Fluazifop-p-butyl	systemique	monocotylédone	post levée	2	l/ha	125	g/l
Banane et canne	Touch Down Modèle 4	glyphosate	systemique	total	pre et post levée	6	l/ha	360	g/l
	Round Up	glyphosate	systemique	total	pre et post levée	6	l/ha	360	g/l

Annexe 11: Eléments de la réglementation des PP utilisés en Canne et Banane sur le BV Pérou

Spécialité commerciale	Réglementation					Précisions liées à la réglementation
	DAR (jours)	LMR (banane) (mg/kg)	DRE / DRP (heures)	ZNT / cours d'eau (mètres)	Délai sans pluies (heures)	
Patanet			6	20		Max 1 application
Camix	100		48	20		Max 1 application
Dicopure 600	15		48	5		Max 1 application
Staran 200				5		Max 1 application
Opal SL	180		24	5		Max 1 application
Asulox						Max 1 application
Basta F1	3	0,2	24	5	6	nouvelle reglementation : max 2 appli
Réglone 2	3	0,05	48	5	0	1 application maximum / an Autorisé uniquement la première année d'implantation.
Fusilade Max	0	0,2	48	5	1	1 application maximum / an Respecter un délai de 7 jours entre en herbicide contre les dicotylédones et le fusilade max
Touch Down System 4	3	0,1	6	5	2	Quantité max = 6l/ha/an en zone cultivée et quantité max = 8 l/ha/an en jachère ou interculture
Round Up	21	0,1	24	Si dose <6l/ha = 5m sinon = 20m	3	Quantité max = 6l/ha/an en zone cultivée et quantité max = 8 l/ha/an en jachère ou interculture

Annexe 12: les règles de décisions relatives au choix des produits en banane

- choix du produit		
Facteur	règle de décision	fréquence
Risque phytosanitaire	si l'opérateur est compétent techniquement je passe du glyphosate plutôt que du basta , en plus le glyphosate est moins cher et plus efficace	1/11
	je mets de l'herbicide systémique(G) uniquement sur les traces et pas en parcelles et l'herbicide de contact en parcelle (B/R)	6/11
	si je suis en premier cycle de production je ne passe pas de basta avant la jetée mais du Réglone	1/11
	si c'est un herbicide systémique je ne le mets pas en parcelle mm quand il n y a pas de bananier	1/11
	je passe du glyphosate en parcelle pour tuer les adventices résistantes au basta mais passages en nb réduit	2/11
Type d'adventices	s'il y a des graminées alors je mets du fusillade	2/11
Type d'adventices	s'il y a des cordes ou des lianes je passe du Réglone sinon du basta	11/11
réglementation	si on est en repousse alors je ne mets pas de Réglone pour respecter la réglementation	11/11

Annexe 13: les règles de décision relatives au déclenchement des opérations

N° règles	règle de décision	fréquence
1	S'il pleut je reporte ou j'arrête le traitement en cours	11/11
2	Je fais un traitement en premier cycle juste avant la jetée et comme il y a l'ombrage des feuilles ça repousse moins vite	2/11
3	si c'est bientôt la saison humide alors je déclenche un traitement herbicide même s'il n'y a pas beaucoup d'herbes, il faut trouver « une fenêtre »	2/11
4	Il y a la logique agronomique qui dit de traiter tôt mais ma logique c'est de traiter le moins possible, donc je traite le plus tard possible avant la stade graine	1/11
5	je traite le plus tôt possible pour avoir un meilleur rendement herbicide	10/11

N° règle	thématique d'arbitrage	règle de décision	fréquence
1	arbitrage parcelles /	si je vois des lianes je passe en priorité l'herbicide sur ces adventices	3/11
2	arbitrage parcelles /	si je fais du traitement herbicide je passe en priorité sur les cultures maraichères	1/11
3	arbitrage parcelles /	si j'ai une parcelle cycle 1 et une parcelle cycle n avec la même pression adventice, je déclenche en priorité un traitement herbicide sur la parcelle cycle 1 parce que le risque d'enherbement est plus fort à cause de l'ombrage faible.	2/11
4	arbitrage parcelles /	si l'enherbement est dense et que je vais bientôt récolter alors je déclenche un traitement herbicide avant la récolte	3/11
5	arbitrage parcelles /	Si c'est une herbe qui ne va pas monter haut alors je ne traite pas	2/11
6	arbitrage / activité récolte	quand je suis en période de pic de production la gestion des herbes est retardée	3/11
7	arbitrage / activité récolte	si je suis en pic de production et que je n'ai pas de temps pour faire l'herbicide je fais appel à un prestataire	2/11
8	arbitrage / activité récolte	si je suis en pic de production et que je n'ai pas de temps pour faire l'herbicide je m'organise pour que l'opérateur finisse sa tâche plus tôt à l'emballage	1/11
9	arbitrage / activité récolte	Je ne suis jamais retardé ou alors c'est un accident. Je traite tôt pour ne pas être dépassé.	7/11
10	arbitrage / activité engrais	si je dois faire de l'herbicide et de l'engrais sur une même parcelle, je suis le programme de fertilité en priorité	4/11
11	arbitrage / activité engrais	si l'enherbement est dense et que je dois passer de l'engrais alors je déclenche un traitement herbicide avant de passer l'engrais	7/11

Annexe 15: les règles de décisions relatives au déclenchement des traitements sur les traces

N° Règle	règle de décision	fréquence
1	la gestion des traces est indépendante de celle des parcelles	8/11
2	si je traite une parcelle et que l'enherbement est haut sur les traces autour alors je déclenche un traitement herbicide pour les traces	2/11
3	dès qu'une parcelle est traitée au glyphosate je traite aussi les traces autour	1/11
4	quand je traite les traces je passe sur toute l'exploitation en une fois	7/11

Annexe 16: Typologie des modèles de décision: type Technique

groupe	SS- groupes	objectif	stratégie	pratiques			règles de décision				
				année 1	repousse	traces	gestion des traces	arbitrage récolte herbide	/	arbitrage engrais/herbicide	règle de déclenchement
				pratique	pratique	pratique	règle				
technique (6)	Technicien	diminuer les coûts liés à la gestion de l'herbe en améliorant le rendement herbicide	pas de stratégie		spoting	glyphosate	découplé	si trop d'enherbement tolérance d'un retard	suivre le programme de fertilisation	traiter tôt dès l'apparition des premières repousses	
	Avec G		miser sur les compétences techniques des opérateurs		spoting						
			prise de risque phytosanitaire		éliminer / surveiller avec G						
	Avec PDC		miser sur les compétences techniques des opérateurs		éliminer / surveiller spoting						
			supprimer l'usage des herbicides		avec PDC						

Annexe 17: Typologie des modèles de décision: type Pas de risque

groupe	SS- groupes	objectif	stratégie	pratiques			règles de décision			
				année 1	repousse	traces	gestion des traces	arbitrage récolte herbicide /	arbitrage engrais/herbicide	règle de déclenchement
				pratique	pratique	pratique	règle			
pas de prise risque		une organisation simple pour ne pas prendre de risque pour la santé du bananier ou le retard de gestion de l'herbe	diminuer la prise de risque pour la santé du bananier vis-à-vis des PP et des adventices	avant la jetée : utilisation de PP moins puissant (Réglone) ou travail du sol uniquement	s'interdire l'usage des PP trop puissant (G)		découplé	si trop d'enherbement appel à prestataire	priorité à l'herbicide	à traiter tôt à partir d'une taille seuil
			simplification de la gestion		en plein	glyphosate				

Annexe 18: Typologie des modèles de décision: type Raisonné et Pas cher

groupe	ss- groupes	Objectif	stratégie	pratiques			règles de décision				
				année 1	repousse	traces	gestion des traces	arbitrage récolte herbide /	arbitrage engrais/herbicide	règle de déclenchement	
				pratique	pratique	pratique	règle				
raisonné		diminuer l'usage des herbicides	ne pas utiliser d'herbicide		avec PDC exclusivement						
			augmenter l'efficacité des opération de désherbage en adaptant ses pratiques à un état dynamique de l'environnement				couplé gyrobroyeur	si trop d'enherbement tolérance d'un retard	priorité à l'une des activités selon la pente pour prévenir les risques d'érosion	traiter tôt ou tard avant le stade graine selon la saison	
pas cher		diminuer les ressources engagées pour la gestion de l'herbe en améliorant le rdt de l'utilisation de ses ressources	utiliser un PP peu cher/ miser sur les compétences techniques des opérateurs	glyphosate	glyphosate	gyrobroyeur	découplé	si trop d'enherbement tolérance d'un retard	priorité à l'herbicide	à l'apparition des premières repousses	
			utiliser son matériel	Travail du sol (Rotobèche) jusqu'à la jetée							

Annexe 19: variables décisionnelles et déterminants associés aux représentations du fonctionnement du milieu

Bloc de variable décisionnelle concerné	Nom de la variable décisionnelle ou du déterminant	Catégorie de représentation	Explication de la règle
Modalité d'intervention	Stade de développement	Santé bananier	Selon le stade de développement (année 1 avant ou après la jetée) du bananier, il est plus ou moins sensible au PP.
	Type d'occupation du sol	Rôle mécanique	En traces, le désherbage se fait au gyrobroyeur qui coupe uniquement la partie superficielle des adventices et ne détruit pas les racines afin d'éviter les risques d'érosion de ce type de sol
Spécialité commerciale	Modalité d'action	Santé bananier	Le risque pour la santé du bananier dépend de la modalité d'action du PP auquel il est exposé : quand il est systémique il est fort et quand il est de contact il est plus faible
Quantité	Enchaînement des traitements	Gestion des stocks	Il vaut mieux intervenir en localisé et plusieurs fois à la suite OU il vaut mieux intervenir en plein et régulièrement pour lutter efficacement contre les adventices
	Modalité d'application	Gestion des stocks	Il vaut mieux intervenir de façon localisée OU de façon généralisée sur toute la parcelle pour lutter efficacement contre les adventices
Déclenchement d'un traitement en parcelles	Abondance des adventices	Gestion des stocks	Plus la densité d'adventices est forte plus le risque de renouvellement stock de graine d'adventices est fort
	Phénologie des adventices	Gestion des stocks	Si les adventices atteignent le stade adulte floraison ou fructification le risque de renouvellement du stock de graine est fort
	Etat de fermeture de la canopée	Compétition biologique	Plus la canopée de la bananeraie est fermée plus le risque de compétition des adventices pour la bananeraie est faible
	Type d'adventices	Compétition biologique	Il existe des types d'adventices qui présentent plus de

			risque de compétition avec le bananier
	Type de culture	Compétition biologique	Les cultures maraichères sont plus sensibles au risque de compétition avec les adventices que les cultures bananières
	Programme prévisionnel d'engrais	Compétition biologique	Le risque de compétition pour les nutriments est négligeable comparé au risque de carence en nutriment des bananiers
	Abondance des adventices	Compétition biologique	Le risque de compétition pour les nutriments est plus fort que le de carence en nutriment des bananiers
	Pente	Rôle mécanique	Si la pente est trop forte l'engrais sera prioritaire. On garde les adventices pour profiter du rôle mécanique de maintien du sol des racines
	Déclenchement d'un traitement de la parcelle adjacente	Gestion des stocks	On déclenche le traitement en trace en même temps que celui de la parcelle adjacente pour diminuer le risque de contaminations de la parcelle par les graines des adventices des traces

Annexe 20: Exemple individuel de situation de déclenchement de traitement en pictogramme

Cas 1

Saison humide > 4 sem
Stade graines
Engrais

Cas 4

Cycle 1
Taille herbe > 20-30 cm
Stade graines

Cas 2

Saison sèche < 4 sem
Stade précoce

Cas 5

Récolte

Cas 3

Repousse
Taille herbe < 20-30 cm
Stade précoce

Cas 6

Saison humide < 4 sem
Stade graines
Engrais

Cas 7

Saison humide > 4 sem
Stade précoce
Engrais

Cas 10

Cycle 1
Stade précoce
Taille herbe > 20-30 cm

Cas 8

Saison sèche > 4 sem
Stade graines
Engrais

Cas 11

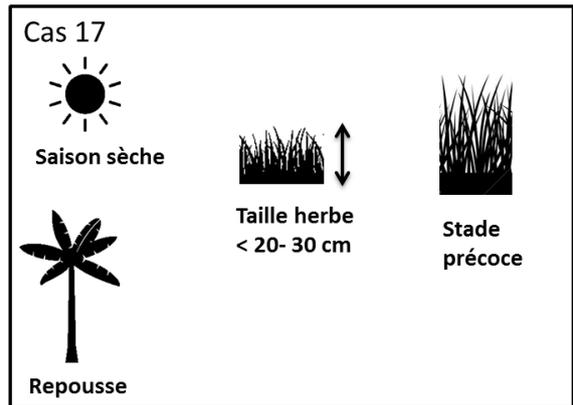
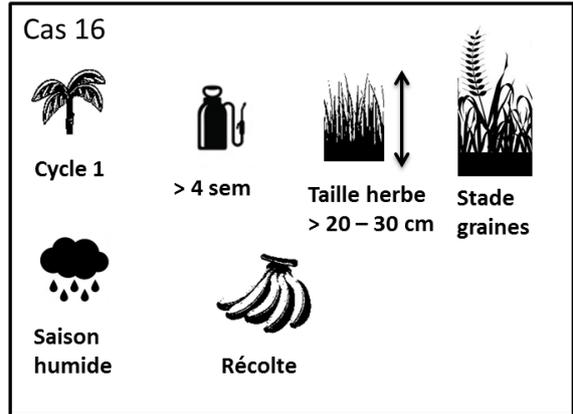
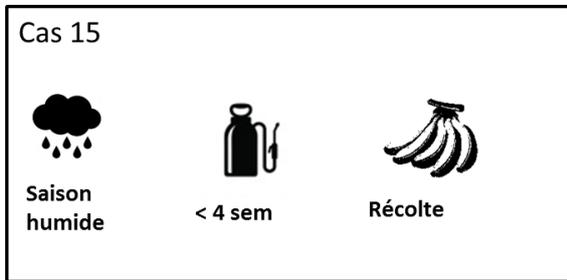
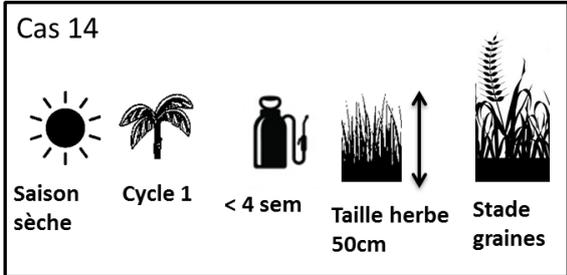
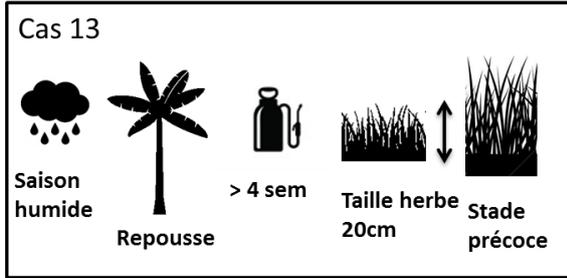
Repousse
Stade graines
Taille herbe < 20-30 cm

Cas 9

Saison sèche < 4 sem
Stade précoce
Engrais

Cas 12

Cycle 1
Stade précoce
Taille herbe < 20-30 cm





Diplôme : Ingénieur Agronome
 Spécialité : Agriculture Durable et Développement Territorial
 Spécialisation / option :
 Enseignant référent : Catherine Darrot

Auteur(s) : Julie Pham Viet Si		Organisme d'accueil : CIRAD Guadeloupe Adresse : Station de Neufchâteau, Sainte-Marie, 97130, Capesterre-Belle-Eau
Date de naissance* : 07/12/1991		
Nb pages :	Annexe(s) :	
Année de soutenance : 2015		
Maître de stage : Philippe Cattan		

Titre français : Réduire l'usage des herbicides aux Antilles : une analyse des modèles de décision de la gestion de l'herbe dans le croissant bananier guadeloupéen.

Titre anglais : Reduce the use of herbicides in the Caribbean : an analysis of decision models grass management in Guadeloupe banana growing.

Résumé: La réduction de l'impact des pesticides sur l'environnement en Guadeloupe est indispensable pour protéger la santé des populations. Les herbicides sont particulièrement concernés. L'objectif de cette étude était d'identifier des leviers d'action pour améliorer l'efficacité des démarches d'appui pour l'adoption de pratiques de réduction d'usage des herbicides. Pour cela la démarche a consisté à identifier des modèles de décision de gestion de l'herbe mis en lien avec celle des trajectoires d'adoption de pratiques de réduction des agriculteurs, pour identifier ces leviers d'action. Le modèle de décision en culture bananière uniquement, a permis d'identifier les déterminants de la prise de décision et donc des pratiques. Ceux de l'ordre des représentations du fonctionnement du milieu sont particulièrement importants et interviennent dans les 4 blocs de variables décisionnelles du modèle de décision. Mais il reste difficile d'appréhender leur poids dans la prise de décision par rapport aux déterminants structurels. Quel que soit le modèle de décision, les trajectoires d'adoption des plantes de couverture sont constituées des mêmes étapes. Cependant, les étapes limitantes au changement, leur durée et les moyens mobilisés pour garantir la pérennité du changement varient. De plus, selon le modèle de décision suivi par l'agriculteur, des leviers d'actions adaptés aux étapes de changement pour l'adoption des plantes de couverture ont été identifiés. Enfin ce travail apporte des références techniques sur les pratiques de gestion de l'herbe en bananeraie exclusivement. En particulier, les variables décisionnelles concernant la quantité épanchée d'herbicide pourront être mobilisées pour servir de base pour la modélisation de l'impact des pratiques agricoles construit sur l'étude des processus de décision des agriculteurs et non plus uniquement des usages.

Abstract: Reducing the impact of pesticides on the environment in Guadeloupe is essential to protect human health . Herbicides are particularly concerned. The objective of this study was to identify levers to improve the effectiveness of efforts to support the adoption of herbicide use reduction practices. For this, the approach has been to identify the grass management decision models used, in connection with the adoption trajectories of farmers reduction practices, to identify these levers. The decision model in banana cultivation only, identified the determinants of decision making and so practical. Those of the order of working representation of the environment are particularly important and take part within 4 blocks of decision variables of the decision model. But it remains difficult to understand their weight in the decision making in relation to structural determinants. Whatever decision model, adoption of cover crops paths consist of the same steps. However, the limiting steps for change, their duration and the resources mobilized to ensure the sustainability of change vary. Moreover, according to the decision model followed by the farmer , the actions of levers adapted to the stages of change for adoption of cover crops have been identified. Finally work provides technical references on the grass management practices in banana plantations only. In particular, the decision variables concerning the spreading quantity of herbicide can be mobilized as a basis for modeling the impact of agricultural practices, built on the study of decision-making of farmers, and not only uses.

Mots-clés : Modèle de décision, Gestion de l'enherbement, Culture bananière, Pratiques, changement technique

Key Words: decision model, Grass management, Banana Plantation, Practices, technical change

* *Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires*