

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.



## RESYST

# Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant

Project Resistance of tropical agricultural systems to decrease pesticide pressures at the watershed scale

Programme Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des Pesticides  
APR 2014 « Résistances et pesticides : Résister aux bioagresseurs, vaincre les résistances au changement pour réduire les risques »  
Rapport final- Septembre 2020

Cirad UPR HortSys,  
97285 Le Lamentin  
Charles Mottes et Magalie  
Lesueur-Jannoyer  
[mottes@cirad.fr](mailto:mottes@cirad.fr)  
[jannoyer@cirad.fr](mailto:jannoyer@cirad.fr)

Date : 15/09/2020

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

N° de contrat : 2621

Date du contrat : 26/10/2015

Avec avenant à la convention du 14/09/2016 pour prolongation de 12 mois

**Action pilotée par le Ministère chargé du développement durable,  
avec l'appui financier de l'Office national de l'eau et des milieux  
aquatiques, par les crédits issus de la redevance pour pollutions  
diffuses attribués au financement du Plan Ecophyto**

## Table des matières

Synthèse .....	4
Contexte général .....	6
Objectifs généraux du projet.....	7
Quelques éléments de méthodologie (et éventuelles difficultés rencontrées) .....	7
Résultats obtenus.....	9
Implications pratiques, recommandations, réalisations pratiques, valorisation..	17
Partenariats mis en place, projetés, envisagés .....	19
Pour en savoir plus (quelques références) .....	19
Liste des opérations de valorisation issues du contrat (articles de valorisation, participations à des colloques, enseignement et formation, communication, expertises...)	21
Résumés.....	24
Résumé court .....	24
Résumé long .....	25
Mots-clés .....	27
Abstract .....	28
Key words.....	30
Rapport scientifique .....	31
Annexe : textes des publications.....	91
Publications scientifiques parues .....	91

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

## **SYNTHESE**

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

## **RESYST**

# **Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant**

**Programme Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des Pesticides**

**APR 2014 « Résistances et pesticides : Résister aux bioagresseurs, vaincre les résistances au changement pour réduire les risques**

**Charles Mottes & Magalie Lesueur-Jannoyer**

**Valérie Angeon**

**Vincent Bonnal**

**Philippe Cattan**

**Jean-Pierre Chery**

**Pauline Della Rossa**

**Marianne Le Bail**

**Laurent Parrot**

**Jean-Philippe Tonneau**

## En français

---

### CONTEXTE GENERAL

Les Antilles sont marquées par une pollution agricole sans précédent, celle de la chlordécone (CLD) (Cabidoche et al. 2009). Cette molécule persiste dans les sols des bananeraies anciennement traitées. Aucun procédé n'existe pour réduire cette pollution. Elle contamine et contaminera durablement les milieux (sols, eaux, végétaux et animaux) et les chaînes trophiques (Dubuisson et al. 2007, Lesueur-Jannoyer et al. 2012). Les effets de cette pollution sur la santé humaine sont avérés (augmentation du risque de cancer de la prostate, perturbation du développement chez les jeunes enfants) (Dallaire et al. 2012, Multigner et al. 2016) et ont conduit à réglementer certains secteurs (commercialisation des produits agricoles et de la mer ; usages restrictifs des eaux et des sols), obligeant à des adaptations rapides et suscitant des conflits entre les différents acteurs (producteurs, consommateurs, décideurs politiques). La gestion de cette crise pose ainsi un véritable défi à la recherche et aux autorités.

Pour autant, d'autres contaminants d'origine agricole sont présents dans les milieux (Charlier 2007, Mottes 2013, Rateau 2013, Deffontaines and Mottes 2017, Mottes et al. 2017). Ils sont à l'origine de pollutions déterminées par les pratiques d'applications actuelles, les modifications des états du milieu et le climat. Les préoccupations de la population vis-à-vis de ces sources de pollution vont croissant comme en témoignent les actions en faveur de l'arrêt du traitement fongicide aérien des bananeraies (Bonin and Cathelin 2014). Au-delà de la pollution par la chlordécone, et de ses conséquences sanitaires, écologiques, économiques existantes et à venir, c'est aujourd'hui la question de l'usage de l'ensemble des pesticides au sein des agrosystèmes qui est controversée, remettant en cause les manières de produire (De Schutter 2010, Ecophyto 2018). Ces pollutions prennent place dans des milieux complexes et particuliers : substrat volcanique (Cabidoche et al. 2009, Woignier et al. 2012, Mottes et al. 2019), climat tropical humide, milieu insulaire et territoires sous tension, forte densité de population... et de ce fait vulnérables (Angeon et al. 2010). A ces spécificités géophysiques s'ajoute la fragilité du contexte socio-économique (taux de chômage élevé, dépendance aux importations, étroitesse des marchés, déséconomies d'échelle, insécurité alimentaire ...) qui fondent les déterminants structurels des petites économies insulaires (Angeon 2011).

La mise en œuvre d'adaptations reste incertaine dans le contexte de ces petits territoires insulaires présentant un usage très concurrentiel des ressources locales et où les outils d'accompagnement explicitant les relations entre acteurs et environnement manquent (Bonin and Cathelin 2014). Le processus de changement lié à l'adoption d'une innovation met en valeur à la fois les contraintes externes et l'autonomie ou les capacités d'initiative des acteurs concernés (Olivier de Sardan 1995). Dans la théorie du management, la résistance au changement révèle une tiédeur, une prudence voire une aversion au changement avec l'hypothèse que la solution proposée n'est pas partagée du fait i) d'une inadaptation (la solution ne répond pas au besoin) ; ii) d'un défaut d'information et de communication de la part des promoteurs et/ou iii) d'une compréhension insuffisante par et entre les acteurs, compréhension qui peut être liée à un manque de connaissance (asymétrie des échanges). L'analyse des points de vue et des motivations de l'ensemble des acteurs est alors un point incontournable pour lever les freins au changement et les goulots d'étranglement face à l'adoption d'innovation (théorie des contraintes, (Goldratt and

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

Cox 2016)) en plus que d'identifier le type d'innovation attendue. Ainsi, l'analyse des contraintes, leur identification et leur gestion, permet d'améliorer les performances du processus en construisant de manière collective et participative un diagnostic du problème et une projection des objectifs des innovations, dans toutes ses dimensions (techniques, organisationnelle, sociale, ...). Cette démarche est proche de celle proposée par Vereijken (1997) et Lançon et al. (2007) pour le prototypage de systèmes de production innovants. Elle peut être complétée par une analyse diachronique des processus de changement (Sutherland et al. 2012) qui mettent en rapport des normes, cultures, valeurs, systèmes hétérogènes (et des interactions complexes) et mobilisent des réseaux et des structures transversales (Olivier de Sardan 1995).

Dans ce contexte, l'enjeu est ainsi de faire évoluer de manière collective les pratiques de gestion des adventices, essentiellement chimiques actuellement pour l'ensemble des filières, à l'échelle d'un territoire, le bassin versant.

#### **OBJECTIFS GENERAUX DU PROJET**

L'objectif général du projet RESYST était de construire un dispositif d'accompagnement de l'évolution des pratiques au sein des socio-écosystèmes inscrits dans des bassins versants touchés par les pollutions agricoles. Pour cela il s'agissait plus spécifiquement de construire de manière participative avec les acteurs impliqués dans le projet (agriculteurs, équipes scientifiques, techniciens du développement agricole, décideurs publics,...) une représentation partagée des risques liés aux pollutions d'origine agricole en intégrant les dimensions agronomiques, économiques et sociales.

*In fine*, l'objectif était de limiter l'impact environnemental (la pollution des rivières) des pratiques de gestion des adventices à l'échelle d'un territoire, avec pour perspective la restauration de la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques antillais. Les objectifs spécifiques étaient d'ancrer collectivement l'évolution des pratiques, de promouvoir des pratiques agroécologiques existantes sur le bassin et de structurer un système d'information collaboratif.

Ce projet visait, à moyen terme une amélioration de la durabilité des agrosystèmes via l'intensification écologique (maintien des surfaces productives, conduite d'innovations agroécologiques et rentabilité des exploitations), une réappropriation de la gestion du territoire par les acteurs et les populations (zone protégée, zone d'activité récréative, aménagements...), et une vision partagée des enjeux territoriaux d'amélioration de la qualité de l'eau au regard de la pollution due aux pratiques agricoles.

#### **QUELQUES ELEMENTS DE METHODOLOGIE (ET EVENTUELLES DIFFICULTES RENCONTREES)**

Le projet s'organise autour de quatre axes de travail (WPs AGRI, DPSIR, INNOV, ACCOMP) s'implémentant de manière articulée et comprenant chacun leurs propres propositions méthodologiques spécifiques (cf. éléments détaillés du rapport scientifique à partir de la page 30). Pour autant, le projet est traversé par une préoccupation générale, celle du rapport à l'action. Ce rapport à l'action-comprend deux dimensions : la première veut inclure les acteurs dans la réflexion menée, la deuxième veut promouvoir le changement. Plus précisément, il s'agit d'interagir avec les acteurs afin de saisir leurs représentations des problèmes de pollution agricole et d'aborder de manière concertée des voies de résolution. L'équipe scientifique s'inscrit donc dans une posture de recherche inclusive et de recherche action. Sur cette base, les approches qualitatives (enquêtes) et les démarches participatives (conception et animation d'ateliers) sont centrales dans opérations de recherche menées.

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

La majorité des travaux est réalisée de manière inclusive, avec une implication forte des acteurs, d'abord des producteurs en particulier, mais également d'autres acteurs concernés par les questions traitées. Afin d'assurer leur représentativité (en diversité ou en nombre), en fonction des besoins, la sélection des agriculteurs enquêtés a reposé sur une typologie, établie par Raimbault (2014) et Gentil (2014). Cette typologie utilise les critères, structures d'exploitation, cultures pratiquées, et utilisation de pesticides. Au cours du projet, les enquêtes réalisées ont mis à jour de nouveaux éléments remobilisés par la suite. Par exemple, les activités de conception de l'atelier INNOV, ont mobilisé les agriculteurs et acteurs têtes de réseaux identifiés lors de l'atelier AGRI. L'identification des acteurs non agriculteurs a été réalisée au cours des deux premiers ateliers de la démarche. En fonction des questions auxquelles les enquêtes et les ateliers participatifs sur site devaient répondre et des thèmes retenus pour les ateliers, des catégories précises d'acteurs ont été ciblées. Cette action visait à mieux faire correspondre les intérêts et motivations des acteurs impliqués aux objectifs des ateliers et à s'assurer de leur mobilisation. Ainsi, les ateliers ont été organisés sur la base de focus groups permettant un cadre d'échange collectif organisé autour de thèmes pré-établis.

Les données d'enquête ont été analysées en utilisant différentes approches : les systèmes sociotechniques (Geels 2004), les cycles d'apprentissage (Kolb 1984) et les modèles de décision (Mawois et al. 2011). Les connaissances obtenues ont permis de nourrir le cadre d'analyse DPSIR (Driving forces, Pressures, States, Impacts and Responses), cadre utilisé pour représenter des pollutions globales (Giupponi and Vladimirova 2006). DPSIR a été mobilisé pour confronter et intégrer les multiples points de vue des acteurs tout en rendant compte de leurs représentations et de leurs actions. Ce modèle permet de fournir une représentation simplifiée mais néanmoins organisée de la réalité, accessible à l'ensemble des acteurs en tant qu'objet intermédiaire, support des débats lors des écoles-acteurs. Afin d'alimenter les modèles DPSIR, des temps d'échanges et de débats sur les herbicides et les questions qui s'y rapportent ont été organisés dans le cadre d'« écoles acteurs ». Les « écoles-acteurs » étaient conçues comme des espace d'échanges organisés horizontalement et réunissant toutes les personnes concernées par la pollution agricole diffuse « ayant des choses à dire », et prêtes à s'impliquer de manière durable dans la recherche et la mise en œuvre de solutions. Ces temps d'échange ont constitué des temps forts aux différentes étapes du projet (voir tâche 6 du rapport scientifique).

Les pressions générées par les différents systèmes ont été caractérisées par l'indicateur IFT (Indicateur de Fréquence de Traitement retenu dans le cadre du plan Ecophyto). Cet indicateur correspond au nombre de doses homologués de pesticides qui sont appliquées sur les parcelles. Les impacts des pesticides sur le milieu ont été caractérisés par les concentrations et la fréquence de détection de pesticides dans la rivière. Finalement, les états de l'enherbement ont également été pris en compte car relevés comme nécessaires par les acteurs pour mettre en œuvre une démarche de réduction de l'utilisation des herbicides.

Les travaux précédents de modélisation des flux de pesticides à l'échelle des bassins versants en Martinique (Mottes 2013, Mottes et al. 2015) ont été mobilisés pour permettre l'évaluation des pratiques à l'échelle des bassins versants. La démarche mise en œuvre a été de simplifier ces modèles complexes de chercheurs pour les rendre utilisables dans le cadre d'une démarche de co-conception avec les acteurs.

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

Enfin, la conception des scénarios d'évolution des pratiques à l'échelle des bassins versants a principalement reposé sur un diagnostic sociotechnique (Geels 2004), sur la méthode de co-conception innovante KCP (Agogué et al. 2013) et s'est également inspirée de la modélisation d'accompagnement (Étienne 2010). Modélisation d'accompagnement et KCP ont été couplées dans une démarche intégrée en suivant les recommandations de Berthet et al. (2016).

## RESULTATS OBTENUS

### Pression d'application et pollutions

Les systèmes de culture des bassins versants ont été identifiés et cartographiés, ainsi que les pressions associées. Les résultats montrent que les systèmes de culture bananes exports sont les principaux contributeurs à la pression pesticides, puisque l'utilisation des pesticides y est conséquente (IFT > 10 compte tenu de la diversité de produits phytosanitaires utilisés) et qu'ils sont en général placés sur des zones à risques, proches des cours d'eau. L'impact de la production de canne à sucre reste important avec une forte consommation d'herbicides et des impacts saisonniers sur la qualité de l'eau. Les autres systèmes comme la production vivrière de l'amont du bassin restent de faibles contributeurs.

Au total 40 molécules sont retrouvées dans l'ensemble des analyses multi-résidus mensuelles effectuées entre 2008 et 2012, avec en moyenne 16 molécules détectées par an. Chaque année, le grand nombre de molécules détectées aboutit à des valeurs de pollution moyenne de 1.53 µg/L soit près de 3 fois la norme européenne fixée par la Directive Cadre sur l'Eau (maximum de 0.5 µg/L pour la somme des pesticides détectés) et très proche de la norme de non potabilisation (au-delà de 2 µg/L de polluants, l'eau est considérée comme non potabilisable). Plus de 50% des pesticides retrouvés correspondent à des usages herbicides (substances actives ou molécules de dégradation), près de 24% à des fongicides. Les autres molécules concernent les biocides ayant un effet insecticide ou nématicide.

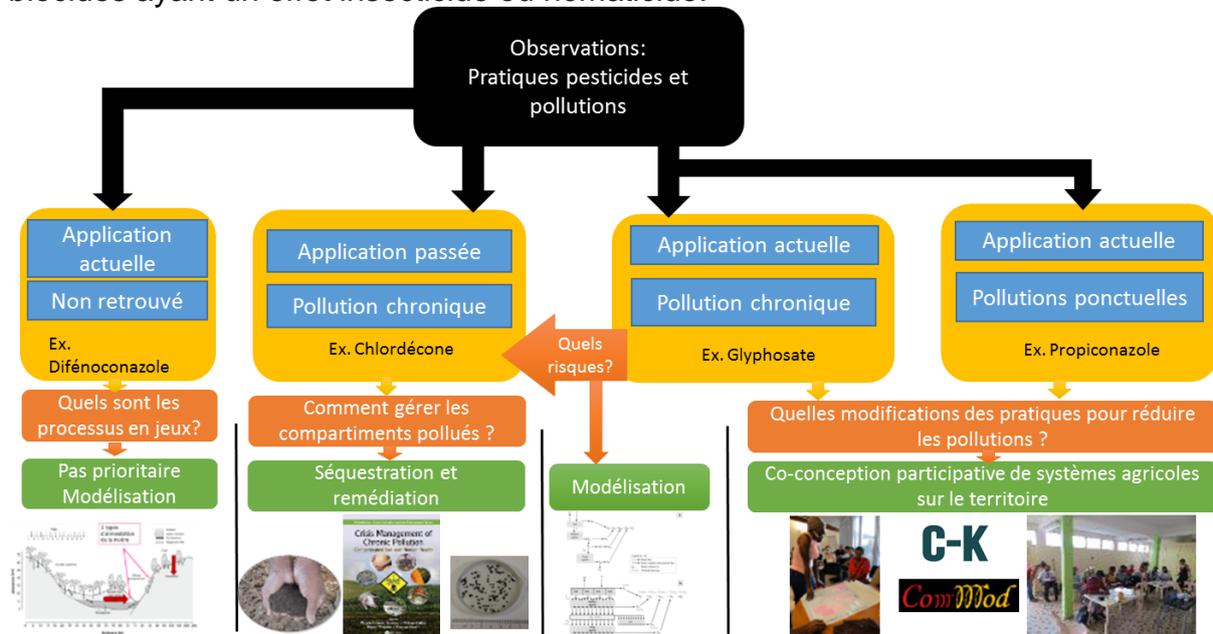


Figure 1 : Bilan des questionnements en suspens et perspectives des actions à mener sur le volet de la gestion des pesticides dans les bassins versants d'après Mottes et al. (2017).

D'un point de vue opérationnel, ces résultats permettent d'orienter les activités à mener en fonction des couples « applications/pollutions » observés à l'échelle du bassin

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

versant (Figure 1). Dans le cadre du projet RESYST, ce sont les questions de co-conception participatives de systèmes agricoles sur le territoire qui ont été traitées pour la gestion des pollutions par les herbicides. Il s'agissait en effet de déboucher sur des solutions appropriables par les acteurs.

#### *Facteurs de l'utilisation des herbicides internes aux exploitations*

De façon attendue, nos enquêtes montrent que les préoccupations économiques liées à la réduction des coûts peuvent inciter à réduire l'utilisation des herbicides, soit en gagnant en technicité, soit par des techniques alternatives (débroussailleuse) ou encore par des traitements localisés. Le souhait d'économiser du temps en parcelle se retrouve chez les exploitations en banane de Martinique et Guadeloupe et conduit à des stratégies principalement associées à l'utilisation d'herbicide. Chez certains exploitants, des critères plus qualitatifs de préservation des plantes (l'herbicide affectant également la culture) ou de modernité de l'agriculture orientent les stratégies de traitement. Ces modèles de décision apparaissent en rapport avec les trajectoires de changement des exploitations agricoles concernées. Par exemple, certains agriculteurs, qui minimisent les risques d'imprévis, ont besoin d'un temps de préparation plus long pour changer de pratiques. Ils sont moins autonomes pour mettre en œuvre ces dernières sans appui technique. A l'inverse les exploitants qui testent un grand nombre de solutions alternatives intègrent durablement les changements qu'ils retiennent. Il reste qu'une grande variabilité existe dans la quantité d'herbicide apportée pour chaque logique de décision. Ainsi, les agriculteurs développent une représentation spécifique du fonctionnement de la parcelle cultivée qui conditionne les stratégies de gestion de l'herbe mise en place et les quantités d'herbicides apportées.

#### *Facteurs de l'utilisation des herbicides externes aux exploitations*

Par l'analyse du système sociotechnique en Martinique (Della Rossa et al. 2020), nous avons montré que les principaux freins institutionnels liés à la réduction des herbicides concernent les filières agroindustrielles : la banane et la canne à sucre. Les prix de vente sont conditionnés par la qualité des produits : un grade en banane (en lien avec la taille du fruit) et le BRIX en canne à sucre (le pourcentage de matière sèche soluble), tous deux en interactions avec les modes de gestion de l'enherbement. Les aides POSEI (subventions à l'amélioration de la compétitivité économique et technique pour les filières européennes à handicaps géographiques et économiques liés à l'éloignement et à l'insularité) représentent 40% du revenu moyen d'un agriculteur en monoculture de bananes. Leurs critères d'obtentions limitent l'innovation : seulement deux variétés de bananes sont concernées, et le rendement doit être compris entre 80% et 100% de la production historique de l'exploitation. La canne connaît de fortes contraintes organisationnelles au moment de la récolte, à cause d'une disponibilité limitée des machines et outils (partagés) permettant d'agir après la récolte, moment clé pour lutter contre l'enherbement. La filière diversification aux débouchés locaux étant moins structurée, la recherche d'alternatives aux herbicides y est peu encadrée et peu financée. Cela permet néanmoins une plus grande liberté dans la conduite des systèmes de culture, et offrent davantage d'opportunités à l'innovation. Au sein de ces trois filières, certaines innovations bénéficient de moyens de protection face au régime dominant. Parmi elles, le désherbage mécanique qui évolue vers de la petite mécanisation, plus adaptées aux conditions des exploitations martiniquaises (relief, climat). Les plantes de couvertures en inter-culture et en association sont fortement développées par la filière banane. Les autres filières sont également influencées par cette innovation, mais ont plus de

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

difficultés à obtenir des semences et des techniques adaptées à leurs cultures. L'agriculture biologique se développe difficilement sur l'île, en raison d'un climat très favorable aux adventices et aux pathogènes, et entraîne un fort scepticisme de la part de certains acteurs de l'agriculture.

L'analyse des réseaux de diffusion des pratiques alternatives (Deffontaines et al. 2020) a permis de distinguer les modes de diffusion et le rôle des acteurs selon le type de réseau (formel ou informel). Les réseaux de proximité, géographique ou organisationnelle, généralement informels et constitués d'agriculteurs, sont les plus efficaces pour la transmission d'informations techniques et le changement de pratiques. Cette constatation interroge le rôle des acteurs officiellement chargés du transfert d'innovations (tels que les filières, les instituts techniques et la recherche), jusqu'ici, peu insérés sur le territoire des bassins. Ces acteurs sont organisés en réseaux indépendants, liés aux trois grandes filières canne, banane et agriculture diversifiée (Figure 2). Cette structuration implique que les connaissances et expertises des acteurs des autres filières ne sont pas exploitées dans chacun de ces réseaux. Pour gérer les évolutions de pratiques à l'échelle du bassin versant, un enjeu fort est de reconnecter ces réseaux de diffusion des pratiques.

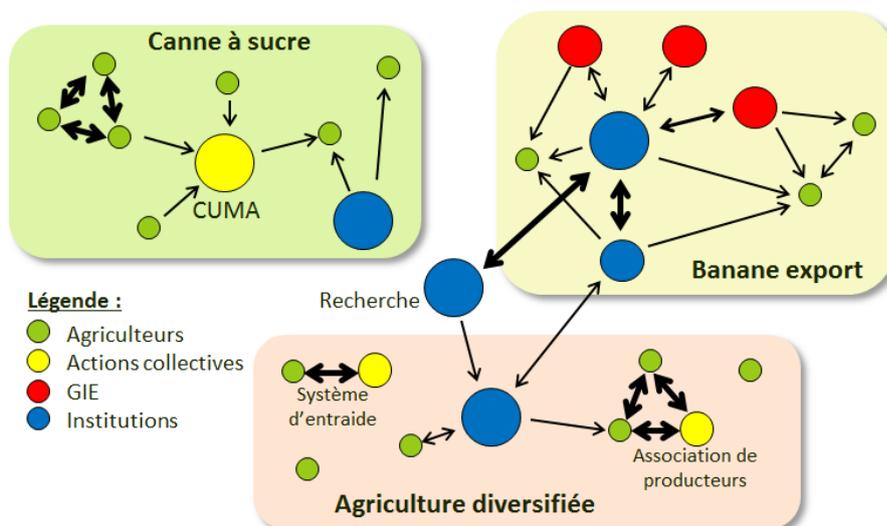


Figure 2 : Représentation schématique du réseau d'acteurs et des influences concernant les pratiques de gestion de l'enherbement. Issu de Deffontaines (2016)

### Représentation des herbicides

L'absence de représentation commune peut-être un point bloquant à la réduction collective de l'usage d'herbicide. L'analyse de la représentation des risques (cf. Tâche 4) liés aux pratiques phytosanitaires est basée sur des enquêtes et un atelier participatif. Elle confirme deux risques majoritairement cités par tous les acteurs : les risques sanitaires (risques pour l'applicateur) et risques environnementaux. Certains risques sont propres à des catégories de personnes interrogées, comme le risque de mauvaise utilisation des pesticides par les utilisateurs chez les entreprises de produits phytosanitaires ou encore le risque de baisse de fertilité du sol et de rendement chez les agriculteurs (sensibilité de la culture aux pesticides). L'avis des consommateurs sur les pratiques culturelles des agriculteurs en circuits courts joue et influence leur

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

représentation du risque. De fait, les circuits courts concourent à l'adoption de méthodes plus respectueuses de l'environnement en rétablissant le lien agriculteurs-consommateurs. La diminution des pesticides est positivement perçue par l'ensemble des personnes interrogées. Elle peut revaloriser le savoir-faire des agriculteurs. Mais l'augmentation des coûts de production qu'elle induit renforce la concurrence des produits d'origine étrangère moins soumis aux contraintes réglementaires et sociales. Globalement le risque lié à l'utilisation des pesticides est bien perçu par les acteurs, mais la modification des pratiques se heurte à la perception forte de l'utilité des pesticides pour les acteurs des filières. En conséquence, risques et utilité doivent ainsi être analysés de manière globale pour appréhender la question de la réduction des herbicides.

### *Construction d'une vision partagée*

C'est en fonction de cette demande de vision globale que doivent être analysées de manière détaillée les représentations des acteurs autour du couple risque/utilité. Comme on pouvait s'y attendre, ces représentations sont différenciées mais nous avons pu identifier de manière fine les points de divergence entre les acteurs.

Certains, surtout issus du monde associatif, prônent la suppression la plus rapide possible de l'utilisation des pesticides. Pour eux, l'urgence sanitaire et environnementale impose cette suppression. Les pesticides sont « mauvais » par essence puisqu'ils sont destinés à rompre des équilibres en supprimant des espèces. A l'opposé, d'autres principalement issus de la profession agricole défendent l'usage des pesticides, indispensable, en affirmant qu'il est possible de gérer au mieux et d'optimiser les applications compte tenu des conditions locales de dissipation des polluants. Pour eux, les systèmes sont résilients et l'enjeu est l'utilisation rationnelle des biocides.

Cette opposition rend difficile des actions de réduction des pesticides consensuelles. Face à ces difficultés, il nous a semblé nécessaire de mettre en débat les représentations des acteurs. Afin d'aller plus loin dans la mise œuvre effective d'action, nous avons élaboré un cadre de réflexion approfondi au sein duquel des thèmes d'intérêt portés par les acteurs eux-mêmes ont été travaillés. Les « écoles-acteurs » ont joué ce rôle. ». L'objectif de ce dispositif était de construire un espace d'échanges entre les acteurs et en conséquence les différentes représentations. Les écoles-acteurs réunissaient des personnes intéressées par la question de la pollution diffuse, « ayant des choses à dire », et prêtes à s'impliquer de manière durable dans la recherche et la mise en œuvre de solutions. Ces personnes, principalement acteurs des secteurs de l'agriculture et de l'environnement, issues des administrations, des professions agricoles ou de la société civile, ont ainsi pu débattre de manière documentée de résultats et de recommandations issues des différentes recherches. Les résultats attendus étaient une explicitation des positions permettant la connaissance et la reconnaissance des positions de tout un chacun et la recherche de positions communes, surtout autour d'un agenda de réduction de l'utilisation des pesticides, modèle d'actions consensuel.

## RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

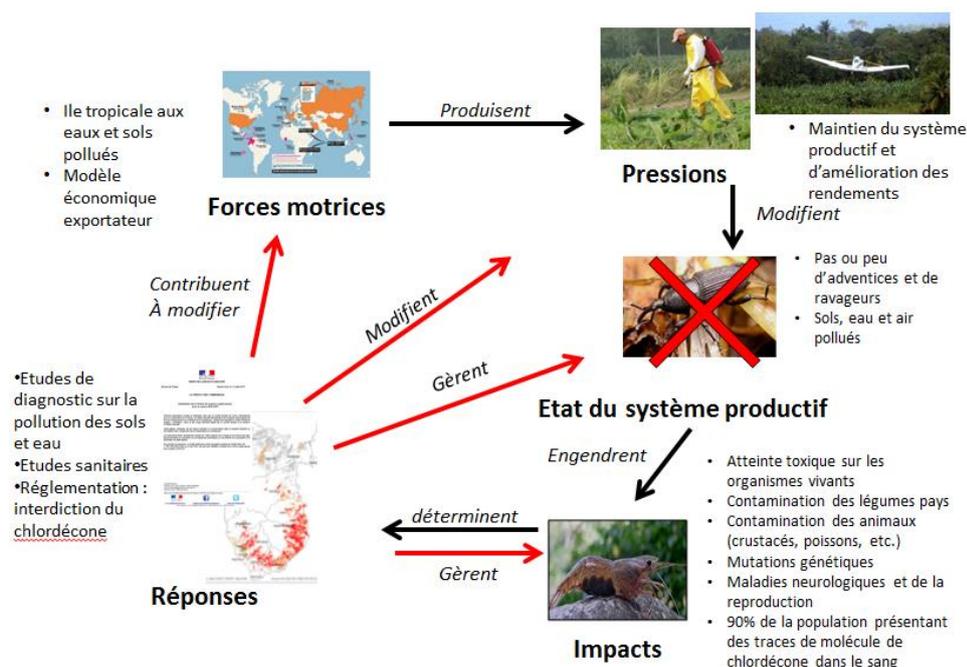


Figure 3: modèle DPSIR de représentation sur les impacts de la pollution dans les Antilles françaises.

Les débats lors des écoles-acteurs ont permis de définir les grandes lignes de ce que pourrait être un plan d'actions pour la gestion de la pollution diffuse. Les actions proposées partent d'un constat : la gestion de la pollution diffuse aux Antilles est complexe et sera difficile. Elle aura un coût très important, à la mesure de l'ampleur et de l'impact des pollutions. La production d'innovations techniques est centrale. Mais elle ne suffit pas. Elle doit être accompagnée d'innovations sociales, organisationnelles et institutionnelles. Une action prioritaire est d'accompagner le changement et l'innovation en garantissant aux agriculteurs des méthodes alternatives à la fois efficaces et répondant aux objectifs des politiques actuelles en matière de risques sanitaires et environnementaux. C'est en fait, une recomposition de l'appui technique au sens large qui est en jeu. Cela passe par une meilleure coopération entre institutions pour mieux organiser les appuis sur l'ensemble du territoire. Ceci étant, au-delà de l'innovation technique, au-delà d'une organisation plus efficace des appuis, les actions doivent s'inscrire dans une réflexion globale qui amène à raisonner l'agriculture comme un secteur d'activité transversal, porteur d'enjeux (santé des écosystèmes terrestres et aquatique, santé humaine, sécurité alimentaire etc.) dans un contexte de déprise agricole et de vieillissement de la population.

C'est une vision renouvelée du rôle de l'agriculture et de son avenir qui sera porteuse de la réduction de l'utilisation des pesticides dans un contexte de changement rapide des habitudes de consommation, de désamour de la société avec l'agriculture, considérée de plus en plus comme porteuse d'externalités négatives. L'agriculture aux Antilles françaises ne semble pas aujourd'hui répondre aux attentes de la population. Les attentes des populations locales changent en privilégiant d'abord la production d'une nourriture saine, les emplois, puis les revenus... C'est aussi une demande d'une agriculture « non impactante » d'abord en termes de santé puis en termes d'environnement... On assiste à une évolution dans la manière d'aborder l'agriculture, en passant progressivement d'une approche centrée sur les conditions de productions et de mise en marché vers des préoccupations liées aux finalités.

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

Les critères d'évaluation de la performance de l'agriculture changent. L'importance accordée aux rendements ou à la rentabilité laisse une place à la sécurité alimentaire, la qualité et la diversité de la production. La préoccupation par les impacts environnementaux et sociaux reste présente (Figure 3). En fait, il y a une forte demande d'autonomie alimentaire alors que l'agriculture est principalement vouée à l'exportation. L'énoncé des visions des acteurs met en évidence des divergences profondes sur les finalités de l'agriculture aux Antilles mais aussi sur ses outils de gestion.

Organiser et maintenir un débat ouvert, mobilisant l'ensemble des acteurs sur la vision de l'agriculture en sachant que les divergences sont grandes est nécessaire. Les écoles-acteurs ont fait des recommandations pour organiser un tel débat.

- (1) Ces recommandations concernent d'abord le contenu : le débat doit être centré sur la recherche de solutions en donnant des perspectives techniques mais aussi sociales.
- (2) Ces recommandations doivent aussi évoluer sur le plan de la forme, grâce à des messages d'action, positifs et centrés sur ce qu'il est possible de faire. Parmi les messages positifs, il semble important de communiquer sur les progrès faits dans la gestion des pollutions diffuses et de valoriser cet objectif de gestion comme un but commun et fédérateur à atteindre. Il ne s'agit pas de nier le problème de la pollution diffuse mais de le présenter comme un cadre de contraintes et comme un objectif de gestion pour les actions à mener. Cela implique d'engager ce débat en l'étayant par des connaissances scientifiques. La simplification n'est pas de mise. La priorité doit être donnée à une information la plus complète possible, en acceptant la complexité et toutes les limites de connaissance.
- (3) Le travail d'analyse de la réalité de l'agriculture est à continuer.

Cela implique aussi un débat serein, basé sur la reconnaissance de la responsabilité partagée de l'ensemble des acteurs dans la situation ayant conduit à la pollution diffuse. Autant il est important de comprendre et d'explicitier les causes, autant il est peu constructif de chercher des responsabilités. La pollution diffuse existe et c'est une réalité qu'il faut affronter. Le *Tableau 1*, issu de la tâche 9 établit un synthèse des évolutions de l'agriculture énoncées comme souhaitées par les acteurs de Martinique, ces différents points correspondent à des aspects à mettre en débat car clefs pour l'évolution de l'agriculture au sein de son territoire.

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

Tableau 1 : Evolutions souhaitées par les acteurs de Martinique (Ravinet, 2018)

	A PRESERVER	A AMELIORER
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Savoirs et savoir-faire agricoles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restauration de la confiance de la population en l'agriculture (via l'information et la communication)</li> <li>Valorisation du métier d'agriculteur (reconnaissance, image métier)</li> <li>Facilitation des échanges entre acteurs (regroupement des agriculteurs)</li> <li>Education du consommateur à la consommation de produits locaux</li> </ul>
ENVIRONNEMENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pratiques agroécologiques</li> <li>Capacités d'adaptation, d'innovation des agriculteurs</li> <li>Maintien de l'environnement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptation des solutions alternatives aux phytosanitaires                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Réduire la pénibilité</li> <li>S'assurer de l'efficacité technique</li> <li>Vérifier la viabilité économique</li> </ul> </li> <li>Valorisation des efforts agroécologiques des agriculteurs (reconnaissance, soutien politique ou financier)</li> </ul>
ECONOMIQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emplois (notamment générés par les grandes cultures)</li> <li>Structuration des filières (monocultures)</li> <li>Qualité sanitaire des produits</li> <li>Diversité des productions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facilitation de la commercialisation (en diversification notamment) :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Protection des productions nationales face aux importations</li> <li>Organisation de la filière de diversification</li> </ul> </li> <li>Renforcement de l'attractivité du secteur agricole pour faciliter les recrutements</li> </ul>
POLITIQUE		<ul style="list-style-type: none"> <li>Renforcement de la prise en compte des besoins des professionnels (aides, orientations de la recherche)</li> <li>Allègement des procédures administratives</li> <li>Facilitation de l'accès au foncier</li> <li>Facilitation des échanges entre acteurs (regroupement des agriculteurs)</li> </ul>

*In fine*, pour les agriculteurs, les différents résultats convergent en indiquant qu'actuellement, la gestion de la pollution aux herbicides augmentera la pénibilité du travail ou/et les coûts de production. Si les modalités et les pratiques à mettre en œuvre pour tendre vers une transition agroécologique resteront propres aux acteurs, construire une agriculture moins polluante, et plus largement faire perdurer l'activité agricole aux Antilles nécessite une réelle dynamique de changement. De ce point de vue, nous faisons l'hypothèse que les seules innovations individuelles ne sont pas suffisantes, un changement d'échelle d'action est important à opérer afin que les initiatives individuelles convergent vers le même objectif. Aussi, fort du constat de la difficile adoption des alternatives techniques aux herbicides dans le cadre actuel de conception des innovations (uniquement au sein des filières et à l'échelle de la parcelle), la démarche générale proposée pour l'innovation (WP INNOV) a visé à rechercher des innovations territoriales susceptibles de faciliter, à grande échelle, la mise en œuvre d'alternatives existantes aux herbicides. Pour ce faire, la création de nouveaux liens entre les réseaux d'acteurs structurés par filières qui parlent de changement de pratiques et qui se partagent le territoire du bassin versant constitue une priorité. Cela a ainsi été la première étape de la démarche de conception proposée (Figure 4).

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

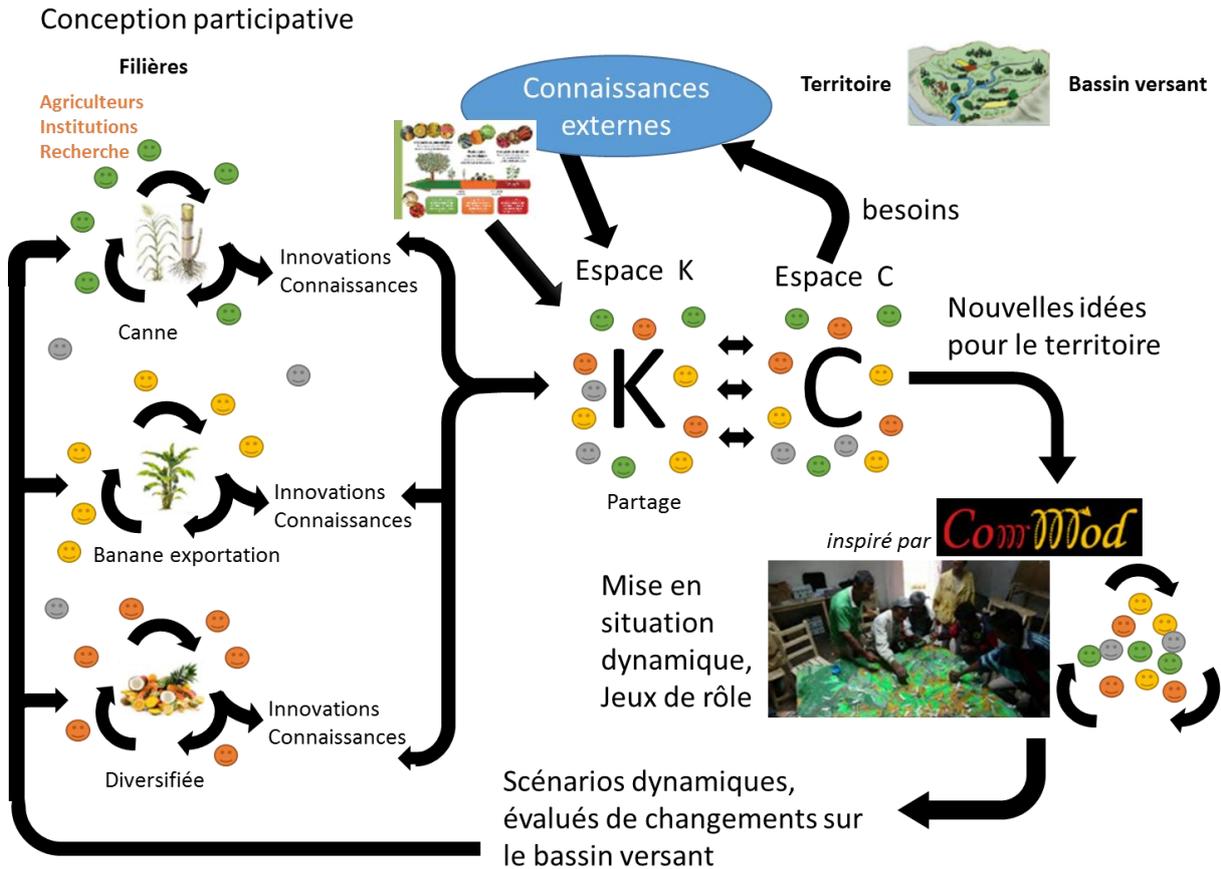


Figure 4 : Démarche de conception à l'échelle du bassin versant tenant compte des contraintes et leviers potentiellement activables et répondant aux besoins des acteurs.

La démarche s'appuie sur la mobilisation de la méthodologie C-K, grâce à laquelle différentes innovations ont été co-conçues avec les acteurs (cf. Tab.3 du rapport scientifique) et leur mise en œuvre développée dans le cadre d'un jeu de rôle (cf. Fig.19 du rapport scientifique). Ici les innovations n'ont pas été conçues à l'échelle de la parcelle, mais à l'échelle territoriale, avec comme hypothèse que les effets potentiellement bénéfiques de ces innovations (mutualisation de la main d'œuvre, valorisation du patrimoine...) sur la disponibilité des ressources des exploitations (telles que la main d'œuvre, le matériel et la monnaie) permettent de dégager des leviers techniques pour la mise en œuvre de pratiques alternatives aux herbicides sur les parcelles. L'évaluation des effets de ces innovations et de l'implication des acteurs dans cette dernière a montré, par l'intermédiaire du jeu de rôle, qu'elles permettaient d'atteindre un état correct de pollution de la rivière, tout en permettant la mise en place d'une gestion de l'enherbement correspondant aux attentes des exploitants agricoles. La mise en œuvre du jeu de rôle a permis aux participants de prendre conscience des leviers dégagés à moyen terme par les innovations territoriales sur les pratiques de gestion de l'enherbement qui sont difficiles à appréhender par une approche purement cognitive.

En conclusion, le projet a permis la formalisation d'une démarche originale et générique de conception à l'échelle d'un bassin versant en intégrant les activités des filières menées en parallèle dans une démarche commune (Della Rossa 2020). D'un point de vue opérationnel, un outil d'interaction entre les acteurs sur les questions de

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

gestion de l'enherbement a été produit. Il s'agit du jeu de rôle WATPPASS-Game. Il permet d'opérer un changement d'échelle par la mise en situations d'innovations territoriales. Par sa mise en œuvre avec les acteurs, il permet de décliner et d'ajuster les innovations territoriales en termes de pratiques sur les parcelles des exploitations agricoles et d'impacts sur la qualité de l'eau à l'échelle du bassin versant.

Cet outil a été mobilisé lors d'un module de formation agricole, il a été présenté à l'ensemble des agents de la chambre d'agriculture de Martinique, et intègre également un programme de formation dans le cadre du projet FEDER RIVAGE 2 en Guadeloupe.

#### **IMPLICATIONS PRATIQUES, RECOMMANDATIONS, REALISATIONS PRATIQUES, VALORISATION**

- Implications pratiques :

L'insularité et la petite dimension des territoires antillais impliquent une proximité géographique entre acteurs mais aussi des communautés d'action. Un même acteur peut en effet être engagé sur plusieurs actions et/ou espaces connexes. Cela est généralement le cas des acteurs publics dont les aires de gestion et domaines de compétences se chevauchent. C'est aussi le cas des agriculteurs dont les actions individuelles non coordonnées peuvent considérablement impacter les milieux, du fait de leur connectivité.

Fort de ce constat, la principale implication pratique du projet est de montrer que des innovations coordonnées à l'échelle territoriale permettent d'intégrer une pluralité d'acteurs (autres qu'agriculteurs) qui sont porteurs d'intérêts et d'enjeux différenciés autres que la seule visée productive. Composer avec ces autres acteurs amène à dépasser les jeux d'acteurs des filières dominantes. En faisant bouger les lignes de force, l'entrée de nouveaux acteurs peut contribuer à déverrouiller le système sociotechnique qui s'appuie sur les modalités de fonctionnement (i.e. gestion des milieux, pratiques, etc.) des acteurs dominants.

Ainsi le développement d'innovations techniques et leur adaptation et appropriation par les agriculteurs peut être appuyé par des changements externes aux filières agricoles (valorisation du patrimoine, tourisme... association d'éleveurs, nouvelles entreprises de prestation de services...). Sur ce point, il apparaît indispensable que de telles dynamiques territoriales se mettent en œuvre pour appuyer et favoriser les changements techniques. Les contrats de milieux (tel que les contrats de rivière), s'ils sont correctement gérés et ouverts aux différentes structures présentes et s'installant devraient permettre de faciliter l'intégration de nouveaux acteurs sur les territoires et d'établir des liens entre les activités et les acteurs qui les portent. A contrario, la dynamique des filières seules, relègue les problèmes environnementaux et de préservation des ressources et de santé au second plan. Ainsi, les acteurs des territoires à enjeux pour la qualité de l'eau doivent s'impliquer dans des démarches territoriales afin d'outrepasser les verrous liés aux fonctionnements des filières et de leurs seuls intérêts.

- Recommandations et limites éventuelles :

Le cœur du projet RESYST est l'implication des acteurs dans une démarche de construction de l'avenir de territoires agricoles à enjeux pour l'eau. Cette implication des acteurs, si elle constitue une force du projet est également une faiblesse. En effet, la disponibilité des acteurs est apparue comme une limite de la démarche. Si la sollicitation des acteurs est nécessaire à la construction de la représentation commune, et au développement des outils d'accompagnement, les retombées issues

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

de ces sollicitations ne sont ni immédiates, ni directes. En conséquence, certains acteurs se sont montrés peu disponibles à une période, mais ont réintégré la dynamique lorsque certaines sorties concrètes ont été mises en œuvre dans le projet. Il apparaît donc nécessaire de bien identifier les sorties concrètes ou présentant un intérêt fort pour les acteurs dans le cadre de ce type de projet afin de maintenir l'ensemble des acteurs dans la dynamique.

Le projet RESYST, dans la mesure où il a permis de capitaliser un ensemble de connaissances scientifiques et techniques mais a surtout permis de créer sur les territoires d'étude une dynamique collective d'apprentissage facilitant les interactions et le travail en commun.

Les résultats du projet RESYST à travers les expériences menées sur les approches participatives (écoles acteurs, jeu sérieux, réseaux d'acteurs) et de co-conception innovante à l'échelle territoriale, ont montré la nécessité 1) de construire et de maintenir dans la durée des espaces de concertation permettant de débattre de l'avenir de l'agriculture antillaise, ceci afin de fixer des objectifs localisés pour les nouvelles politiques publiques et de conduire la réflexion, voire d'aller plus loin, en permettant la négociation et l'allocation des ressources nécessaires à la transition ; 2) de considérer les différentes échelles territoriales pour mobiliser de nouveaux leviers d'action (e.g. mutualisation des ressources, coopération entre éleveurs et agriculteurs, développement du tourisme...) permettant l'évolution des pratiques. Ces échelles sont multiples. On voit que dans le cadre du projet la question de la pollution d'une rivière a identifié le bassin versant comme espace pertinent où raisonner l'innovation. En revanche, les écoles acteurs ont mobilisé un espace plus vaste en s'intéressant au devenir de l'agriculture à l'échelle du département. La question de la complémentarité des propositions d'action issues des espaces de concertation aux différentes échelles reste aujourd'hui posée. Il apparaît dès lors important de savoir si les dispositifs de politiques publiques existants, qui soutiennent jusqu'à présent les évolutions techniques au sein des filières selon une organisation verticale (Della Rossa et al. 2020), sont en mesure d'accompagner les changements d'échelle et de favoriser la transversalité. Ainsi, en préalable aux points 1) et 2) mentionnés ci-dessus, il apparaît nécessaire d'analyser 1) en quoi les politiques publiques menées jusqu'ici ont atteint les objectifs qu'elles s'étaient fixées dans l'histoire récente, en particulier sur les questions de réduction des pesticides et 2) en quoi elles sont aujourd'hui en mesure d'accompagner la transition agroécologique souhaitée.

- Réalisations pratiques et valorisation :

Finalement, ce projet a permis de développer les outils d'accompagnement (écoles acteurs, méthode de conception innovante à l'échelle du bassin versant et jeu sérieux WATPPASS-Game) à la réduction des pesticides. Notre expérience, nous indique que la mise en débat, l'intégration des connaissances sur les facteurs qui soutiennent l'utilisation des pesticides constitue une étape indispensable pour permettre un changement de pratique par les agriculteurs. Cela semble constituer une étape incontournable pour une réduction effective des utilisations de pesticides. En particulier, les bases conceptuelles de l'outil WATPPASS-Game et les modèles de représentations développés dans les écoles acteurs pourront être remobilisés dans d'autres situations. Des itinéraires d'accompagnement ont été produits pour les deux sites.

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

### **PARTENARIATS MIS EN PLACE, PROJETS, ENVISAGES**

Tout au long du projet le partenariat a évolué avec les acteurs des territoires, en particulier avec l'implication d'acteurs du territoire, n'intervenant pas directement sur les pratiques de gestion de l'enherbement (acteurs d'éco-tourisme, transformation agro-alimentaire...). Ces partenariats se sont montrés clefs dans la co-conception d'innovations originales intégrant leurs contributions pour développer des changements sur le territoire qui ont des répercussions sur les pratiques de gestion de l'enherbement, et donc sur la pollution induite par les herbicides.

Ces nouveaux partenariats ont permis de modifier la manière dont l'agriculture s'intègre avec les autres activités du territoire. Par exemple, ils ont permis de construire des scénarios dans lesquels les agriculteurs peuvent bénéficier de nouveaux services potentiels (fauche, pâturage par un éleveur), de nouvelles activités diversifiant les sources de revenus des agriculteurs (agritourisme, circuit de vente local) et d'interactions entre les filières pour l'échange de matériel et de ressources végétales. En contrepartie, l'agriculture valorise le territoire en affichant des pratiques « vertes », ou en valorisant par exemple ses productions d'exportations par un étiquetage faisant connaître les atouts territoriaux (circuit touristique, produits locaux, artisanat), créant ainsi un cercle vertueux de développement économique associé à la réduction des pesticides.

### **POUR EN SAVOIR PLUS (QUELQUES REFERENCES)**

Brykalski, M. (2015). Pratiques de gestion de l'enherbement chez les agriculteurs du bassin versant de la rivière Galion, en Martinique : Méthode pour identifier collectivement les freins et leviers pour diminuer l'usage d'herbicide.

Deffontaines, L. (2016). Analyse des processus d'évolution des pratiques de gestion de l'enherbement. Compréhension des dynamiques individuelles et collectives au sein du réseau d'acteurs d'un bassin versant des Antilles françaises. Mémoire de fin d'études Mémoire, ISARA.

Legoux, J. (2017). Freins et leviers à l'innovation en gestion de l'enherbement en Martinique. Msc, AgroParisTech.

Mottes, C., Lesueur Jannoyer, M., Le Bail, M., Guene, M., Carles, C., Malezieux, E., 2017. Relationships between past and present pesticide applications and pollution at a watershed outlet: The case of a horticultural catchment in Martinique, French West Indies. Chemosphere 184, 762-773.

Setton, E. (2017). Traque à l'innovation : Caractérisation des pratiques alternatives aux herbicides pour la gestion de l'enherbement et analyse des systèmes de culture : cas du maraichage et cas de la canne à sucre en Martinique. Msc, Istom.

Ravinet, L. (2018). Représentation de l'agriculture martiniquaise chez les acteurs du territoire. Mémoire de fin d'études Mémoire, ISTOM.

Tonneau, J.-P., et al. (2016). Ecole-acteurs aux Antilles, un espace de représentation partagée de la question des pollutions agricoles. Colloque OPDE « Concevoir, adapter, évaluer des dispositifs pour faciliter et étendre la participation ». Montpellier, France, Réseau OPDE: 13 p.

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

**LISTE DES OPERATIONS DE VALORISATION ISSUES DU CONTRAT (ARTICLES DE VALORISATION, PARTICIPATIONS A DES COLLOQUES, ENSEIGNEMENT ET FORMATION, COMMUNICATION, EXPERTISES...)**

<b>PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES</b>	
Publications scientifiques parues	<p>Deffontaines, L., Mottes, C., Della Rossa, P., Lesueur-Jannoyer, M., Cattan, P., Le Bail, M., 2020. How farmers learn to change their weed management practices: Simple changes lead to system redesign in the French West Indies. <i>Agric. Syst.</i> 179, 102769, <a href="https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102769">https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102769</a>.</p> <p>Della Rossa, P., Le Bail, M., Mottes, C., Jannoyer, M., Cattan, P., 2020. Innovations developed within supply chains hinder territorial ecological transition: the case of a watershed in Martinique. <i>Agron. Sustain. Dev.</i> 40, 10, <a href="https://doi.org/10.1007/s13593-020-0613-z">https://doi.org/10.1007/s13593-020-0613-z</a>.</p>
Publications scientifiques à paraître et prévues	<p>Cattan P., Lesueur-Jannoyer M., Le Bail M., Mottes C., Della Rossa P., Gentil C., Raimbault M., Ducrot A. Pesticide management on a territorial scale: What do indicators of pesticide pressure tell us? A re-soumettre à <i>Agriculture Ecosystem and Environment</i></p>
Participations passées à des colloques	<p><b>COLLOQUES</b></p> <p>M Lesueur Jannoyer, C Mottes, M Le Bail, P Cattan. 2016. Assessment of the pesticide pressure at the watershed scale: the challenge of the Water Framework Directive. 14th ESA Congress, Edinburgh, INRA, 2 p.</p> <p>Mottes C, Lesueur Jannoyer M, Della Rossa P, Le Bail M, Cattan P. 2016. Locating the contribution of cropping systems within a watershed to water pollution by pesticides. 14th ESA Congress, Edinburgh, INRA, 2 p.</p> <p>Della Rossa P., Mottes C., Cattan P., Le Bail M, Jannoyer M. 2017. Sociotechnical System Analysis of Weeding, A Key Step for Designing Agro-ecological Systems at the Watershed Scale.. Bonn : University of Bonn, 1 poster Tropentag 2017: Future Agriculture: Social-ecological transitions and bio-cultural shifts, Bonn,</p>

	Allemagne, 20 Septembre 2017/22 Septembre 2017.
	Thèse inscrite comme cas d'étude pour la plateforme Indiss (Projet-phare INDISS : INnovation and Design In Sociotechnical Systems) du Labex BASC (Biodiversité, Agroécosystèmes, Sociétés, Climat), séminaire de 2017
	Tonneau, J.-P., et al. (2016). Ecole-acteurs aux Antilles, un espace de représentation partagée de la question des pollutions agricoles. <u>Colloque OPDE « Concevoir, adapter, évaluer des dispositifs pour faciliter et étendre la participation »</u> . Montpellier, France, Réseau OPDE: 13 p.
Participations futures à des colloques	
Thèses passées	<b>THESES</b> Della Rossa, P., 2020. Conception collective d'organisations territoriales innovantes pour une évolution coordonnée de systèmes de production agricoles. Cas d'une réduction de la pollution herbicide d'une rivière en Martinique. Université Paris-Saclay, Saint Aubin, France, p. 328.
Thèses en cours	
	<b>ARTICLES DE VALORISATION-VULGARISATION</b>
Articles de valorisation parus	
Articles de valorisation à paraître	Mottes C., Lesueur Jannoyer M., Le Bail M. Utilisation de pesticides sur les cultures horticoles martiniquaises: composition de l'Indicateur de Fréquence de Traitement (IFT), accepté dans cahier CAEC
Articles de valorisation prévus	
	<b>AUTRES ACTIONS VERS LES MEDIAS</b>
Actions vers les médias (interviews...) effectuées	Réseau Canope – gestion des pollutions à l'échelle des bassins versants. (2017) France Antilles Martinique – Chlordécone : où en est la dépollution des sols - 9/10 juin 2018. Bernard Crutzen, interview pour le documentaire « Pour quelques bananes de plus » (juin 2019)
Actions vers les médias prévues	
	<b>ENSEIGNEMENT - FORMATION</b>
Enseignements/formations dispensés	Présentation et utilisation de outils WATPPASS-Game avec une classe du LEGTA du Robert (décembre 2018).

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

	Présentation et formation du personnel technique de la chambre d'agriculture de Martinique à l'outil WATPPASS-Game (novembre 2018)
Enseignements/formations prévus	
	<b>EXPERTISES</b>
Expertises menées	
Expertises en cours	
Expertises prévues	
	<b>METHODOLOGIES (GUIDES...)</b>
Méthodologies produites	
Méthodologies en cours d'élaboration	
Méthodologies prévues	
	<b>AUTRES</b>
Rapport de stage	Brykalski, M. (2015). Pratiques de gestion de l'enherbement chez les agriculteurs du bassin versant de la rivière Galion, en Martinique : Méthode pour identifier collectivement les freins et leviers pour diminuer l'usage d'herbicide.
	Deffontaines, L. (2016). Analyse des processus d'évolution des pratiques de gestion de l'enherbement. Compréhension des dynamiques individuelles et collectives au sein du réseau d'acteurs d'un bassin versant des Antilles françaises. Mémoire de fin d'études Mémoire, ISARA.
	Legoux, J. (2017). Freins et leviers à l'innovation en gestion de l'enherbement en Martinique. Msc, AgroParisTech.
	Setton, E. (2017). Traque à l'innovation : Caractérisation des pratiques alternatives aux herbicides pour la gestion de l'enherbement et analyse des systèmes de culture : cas du maraichage et cas de la canne à sucre en Martinique. Msc, Istom.
	Ravinet, L. (2018). Représentation de l'agriculture martiniquaise chez les acteurs du territoire. Mémoire de fin d'études Mémoire, ISTOM.

## RESUMES

### En français

---

#### RESUME COURT

Les résultats du projet RESYST montrent que les pesticides ont une position ambivalente, car perçus à la fois comme utiles et dangereux. Le projet montre que différents mécanismes intervenant à différents niveaux d'organisation limitent les solutions explorables. Des outils d'accompagnement aux échelles de l'île (mise en débats de la situation des pesticides dans le cadre d'écoles acteurs), et à l'échelle du bassin versant (Méthodologie de conception innovante et participative à l'échelle du bassin versant intégrant un jeu sérieux WATPPASS Game) ont été produits et appliqués. Ces types d'outils participatifs sont localement nécessaires car ils permettent de concevoir avec les acteurs les réponses en termes de pratiques et leurs effets sur la pollution de l'eau telles qu'elles seraient mises en œuvre dans le cas de changements de réglementation ou de la mise en œuvre de nouvelles innovations territoriales.

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

## RESUME LONG

### Contexte

Les Antilles Françaises font face à un contexte de pollution généralisée par la chlordécone. Cette pollution est prégnante au niveau local et montre la forte sensibilité des milieux Antillais aux pesticides. En dépit de cette pollution généralisée, d'importantes applications de pesticides sont toujours pratiquées sur ces territoires insulaires. Les connaissances sur les facteurs qui maintiennent encore aujourd'hui ces utilisations de pesticides et qui génèrent les pollutions de cours d'eau observées restent mal connues. Ces manques de connaissances se traduisent également par une absence d'outils d'accompagnement des pratiques agricoles adaptés à la gestion des pollutions dans ces conditions.

### Objectifs

Dans ce contexte, l'objectif général est de construire un dispositif d'accompagnement de l'évolution des pratiques des socio-écosystèmes de bassins versants touchés par les pollutions agricoles. Pour cela un objectif est de construire de manière participative une représentation partagée des risques liés aux pollutions d'origine agricole en intégrant des représentations agronomiques, économiques et sociales,

*In fine*, l'objectif opérationnel est donc de limiter l'impact environnemental (la pollution des rivières) des pratiques de gestion des adventices à l'échelle d'un territoire, avec pour perspective la restauration de la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques antillais.

### Méthodologie

La méthodologie mise en œuvre est participative aux différents niveaux. Sur deux bassins versants contrastés (l'un en Martinique, l'autre en Guadeloupe), nous avons mis en œuvre des enquêtes avec les acteurs de la profession agricole et de la gestion des ressources naturelles de ces territoires. Les personnes enquêtées, les questionnaires et les méthodes d'analyses des résultats des enquêtes ont été déterminées en fonction des thématiques traitées. Des temps d'échange et de débats sur les herbicides et les questions qui s'y rapportent ont été organisés dans le cadre d'« écoles acteurs », de travaux de conception de scénario d'évolution du bassin versant. Ces derniers ont mobilisé un diagnostic sociotechnique, la méthodologie de conception innovante C-K puis le développement, ainsi que la mise en œuvre d'un jeu sérieux (Della Rossa 2020). Ces approches ont été mise en œuvre dans le cadre d'ateliers collectifs afin de construire une dynamique collective, génératrice de solutions

### Principaux résultats obtenus

Le premier résultat issu de l'analyse croisée des pressions de pollution et des pollutions observées dans les cours d'eau des bassins versant montre d'une part une forte pression d'utilisation des herbicides sur les bassins versants, en particulier car elle est transversale aux différents systèmes agricoles. Cette pression intense (par les quantités appliquées et les fréquences d'application à l'échelle des bassins versants) génère des pollutions chroniques dans les cours d'eau.

Les pesticides présentent une ambivalence pour les acteurs. Ainsi, les notions d'utilité et de dangerosité coexistent permettant difficilement d'aboutir à une représentation commune par les différents acteurs. Un second résultat du projet est que cette ambivalence nécessite une mise en débat de la position des pesticides dans les

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

territoires à enjeux pour la qualité de l'eau ce qui a nécessité de créer un espace d'échange de points de vue avec les écoles acteurs.

Cette nécessité de mise en débat est également issue d'un autre résultat saillant de notre analyse. Il s'agit de la forte déconnexion entre les différents acteurs de ces territoires. Nos résultats montrent que les changements de pratiques par les agriculteurs, ainsi que les stratégies d'appui au changement de pratiques au sein de ces filières mobilisent uniquement des réseaux des filières qui favorisent ainsi leurs intérêts productifs en valorisant leurs cadres de contrainte au détriment d'un développement territorialisé mobilisant la diversité des services et ressource du territoire. Nos résultats montrent également qu'en matière d'innovations techniques à la parcelle, il n'y a actuellement pas de solution « miracle ». Les alternatives techniques à l'utilisation d'herbicides génèrent des surcoûts de main d'œuvre, de coûts d'exploitations et/ou d'apprentissages. Néanmoins, ces coûts peuvent être contre balancés par des innovations mises en place à l'échelle du territoire qui valorisent les ressources disponibles sur ce dernier (tels que unités de transformation, cheptels, tourisme...) ainsi qu'en favorisant la reconnaissance des productions de celui-ci ainsi que leurs diversités. Sur le tourisme par exemple, l'agriculture peut favoriser l'attractivité du territoire par des pratiques « vertes », sans herbicides, une forme de labellisation s'inscrivant dans le cadre du développement d'un circuit écotouristique sur le bassin et d'un circuit de vente local fréquenté par des touristes. Cet ensemble bénéficierait ainsi de ces nouveaux acheteurs, et permettrait de diversifier les sources de revenus des agriculteurs. Dans le même temps, les produits exportés du bassin (tel que la banane) peuvent porter une étiquette faisant connaître le circuit écotouristique auprès des acheteurs de l'hexagone afin de rendre plus visible ce territoire et son offre touristiques et de produits agricoles de qualité. Ce type de scénario montre les ambitions et les interconnexions fortes nécessaires aux innovations territoriales lorsqu'elles ont pour objectif de créer un cercle vertueux de développement économique associé à la réduction des pesticides.

Ces innovations et la scénarisation de leur mise en œuvre ont été co-construites et discutées avec les acteurs grâce aux outils et modèles du projet (tels que cadre DPSIR, méthodologie C-K à l'échelle du territoire, jeu de rôle).

### **Sorties opérationnelles pour décideurs, applications éventuelles, recommandations**

L'insularité des Antilles fait que les acteurs institutionnels impliqués dans les démarches sont communs à d'autres bassins. La principale application est que l'innovation territoriale est une voie de développement et de changement des pratiques agricoles. Ainsi le développement d'innovations techniques et leur adaptations et appropriation par les agriculteurs peut être appuyés par des changements externes aux filières agricoles (valorisation du patrimoine, tourisme, associations avec des éleveurs, nouvelles entreprises de prestations de services...). Sur ce point, il apparaît indispensable que de telles dynamiques territoriales se mettent en œuvre pour appuyer et favoriser les changements techniques. Les contrats de milieux, s'ils sont correctement gérés et ouverts aux différentes structures s'installant devraient permettre de faciliter l'intégration de nouveaux acteurs sur les territoires et d'établir des liens entre les activités, et les acteurs qui les portent dans les territoires à enjeux. La dynamique des filières seule, relègue les problèmes environnementaux et de préservation des ressources et de santé au second plan. Les acteurs des territoires à enjeux pour la qualité de l'eau doivent s'impliquer dans des démarches territoriales afin de lever les verrous liés aux fonctionnements des filières et de leurs seuls intérêts.

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

Ce projet a ainsi permis de développer les outils et méthodes d'accompagnement à la réduction des pesticides. Notre expérience, nous indique que la mise en débat, l'intégration des connaissances sur les facteurs qui soutiennent l'utilisation des pesticides constitue une étape indispensable pour permettre une évolution favorable et acceptée des pratiques agricoles par les agriculteurs qui les mettent en œuvre et qui réduisent les utilisations de pesticides.

Pour aller plus loin, il apparaît dès lors nécessaire : 1) de construire et de maintenir dans la durée des espaces de concertation permettant de débattre de l'avenir de l'agriculture antillaise, ceci afin de fixer des objectifs localisés pour les nouvelles politiques publiques et de conduire la réflexion, voire d'aller plus loin, en permettant la négociation et l'allocation des ressources nécessaires à la transition ; et 2) de considérer les échelles territoriales pour l'élaboration de ces politiques et pour l'accompagnement des transitions. En préalable, cela passe par une nécessaire analyse des politiques publiques menées jusqu'ici au regard des objectifs qu'elles s'étaient fixées dans l'histoire récente, en particulier sur les questions de réduction des phytosanitaires et afin de voir en quoi elles sont en mesure d'accompagner les évolutions actuelles

#### **MOTS-CLÉS**

Méthode de conception, approche participative, changement d'échelle, apprentissage des pratiques, diagnostic sociotechnique, débat public local

## In English

---

### ABSTRACT

#### Context

The French West Indies are facing a context of widespread pollution by chlordecone. This pollution is significant at the local level and shows the high sensitivity of Caribbean environments to pesticides. Despite this widespread pollution, significant pesticide applications are still practiced on these island territories. Knowledge of the factors that still maintain these pesticide uses today and generate the observed river pollution remains poorly known. This lack of knowledge is also reflected in the lack of tools to support agricultural practices adapted to pollution management in these conditions.

#### Objectives

In this context, the general objective is to build a system to support the evolution of the practices of the socio-ecosystems of catchment basins affected by agricultural pollution. To this end, one objective is to build in a participatory way a shared representation of the risks related to pollution of agricultural origin by integrating agronomic, economic and social representations, Ultimately, the operational objective is therefore to limit the environmental impact (river pollution) of weed management practices on a territorial scale, with a view to restoring water quality and aquatic ecosystems in the West Indies.

#### Methodology

The methodology used is participatory at the different levels. On two contrasting watersheds (one in Martinique, the other in Guadeloupe), we have implemented surveys with the actors of the agricultural profession and the management of natural resources in these territories. The people surveyed, the questionnaires and the methods of analysis of the results of the surveys were determined according to the themes covered. Times of exchange and debate on herbicides and related issues were organized in the framework of "actor schools" work on the design of watershed evolution scenarios. The latter mobilized a sociotechnical diagnosis, the innovative C-K design methodology and then the development and implementation of a serious game (Della Rossa 2020). These approaches were implemented in the framework of collective workshops in order to build a collective dynamic that would generate solutions.

#### Main results

The first result from the cross-analysis of pollution pressures and pollution observed in the watercourses of the catchment areas shows a strong pressure of herbicide use on the catchment areas, in particular because it is transversal to the different agricultural systems. This intense pressure (by the quantities applied and the frequencies of application on the scale of the catchment areas) generates chronic pollution in the watercourses.

Pesticides present an ambivalence for the actors. Thus, the notions of usefulness and dangerousness coexist, making it difficult to achieve a common representation by the different actors. A second result of the project is that this ambivalence requires a debate on the position of pesticides in territories with stakes for water quality. This required the creation of a space for the exchange of points of view with the schools involved.

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

This need for debate also stems from another result that stands out from our analysis. This is the strong disconnection between the different actors in these territories. Our results show that changes in practices by farmers, as well as strategies to support the change of practices within these sectors only mobilize networks of sectors that thus favour their productive interests by enhancing their constraint frameworks to the detriment of a territorialized development mobilizing the diversity of services and resources of the territory. Our results also show that there is currently no "miracle" solution in terms of technical innovations at the plot level. Technical alternatives to the use of herbicides generate additional labour, operating and/or training costs. Nevertheless, these costs can be counterbalanced by innovations implemented on a territorial scale that valorises the resources available on the territory (such as processing units, livestock, tourism...) as well as by promoting the recognition of its productions and their diversity. In tourism for example, agriculture can promote the attractiveness of the territory through "green" practices, without herbicides, a form of labelling that is part of the development of an ecotourism circuit in the basin and a local sales circuit frequented by tourists. This package would thus benefit these new buyers and help diversify farmers' sources of income. At the same time, products exported from the basin (such as bananas) can be labelled to make the ecotourism circuit known to buyers in France in order to make this territory and its offer of quality agricultural products and tourism more visible. This type of scenario shows the ambitions and strong interconnections necessary for territorial innovations when they aim to create a virtuous circle of economic development associated with the reduction of pesticides. These innovations and the scenario of their implementation have been co-constructed and discussed with the actors thanks to the tools and models of the project (such as DPSIR models, C-K methodology at the territory scale, role-playing game).

### **Applications for public policies, recommendations**

The insularity of the West Indies means that the institutional actors involved in the approaches are common to other basins. The main application is that territorial innovation is a way of developing and changing agricultural practices. Thus, the development of technical innovations and their adaptation and appropriation by farmers can be supported by changes external to the agricultural sectors (enhancement of heritage, tourism, associations with breeders, new service companies, etc.). On this point, it seems essential that such territorial dynamics are implemented to support and promote technical changes. If they are properly managed and open to the different structures that are being set up, environmental contracts should facilitate the integration of new actors in the territories and establish links between activities and the actors who carry them out in the territories at stake.

The dynamics of the agricultural sectors alone relegates environmental, resource preservation and health problems to the background. Actors dealing with water quality issues must get involved in territorial approaches in order to remove the obstacles linked to the functioning of the agricultural sectors and their interests alone.

This project has thus made it possible to develop tools and methods to support the reduction of pesticides. Our experience tells us that the debate and integration of knowledge on the factors that support the use of pesticides is an essential step to allow a favourable and accepted evolution of agricultural practices by the farmers who implement them and reduce pesticide use.

In order to go further, it therefore appears necessary: 1) to build and maintain over the long term spaces for dialogue to discuss the future of Caribbean agriculture, in order

RESYST – Résistance des systèmes agricoles tropicaux à la réduction des pressions de pollution par les pesticides à l'échelle du bassin versant.

to set localized objectives for new public policies and to lead the reflection, or even to go further, by allowing negotiation and allocation of the resources necessary for the transition; and 2) to consider the territorial scales for the development of these policies and for the support of transitions. Beforehand, this requires a necessary analysis of the public policies conducted to date with regard to the objectives they have set themselves in recent history, in particular with regard to the issues of reducing phytosanitary risks and in order to see how they are able to support current developments.

**KEY WORDS**

Design method, participatory approach, change of scale, learning of practices, sociotechnical diagnosis, local public debate