Rapport de synthèse

QUELS SCÉNARIOS DE SORTIE DU GLYPHOSATE ADAPTÉS À LA MARTINIQUE ?

Synthèse d'une démarche de recherche participative et de prospective avec les acteurs du territoire

Mars 2024

MINISTÈRE DES OUTRE-MER
Liberté
Égalité
Fraternité
cirad
lisode Lien social & décision
CAEC Campus AgroEnvironnemental Caraïbe
HORTSYS
tetis
AIDA

AUTRICES ET AUTEURS

Perrine ANDRÉ[a]
Amar IMACHE[b]
Philippe CATTAN[c]
Christophe POSER[d]
Lai Ting PAK[a]

Sous la direction de Fabrice LE BELLEC, directeur de l'unité propre de recherche HortSys, CIRAD, en qualité de chef de projet *Territoires Durables*.

Avec la contribution de Serge SIMON[a].

[a] CIRAD, UPR HortSys, Le lamentin, Martinique
[b] Lisode, Montpellier, France
[c] CIRAD, UMR TETIS, Montpellier, France
[d]CIRAD UR AIDA, Montpellier, France

Pour citer ce rapport :

André, P., Imache, A., Cattan, P., Poser, C., & Pak, L. T. (2024). Quels scénarios de sortie du glyphosate adaptés à la Martinique ? Synthèse d'une démarche de recherche participative et de prospective avec les acteurs du territoire. (p. 64) [Rapport de synthèse]. Cirad.

Table des matières

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX 3

RESUME 4

RESUME GRAPHIQUE 5
SIGLES ET ACRONYMES 6
REMERCIEMENTS 7

INTRODUCTION 8

Une action du projet Territoires Durables 9
AMBITIONS DE L'ACTION ET METHODOLOGIE PARTICIPATIVE 10

PARTIE 1 : DIAGNOSTIC DES USAGES DE GLYPHOSATE DANS LE BASSIN VERSANT DU GALION 11

1.1 CONTEXTE TERRITORIAL 11
1.2 METHODE D'ENQUETE 13
1.3 RESULTATS DU DIAGNOSTIC TECHNIQUE DES USAGES 13
1.3.1 Quantités appliquées par exploitation et par culture 13
1.3.2 Nature des usages par culture 16
1.4 RESULTATS DU DIAGNOSTIC DES LOGIQUES DE PILOTAGE 17
1.4.1 Motivations et facteurs incitant à l'utilisation du glyphosate 18
1.4.2 Motivations et facteurs incitant à l'arrêt ou la diminution des usages de glyphosate 18
1.5 CONCERTATION DES ORGANISMES AGRICOLES 19

PARTIE 2 : RECENSEMENT DES INNOVATIONS ET DES ALTERNATIVES SANS GLYPHOSATE EN MARTINIQUE .. 21

2.1 METHODE D'ENQUETE 21
2.2 DIVERSITE DES ALTERNATIVES TECHNIQUES 22
2.2.1 Mesures préventives contre le développement de l'enherbement et des espèces végétales invasives 22
2.2.2 Mesures curatives contre l'enherbement 24
2.2.3 Optimisation des mesures préventives et curatives 26
2.2.4 Gestions de l'interculture 27
2.3 CONCERTATION SUR LA PERTINENCE ET LE DEPLOIEMENT DES PRATIQUES SUR LE TERRITOIRE 30
2.3.1 Concertation sur le déploiement de la pratique des paillages 30
2.3.2 Concertation sur le déploiement de la pratique de lutte mécanique contre l'enherbement 30
2.3.3 Concertation sur le déploiement de la pratique d'éco-pâturage 31
2.4 CONCLUSION ET DISCUSSION 32

PARTIE 3 : CO-CONCEPTION DE SCENARIOS A L'HORIZON 2035 33

3.1 POURQUOI UNE DEMARCHE PROSPECTIVE ? 33
3.2 MATERIEL ET METHODE 33
3.2.1 Rédaction des scénarios contrastés à travers un jeu de rôle 34
3.2.2 Co-écriture des scénarios réalistes 35
3.3 RESULTATS ET POINTS DE CHUTE EN 2035 DES SCENARIOS REALISTES 35
3.4 ANALYSE CROISEE DES TROIS SCENARIOS REALISTES 36
3.4.1 Points communs et différences entre les scénarios 37
3.4.2 Quels points de vigilance ? 38
3.4.3 Les enseignements à retenir de ces trois scénarios 38

CONCLUSION ET PERSPECTIVES 41

BIBLIOGRAPHIE 43
Annexe 1 : Guide d'entretien, diagnostic 46
Annexe 2 : Guide d'entretien, recensement des alternatives 48
Annexe 3 : Programme de l'atelier de juin 2023 49
Annexe 4 : Programme de l'atelier de juillet 2023 50

Annexe 5 : Poster sur les alternatives sans glyphosate *51*
Annexe 6 : Programme de l'atelier de septembre 2023 ..... *57*
Annexe 7 : Photographies (1,2 et 3) des situations fictives et contrastées en 2035 ..... *59*
Annexe 8 : Photographie de la situation de référence en 2023 ..... *62*
Annexe 9 : Retranscription des scénarios réalistes *63*

Table des figures et tableaux

Figure 1 : Carte et assolement du bassin versant du Galion, QGIS et RPG 2021 11
Figure 2 : Ventes de glyphosate (QSA) en 2021 en kg.ha^{-1} (de SAU) par département. Données : BNV-D 12
Figure 3 : Moyenne triennale de la vente de glyphosate (QSA) en kg.ha^{-1}.an^{-1} 12
Figure 4 : Distribution des exploitations selon leur surface et leur utilisation de glyphosate. 13
Figure 5 : Boxplots des utilisations de glyphosate par culture dans le bassin versant du Galion. 14
Figure 6 : Comparaison entre cultures enquêtées. A : Surfaces enquêtées, B : Quantités totales de glyphosate employé, C : Quantités totales par hectare 15
Figure 7 : Schéma des 5 principaux usages du glyphosate 16
Figure 8 : Comparaison des usages du glyphosate entre cultures 17
Figure 9 : Atelier de concertation avec les institutions agricoles 19
Figure 10 : Synonymes de réduction du glyphosate en Martinique selon les organismes agricoles 19
Figure 11: Carte des systèmes agricoles enquêtés 21
Figure 12 : Différents types de paillage 22
Figure 13 : Association de cultures chou / dachine 23
Figure 14 : Couvert végétal spontané de petit mouron, Drymaria cordata, en bananeraie 23
Figure 15 : Haies en bordure de champ de canne à sucre 23
Figure 16 : Animaux de services au piquet 25
Figure 17 : Pâturage tournant dynamique en verger d'agrume 25
Figure 18 : Parcelle de canne en conformation double rang 26
Figure 19 : Plantation de boutures pré-germées (BPG) 27
Figure 20 : Destruction mécanique d'une bananeraie 28
Figure 21: Présentation des pratiques alternatives auprès d'agriculteurs 30
Figure 22 : World café sur les pratiques alternatives 31
Figure 23 : Synthèse des alternatives au glyphosate recensées 32
Figure 24 : Description d'une situation fictive en 2035, zéro glyphosate (Scénario 1) 34
Figure 25 : Présentation du Scénario 2 tendanciel auprès de la commission de ministres fictive 35
Figure 26 : Travail de co-écriture en sous-groupe 35
Figure 27 : Prolongement des consommations de glyphosate en Martinique selon les trois scénarios réalistes 36
Figure 28 : Présentation d'un scénario réaliste 38

Tableau 1: Comparatif entres les cinq usages du glyphosate 17
Tableau 2 : Recensement des différents outils de désherbage mécanique employés en Martinique 24

Résumé

En 2021, La Martinique était au deuxième rang des départements français les plus consommateurs de glyphosate par hectare de surface agricole utile. Cette situation découle de multiples contraintes auxquelles font face les agriculteurs : climat tropical propice au développement des adventices, parcelles non mécanisables, manque de main d'œuvre, etc., faisant du désherbage chimique une méthode efficace, facile et économiquement rentable. Néanmoins, les analyses d'eau de la rivière du *Galion* et de *La Digue* témoignent d'une contamination par le glyphosate et son métabolite, l'AMPA. Face à ce constat et à cette problématique qui suscite la controverse, l'action de recherche entreprise s'est interrogée sur les voies de sortie du glyphosate en Martinique et les enjeux techniques, sociaux et territoriaux associés. Elle a été menée en partie dans le bassin versant du Galion (BVG) en Martinique, empruntant une démarche participative en collaboration avec les acteurs du territoire (agriculteurs, institutionnels des secteurs public et privé, animateurs, scientifiques, etc.). Ce travail a été mené en trois phases : (i) un diagnostic des usages de glyphosate dans le BVG, (ii) un recensement des pratiques agricoles alternatives présentes en Martinique et (iii) la co-conception de plusieurs scénarios à l'horizon 2035 autour de l'avenir du glyphosate. (i) Les résultats révèlent que l'utilisation du glyphosate touche toutes les filières. Chaque utilisation vise des objectifs spécifiques tels que l'entretien des bordures, la remise en culture ou les traitements localisés. Un tiers des exploitants enquêtés ne fait pas usage de glyphosate pour des questions de rendement, de santé humaine, d'intégration de normes et de volonté de pratiquer une agriculture plus vertueuse. Des usages plus concentrés et importants sont observés pour les filières banane et canne à sucre. (ii) Des alternatives sans glyphosate, ont été identifiées et déclinées en sept leviers principaux. Elles ont été partagées, examinées et discutées avec les agriculteurs et organismes agricoles. (iii) La connaissance du contexte et des alternatives existantes a servi de base pour co-concevoir trois scénarios de sortie du glyphosate avec les acteurs du territoire. Cette méthode de prospective a permis d'avoir une approche territoriale tenant compte, dans le temps long, des aspects réglementaires, sociaux, etc. Ces trois scénarios réalistes montrent tous une tendance de réduction de l'utilisation du glyphosate d'ici 2035. Ils sont conditionnés par plusieurs axes de transition, tels que des systèmes de subventions, une mutualisation des biens et services, une synergie entre les organismes agricoles et les filières de culture et d'élevage, ainsi qu'une orientation de la recherche sur certains sujets. Nous confirmons ainsi le caractère systémique de la thématique de recherche et la nécessité de procéder de façon participative pour aborder les problématiques associées.

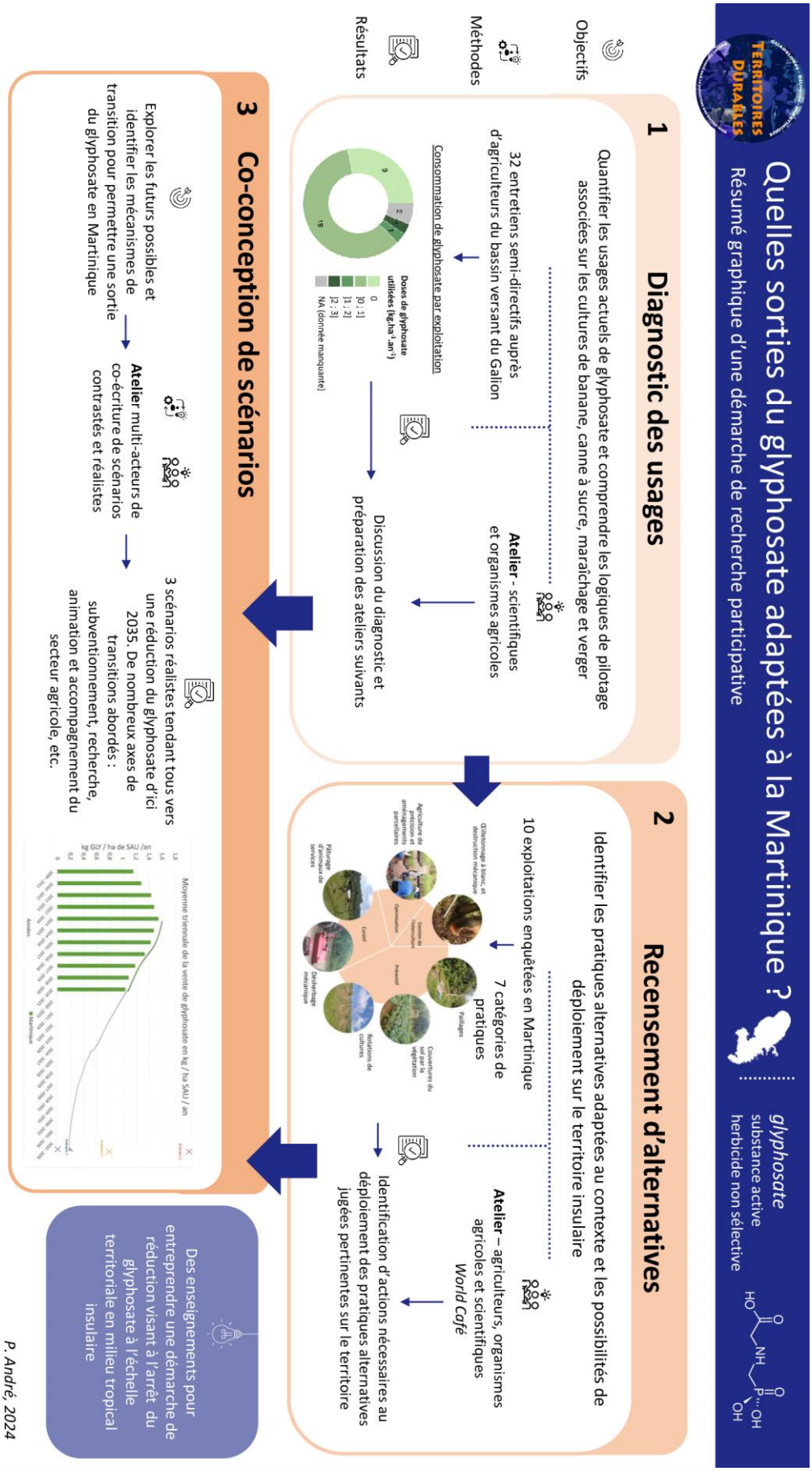
Pour consulter l'action en images :

Glyphosate en Martinique : quels usages et transferts vers les rivières ? https://www.youtube.com/watch?v=Bs52B-D4zpA

Glyphosate en Martinique : quelles alternatives ?
https://www.youtube.com/watch?v=j3I2fQQL3sU&t=285s

Martinique : quels scénarios de sortie du glyphosate ?
https://www.youtube.com/watch?v=Tu4qnbEhswc&t=3s

Résumé graphique



Sigles et acronymes

AMPA : α-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazolepropionic acide

BNV-D : Banque Nationale des Ventes des Distributeurs

BPG : Bouture Pré-Germée

BVG : Bassin Versant du Galion

Cirad : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

CTCS : Centre Technique de la Canne à Sucre

CTM : Collectivité Territoriale de Martinique

CUMA : Coopérative d'Utilisation de Matériels Agricoles

DAAF : Direction de l'Agriculture de l'Alimentation et de la Forêt

DEAL : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DROM : Département et Région d'Outre-Mer

ECHA : Agence européenne des produits chimiques

FREDON : Fédération REgionale de lutte et de Défense contre les Organismes Nuisibles

HVE : Haute Valeur Environnementale

IFT : Indice de Fréquence de Traitement

INRAE : Institut National de la recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

Inserm : Institut national de la santé et de la recherche médicale

IT² : Institut Technique Tropical

QSA : Quantité de Substances Actives

LTA : Lycée Technique Agricole

MAEC : Mesure Agro-Environnemental et Climatique

NODU : NOmbre de Doses Unités

ODE : Office de l'Eau

OPALE : Observatoire de la Pollution Agricole aux antilLEs

PAC : Politique Agricole Commune

PNRM : Parc Naturel Régional de la Martinique

RITA : Réseaux d'Innovation et de Transfert Agricole

RPG : Registre Parcellaire Graphique

SALIM : Service de l'Alimentation

SAU : Surface Agricole Utile

SCACOM : Société Coopérative Agricole Caprins Ovins de la Martinique

TD : Territoires Durables

Remerciements

Ce travail étant le fruit de l'investissement collectif d'une pluralité d'acteurs martiniquais ayant participé aux ateliers, nous souhaitions remercier les agriculteurs et agricultrices, la Chambre d'Agriculture de Martinique, l'IT^2, le CTCS Martinique, la FREDON 972, la DAAF Martinique, Banamart, Orgapeyi, DENEL, le PNRM, la Mairie de Trinité, Le CFPPA de Rivière-Pilote et la DEAL Martinique.

Nous remercions tous les chercheurs, techniciens, ingénieurs et doctorants du Cirad mobilisés au cours de l'action pour leur contribution à l'acquisition de données, aux réflexions, aux analyses, et aussi à l'animation d'ateliers.

Merci à la Mairie de Trinité ayant mis des locaux à notre disposition pour animer un atelier au sein du bassin versant du Galion.

Nous souhaitions remercier le Ministère des Outre-mer pour le financement de ce projet inclusif ayant permis à des acteurs, souvent écartés des démarches de recherches, de s'exprimer au cours de cette action.

Enfin, nous remercions le Lisode pour la qualité de préparation et d'animation des ateliers faisant toute l'originalité et la force de cette action de recherche.

Introduction

Le glyphosate, principe actif de produits herbicides systémiques non-sélectifs[1], a été vendu pour près de 22 tonnes de substances actives en Martinique en 2021 (BNV-D). Rapporté à la surface agricole utile (SAU), cela est trois fois supérieur à la moyenne nationale. En effet, son efficacité et ses faibles coûts l'ont rendu populaire auprès des agriculteurs des Antilles, toutes productions végétales confondues (banane, canne à sucre, maraîchage, verger, etc.). Il est utilisé pour répondre à différents objectifs comme diminuer la pression de l'enherbement (rentrant en compétition avec la culture de rente) ou gérer la phase d'interculture. Pourtant, cette molécule est au centre de nombreux enjeux de santé globale, qu'il s'agisse de la santé des hommes, des sols, de l'écosystème ou de la qualité des eaux. En effet, elle est aujourd'hui avérée toxique pour les milieux aquatiques (ECHA, 2023) et suspectée nocive pour la santé humaine. Ces suspicions ciblent plusieurs effets : lymphomes non hodgkiniens (Inserm, 2021), maladies inflammatoires et immunitaires (Inserm, 2021), effets sur le microbiome (Inserm, 2021 ; Peillex et Pelletier, 2020 ; Van Bruggen *et al.*, 2018). Sa présence et celle de son métabolite l'AMPA, sont identifiées dans de nombreux cours d'eau martiniquais dépassant parfois le seuil de potabilité (ODE, 2021 ; OPALE, 2023). En détruisant les couverts végétaux, les usages de glyphosate sont susceptibles d'amplifier les phénomènes de ruissellement et d'érosion, vecteurs de transfert de la chlordécone[2] encore présente dans les sols contaminés de Martinique (Sabatier *et al.,* 2021). De plus, les dernières études nous enseignent que le glyphosate impacte la biodiversité de la macrofaune du sol des bananeraies avec des pertes allant jusqu'à 55 % de la richesse en détritivores, pourtant essentiels à l'écosystème (El Jaouhari *et al.,* 2023). À cela s'ajoute la difficulté des agriculteurs martiniquais à adopter à court terme des pratiques alternatives complexes, car les trajectoires de changements de pratique dépendent de processus d'apprentissage continus impliquant des interactions avec le territoire et ses acteurs (Deffontaines *et al.,* 2017). Par ailleurs, d'un point de vue historique, l'interdiction de substances pesticides ont parfois eu des effets non escomptés comme la substitution par d'autres substances homologuées à l'image du cas de l'interdiction de l'atrazine en culture de maïs (Mahé *et al.,* 2020). Au regard de la situation, la recherche agronomique se fixe l'objectif de proposer des voies de réduction du glyphosate adaptées au contexte tropical et insulaire en outre-passant les échelles de réflexion parcellaire et de futur proche. Ceci, grâce à la co-conception de différents scénarios à l'horizon 2035. S'agissant d'une question controversée ayant des répercussions larges et d'ampleur publique (santé globale, activité économique, attractivité du secteur agricole, etc.), la présente action de recherche s'est développée autour d'une démarche participative avec les acteurs du territoire. Grâce à la mobilisation d'une équipe de recherche et à l'investissement d'animateurs, de techniciens, d'agriculteurs, d'institutionnels des secteurs public et privé, nous avons collectivement travaillé autour des enjeux techniques, sociaux et territoriaux que requerrait une sortie du glyphosate en Martinique. Afin de répondre à notre objectif, l'action s'est articulée en trois phases principales : un diagnostic des usages du glyphosate sur le bassin versant du Galion (i), un recensement des pratiques agricoles innovantes et alternatives sans glyphosate (ii) et la conception collective de plusieurs scénarios de sortie du glyphosate adaptée à la Martinique (iii). Ces trois étapes ont à chaque fois fait l'objet d'un atelier participatif avec différents acteurs pour orienter et construire la méthodologie de l'étape suivante ou obtenir des réponses à nos questions de recherche (verrous et leviers, perceptions, faisabilités, etc.). Ces ateliers ont été élaborés grâce à la contribution d'un bureau d'étude spécialisé en ingénierie de la concertation : le Lisode.

[1] Principe actif détruisant quasiment toute espèce végétale et qui une fois pénétré dans la plante (ici par contact foliaire) circule dans la sève jusqu'à l'extrémité des racines

[2] Principe actif de produits insecticides organochlorés utilisés aux Antilles jusqu'en 1993

Une action du projet Territoires Durables

Cette action s'effectue dans le cadre du projet *Territoires Durables* financé par le Ministère Chargé des Outre-mer et piloté par le Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement). Ce projet concerne trois territoires d'études : la Réunion, la Guadeloupe et la Martinique. *Territoires Durables* a pour ambition de développer, concevoir et mettre en œuvre avec les acteurs des territoires une démarche de réduction visant à l'arrêt des pesticides.

Ambitions de l'action et méthodologie participative

En raison du peu de temps alloué à cette action, celle-ci a pour ambition de proposer des scénarios co-construits d'une sortie du glyphosate et non d'élaborer un plan d'action stratégique définit. En revanche, elle se base sur une démarche de recherche participative continue, permettant aux acteurs du territoire de s'impliquer et contribuer aux réflexions aboutissant à ce présent rapport. Par cette approche, nous abordons la thématique de la transition en partant du point de vue la pratique (l'application d'un pesticide) pour imaginer un scénario composé d'une séquence d'actions permettant de s'affranchir des usages de ce pesticides.

Traiter la question du glyphosate indépendamment des autres pesticides également utilisés aux Antilles comme le 2,4-D (herbicide dinitrophénylhydrazine), permet d'avoir une clef d'entrée unique dans une réflexion menée sur toutes les cultures, puisque cette substance est homologuée pour quasiment la totalité des productions végétales. Cela a permis à l'équipe de recherche de travailler sur un sujet commun, de décloisonner les réflexions menées dans les filières de production agricole (Della Rossa, 2020) et d'avoir une approche transversale des leviers mobilisables à la diminution des usages des produits phytosanitaires. Ce travail entrepris sur le glyphosate pourra néanmoins servir de base pour des réflexions menées sur d'autres herbicides

Les trois étapes et trois ateliers de notre démarche se complètent et s'imbriquent dans une logique d'aborder différentes échelles d'études, partant de la parcelle à l'instant présent, jusqu'à l'échelle territoriale en 2035. Chacune des étapes possède des objectifs propres pour contribuer globalement à notre question : « quelle sortie du glyphosate adaptée à la Martinique ?».

1. Le diagnostic des usages de glyphosate permet en premier temps, d'identifier les usages, dépendances, perceptions et principales raisons et motivations des agriculteurs et agricultrices à l'emploi de cet herbicide sur leurs parcelles (*cf*. PARTIE 1).

L'atelier mis en œuvre pour cette étape consiste à identifier le positionnement des acteurs institutionnels et membres des filières sur le sujet et les éventuels conflits existants. Cette rencontre permet de valider, d'enrichir et compléter le diagnostic réalisé.

2. Le recensement des pratiques alternatives pour identifier les solutions agronomiques adaptées au contexte agricole et socio-économique de la Martinique (*cf*. PARTIE 2).

L'atelier mis en œuvre permet d'une part de transmettre les connaissances acquises auprès des participants (principalement les agriculteurs et agricultrices pour cet atelier), et d'autre part, de discuter collectivement des freins et actions nécessaires à leur mise en place et leur déploiement.

3. La co-conception de scénarios pour explorer les futurs et incertitudes d'une réduction du glyphosate en Martinique. Cette étape vient apporter l'approche de la transition territoriale et systémique de notre thématique de recherche grâce à un travail de co-écriture aboutissant à des scénarios consensuels. Cette étape s'appuie sur l'ensemble des connaissances acquises en amont : contexte agricole, alternatives, freins aux changements, objectifs des acteurs du territoire, etc. (*cf*. PARTIE 3).

Les deux premières étapes (diagnostic des usages et recensement des alternatives) apportent donc un lot de connaissances et d'informations à l'équipe de recherche et aux participants des ateliers, nécessaire à la mise en place de la troisième étape (rédaction de scénarios). Cette méthodologie permet de progresser dans la réflexion avec un groupe de travail constitué des différents acteurs du territoire (institutions agricoles, agriculteurs et représentants de filière, scientifiques, etc.) tout au long de l'action de recherche. Chaque étape aboutissant à un atelier participatif, cela permet d'orienter continuellement la démarche de recherche vers les intérêts communs des acteurs participants.

PARTIE 1 : Diagnostic des usages de glyphosate dans le bassin versant du Galion

La consommation moyenne de glyphosate en Martinique étant trois fois supérieure aux valeurs nationales : 1 $kg.ha^{-1}.an^{-1}$ contre 0,3 $kg.ha^{-1}.an^{-1}$ (BNV-D, 2021), plusieurs questions se posent quant aux raisons de ces écarts. La réalisation d'une recherche bibliographique et d'un diagnostic des systèmes de production (Belmin, 2021) a permis de répondre à plusieurs questions : Comment (dans quelles quantités, quelles méthodes, par qui) (*cf. Section* 1.3) et pour quelles raisons (techniques, économiques, logistique, etc.) (*cf. Section* 1.4) s'opère l'utilisation du glyphosate dans le bassin versant du Galion (BVG)?

1.1 Contexte territorial

Le territoire d'étude est le bassin versant du Galion (BVG) (45 km^2) recoupant les communes du Robert, du Gros-Morne, de la Trinité et de Sainte-Marie (Figure 1). Le BVG est représentatif de l'agriculture martiniquaise (élevage exclu) puisqu'il présente des surfaces de production végétale (banane, canne, maraîchage, verger) proches des ratios de l'île, avec une prédominance des assolements en monoculture de banane et de canne à sucre.

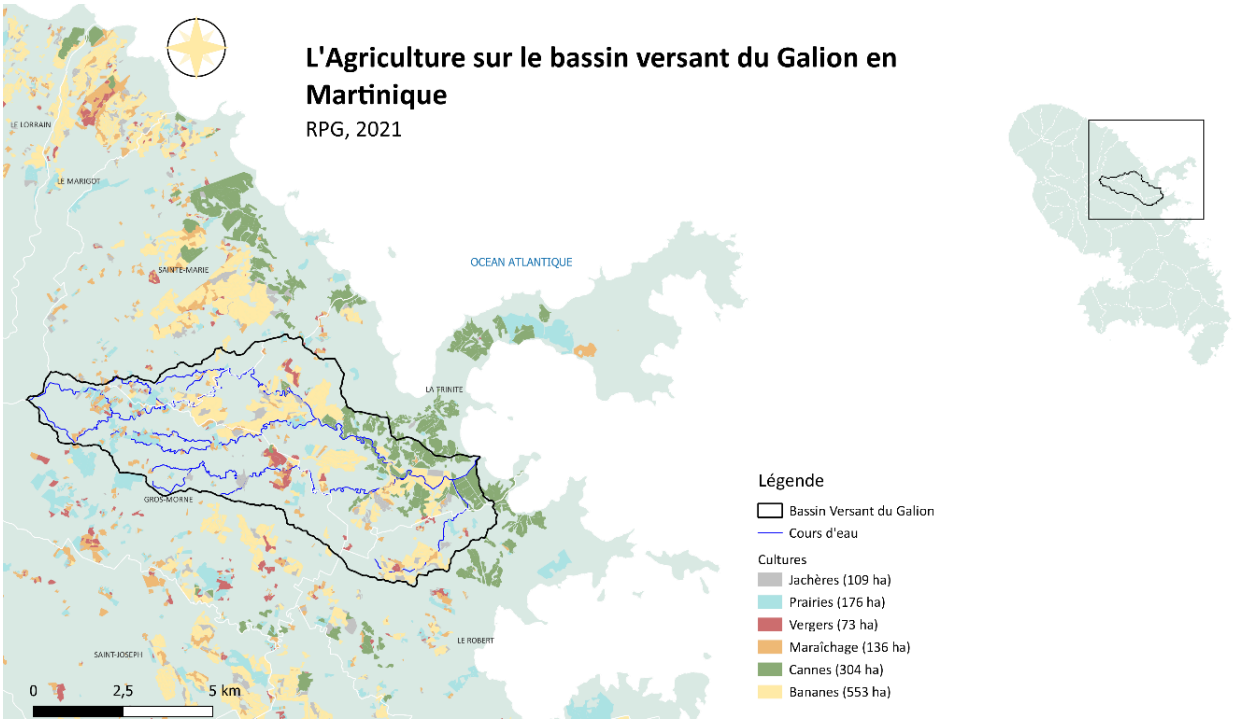
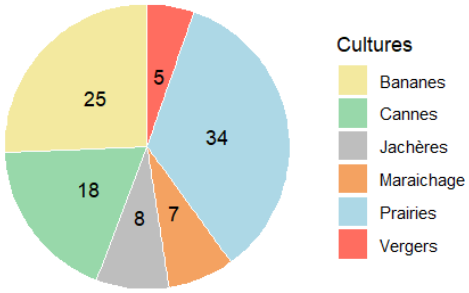
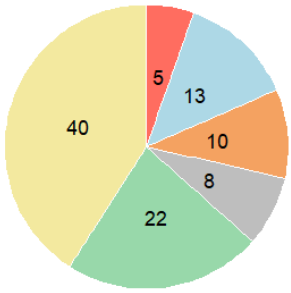


Figure 1 : Carte et assolement du bassin versant du Galion, QGIS et RPG 2021



A 1 Pourcentage des occupations du sol - Martinique



A 2 Pourcentage des occupations du sol - bassin versant du Galion

Restreindre le diagnostic à un bassin versant permet de limiter la variabilité de plusieurs paramètres comme la pluviométrie, la pression des adventices ou la topographie (considérant les écarts importants entre les secteurs

nord et sud de la Martinique). Il s'agit également d'un territoire bien connu de la recherche puisqu'il accueille le dispositif OPALE (Observatoire de la Pollution Agricole aux antilLEs) et qu'il a déjà fait l'objet de plusieurs travaux de recherche dont une thèse sur la conception des organisations collectives agricoles innovantes (Della Rossa, 2020).

A l'échelle insulaire, les données issues de la BNV-D montrent bien que la Martinique maintient une consommation supérieure (en QSA en kg.ha^{-1} de SAU) à la plupart des autres départements de France (Figure 2). La présence de trois départements et régions d'Outre-mer (DROM) parmi les quatre premiers au classement, témoigne de tout l'enjeu de la réduction des herbicides dans les zones ultrapériphériques.

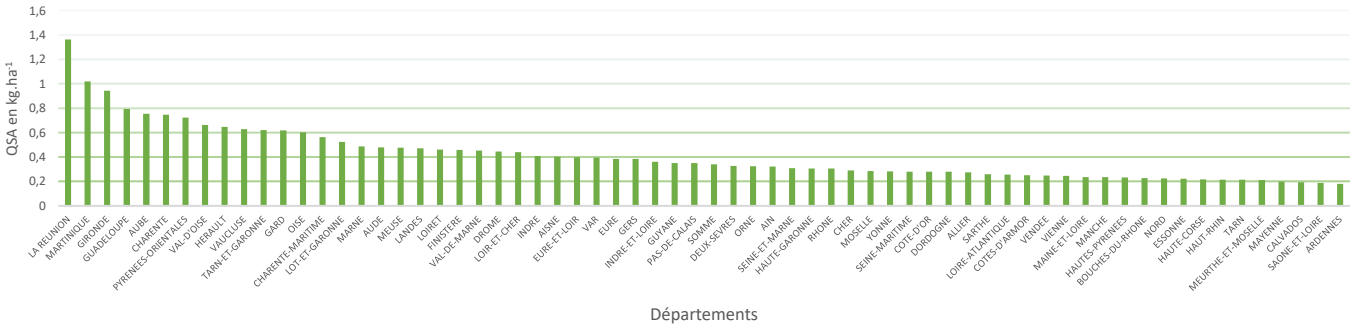


Figure 2 : Ventes de glyphosate (QSA) en 2021 en kg.ha^{-1} (de SAU) par département. Données : BNV-D

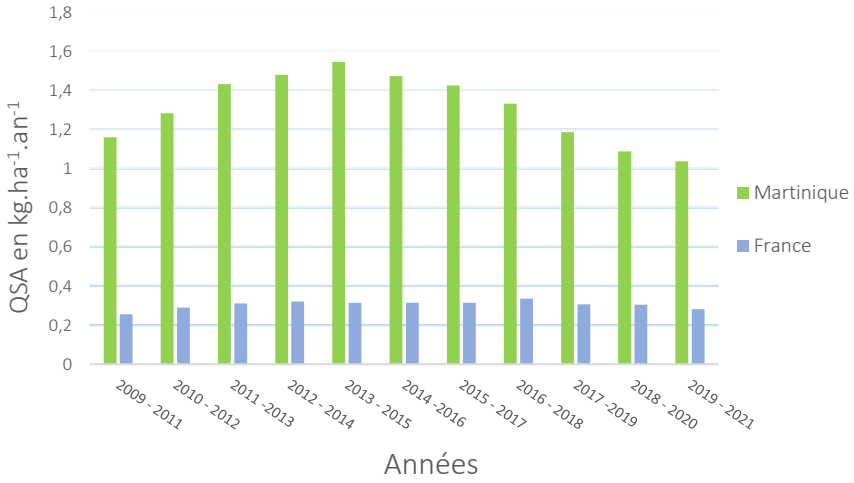


Figure 3 : Moyenne triennale de la vente de glyphosate (QSA) en kg.ha^{-1}.an^{-1}

Bien qu'une diminution de 39 % des ventes par hectare est observable entre 2013 et 2021, l'écart avec la moyenne nationale demeure important (Figure 3).

De 2016 à 2022, des analyses d'eaux en deux sites du réseau hydrographique du BVG (*La Digue* et *Grand Galion*) ont révélé des quantifications de glyphosate mais surtout de son métabolite[3], l'AMPA, à des seuils dépassant parfois les normes de potabilité (Delarque et Pak, 2023). Il est alors important de savoir dans quelles conditions et en quelles quantités le glyphosate a été apporté dans le BVG.

[3] Molécule issue de la dégradation du glyphosate

1.2 Méthode d'enquête

Une base de données a été établie à partir d'entretiens semi-directifs (Annexe 1) auprès de 32 agriculteurs parmi environ 150 présents sur le BVG. Ces entretiens ont permis de renseigner des indicateurs quantitatifs (dose d'herbicide à l'hectare, fréquence de traitement, etc.) et qualitatifs (nature de l'utilisation, motivations et perceptions, etc.) sur 46 cultures (considérant qu'une exploitation peut cultiver différentes cultures) :

- Le maraîchage incluant la culture de racines et tubercules, N= 10
- La banane export (dessert) et créole (plantains, etc.), N=15 (dont 9 exports et 6 créoles)
- Le verger (agrumes, goyave, mangue, etc.), N=10
- La canne à sucre, N=11

L'échantillonnage des exploitants enquêtés s'est réalisé dans l'objectif de représentativité des tailles d'exploitation et de nature des cultures (Figure 1 et Figure 6).

L'indicateur principal : dose de glyphosate à l'hectare, a été renseigné grâce au registre parcellaire graphique de niveaux 2 (RPG) et à la quantité totale de litre de produit à base de glyphosate acheté au cours de la dernière année selon les dires et/ou données de l'exploitant.

1.3 Résultats du diagnostic technique des usages

Cette première partie vise à décrire les pratiques agricoles en rapport avec l'emploi du glyphosate et les disparités existantes entre les exploitations et les cultures.

1.3.1 Quantités appliquées par exploitation et par culture

L'étude se focalisant sur un unique herbicide mais appliqué à différentes cultures. Les indicateurs usuels tels que l'IFT (indice de fréquence de traitement) ou NODU (nombre de dose unités) n'étaient donc pas adaptés car ils sont calculés à partir d'un ensemble de pesticides ou changent de valeurs d'une culture à une autre du fait des différentes doses homologuées. L'indicateur principal retenu pour caractériser l'utilisation du glyphosate dans les exploitations est la quantité en kg de glyphosate pur épandu par hectare de surface cultivée par an.

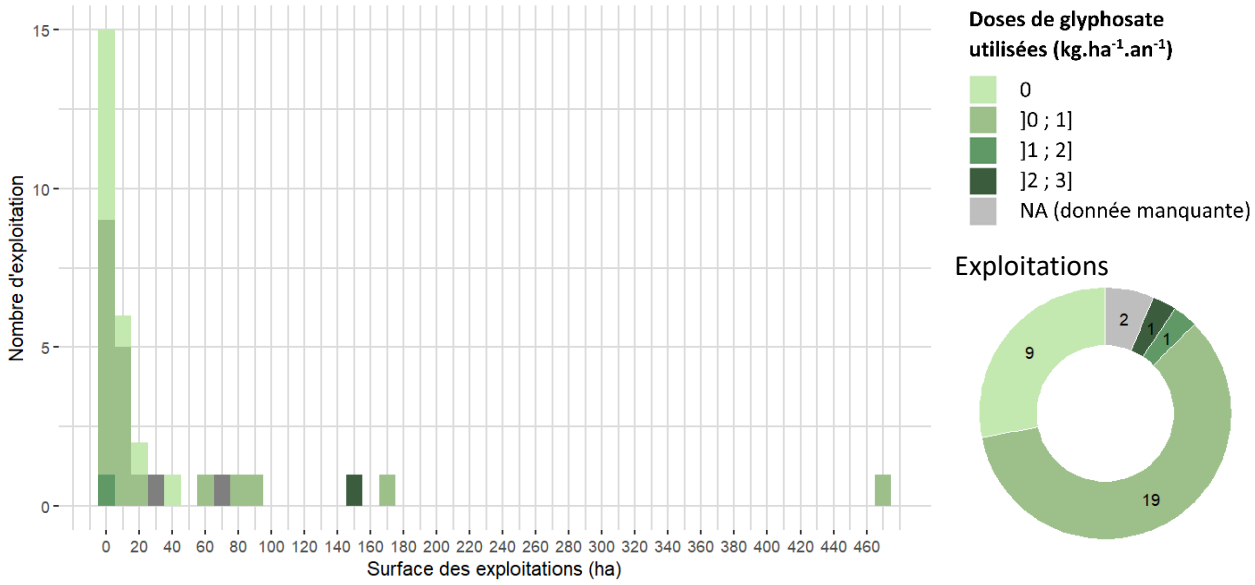


Figure 4 : Distribution des exploitations selon leur surface et leur utilisation de glyphosate.

En observant cet indicateur moyen par exploitation agricole et indépendamment de la nature des cultures (Figure 4), nous pouvons émettre plusieurs constats :

- A l'image du contexte agricole du BVG et du reste de la Martinique : plus de la moitié des exploitations ont une surface de moins de 10 ha et plus de 50 % de la SAU est détenue par 6 exploitations cultivant la canne à sucre ou la banane (RPG Niveau 2, 2021) ;
- Un tiers des exploitations n'utilisent pas de glyphosate et la majorité qui en consomme l'utilise à moins de 1 $kg.ha^{-1}.an^{-1}$ (soit moins de 2,8 $L.ha^{-1}.an^{-1}$ de produit à 360 $g.L^{-1}$) ;
- Il existe des disparités entre les exploitations liées à la taille des surfaces cultivés et leur consommation de glyphosate.

Ces 32 exploitations enquêtées sont hétérogènes, en monoculture ou diversifiées. Elles ne sont donc pas soumises aux mêmes contraintes agronomiques et règlementaires. Autant d'aspects conditionnant l'usage de l'herbicide. Voici une comparaison des données acquises par culture (Figure 5).

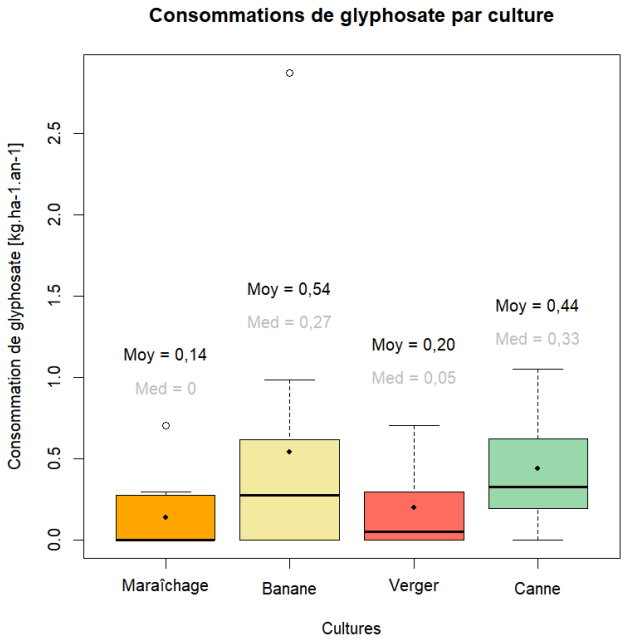


Figure 5 : Boxplots des utilisations de glyphosate par culture dans le bassin versant du Galion.

- Pour chaque culture, **il existe des exploitations économes en glyphosate**. C'est surtout le cas en maraîchage et en verger où presque la moitié des exploitations enquêtées n'utilise pas de glyphosate.
- Les données colectées en cultures bananières montrent aussi des disparités dûes au fait que la culture de la banane créole (plantain, ti nain, etc.) abaisse la moyenne avec **des quantités moindres que celles en culture de banane export** (dessert).
- Il existe des disparités inter et intra-filières de culture.

Si l'on s'intéresse à la consommation totale recensée lors des enquêtes (652 kg de glyphosate pur) et la surface totale enquêtés (1 177 ha), nous obtenons des valeurs moyennes (Figure 6) comparables aux moyennes de la BNV-D (Figure 3) :

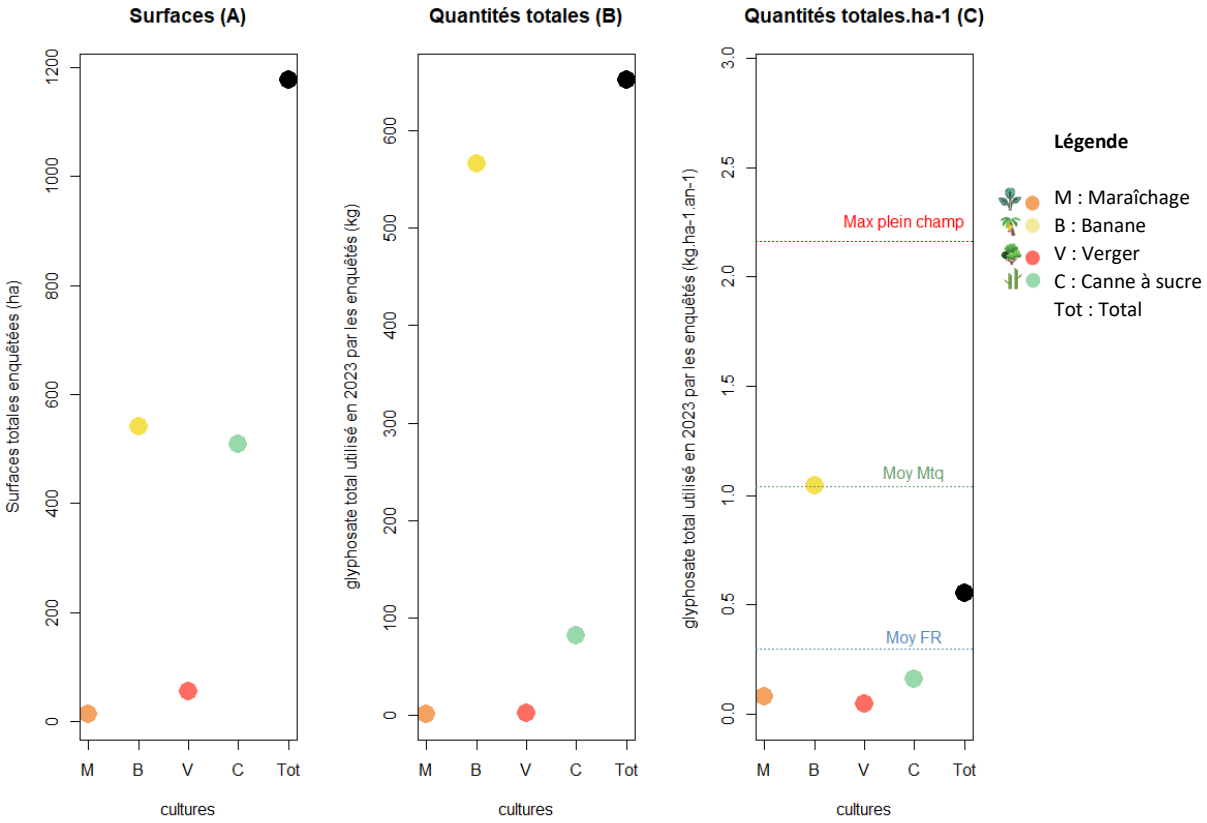


Figure 6 : Comparaison entre cultures enquêtées. A : Surfaces enquêtées, B : Quantités totales de glyphosate employé, C : Quantités totales par hectare

- Il y a des écarts entre les surfaces enquêtées avec d'une part les cultures maraîchères et les vergers qui présentent peu de surface, et d'autre part les cultures de canne à sucre et de banane avec des surfaces plus vastes (A).
- Concernant la quantité totale de glyphosate utilisée par les exploitants enquêtés (B), les cultures de banane **cumulent 87 % de la consommation totale de glyphosate**. Néanmoins, cette quantité rapportée à la SAU (C) **rejoint la moyenne martiniquaise** établie avec les données vente (BNV-D), soit environ **1 kg.ha^{-1}.an^{-1}.**

Chaque culture et chaque exploitation ne consomme donc pas les mêmes quantités. Mais qu'en est-il de la nature des usages ? Comment et dans quels objectifs agronomiques cet herbicide est-il utilisé ?

1.3.2 Nature des usages par culture

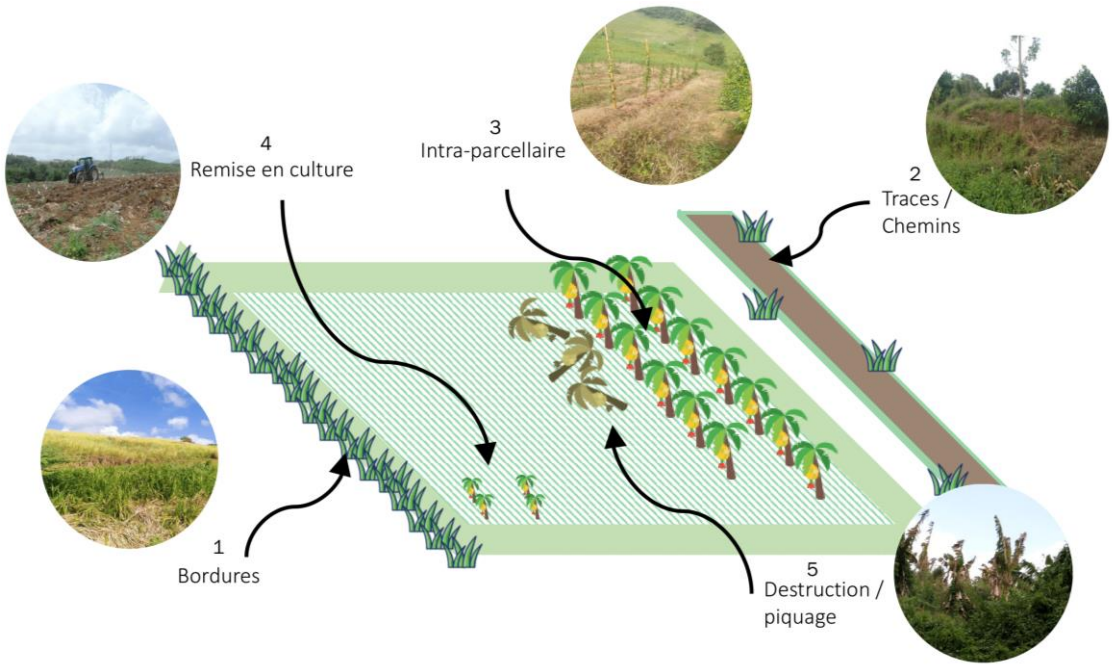


Figure 7 : Schéma des 5 principaux usages du glyphosate

Conformément à de précédents travaux réalisés dans les DROM (RIVAGE, 2017 ; réseau DEPHY FERME 2018), les enquêtes ont montré qu'il existe 5 principaux usages possibles du glyphosate (Figure 7) dont trois liés à la gestion de l'enherbement (1, 2, et 3) et deux liés à la gestion de l'intercultures (4 et 5).

1. Le désherbage des bordures, qui sont des espaces faisant le contour des parcelles souvent propices à la prolifération de la flore herbacée adventice pouvant se propager au sein de la parcelle. Les travailleurs et les machines étant amenés à emprunter ses espaces de passage, il est nécessaire de les maintenir accessible. L'entretien peut alors se faire par un usage de désherbant (Brun *et al.,* 2018 ; enquêtes 2023).
2. Le désherbage des traces ou chemins qui sont des zones de passage entre les parcelles. Elles peuvent être des routes ou des petites voies de passage à pied. Elles sont entretenues sur les mêmes logiques que pour les bordures (Brun *et al*., 2018 ; enquêtes 2023).
3. La lutte des adventices en intra-parcellaire ou en inter-rangs (plein champ) permet d'éviter une compétition aux ressources (eau, nutriments et lumière) avec la culture principale (Brun *et al.,* 2018 ; enquêtes 2023). L'utilisation de glyphosate en intra-parcellaire durant la période de culture n'est cependant pas homologuée en canne à sucre.
4. Lors du redémarrage d'un nouveau cycle de culture après une période de jachère plus ou moins longue, un traitement herbicide peut être réalisé pour détruire la flore herbacée installée durant cette période d'inter-culture ou pour détruire le couvert végétal introduit. Le traitement permet de démarrer une nouvelle culture sur une parcelle nue et de retarder ou diminuer la future pression de l'enherbement (Brun *et al*., 2018 ; enquêtes 2023).
5. Lors de la fin du cycle de culture de la bananeraie (en moyenne 7 ans) un piquage (injection) au glyphosate des pseudo-troncs permet de dévitaliser en quelques jours le plant et de faciliter le dessouchage pour la mise en jachère ou la mise en place de la culture suivante. Cette pratique permet en partie d'éliminer l'inoculum de nématodes, ravageurs du bananier (IT^2, 2023 ; entretiens 2023).

En tenant compte des différentes homologations, itinéraires techniques et vulnérabilités entre les cultures, le glyphosate n'est pas employé de la même façon et pour répondre aux mêmes objectifs (Figure 8) :

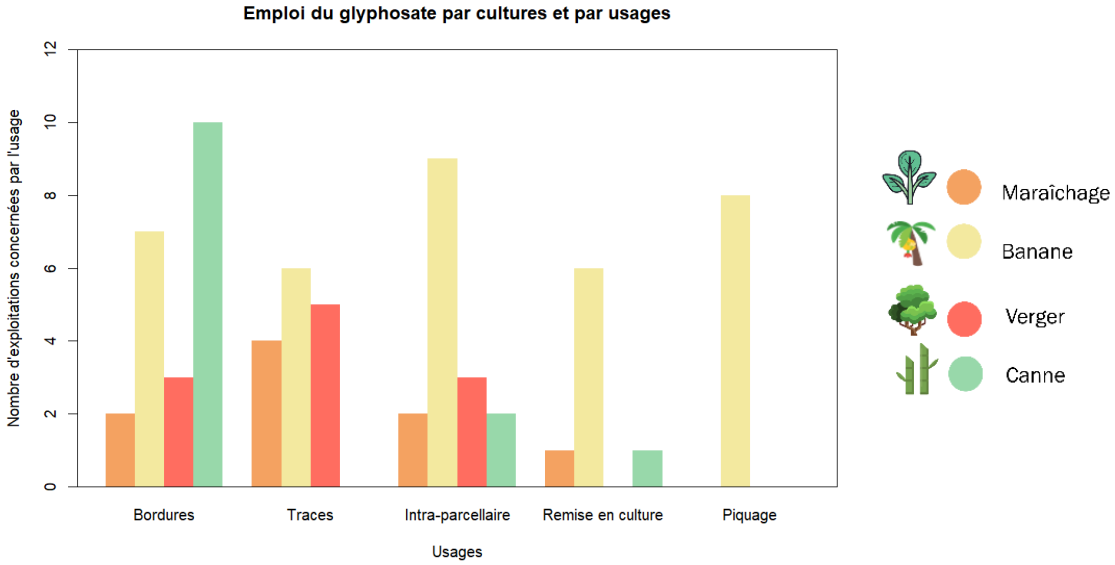


Figure 8 : Comparaison des usages du glyphosate entre cultures.

- L'entretien des bordures est le principal usage de glyphosate et quasiment l'unique pour la culture de canne à sucre ;
- La culture de la banane implique un emploi de glyphosate pour les cinq usages ;
- Les vergers et cultures maraîchères l'utilisent principalement pour la lutte contre l'enherbement sur les bordures et traces (chemins) ;

Selon les usages cités précédemment, la réglementation stipule différents seuils maximums autorisés (Tableau 1).

	1.Bordures	2.Traces	3.Intra-parcellaire	4.Remise en culture	5.Piquage
Fréquence homologuée des traitements/an	1	1	3	1	1
Quantité (dose homologuée max 2022) par traitement en bananeraies	2,16 kg.ha^{-1} (6 L)[4]	2,16 kg.ha^{-1} (6 L)	0,7 kg.ha^{-1} (2 L)	1,08 kg.ha^{-1} (3 L)	1,08 kg.ha^{-1} (3L)
Localisé ou plein champ	Localisé	Localisé	Plein champ	Plein champ	Par pied
Nombre de cultures concernées par les usages (enquêtes)	$^{22}/_{46}$	$^{15}/_{46}$	$^{16}/_{46}$	$^{8}/_{46}$	$^{8}/_{46}$

Tableau 1: Comparatif entres les cinq usages du glyphosate, source : E-phy, IT [2]

Les usages du glyphosate ne sont donc pas les mêmes selon les cultures et les exploitations, mais quand est-il des motivations des producteurs à l'utilisation, plus ou moins importante, d'herbicides à base de glyphosate ?

1.4 Résultats du diagnostic des logiques de pilotage

Cette partie traite des logiques d'action et des contraintes qui influencent l'usage du glyphosate. Cela, afin de comprendre les phénomènes d'adoption et de rejet du désherbage chimique à la lumière de l'ensemble des caractéristiques constituant l'exploitation agricole (sols, topographie, ensoleillement, etc.).

Les enquêtes ont montré que l'usage du glyphosate se fait d'une part, par des choix et motivations propres aux producteurs et d'autre part, par des facteurs extérieurs influençant le pilotage de l'exploitation. Ces derniers, motivations et facteurs extrinsèques, ne sont pas toujours les mêmes selon les exploitations. En effet, nous

[4] Produits à concentration 360g.L^{-1} de glyphosate

pouvons traiter d'une part les exploitations de taille restreinte (moins de 10 hectares) souvent en modèle familial avec un petit capital financier, et d'autre part les grandes exploitations, pilotées selon une logique d'économie d'échelle et de rentabilité, disposant d'un capital financier, humain et matériel.

1.4.1 Motivations et facteurs incitant à l'utilisation du glyphosate

Les motivations communes à l'utilisation sont la simplicité, l'efficacité et le faible coût que requièrent les traitements au glyphosate. En effet, en termes de coût, le traitement à base de glyphosate est en moyenne trois fois moins chère que le traitement mécanique et manuel (entretiens, 2023). De plus, les petites exploitations ne disposant pas d'outil auto-porté ou auto-tracté décrivent la tâche du désherbage mécanique comme très pénible : *« Ah non j'approche bientôt de la retraite et on me dit de plus (davantage) désherber manuellement ? C'est trop pénible. » ; « Mettre une débroussailleuse sur mon dos avec tous mes problèmes (de santé), c'est pas possible. »* Agriculteur·rice·s interrogé·e·s.

En ce qui concernent les facteurs extérieurs et structuraux, le contexte antillais joue en défaveur de la réduction des herbicides :

- Le **climat tropical**, chaud et humide, est propice au développement des adventices : *« Sans désherbant, tu es foutu là* ! », *« L'herbe des Antilles est plus coriace. »* Agricult·eur·rice·s interrogé·e·s ;
- La présence **d'espèces végétales invasives** comme *Merremia aegyptia* (liane poilue) ou *Panicum maximum Jacq*. (Herbe de Guiné) ;
- Les **fortes pentes** réduisent les possibilités de mécanisation ;
- Le **contexte insulaire** réduit l'accès à des outils spécifiques et à bas coûts ;
- La **chaleur** et l'**ensoleillement** rendent les travaux aux champs éprouvants : *« Rester à travailler au soleil toute la journée, c'est aussi dangereux que d'utiliser du produit ! »* Agricult·eur·rice interrogé·e.

Pour les plus grandes exploitations, l'indisponibilité de la main d'œuvre fait défaut au choix du désherbage mécanique. Malgré les récentes dérogations à recruter des travailleurs saisonniers étrangers en situation irrégulière, les planteurs peinent à recruter pour assurer des tâches d'astreinte (souvent pénibles). Ainsi, un désherbage chimique s'avère être une solution à ce manque de personnel.

Finalement, plusieurs motivations et facteurs extérieurs incitent les exploitants agricoles du bassin versant du Galion à avoir recours à des produits à base de glyphosate, mais qu'en est-il pour le tiers n'en utilisant pas (Figure 4) ?

1.4.2 Motivations et facteurs incitant à l'arrêt ou la diminution des usages de glyphosate

Les motivations communes sont celles associée à la volonté de faire une agriculture plus saine et de préserver la santé de la culture principale. En effet, le discours tenu par certains producteurs était que le glyphosate en intra-parcellaire avait un effet long terme néfaste sur la culture de rente (ici en bananeraies) et que son arrêt sera nécessaire à un moment donné : « *Il faut arriver à faire sans glyphosate […] (le glyphosate) on l'utilise en dernier recours* » Agriculteur·rice interrogé·e. Pour les petites plantations (toutes cultures), la question de la santé humaine (en particulier pour celui qui traite) fut régulièrement évoquée lors des entretiens « *Avant, quand je mettais du désherbant, ça me donnait mal à la tête.* » Agriculteur·rice interrogé·e. Le respect des normes MAEC fut également évoqué comme raison de la diminution des usages d'herbicides. L'accès à des formations sur les pratiques alternatives sans herbicides, tenu par des associations, la Chambre d'Agriculture ou encore des organismes agricoles a parfois été décisif dans la modification des itinéraires techniques au profit d'une réduction du glyphosate.

En ce qui concerne les grandes exploitations, la volonté d'améliorer son image par des systèmes de certification comme HVE (Haute Valeur Environnementale) ou des démarches RSE (Responsabilité Sociale des Entreprises) apparait comme un facteur de diminution ou d'arrêt de l'utilisation de l'herbicide.

1.5 Concertation des organismes agricoles

Afin de confronter nos résultats issus des enquêtes avec les perceptions des organismes agricoles, un premier atelier participatif fut tenu en juin 2023 (Annexe 3) (Figure 9). Cette rencontre permis aux participants de partager leur positionnement sur le sujet et d'identifier les éventuels points de blocage

Figure 9 : Atelier de concertation avec les institutions agricoles

Les acteurs présents aux différents profils (institutionnel, technicien, responsable production, scientifique, etc.) se sont exprimés sur la thématique de notre recherche : « la sortie du glyphosate adaptée à la Martinique ». Ils se sont accordés sur la nécessité de diminuer le glyphosate sous la condition que des solutions concrètes et opérationnelles soient proposées aux producteurs pour pallier les inconvénients comme les surcoûts (Figure 10).

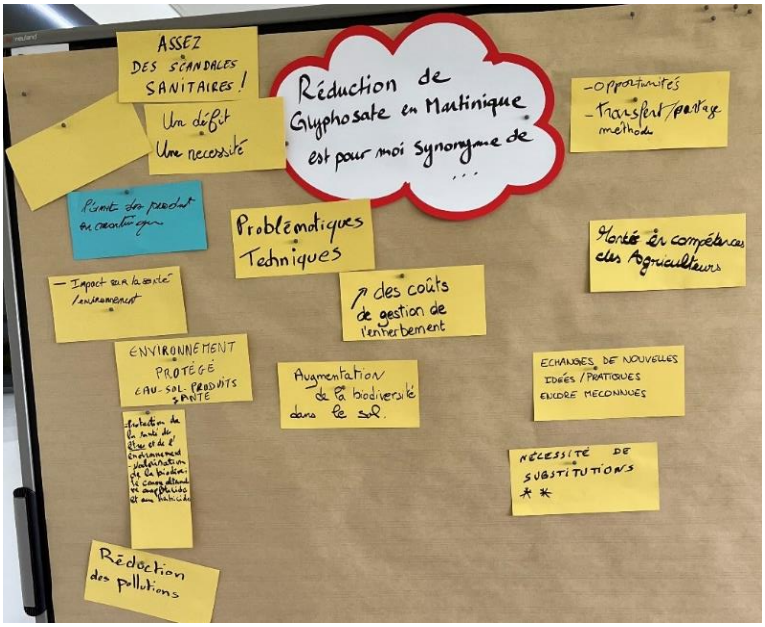


Figure 10 : Synonymes de réduction du glyphosate en Martinique selon les organismes agricoles

Dans un second temps, des travaux de sous-groupes ont permis d'identifier les actions, selon eux, concrètes à mettre en place pour permettre une réduction puis une sortie du glyphosate :

- **Combinaisons de pratiques**, dans l'idée qu'il n'existe pas une unique solution, mais un ensemble de leviers techniques à associer ;
- **Animaux de services** pour gérer l'enherbement par éco-pâturage ;
- **Désherbages sélectifs** en retirant les adventices les plus virulentes et en tolérant la présence des autres ;
- **Organisation inter-filières et inter-instituts** pour favoriser les échanges de connaissances et optimiser le déploiement des innovations ;
- **Réseaux de transferts de connaissances** entre producteurs sur le même principe des RITA (Réseaux d'Innovation et de Transfert Agricole).

Finalement, aucune incohérence dans la présentation de nos résultats n'a été soulignée et aucun conflit n'a été identifié entre acteurs au sujet de notre thématique de recherche.

Les usages de glyphosate sont ainsi multiples dans les quantités utilisées, les objectifs visés et dans les logiques d'utilisation. Cet herbicide est employé principalement pour diminuer la pression de l'enherbement et plus épisodiquement pour la gestion des phases d'intercultures. Les filières banane et canne à sucre sont les principales consommatrices de glyphosate en valeur absolue et rapportées à la surface cultivés (Figure 6). Les organismes agricoles s'accordent sur la nécessité de réduction de son utilisation en Martinique. Les discussions avec les différents acteurs du secteur agricole, nous permettent de mettre le doigt sur des problèmes plus généraux comme le revenu agricole ou la pénibilité du travail.

La question de la substitution du glyphosate et de la re-conception des exploitations agricoles (itinéraires techniques, objectifs, productions, etc.) étant centrale dans notre question de recherche, un recensement des pratiques alternatives existantes en Martinique fut essentiel pour envisager sérieusement une sortie du glyphosate pour le territoire insulaire.

PARTIE 2 : Recensement des innovations et des alternatives sans glyphosate en Martinique

Des recherches d'alternatives au glyphosate, et plus largement aux pesticides, ont déjà été menées à plusieurs reprises par le Cirad[5], l'INRAE[6], The Pesticide Action Network[7], et bien d'autres. L'originalité du présent travail se situe d'une part dans le territoire d'études permettant d'avoir un regard sur l'aspect fonctionnel et adapté au milieu tropical volcanique insulaire, et d'autre part dans la concertation des agriculteurs lors d'un atelier participatif (*cf.* Section 2.3). Quelles sont alors les pratiques alternatives de gestion de l'enherbement et de l'interculture sans glyphosate adaptées à la Martinique ?

2.1 Méthode d'enquête

Afin d'identifier les producteurs innovants, nous avons sollicité les réseaux associatifs, les coopératives et les organismes agricoles pour obtenir des informations et contacts.

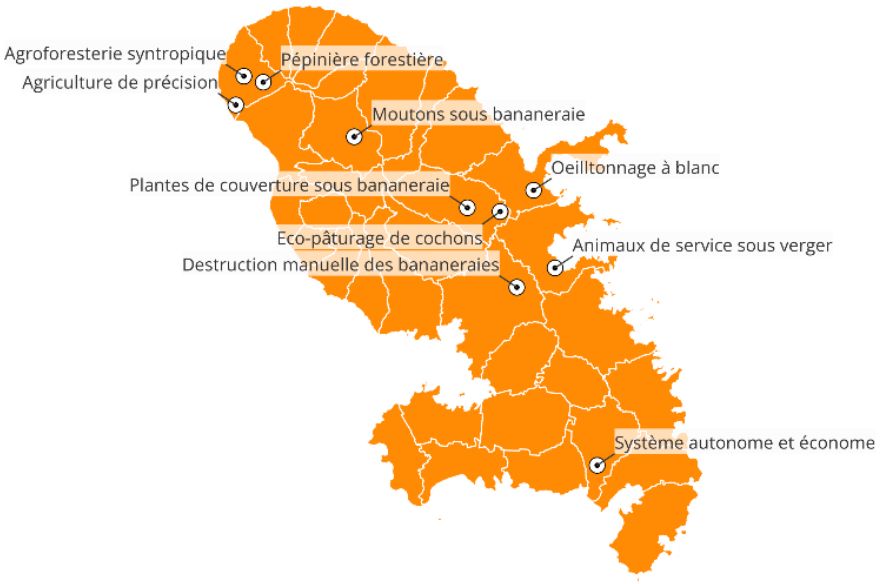


Figure 11: Carte des systèmes agricoles enquêtés

Au total, 10 exploitations furent sélectionnées et enquêtées (Figure 11) en fonction de leurs critères à :

- Substituer l'utilisation du glyphosate par une pratique agricole ou une combinaison de pratiques ;
- Prévenir la pression de l'enherbement ;
- Re-concevoir un modèle d'exploitation sans glyphosate.

Il s'agit bien d'innovations et d'alternatives parcellaires qui ont été traitées pour plusieurs systèmes de culture martiniquais. Les critères utilisés durant les enquêtes furent **uniquement qualitatifs** tels que : les itinéraires techniques et leurs atouts et contraintes associés, la satisfaction du producteur de la pratique, les changements structuraux nécessaires, etc. (Annexe 2).

[5] Bruchon L. et al, 2015. Guide Tropical – Guide pratique de conception de systèmes de culture tropicaux économes en produits phytosanitaires. Le Bellec F. (Ed.), CIRAD
[6] Reboud X. et al, 2017. Usages et alternatives au glyphosate dans l'agriculture française.
[7] Pesticide Action Network Europe, 2017. Alternative method in weed management to the use of glyphosate and other herbicides.

2.2 Diversité des alternatives techniques

Les alternatives recensées dans les exploitations ont été réparties en 4 thématiques :

- Les mesures préventives ;
- Les mesures curatives ;
- L'optimisation ;
- La gestion de l'interculture.

Il ne s'agit pas d'une synthèse exhaustive des alternatives et leviers techniques possibles en milieu tropical, mais d'une présentation d'alternatives mise en œuvre et identifiées en Martinique. Il s'agit donc d'alternatives opérationnelles et adaptées au contexte antillais.

2.2.1 Mesures préventives contre le développement de l'enherbement et des espèces végétales invasives

2.2.1.1 Paillages végétaux et manufacturés

Qu'ils soient manufacturés ou végétaux, les paillages (Figure 12) sont employés par près de la moitié des maraîchers du BVG (Signarbieux, 2021), mais moins par les autres agriculteurs (enquêtes, 2023). L'occultation de la lumière sous le paillage empêche la photosynthèse et parfois procure une barrière physique au développement des adventices. Cette pratique permet également de conserver des propriétés agronomiques comme : le maintien de l'humidité au sol, la limitation de l'érosion (pour les paillages végétaux) et la fertilisation pour les paillages végétaux (Bruchon et al., 2015 ; Choudhary et al., 2022).

Voici quelques exemples de paillages :

(A) Bagasse compostée

(B) Bois raméal fragmenté

(C) Toile tissée

Figure 12 : Différents types de paillage

Le **bois raméal fragmenté (BRF) (B)**, issu du broyage de rameaux, protège et fertilise la zone au pied de l'arbre. Il maintient l'humidité du sol et peut être une ressource disponible dans l'exploitation.

L'épaillage de feuilles de canne. Dépôt d'un mulch protecteur au pied de la canne par rabattage ou coupe des feuilles sèches.

Le mélange de broyat végétal. Certains mélanges peuvent avoir des effets allélopathiques auprès des adventices et des ravageurs. Exemple : mélange de citronnelle (*Cymbopogon citratus*), gros thym (*Coleus amboinicus*) et atoumo (*Alpinia zerumbet*).

La bagasse (A). Il s'agit d'un co-produit de l'industrie rhumière (résidu fibreux de la canne à sucre après extraction du jus) disponible gratuitement auprès des distilleries. Elle peut être préalablement compostée.

Les paillages manufacturés comme le géochanvre, le carton, le plastique, le papier ou la toile tissée **(C)**. Ces paillages peuvent être appliqués manuellement ou mécaniquement. Ils peuvent être biodégradables et/ou

réutilisables durant plusieurs années. Certains peuvent être économiquement accessibles comme le carton et d'autres sont plus onéreux comme le géochanvre.

2.2.1.2 Couverture du sol par la végétation

Tout comme les paillages, les couverts végétaux sont un moyen de faire barrière au développement des adventices. Il s'agit dans ce cas de couvrir le sol grâce à de la végétation issue soit de la culture de rente (association de cultures) soit de plantes de services.

Densification, fermeture du couvert et association

La densification du couvert par resserrement des rangs (observée en culture de banane créole) ou association de cultures, permet d'une part de limiter la surface d'enherbement (Signarbieux, 2021), et d'autre part de limiter l'accès à la lumière nécessaire aux adventices pour germer et se développer (Himmelstein, 2017 ; enquêtes, 2023). Cela requiert de faire des associations judicieuses ainsi que de prendre en compte les sensibilités de la culture de rente pour éviter la compétition entre les plants (ASSOFWI, 2020 ; Bruchon et al., 2015). Il peut s'agir d'associations avec des cultures rampantes de cucurbitacées : pastèque et massissi (concombre des Antilles), observées en culture maraîchère et de canne à sucre ou d'autres associations comme celle du : chou / dachine (Figure 13). Cependant, des rangs trop serrés peuvent aussi complexifier l'action de désherbage mécanique en limitant l'accès aux espaces à désherber (Himmelstein, 2017).

Figure 13 : Association de cultures chou / dachine

Plantes de couverture

Cette pratique permet d'occuper l'espace en inter-rang pour empêcher la prolifération des adventices. Des essais ont été menés en Martinique et en Guadeloupe sur des plantes de couverture semées en cultures de banane et de canne à sucre avec notamment des crotalaires. Malgré des résultats intéressants sur le recouvrement du sol par devancement du développement de la flore adventice (Digard, 2022), la mise en œuvre de ces plantes de services peine à se généraliser car demande un accès aux semences et un entretien régulier (entretiens, 2023).

Une maitrise de l'enherbement spontané (Figure 14) ne générant pas une concurrence problématique pour la culture de rente (par une sélection de la flore pérenne maintenue dans la parcelle) peut également être une alternative requérant peu d'entretien (Bruchon et al., 2015).

Figure 14 : Couvert végétal spontané de petit mouron, Drymaria cordata, en bananeraie

Haies en bordure

Les haies en bordure de champs (Figure 15) sont une méthode pour occuper l'espace aux abords des parcelles avec des espèces herbacées ou arborescentes choisies, en partie pour leurs effets allélopathiques sur les adventices (ex : vetivert). Ces haies s'érigent comme une sorte de barrière à la prolifération physique des adventices (entretiens, 2023). Certaines ont également l'avantage d'être un habitat pour les auxiliaires de cultures (Djian-Caporalino et al., 2020).

Figure 15 : Haies en bordure de champ de canne à sucre

2.2.1.3 Rotations de cultures

Le précédent cultural et la gestion des adventices associée ayant une influence sur l'abondance des communautés d'adventices dans les parcelles, les rotations de cultures peuvent être des mesures préventives à

la gestion de l'enherbement (Frify, 2013 ; Weisberger et al., 1019). En Martinique, il existe des rotations de cultures banane / canne d'environ dix ans (cinq ans de banane et cinq ans de canne à sucre) décrites comme permettant de diminuer la pression de certaines adventices spécifiques d'une culture sur l'autre (entretiens, 2023). Néanmoins, ces pratiques nécessitent soit d'avoir une double compétence au sein d'une même exploitation (culture de la canne et culture de la banane) ou d'échanger des parcelles entre exploitations de canne à sucre et de banane, notamment grâce à des partenariats (enquêtes, 2023). Ces deux cas de figure existent en Martinique, mais uniquement lorsque les parcelles correspondent aux exigences pédoclimatiques des deux cultures. Néanmoins, les effets de cette pratique sur la flore adventice sont peu documentés et les études menées sur le sujet aboutissent davantage à des résultats économiques ou de gestion des ravageurs telluriques (Poser et Monsaingeon, 2002).

2.2.2 Mesures curatives contre l'enherbement

2.2.2.1 Lutte physique contre l'enherbement

La lutte physique concerne à la fois le désherbage mécanique, manuel et thermique (flamme, vapeur, etc.,). **Le désherbage thermique**, peu répandu, n'a été observé qu'une fois avec un dispositif à flamme qui expose les adventices à une forte température. Son efficacité est fugace car cela ne détruit que les parties aériennes sans atteindre ni détruire le système racinaire. Pour une meilleure efficacité d'utilisation, cette pratique est recommandée sur un stade d'enherbement précoce (adventices ayant moins de trois feuilles). Cependant, cette dernière méthode peut rapidement devenir onéreuse et pénible puisqu'elle nécessite de porter une bouteille de gaz soit à dos, soit sur un diable, sans compter les risques d'incendie (enquêtes, 2023).

Le désherbage mécanique est le moyen de lutte curatif le plus connu et employé en Martinique pour gérer l'enherbement. Il existe une diversité d'outils utilisés sur le département en termes de taille, de zones ciblés (inter-rangs, accotements, etc.), d'adaptation aux pentes et de confort d'usage (enquêtes, 2023). En effet, selon les surfaces nécessaires pour gérer l'enherbement, ces outils peuvent être portés, tractés, auto-portés, auto-tractés ou même télécommandés. Certains peuvent également gérer l'enherbement par un travail superficiel du sol en inter-rang. Voici certains outils populaires auprès des exploitants (Tableau 2):

	Fauche et broyage	Débroussaillage	Travail du sol
Porté / poussé		Débroussailleuse à dos	**Houe maraîchère** pour un binage peu profond. Elle peut être auto-construite
Tracté	**Gyrobroyeur tracté** adapté à la gestion des inter-rangs tracté par tracteur ou quad **Broyeur d'accotement** tracté adapté aux bordures difficiles d'accès		**Déchaumeur à disque tracté**, adapté au travail superficiel du sol en inter-rangs **Houe rotative** adaptée aux petites surfaces, tractée par motoculteur
Auto-tracté	**Motofaucheuse** adaptée à la gestion des traces, bordures et inter-rangs **Engin de fauche** adapté aux fortes pentes et léger type *Brielmayer*		
Auto-porté	**Gyrobroyeur auto-porté** 4x4	Tondeuse auto-portée 4x4	

Tableau 2 : Recensement des différents outils de désherbage mécanique employés en Martinique

Ces pratiques ont été désignées comme très pertinentes pour envisager une substitution à l'utilisation du glyphosate et on fait l'objet d'un travail de réflexion collectif avec les agriculteurs et institutions agricoles (*cf.* Section 2.3).

Le désherbage manuel demeure une pratique populaire auprès des exploitants maraîchers et parfois auprès des planteurs de canne en système extensif. Si le désherbage est réalisé suffisamment précocement dans le stade de

développement des populations d'adventice, la charge de travail sera moins importante. Néanmoins, la pénibilité de ce travail reste conséquente du fait de la position courbée et des mouvements répétitifs (entretiens, 2023).

2.2.2.2 Eco-pâturage avec des animaux de services

Cette pratique reconnecte productions animale et végétale au sein des systèmes agricoles et a déjà fait l'objet de plusieurs travaux en Martinique (Lavigne et Lavigne, 2012) et en Guadeloupe (Andrieu et al., 2023). Son principal avantage et de diminuer le temps et la charge de travail d'astreinte nécessaires au désherbage tout en diversifiant le revenu agricole. Les animaux de services sont une alternative au désherbage chimique à la fois en cours de culture (pâturage) et durant la phase d'interculture (pâturage et préparation du sol). Aux cours des enquêtes, les animaux de services ont été plusieurs fois recensés selon différentes conduites d'élevage et d'objectifs visés. Ces animaux sont des bovins, ovins ou encore des monogastriques (porcs et volailles). Ils ont été identifiés dans des plantations de banane, des vergers et des exploitations maraîchères.

Animaux au piquet

Figure 16 : Animaux de services au piquet

Pratique courante aux Antilles, elle permet de contrôler la zone de pâture sans pour autant nécessiter un espace clôturé. L'animal est attaché par une corde de quelques mètres à un piquet planté dans le sol et est déplacé régulièrement par l'éleveur (Figure 16). Cette pratique s'applique sur les abords des parcelles ou en parcelle durant l'interculture. Les porcs ont par exemple la faculté de réaliser un travail superficiel du sol en remuant la terre en surface ce qui permet de désherber et de préparer la parcelle à une remise en culture (entretiens, 2023).

Parcage et pâturage tournant dynamique

Une autre possibilité donnant plus de liberté de déplacement aux animaux est le parcage dans les parcelles de culture.

Cette pratique, permet à la fois de contrôler la zone de pâture et de protéger, dans une certaine mesure des attaques d'animaux errants, et plus précisément les canidés très présents aux Antilles (Andrieu et al., 2023 ; entretiens 2023). Le pâturage tournant dynamique, par déplacement des animaux d'un parc à un autre, optimise le broutage de l'herbe en diminuant la part de refus. Cela requiert cependant une charge de travail supplémentaire pour changer les animaux d'enclos (quotidiennement s'il s'agit de pâturage tournant dynamique), et pour clôturer davantage d'espace (Leray et al., 2017).

Figure 17 : Pâturage tournant dynamique en verger d'agrume

Concernant la protection des cultures de rentes, il est parfois nécessaire de les protéger contre les animaux d'élevage pouvant essayer de brouter ou de grimper sur la culture (entretiens, 2023). Cela est le cas d'un verger où les jeunes pieds d'agrumes sont individuellement encadrés de clôtures électriques reliées par câbles au sol (Figure 17). Le désherbage au pied des arbres est alors fait mécaniquement à la débrousailleuse à dos.

2.2.3 Optimisation des mesures préventives et curatives

Ces mesures préventives et curatives ont montré leur efficacité en Martinique, mais font face à plusieurs difficultés techniques comme les fortes pentes ou la repousse rapide des adventices (Signarbieux, 2021 ; entretiens, 2023). Il existe des leviers techniques pour amoindrir ces difficultés et optimiser certaines alternatives présentées ci-dessous.

2.2.3.1 Aménagements parcellaires

Les forts reliefs martiniquais rendent régulièrement le désherbage mécanique fastidieux, voire impossible sur certaines parcelles. Certaines exploitations ont réalisé un système de terrassement, afin de casser les pentes et permettre un passage des engins agricoles sur des surfaces aplanies. Cela facilite la plupart des travaux au champ et limite les risques de perte d'adhérence. Les terrassements existants ont été réalisés à l'aide d'une pelle mécanique pour adapter les passages du gyrobroyeur.

Figure 18 : Parcelle de canne en conformation double rang

D'autre part, les conformations des cultures en rang simple ne permettent pas toujours le passage des machines agricoles pour le désherbage. Aménager les parcelles en « double rang » pour la canne (Figure 18) ou en « grand dos, petit dos » pour la banane permet de laisser suffisamment d'espace un rang sur deux, pour le désherbage mécanique avec des engins de petite taille adaptés. Cet aménagement peut également être réalisé en cultures maraichères.

1.1.1.2 Agriculture de précision, un exemple appliqué aux boutures pré-germées de canne à sucre

L'agriculture de précision est une branche de l'agriculture permettant de cibler les actions au champ (désherbage, fertilisation, récolte, etc.) avec précision tout en limitant les ressources investies dans la parcelle (fuel, désherbant, fertilisant, main d'œuvre, etc.). Cette agriculture peut notamment faire appel aux nouvelles technologies (capteurs, robotisation, etc.) (Bordes, 2017). En Martinique, une exploitation réalise de l'agriculture de précision en canne à sucre dès la plantation de la canne en l'associant à une méthode de boutures pré-germée (BPG) (Figure 19) aussi appelé « *one-eye* » à la Réunion (Vitrac et al., 2022). Grâce à des engins dotés de systèmes GPS, chaque bouture peut être plantée à intervalle très régulier. Planter les boutures à un stade déjà avancé de germination a plusieurs avantages (Poser et al., 2022) :

- La levée homogène et sécurisée limite les recours aux remplacements (recourage) ;
- La technique est économe en matériel végétale ;
- Les BPG peuvent être plantés sous paillage végétaux (essais en cours).

Combinée à l'agriculture de précision, cette pratique optimiserait la gestion préventive et curative de l'enherbement (entretiens, 2023) :

- La bouture pré-germée est plus compétitive face aux adventices ;
- Les BPG peuvent être plantées avec précision (GPS) à espacements réguliers **et facilitent les interventions ultérieures au champ comme le désherbage ;**
- Les apports d'intrants localisés à proximité des BPG bénéficient en priorité à la canne et **donc ne fertilisent pas les adventices.**

Figure 19 : Plantation de boutures pré-germées (BPG)

L'agriculture de précision combinée à l'utilisation de BPG faciliterait indirectement la réduction de l'utilisation d'herbicides (entretiens, 2023) (dont le glyphosate homologué uniquement pour les abords de parcelle en canne à sucre).

Ces pratiques d'optimisation sont donc des alternatives au glyphosate par la facilitation de mise en place d'autres pratiques alternatives curatives comme la lutte physique, ou préventives comme les paillages.

2.2.4 Gestions de l'interculture

Les herbicides à base de glyphosate n'étant pas uniquement utilisés pour la gestion de l'enherbement, ils le sont aussi pour la gestion de l'interculture. En effet, le glyphosate est employé soit pour la destruction de la culture de rente soit pour la destruction du précédent (souvent un couvert végétal spontané ou planté pour les prairies temporaires). En France hexagonale, il s'agit de l'une des principales utilisations du glyphosate (Reboud et al., 2017). Dans les outre-mer, les cultures en modèles intensifs (banane et canne à sucre représentant 43 % de la SAU[8]) sont sur le plan agronomique très différentes. Les plants sont exploités plusieurs années de suite, contrairement aux cultures de plantes annuelles comme les blés, ce qui implique des périodes d'intercultures moins fréquentes (enquêtes, 2023) :

- Une parcelle de banane peut être conservée entre 5 et 10 ans puis suivie d'une période de jachère allant de 6 mois à 2 ans pour assainir la parcelle des parasites telluriques du bananier,
- Une parcelle de canne à sucre peut être conservée sur des périodes de 5 à 10 ans également, mais ne nécessite pas de période de jachère.

L'utilisation du glyphosate pour gérer les phases d'interculture est donc moins fréquente mais demeure importante et est substituable par d'autres pratiques.

2.2.4.1 Destructions des bananeraies

Comme cité en première partie, de nombreuses exploitations de banane enquêtées utilisent la technique du piquage du bananier ($^{8}/_{15}$ des exploitations cultivant de la banane dessert ou créole) afin de détruire la plantation par dévitalisation des plants (Figure 7 et Figure 8). Les doses injectées à l'hectare peuvent parfois outre-passer les doses homologuées (1,08 kg.ha^{-1} entretiens, 2023). Cette homologation de l'utilisation du glyphosate n'est cependant pas historique puisque jusqu'en 1998 la destruction des bananeraies était réalisée mécaniquement (Chabrier et Queneherve, 2003). Nos enquêtes ont permis d'identifier plusieurs méthodes de destruction alternatives en Martinique, qu'elles soient manuelles ou mécaniques.

En manuel, il est possible de pratiquer « l'œilletonnage à blanc », en faisant dépérir naturellement le bananier par destructions successives des rejets. Les rejets peuvent être retirés manuellement avec une gouge à œilletonnage pour écœurer le rejet après l'avoir coupé, ou par arrachage lorsque le rejet est suffisamment petit.

[8] Agreste Memento 2021 Martinique

Il est recommandé de démarrer l'œilletonnage avant floraison et de répéter le processus une fois par mois (Dorel et al., 2021 ; entretiens 2023).

Il est également possible de couper les bananiers à la machette ou à la scie pour les petites plantations inférieures à 1 ha (entretiens, 2023).

La destruction mécanique des bananiers peut s'opérer de différentes manières. D'après la littérature, celle-ci pouvait être réalisée au décompacteur ou au roto-bêche (Chabrier et al., 2000). Nos enquêtes, ont montré que les exploitations ne pratiquant pas le piquage au glyphosate réalisent une destruction par passage d'engin agricole divers pour « *coucher et écraser les bananiers* » (Figure 20). Certains exploitants réalisent cette tâche en

Figure 20 : Destruction mécanique d'une bananeraie

marche arrière ou en disposant un godet ou une barre à l'avant de l'engin pour coucher les bananiers. Cette pratique est employée sur des parcelles mécanisables et est dite plus économiquement rentable qu'une destruction par piquage (entretiens, 2023).

Voici un exemple d'itinéraire technique mis en place :

1. Ramassage des déchets artificiels (plastiques, gaines, etc,)
2. Passage d'un engin agricole pour coucher et écraser les bananiers
3. Après 10 à 15 jours, hersage (1 ou 2 passages)
4. Sous-solage
5. Semis de *Brachiaria* pour mise en jachère

D'un point de vue sanitaire, cette pratique de destruction mécanique a été identifiée comme moins efficace pour détruire le système souterrain et les populations de parasites présents (Chabrier et al., 2000 ; Chabrier et Queneherve, 2003). Par ailleurs, Le Manuel du planteur de bananes (IT^2, 2023) ne mentionne pas d'autres méthodes que celle de la destruction au glyphosate. Néanmoins, les destructions non chimiques peuvent être combinées à des rotations de cultures (canne à sucre ou ananas), des jachères de *Brachiaria* ou *Crotalaria* et l'utilisation de vitroplants afin de diminuer la pression parasitaire des nématodes (Risède et al., 2010 ; entretiens 2023).

Nous émettons tout de même une réserve sur le type d'engin agricole utilisés pour cette pratique, car en cas de masse importante, ces outils peuvent engendrer un effet de tassements des sols.

2.2.4.2 Remise en culture

La remise en culture est une phase importante d'un cycle cultural dans la mesure où Il est préférable de démarrer une culture sur une parcelle abritant un minimum de bio-agresseurs et de stocks semenciers d'adventices. Une alternative au traitement au glyphosate est de réaliser un travail mécanique du sol après une fauche (si nécessaire) en enfouissant les stocks semenciers d'adventices (environ à 30 cm sous terre). Cette pratique est régulièrement réalisée grâce à une pelle mécanique (en maraîchage, bananeraie et culture de canne à sucre) aussi appelé *peljob* (entretiens, 2023). Le travail du sol peut également être réalisé au pulvériseur à disque ou à la roto-bêche pour les grandes parcelles mécanisables (IT^2, 2023).

Le panel de pratiques décrit dans cette partie montre la diversité des alternatives employés par plusieurs agriculteurs martiniquais pour s'affranchir de l'utilisation de glyphosate. Cependant, leur mise en œuvre demande parfois plusieurs ressources, comme un capital financier ou des compétences propres ainsi que des références technico-économiques documentées permettant de juger de leur adéquation au système cultural de l'exploitant. Beaucoup de pratiques sont encore peu documentées et référencées pour le milieu tropical comme l'œilletonnage à blanc ou les animaux de service. Le déploiement de ces pratiques alternatives à l'échelle d'un territoire doit donc prendre en compte ses contraintes et y remédier, notamment par un exercice de réflexion collective. C'est pourquoi nous avons travaillé avec les agriculteurs et accompagnateurs agricoles lors d'un atelier participatif pour les concerter sur la pertinence des alternatives identifiées.

2.3 Concertation sur la pertinence et le déploiement des pratiques sur le territoire

Lors d'un atelier réalisé en juillet 2023 (Annexe 4), les alternatives recensées ont été présentées puis discutées à travers six posters synthétiques (Annexe 5) avec les agriculteurs et quelques représentants des institutions agricoles (Figure 21). Puis, une méthode d'animation de *World Café* a permis de travailler en sous-groupe sur plusieurs thématiques choisies (ici les alternatives) (Figure 24). Les participants ont sélectionné trois posters illustrant les pratiques qui leur semblaient les plus importantes à mettre en œuvre pour réduire les usages de glyphosate en Martinique. Leurs choix se sont portés sur la lutte mécanique contre l'enherbement, les paillages et les animaux de services. Les échanges ont permis de transmettre des connaissances, de complémenter des informations techniques relatives à ces pratiques alternatives, et d'identifier un panel d'**actions** nécessaires à leur mise en œuvre et déploiement. Ces actions ont été associées à une ou plusieurs **contraintes à lever** et à des **acteurs porteurs** à solliciter.

2.3.1 Concertation sur le déploiement de la pratique des paillages

Figure 21: Présentation des pratiques alternatives auprès d'agriculteurs

Afin de déployer la pratique des paillages en Martinique, les réflexions collectives au cours des travaux de groupes ont suggéré :

1. **Apporter plus de matières premières** broyées (BRF, bagasse, etc.) sur les exploitations qui en manquent. Cet apport pourrait être assuré par des entreprises d'espaces verts, des distilleries ou alors des entreprises de travaux agricoles.
2. **Equiper les exploitants de broyeurs** privés, partagés ou publics. Afin de pallier les coûts élevés qu'engendre l'investissement dans ce matériel (entre 1000 € et 5000 €), cet équipement pourrait être subventionné, ou disponible auprès d'agences de location spécialisées ou d'entreprises de travaux agricoles. Partager l'achat de broyeurs entre agriculteurs pourrait également être une solution sous réserve d'une bonne entente et d'une confiance mutuelle entre eux.
3. **Développer l'utilisation des paillages manufacturés**. Cette action se heurterait à plusieurs contraintes comme le risque d'attirer les termites et escargots, la pollution plastique, la dépendance aux matières importées ou encore les systèmes d'irrigation mal adaptés. Cependant, l'accompagnement par des organismes de conseil pourrait faciliter la mise en œuvre de cette action.
4. **Engager plus de main d'œuvre pour pailler** les parcelles car cette opération est très chronophage et difficile à programmer parmi toutes les autres actions à réaliser (entretien, fertilisation, etc.).

2.3.2 Concertation sur le déploiement de la pratique de lutte mécanique contre l'enherbement

Concernant la lutte mécanique, trois actions pourraient être mises en place pour permettre son déploiement :

1. **Financer l'achat de gros équipements**. Cette action se heurterait à 2 principales contraintes qui sont la lenteur des dispositifs d'attribution des financements de la CTM ainsi que l'instabilité des paiements de la sucrerie pour les canniers du Galion (dans le cas du BVG). L'importance de cette action a été particulièrement soulignée par les agriculteurs : *« Le souci pour les petits* (planteurs) *c'est qu'il n'y a pas de financement. Nous, il nous faut de l'argent, de quoi acheter des machines. »*
2. **Développer des entreprises de prestation de désherbage mécanique**. Ici, les difficultés seraient liées à deux freins associés : la mauvaise image de l'agriculture et le manque de motivation des travailleurs à

rejoindre le secteur agricole. Les acteurs cités pour pallier ces freins sont la Chambre d'Agriculture ainsi que les organismes de formation pour revaloriser le secteur.

3. **Mutualiser les outils** (machines, tracteurs, etc.). Cette action a fait débat lors des échanges puisqu'elle se heurte à une contrainte propre au territoire : les formes d'organisation collective qui ne correspondent pas toujours aux agriculteurs. En effet, les statuts en coopératives ou autre organisation formelle ne conviennent pas forcément aux producteurs qui (dans le cas du BVG) ont du mal à se faire confiance ou à s'organiser équitablement de manière autonome autour du partage de matériels (planteurs de banane exclus) (Atelier, juin 2023). Cette contrainte a déjà porté préjudice à une ancienne CUMA qui a fermé pour cause de mauvaise gestion et manque d'entretien du matériel (entretiens, 2023). Néanmoins, le partage des outils semble un levier souhaitable pour permettre aux petites exploitations (< 10 ha) d'avoir accès à du matériel.

2.3.3 Concertation sur le déploiement de la pratique d'éco-pâturage

Afin de déployer la pratique de l'éco-pâturage en Martinique, plusieurs travaux seraient pertinents à mettre en place :

1. **Expérimenter dans différents systèmes pour définir des références technico-économiques** en créant des liens, encore inexistants, entre les filières de culture et d'élevage. Les acteurs porteurs pourraient mettre en place un comité de pilotage mixte entre des acteurs comme l'IT[2], la SCACOM, la Chambre d'Agriculture, MADIVIAL, etc., Ces expérimentations pourraient être soutenues financièrement par l'Etat et la CTM.
2. **Prendre en charge les chiens en divagation** (avec ou sans propriétaire), principale menace pour les animaux d'élevage. Cette prise en charge devrait être du ressort des collectivités territoriales ainsi que des propriétaires des chiens.
3. **Clôturer les parcelles**. L'installation de clôtures pourrait faire l'objet de financements spécifiques.
4. **Décontaminer le bétail de la chlordécone** pour la vente, avec un suivi attentif des processus de décontamination. La DAAF, la SALIM ainsi que LTA ont été désignés comme étant les acteurs nécessaires à la gestion et la mise en place d'un tel dispositif.

Figure 22 : World café sur les pratiques alternatives

2.4 Conclusion et discussion

Les possibilités d'alternatives au glyphosate sont donc multiples mais elles demandent un investissement de la part des acteurs locaux, pour réaliser des actions et collaborer entre eux. Cela implique un appui financier, humain et technique mais aussi indirectement des flux de biomasse et de matériel pour atteindre ces objectifs de réduction des usages du glyphosate. Plusieurs acteurs ont été désignés comme pouvant être porteur d'actions clefs au service de cette transition. Ces désignations viennent questionner leur responsabilité et leur stratégie individuelle et partenariale dans les objectifs de développement agricole et de réduction des produits phytosanitaires. Il serait intéressant d'approfondir par le futur ces propositions de manière plus quantitatives afin d'argumenter et permettre une prise de décision dans le choix de la mise en place, ou non, de ces actions.

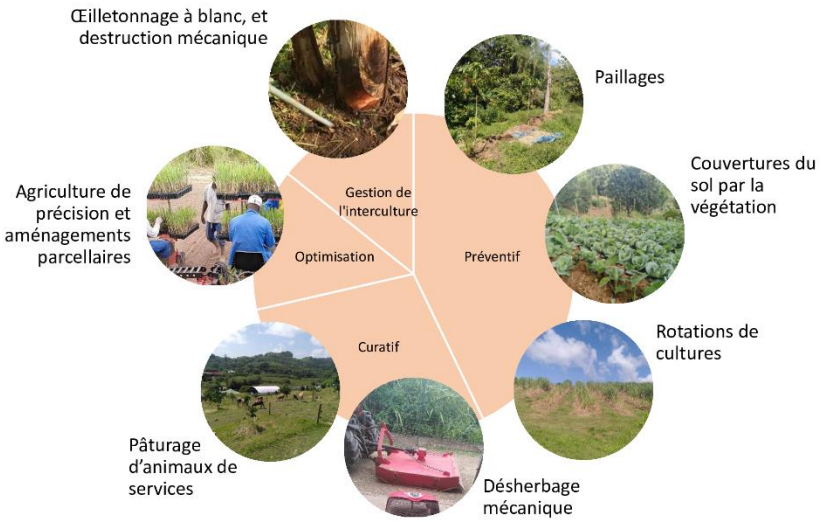


Figure 23 : Synthèse des alternatives au glyphosate recensées

Dans cette deuxième étape, il ne s'agit cependant que d'innovations à l'échelle d'exploitations agricoles. Il en existe bien d'autres possibles à des échelles collectives et territoriales traitées par Della Rossa en 2020 comme :

- La création de communautés de pratiques pour échanger les connaissances entre producteurs,
- Le développement de l'agritourisme pour diversifier le revenu agricole,
- La création de marchés aux herbes pour valoriser économiquement les adventices.

Enfin, la mise en place de chaque alternative doit prendre en compte l'ensemble des paramètres de l'exploitation agricole pour être adaptée à celle-ci. Elles peuvent bien entendu être combinées comme ce qui a régulièrement été identifié aux cours des enquêtes et comme le souligne l'INRAE : « *La sortie du glyphosate ne se fera pas par l'utilisation d'une option unique pour tous, ni même d'une option technique unique pour une exploitation agricole ou un système de culture donné. […] C'est donc plutôt vers l'identification de combinaisons techniques adaptées localement que s'orientent les recommandations*. » (Reboud et al., 2017).

Au regard de la situation en 2023 et de l'ensemble des leviers techniques possibles, quels seraient les futurs possibles de l'agriculture martiniquaise en rapport avec les usages du glyphosate ?

PARTIE 3 : Co-conception de scénarios à l'horizon 2035

Une fois le contexte et les possibilités techniques de substitution du glyphosate identifiés, nous pouvons nous demander ce que pourrait nous réserver le futur. Et ceci plus particulièrement en termes de transition à l'échelle du territoire autour des usages d'herbicides à base de glyphosate. Ainsi, un dernier atelier fut entrepris pour co-concevoir plusieurs scénarios. Sa préparation s'est faite à partir des données acquises lors des étapes précédentes. Notamment à partir des attentes, propositions, et opinions des acteurs du territoire ayant participé aux enquêtes et ateliers.

Pour appréhender les enjeux complexes liés à la transition des usages de glyphosate en Martinique, en présence de différentes parties prenantes, nous avons opté pour la prospective participative. En effet, l'équipe de recherche a choisi une approche méthodologique permettant de projeter les acteurs du monde agricole en Martinique, sur un horizon de temps suffisamment accessible (2035) en intégrant différentes perspectives et en identifiant les défis potentiels ainsi que les opportunités pour une transition vers des pratiques agricoles plus durables en Martinique.

3.1 Pourquoi une démarche prospective ?

Le choix de la démarche de prospective s'est fait selon plusieurs raisons :

- La prospective et la construction de scénarios permettent **d'explorer des futurs possibles** et différentes voies d'évolution dans un contexte donné. Cette approche offre la possibilité d'anticiper et de comprendre les conséquences potentielles de choix actuels sur le long terme.
- Face à la complexité des systèmes en général, et agricoles en particulier et face à l'incertitude inhérente à l'« Avenir », une méthode basée sur des scénarios permet **d'intégrer les incertitudes.** Notamment en prenant en compte divers facteurs, hypothèses et éventualités, offrant ainsi un cadre ouvert pour appréhender les futurs possibles de manière réaliste.
- La construction de scénarios permet **d'identifier les risques** potentiels liés à certaines orientations et/ou décisions futures, tout en mettant en évidence les **opportunités** émergentes. Cela aide à mieux préparer les stratégies d'adaptation et de gestion des changements à venir.
- Les scénarios fournissent une base de réflexion et **d'aide à la décision** pour les orientations stratégiques. Ils permettent aux acteurs concernés d'explorer différentes options et conséquences possibles avant de choisir une voie à suivre.
- Les scénarios peuvent être des outils puissants pour **sensibiliser et communiquer** avec un large éventail de parties prenantes. En explorant différents futurs possibles, ils encouragent la réflexion et l'engagement des acteurs concernés.
- En envisageant plusieurs scénarios, les parties prenantes peuvent se préparer à s'**adapter** aux changements et renforcer leur **résilience** face à des situations futures imprévues. Cela favorise une approche proactive et flexible dans la gestion des défis à venir.

Cependant, le travail de prospective et de scénarios comporte des limites et des biais, notamment liés aux hypothèses retenues, aux données disponibles et aux perspectives des acteurs impliqués. Il est crucial de reconnaître ces limites et de les prendre en compte dans toute analyse prospective.

3.2 Matériel et méthode

Ce travail de co-conception fut mené lors d'un atelier d'une journée (Annexe 6) regroupant plus d'une trentaine de participants aux différents profils : Institutions agricoles, agriculteurs et représentants de filière, scientifiques, collectivités et organismes territoriaux. Cette mixité et variété d'expertises visait à enrichir les points de vue et à compléter les connaissances spécifiques de chaque acteur concernant l'utilisation du glyphosate et les alternatives possibles.

L'exploration des scénarios s'est faite grâce à un exercice de co-écriture en trois sous-groupes. Ce travail s'est déroulé en deux étapes. Une première pour explorer les futurs contrastés afin de familiariser les participants avec l'exercice de prospective et de balayer largement le champ des possibles, allant d'un avenir très consommateur en glyphosate à un avenir sans glyphosate. La deuxième étape consistait à écrire les futurs

réalistes. À travers cette approche ludique, d'éventuels blocages dans le processus de réflexion ont pu être esquivés (Imache et al., 2009).

L'approche méthodologique adoptée comprenait ainsi une phase de co-conception de scénarios contrastés, conduite par l'équipe de recherche, suivi par l'élaboration de scénarios réalistes en atelier en présence de l'ensemble des parties prenantes. La première phase de cet atelier (*cf. Section* 3.2.1), facilitée par des exercices interactifs, a permis d'explorer un large spectre de futurs possibles, allant d'une forte utilisation du glyphosate à une transition vers un usage nul de cette substance. Cette étape visait à stimuler l'imaginaire des participants et à favoriser le débat, tout en évitant les blocages potentiels dans la réflexion.

Ensuite, la co-écriture des scénarios réalistes (*cf. Section* 3.2.2), réalisée en sous-groupes, s'est concentrée sur l'élaboration de récits détaillés décrivant des situations plausibles en 2035, sans orientation préétablie. Cette approche a encouragé les participants à explorer et à conceptualiser les scénarios de manière plus autonome, tout en intégrant des éléments spécifiques tels que la réduction graduelle de l'utilisation du glyphosate, le rôle de la recherche, la réglementation et les transitions vers des pratiques alternatives.

Les résultats ont démontré à la fois des similitudes et des divergences entre les scénarios imaginés par les participants. Ils ont mis en lumière des aspects essentiels, notamment la nécessité d'une transition progressive vers des alternatives au glyphosate, le rôle crucial de la recherche et de la collaboration entre les parties prenantes, ainsi que l'importance de réglementations claires et d'investissements pour accompagner cette transition.

3.2.1 Rédaction des scénarios contrastés à travers un jeu de rôle

Cette première phase de rédaction de scénarios vers des situations très contrastées visait à ouvrir largement la vision des participants pour éviter toute influence conjoncturelle. Cet exercice s'est décliné en trois situations données en 2035 :

- Scénario 1, zéro glyphosate en 2035 (Figure 24),
- Scénario 2, tendanciel (ce qui arrivera si rien n'est fait),
- Scénario 3, tout glyphosate en 2035.

Les participants avaient pour informations, une fiche description de la situation en 2035 sous plusieurs thématiques : agriculture, règlementation, services, organisation des filières, etc. (Figure 24) (Annexe 7)

Figure 24 : Description d'une situation fictive en 2035, zéro glyphosate (Scénario 1)

Ces fiches descriptions (préparées en amont avec l'équipe de recherche) permettaient de donner une « photographie » d'un instant *t* en 2035. Le travail consistait à écrire le récit qui a permis de passer de la situation de référence en 2023 (Annexe 8) aux trois situations données en 2035 (Annexe 7). À cela, nous avons demandé aux participants de jouer le rôle d'experts devant expliquer auprès d'une commission interministérielle en 2035 comment le territoire est parvenu à la situation 1, 2 ou 3. Cette commission était composée d'un représentant du ministre de l'agriculture, d'un représentant de la recherche, d'un représentant du ministre de la santé ainsi que d'un représentant du ministre chargée de l'environnement. Cette phase de rédaction, puis de présentation (Figure 25), a poussé les participants à solliciter leur imaginaire et à créer du débat dans l'audience.

Figure 25 : Présentation du Scénario 2 tendanciel auprès de la commission de ministres fictive

Le processus de co-conception des scénarios contrastés a constitué une phase préliminaire essentielle, permettant une exploration large et ouverte des possibles. Cette démarche ludique et imaginative a levé les barrières potentielles à la réflexion en incitant à envisager des futurs extrêmes, favorisant ainsi la créativité et la discussion, L'audience était alors plus encline à réfléchir à des projections beaucoup plus réalistes.

3.2.2 Co-écriture des scénarios réalistes

Les participants ont travaillé en sous-groupe (Figure 26), mais sans fiche décrivant la situation en 2035. La consigne fut de rédiger le récit qui mènerait à une situation réaliste en 2035. Pour cela, les participants pouvaient compléter et illustrer leurs scénarios par le prolongement d'une courbe sur les consommations de glyphosate en Martinique (Figure 27). Leurs travaux furent présentés et débattus devant les participants.

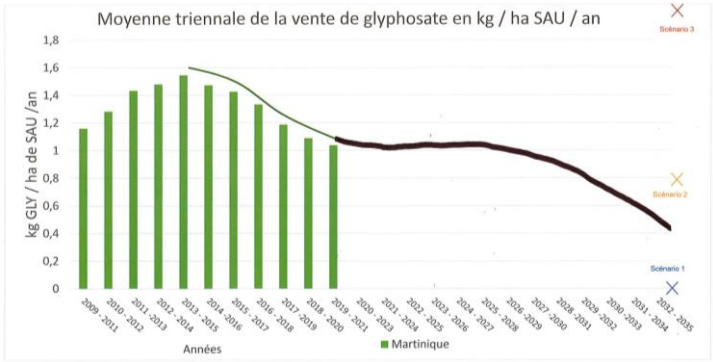
Figure 26 : Travail de co-écriture en sous-groupe

3.3 Résultats et points de chute en 2035 des scénarios réalistes

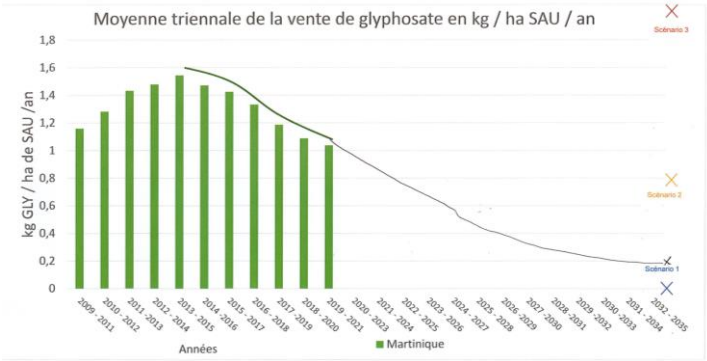
Les trois scénarios réalistes co-écrits et disponibles en Annexe 9 montrent à la fois des similitudes et des divergences sur plusieurs aspects. Ils s'attardent sur la manière dont les verrous actuels à l'arrêt du glyphosate pourraient être surmontés et comment de nouvelles pratiques pourraient être déployées sur le territoire. Ils

traitent des rôles, décisionnels et opérationnels des acteurs du territoire martiniquais et des acteurs nationaux et européens.

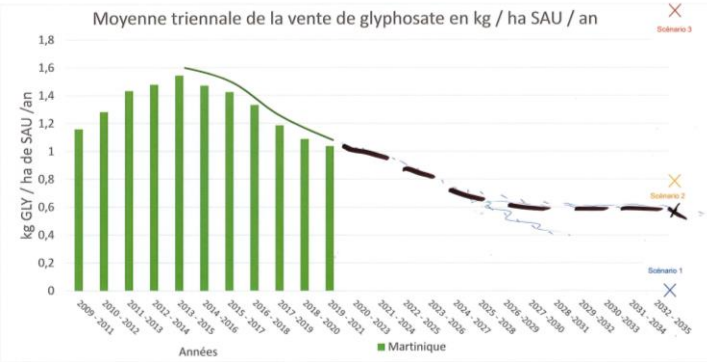
Concernant les consommations de glyphosate, les trois scénarios s'accordent sur une réduction progressive du glyphosate mais pas un arrêt complet (Figure 27). Cela pour plusieurs raisons :



Scénario A



Scénario B



Scénario C

Figure 27 : Prolongement des consommations de glyphosate en Martinique selon les trois scénarios réalistes

- Un arrêt total et précoce pourrait engendrer un effet de substitution par une autre substance herbicide, comme cela a déjà été observé par le passé (Mahé *et al.,* 2020). Ce qui ne semblait pas souhaitable pour les participants.
- Les derniers usages de glyphosate en 2035 pourraient concerner des dérogations exceptionnelles en fonction de l'état de l'enherbement et / ou les derniers agriculteurs réfractaires à la réduction de cet herbicide.

3.4 Analyse croisée des trois scénarios réalistes

Ces trois scénarios prospectifs convergent donc sur la nécessité d'une transition progressive vers des alternatives sans glyphosate. Tous mettent en avant la réduction progressive de l'utilisation de cet herbicide, soulignant l'importance cruciale de la recherche pour développer et promouvoir des pratiques agricoles alternatives. Les approches réglementaires divergent, allant de mesures coercitives à des incitations, mais soulignent toute la

nécessité d'une réglementation claire pour accompagner cette transition et éviter les effets de substitution par d'autres substances herbicides. Les scénarios insistent sur la collaboration entre les divers acteurs impliqués (agriculteurs, scientifiques, institutions, filières agricoles) et la nécessité d'investissements financiers substantiels pour soutenir l'adoption de ces nouvelles pratiques.

Une analyse croisée permet de mettre le doigt plus en détails sur les opinions divergentes et convergentes sur un futur réaliste impliquant une réduction des usages du glyphosate (Figure 27).

3.4.1 Points communs et différences entre les scénarios

Il est intéressant de noter que les travaux de co-écriture en 3 sous-groupes montrent des **points communs**, bien qu'il n'y ait pas eu de concertation lors de l'écriture :

La recherche de pratiques alternatives : Les trois scénarios mettent l'accent sur la recherche de pratiques alternatives au glyphosate et le soutien de la recherche pour développer ces alternatives. Il s'agit de faire des recherches sur : les animaux de services (Scénario A), les paillages, la mécanisation ainsi que les nouveaux outils de désherbage *low tech* ou *high tech* (Scénario C, B), et les biopesticides (Scénario C).

L'investissement dans l'accompagnement des agriculteurs : Chaque scénario souligne l'importance de l'accompagnement des agriculteurs pour la transition vers des pratiques sans glyphosate et l'investissement dans des outils ou des services nécessaires au déploiement de ces pratiques.

La communication et sensibilisation autour des pratiques alternatives et des enjeux liés à la réduction du glyphosate sont soulignées dans chaque scénario.

Cette vision partagée des acteurs du territoire montre d'une part leurs aspirations futurs, mais aussi ce qui leur semblent nécessaire et réaliste pour poursuivre la dynamique de réduction du glyphosate.

Concernant les **différences**, plusieurs thématiques de transitions sont abordées dans les trois scénarios sans poursuivre les mêmes cheminements :

L'approche réglementaire : Les scénarios diffèrent quant à la manière dont la réglementation s'applique pour réduire l'utilisation du glyphosate. Le Scénario C évoque des politiques incitatives, alors que le B mise sur des mesures coercitives pouvant être accompagnées de dérogations pour l'utilisation de glyphosate en fonction de la situation (état de l'enherbement, indisponibilité de la main d'œuvre). Néanmoins, la nécessité de subventions décaissées en temps et en heure était une idée partagée entre les participants.

Les acteurs impliqués : Face à un sujet outrepassant les questions agricoles, la nature des acteurs impliqués dans des actions opérationnelles diffèrent entre les scénarios : filières, publics, associatifs, privés ou parc naturel. Le développement des entreprises de prestation et des travaux agricoles apparait dans les Scénarios A et B pour contribuer au manque de force de travail en 2023, mais aussi pour apporter de nouvelles techniques et méthodes plus agroécologiques. Pour le Scénario B, ce sont les acteurs du secteur public (collectivités) qui s'emparent de la problématique et prennent en charge le désherbage des bordures de champs et des traces (chemins).

L'organisation de l'accompagnement des agriculteurs : Les modalités et les acteurs impliqués dans l'accompagnement des agriculteurs varient d'un scénario à l'autre. La responsabilité peut être du ressort des organismes publics, des associations ou encore des entreprises privées. Le Scénario B fait mention d'une émergence des nouveaux outils de l'agriculture numérique au service de la diffusion de connaissances et d'informations sur les pratiques agricoles sans glyphosate (réseaux sociaux, outils d'aide à la décision, robotisation, intelligence artificielle, etc.). Quant au Scénario C, le déploiement des nouvelles pratiques passe par une intensification des dispositifs actuels d'accompagnement, notamment ceux déjà réalisés par la Chambre d'Agriculture. La formation à la gestion de la comptabilité pour donner aux petits exploitants un meilleur accès aux subventions.

Le partage du travail et des outils nécessaires aux pratiques alternatives : Le manque de main d'œuvre et de matériels ne pallie pas les mêmes actions selon les scénarios. Si certains voient le travail redistribué à des

entreprises privées équipées (A), d'autres voient une coopération entre agriculteurs associés pour partager les équipements agricoles (tracteurs, machines, etc.) au travers de structures comme les CUMA.

3.4.2 Quels points de vigilance ?

L'exploration des futurs réalistes a révélé certains points de vigilance :

Les freins au changement dus à une résistance de certains agriculteurs à abandonner l'usage du glyphosate posant un défi, est expliqué par différentes raisons :

- Le manque de confiance ou de connaissances sur les alternatives,
- Les défis techniques, tels que l'adaptation des méthodes de désherbage, la disponibilité des nouvelles technologies et des ressources alternatives, ainsi que les coûts initiaux,
- Des réglementations confuses ou changeantes peuvent compliquer la transition, en ajoutant des incertitudes et des obstacles administratifs.

Les impacts sur la gestion des cultures : En effet, certains scénarios évoquent des conséquences indirectes telles que la prolifération des nuisibles (rongeurs, escargots, etc.) permise par l'augmentation des paillis et des herbes hautes (plantes de services ou couverts spontanés) favorables à leur développement.

La nécessité d'investissements et de moyens humains et financiers due aux coûts et les besoins en financement pour accompagner la transition vers des pratiques alternatives. Les moyens humains et techniques sont également nécessaires pour accompagner les agriculteurs dans l'adoption de nouvelles pratiques, ainsi que pour la recherche et le développement de solutions alternatives.

Les tensions et divergences sont également des points de vigilance dans la mesure où des désaccords peuvent émerger entre certains acteurs, notamment sur la rapidité de la transition, les approches réglementaires ou les bénéficiaires des subventions. En effet, les inégalités dans l'accès aux subventions entre les filières structurées et les filières avec peu d'organisation de producteurs (Morel, 2021) peuvent venir cristalliser les tensions.

3.4.3 Les enseignements à retenir de ces trois scénarios

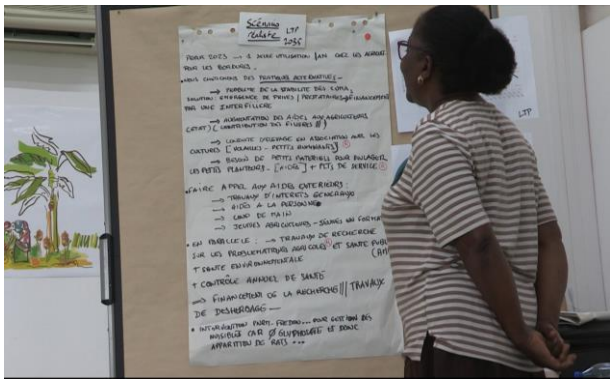


Figure 28 : Présentation d'un scénario réaliste

Après retranscription et comparaison, ces trois scénarios co-écrits (Figure 28) nous livrent plusieurs enseignements importants.

Une transition oui, mais progressive avec des alternatives : Les scénarios convergent vers une diminution progressive de l'utilisation du glyphosate. Ils soulignent la nécessité de passer à des alternatives, de manière graduelle, en tenant compte des besoins spécifiques des agriculteurs et en offrant un accompagnement adéquat pour favoriser cette transition.

Une collaboration et un rôle du monde de la recherche : la collaboration entre acteurs divers (agriculteurs, scientifiques, institutions, filières agricoles) est cruciale. Les scénarios mettent en avant le rôle fondamental de

la recherche dans le développement de pratiques alternatives, et l'importance d'une collaboration étroite entre les parties prenantes pour une transition réussie.

Des réglementations, incitations et contraintes : Les approches réglementaires varient, combinant des mesures coercitives et incitatives pour réduire l'utilisation du glyphosate. Le Scénario B évoque par exemple une interdiction avec des dérogations exceptionnelles en fonction de la pression des adventices, alors que le Scénario C propose des subventions pour la mise en œuvre de pratiques alternatives (paillages, animaux de services, etc.,) mais pas directement pour la réduction des herbicides comme cela est le cas pour les MAEC. Néanmoins, tous les récits insistent sur la nécessité d'une réglementation claire pour faciliter la transition.

La nécessité de financements et d'accompagnement : Les scénarios mettent en lumière le besoin d'investissements financiers pour accompagner les agriculteurs vers des pratiques alternatives, soulignant l'importance des subventions décaissées en temps et en heure. Celles-ci, soit pour investir dans des biens matériels nécessaires aux pratiques alternatives (machine, clôture pour les animaux de services, etc.), soit pour développer l'accompagnement technique et humain pour faciliter le changement.

La prise en compte des conséquences et adaptabilité : Les impacts environnementaux, socio-économiques et les conséquences sur la gestion des cultures sans glyphosate sont à considérer. Les pratiques alternatives visent à renforcer la résilience des cultures, à réduire les coûts et la dépendance aux intrants chimiques, mais nécessitent une gestion attentive des conséquences pour assurer une transition durable. Le Scénario A prévoit une augmentation des populations des nuisibles favorisés par la présence de couverts spontanés et de paillages végétaux. Cette conséquence de la réduction du glyphosate découle sur une intervention conjointe de la FREDON ainsi que du Parc Naturel Régional pour lutter contre ces nuisibles (selon le scénario A).

La prospective participative appliquée à la transition en lien avec les usages du glyphosate en Martinique représente donc une approche méthodologique intéressante pour appréhender les complexités de cette évolution agricole majeure. Cela a permis d'explorer des futurs possibles, de mieux comprendre les dynamiques de changement et d'identifier des stratégies pour des pratiques agricoles plus durables. Ces éléments constitutifs des scénarios réalistes ont démontré la pertinence d'impliquer toutes les parties prenantes pour explorer des avenirs possibles et éclairer les prises de décision futures. Cette méthodologie a en effet révélé l'importance de la collaboration entre diverses parties prenantes, allant des acteurs agricoles aux chercheurs, en passant par les institutions et les représentants de filières. Cette diversité d'expertises a enrichi la vision prospective et a mis en évidence la nécessité d'une approche inclusive pour une transition réussie.

Les résultats ont donc mis en lumière des aspects clés : la nécessité d'une transition progressive vers des alternatives au glyphosate, l'importance cruciale de la recherche et de l'innovation, le rôle fondamental d'une réglementation claire pour encadrer ce changement et une amélioration de l'organisation du maillage territoriale (connexions et interactions entre acteurs).

Conclusion et perspectives

Ce travail d'enquête et de prospective aura montré les possibilités de changements et de transitions nécessaires pour permettre au secteur agricole martiniquais de s'affranchir complétement ou partiellement du glyphosate. Les acteurs de ce territoire, malgré leurs différents objectifs et motivations, se sont tous accordés sur la nécessité d'une réduction de son utilisation.

Les usages de cet herbicide et les raisons pour lesquelles il est employé diffèrent sur plusieurs aspects de la situation en France hexagonale (Reboub *et al.,*2017). Si la gestion de l'interculture et l'agriculture de conservation sont les principaux verrous d'une diminution du glyphosate en contexte continental, cela est différent en contexte tropical. Car c'est bien la pression de l'enherbement et la prolifération des espèces végétales invasives qui rend l'abandon du glyphosate complexe sur un territoire agricole, insulaire et tropical comme la Martinique.

Pour envisager une transition à l'échelle des systèmes agricoles, cela implique de transmettre de nouvelles compétences et de reconcevoir le pilotage de certaines exploitations. Organiser les tâches en fonction du stade d'enherbement et être plus réactif pour éviter les débordements. D'un point de vue opérationnel, la disponibilité de la main d'œuvre et/ou des outils adaptés (et donc par extension des ressources financières) apparaît essentiel. À l'échelle des territoires, une sortie du glyphosate devrait s'accompagner d'un investissement des organismes agricoles par la mutualisation et la diffusion des savoirs sur les pratiques alternatives identifiées. Intensifier les dynamiques d'accompagnement existantes, ou à créer, afin de faciliter l'accès à la connaissance et inciter vers de nouvelles pratiques de manière progressive et échelonnée (Deffontaines *et al*., 2020). Améliorer la disponibilité des nouveaux outils et équipements agricoles souvent onéreux ou inexistants en territoires ultramarins. Créer une synergie entre les activités d'élevages et de cultures qui sont des filières cloisonnées avec de nombreux bénéfices réciproques envisageables, dont l'éco-pâturage. Le défi réside donc dans la création d'un équilibre entre l'encouragement des alternatives, la réglementation adaptée et la sensibilisation des agriculteurs, tout en prenant en compte les effets écologiques, socio-économiques et agronomiques de ce changement pour garantir une agriculture résiliente et respectueuse de l'environnement en Martinique.

Cette étude, à travers une question simple, a permis d'aborder des questions bien plus vaste liées à l'évolution des pratiques et plus généralement aux conditions d'exercice de l'agriculture. Des questions de revenus, de pénibilité ou encore de structuration des filières agricoles ont régulièrement été abordés au cours des ateliers. Par ailleurs, les scénarios, témoignent bien de transformation future ne concernant pas uniquement le glyphosate (Annexe 9).

La concertation des acteurs du territoire (agriculteurs, scientifiques et institutionnels) tout au long du processus de recherche-action aura permis d'orienter les recherches et réflexions autour de leurs sujets d'intérêts propres. Ils eurent également l'occasion d'échanger et de partager leurs expériences et leurs opinions autour des problématiques abordées. Un véritable groupe de travail a pu se construire au fur et à mesure de l'action, et bien que les participants n'eussent aucun bénéfice direct de leur investissement personnel dans le projet, ils ont activement participé aux réflexions. Ceci, de la même manière que pour le projet des écoles-acteurs mené en Guadeloupe (Tonneau et al., 2021). Cette approche méthodologique basée sur la participation active des parties prenantes a permis d'aboutir à la co-construction de scénarios réalistes et consensuels. En valorisant les différentes formes d'expertises d'une diversité d'acteurs, des agriculteurs aux chercheurs en passant par les institutions et les représentants de filières, et misant sur leur complémentarité, ce travail a favorisé l'émergence d'idées nouvelles, enrichissant ainsi la vision prospective globale. La dynamique de groupe initiée mériterait par ailleurs, d'être exploitée de manière pérenne à travers d'autres dispositifs de recherche sur différentes thématiques.

Cette méthode de prospective demeure cependant une approche qualitative et manque de données chiffrées sur les moyens à mettre en œuvre ou les flux sous-jacents impliqués par les changements. De même, les pratiques alternatives identifiées manquent de références technico-économiques (pour les milieux tropicaux), pourtant nécessaires aux prises de décisions des acteurs du territoire, agriculteurs comme institutions publiques.

Pour continuer à explorer cette transition vers des pratiques agricoles plus durables en Martinique, de futures recherches pourraient se concentrer sur :

- Une évaluation approfondie des alternatives au glyphosate de leur efficacité, leur viabilité économique et leurs implications environnementales spécifiques à la Martinique.
- Une analyse des implications socio-économiques de la transition pour les agriculteurs, les filières agricoles et les communautés locales, en identifiant les obstacles et les opportunités pour une adoption réussie des pratiques alternatives.
- L'intégration des dimensions environnementales en approfondissant l'évaluation des impacts environnementaux des pratiques alternatives et en mettant l'accent sur la préservation des sols, de la biodiversité et des ressources naturelles locales.
- Le soutien de l'innovation et de la recherche dans le développement de nouvelles technologies, pratiques agricoles et produits alternatifs inoffensifs qui répondent durablement aux besoins spécifiques de l'agriculture martiniquaise.
- L'analyse des politiques et réglementations nécessaires pour faciliter la transition vers des pratiques agricoles durables, en tenant compte des spécificités locales et des exigences des parties prenantes.
- Encourager les processus de sensibilisation et d'adoption tout en tenant compte des spécifiés des filières et des phénomènes de résistance au changement. S'appuyer sur les réseaux formels et informels (Deffontaines *et al.,* 2020), les réseaux d'information numérique (Catherine *et al,* 2023) et favoriser des chemins de transition de type « pas à pas » (Deffontaines *et al.*, 2020).

Ces travaux futurs potentiels pourraient servir de bases pour une transition agricole réussie et durable, tenant compte des divers aspects socio-économiques, environnementaux et réglementaires propres à la région martiniquaise, ouvrant un espace d'échange et de co-création de connaissances (Tonneau *et al.,* 2021).

Bibliographie

Agreste. (2021). MÉMENTO 2021 MARTINIQUE, L'agriculture, la forêt et les industries agroalimentaires (p. 23). https://daaf.martinique.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/daaf972_memento_2021.pdf

Andrieu, N., Dorey, E., Lakhia, S., Meynard, P., Hatil, E., Normand, L., Gourdine, J.-L., & Bambou, J.-C. (2023). Introducing sheep for agroecological weed management on banana plantations in Guadeloupe: A co-design process with farmers. Agricultural Systems. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103783

ASSOFWI. (2020*).* Manuel technique Cultures de diversification végétale en Guadeloupe.

Belmin, R. (2021). Deux méthodes de diagnostic au service des projets de développement. https://agritrop.cirad.fr/599403/1/Deux%20me%CC%81thodes%20de%20diagnostic.pdf

Bordes, J.-P. (2017). Numérique et agriculture de précision. Annales des Mines - Responsabilité et environnement, 87(3), 87–93. https://doi.org/10.3917/re1.087.0087

Bruchon L., Le Bellec F., Vannière H., Ehret P., Vincenot D., DeBonH., Marion D., Deguine J.P., (2015). Guide Tropical – Guide pratique de conception de systèmes de culture tropicaux économes en produits phytosanitaires. Le Bellec F. (Ed.), CIRAD, Paris, 210 pages.

Brun, V., Chartier, N., Achkar, T., & Bourigault, A.-L. (2018). *Le glyphosate dans le réseau DEPHY FERME. Etat des lieux des usages, des freins et des alternatives* (p. 62). https://hal.inrae.fr/hal-03962152/document

Catherine, Y., Aubert, M., & Parrot, L. (2022). Entre complexité et diversité des exploitations et des formes organisationnelles : analyse de l'adoption du couple outil-usage du numérique des maraîchers antillais. 24 p. https://hal.inrae.fr/hal-03932764

Chabrier, C., De Bock, S., & Quénéhervé, P. (2000). Lutte contre les nématodes des bananiers : influence des méthodes de destruction des bananeraies sur l'efficacité des jachères. 6ème journée technique AMADEPA, 10 mai 2000. https://agritrop.cirad.fr/477558/

Chabrier, C., & Queneherve, P. (2003). Control of the burrowing nematode (Radopholus similis Cobb) on banana: impact of the banana field destruction method on the efficiency of the following fallow. Crop Protection, 22(1), 121-127. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00121-7

Choudhary, M., Kumari, A., & Choudhary, S. (2022). Effect of Mulching on Vegetable Production: A Review. 43(3: 296-303). https://www.researchgate.net/publication/355157663_Effect_of_Mulching_on_Vegetable_Production_A_Review

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. *Agricultural Systems*. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102769

Delarque, S., & Pak, L. T. (2023). Caractérisation des évolutions des concentrations en pesticides dans les eaux de surface du bassin versant du Galion en Martinique : résultats de six campagnes de suivi (p. 79). Rapport Cirad.

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 [Thèse]. Paris Saclay.

Della Rossa, P., Mottes, C., Cattan, P., & Le Bail, M. (2022). A new method to co-design agricultural systems at the territorial scale - Application to reduce herbicide pollution in Martinique. *Agricultural Systems*. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103337

Digard, I. (2022). Screening variétal de plantes de service locales comme alternative aux intrants chimiques pour maîtriser l'enherbement en inter-rang des cultures de canne à sucre guadeloupéennes [Mémoire de fin d'étude]. ISTOM.

Djian-Caporalino, Caravel, C., Rhino, B., Lavoir, A.-V., Villeneuve, F., Fournet, S., Gautier, H., Chave, M., & Cortesero, A.-M. (2020). Agrosystèmes légumiers : les plantes de service contre les bioagresseurs. Infos CTIFL mensuel du centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.

Dorel, M., Lakhia, S., Ramdaya, D., & Saint-Marc. (2021). Destruction de bananeraie en agroécologie. CIRAD. https://agritrop.cirad.fr/598211/

El Jaouhari, M., Damour, G., Tixier, P., & Coulis, M. (2023). Glyphosate reduces the biodiversity of soil macrofauna and benefits exotic over native species in a tropical agroecosystem. *Basic and Applied Ecology*, *73*, 18–26. https://doi.org/10.1016/j.baae.2023.10.001

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 de master 2]. Université Montpellier 2. https://agritrop.cirad.fr/572011/

Himmelstein, J., Ares, A., Gallagher, D., & Myers, J. (2017). A meta-analysis of intercropping in Africa: impacts on crop yield, farmer income, and integrated pest management effects. International Journal of Agricultural Sustainability, 15(1), 1–10. https://doi.org/10.1080/14735903.2016.1242332

Imache, A., Dionnet, M., Bouarfa, S., Jamin, J.-Y., Hartani, T., Kuper, M., & Goulven, P. L. (2009). « Scénariologie participative » : une démarche d'apprentissage social pour appréhender l'avenir de l'agriculture irriguée dans la Mitidja (Algérie). *Cahiers Agricultures*, *18*(5), 417-424 (1).https://doi.org/10.1684/agr.2009.0324

Inserm. (2021). Pesticides et effets sur la santé. Nouvelles données (p. 75). https://www.inserm.fr/wp-content/uploads/2021-06/inserm-expertisecollective-pesticides2021-synthese.pdf

IT^2. (2023). Manuel du Planteur de Banane. https://it2.fr/documentation/manuel-du-planteur-fr/

Kholler, D., & Vissac-Charles, V. (2020). Systèmes d'information pour la diffusion des connaissances liées à la transition agro-écologique (19082). CGAAER, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation.

Lala, G., & Bocaly, M. (2021). Suivi des produits phytopharmaceutiques dans les cours d'eau de Martinique (p. 99). ODE.

Lavigne, A., & Lavigne, C. (2012). Associer production fruitière et élevage de volailles. Une méthode innovante pour contrôler l'enherbement. FREDON, CIRAD.

Leray, O., Doligez, P., Jost, J., Pottier, E., & Delaby, L. (2017). Présentation des différentes techniques de pâturage selon les espèces herbivores utilisatrices. *Fourrages*, *229*, 11–16. https://hal.science/hal-01540176

Mahé, I., Gauvrit, C., Angevin, F., & Chauvel, B. (2020). Quels enseignements tirer du retrait de l'atrazine dans le cadre de l'interdiction prévue du glyphosate ? Cahiers Agricultures, 29, 29. https://doi.org/10.1051/cagri/2020026

Morel, C. (2021). Pour une agriculture plus respectueuse des hommes et de l'environnement : Quel accès aux aides pour les agriculteurs en Guadeloupe [Mémoire de fin d'étude]. Montpellier Sup Agro.

Peillex, C., & Pelletier, M. (2020). The impact and toxicity of glyphosate and glyphosate-based herbicides on health and immunity. *Journal of Immunotoxicology*, *17*(1), 163–174. https://doi.org/10.1080/1547691X.2020.1804492

Pesticide Action Network Europe. (2017). Alternative method in weed management to the use of glyphosate and other herbicides.

Poser, C., & Monsaingeon, T. (2002). Rotation banane-canne-banane. Un système de production prometteur sur la région de Capesterre : Programme européen DOCUP 2000-2006. Contrat d'entreprise du Cirad-Ca - 1ère tranche. Programme de travaux d'appui au développement de la canne à sucre. Rapport d'activités année 1. https://agritrop.cirad.fr/490476/

Reboud, X., Blanck, M., Aubertot, J.-N., Jeuffroy, M.-H., Munier-Jolain, N., & Thiollet-Scholtus, M. (2017). Usages et alternatives au glyphosate dans l'agriculture française (p. 85). INRA. https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-30183-rapport-inra-glyphosate.pdf

Risède, J.-M., Chabrier, C., Dorel, M., Dambas, T., Achard, R., & Quénéhervé, P. (2010). Integrated management of banana nematodes: Lessons from a case study in the French West Indies [Monograph]. https://agritrop.cirad.fr/553878/

Sabatier, P., Mottes, C., Cottin, N., Evrard, O., Comte, I., Piot, C., Gay, B., Arnaud, F., Lefevre, I., Develle, A.-L., Deffontaines, L., Plet, J., Lesueur-Jannoyer, M., & Poulenard, J. (2021). Evidence of Chlordecone Resurrection by Glyphosate in French West Indies. *Environmental Science & Technology*, *55*(4), 2296–2306. https://doi.org/10.1021/acs.est.0c05207

Signarbrieux, O. (2021). Développement agricole sur le bassin versant du Galion en Martinique. Synthèse sur les manières de gérer l'enherbement sur le bassin versant du Galion en maraîchage-vivrier [Mémoire de fin d'étude]. AgroParisTech.

Tonneau J-P, Bonnal V, Bourgoin J, Cheval A, Jannoyer M, Chéry J-P, Cattan P. (2021). Les écoles-acteurs en Guadeloupe, un espace de débat sur les pollutions agricoles et le devenir de l'agriculture.

Van Bruggen, A. H. C., He, M. M., Shin, K., Mai, V., Jeong, K. C., Finckh, M. R., & Morris, J. G. (2018). Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. Science of The Total Environment, 616–617, 255–268. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.309

Vitrac, M., Teai, T., Shili-Touzi, I., Poser, C., & Goebel, F.-R. (2022). Optimization of the production of sugarcane one-eye cane setts in organic cropping systems in French Polynesia. International Sugar Journal. https://agritrop.cirad.fr/603388/

Weisberger, D., Nichols, V., & Liebman, M. (2019). Does diversifying crop rotations suppress weeds? A meta-analysis. PLOS ONE, 14(7), e0219847. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219847

À voir également

Glyphosate en Martinique : quels usages et transferts vers les rivières ?
https://www.youtube.com/watch?v=Bs52B-D4zpA

Glyphosate en Martinique : quelles alternatives ?
https://www.youtube.com/watch?v=j3I2fQQL3sU&t=285s

Martinique : quels scénarios de sortie du glyphosate ?
https://www.youtube.com/watch?v=Tu4qnbEhswc&t=3s

Webinaire Territoires Durables
https://ur-hortsys.cirad.fr/projets-et-expertises/projets/territoires-durables/webinaire

Annexe 1 : Guide d'entretien, diagnostic

Diagnostic de l'utilisation du glyphosate sur le BVG

Guide d'entretien Agriculteu·rice·s BVG

0- Prise de rendez-vous

- Remercier le producteur pour sa participation aux enquêtes précédentes et proposer de lui faire un retour
- Suggérer qu'il ou elle pourrait contribuer à enrichir les connaissances scientifiques agricoles et qu'il pourra profiter de cet entrevu pour faire remonter des difficultés mais aussi il ou elle pourra bénéficier des résultats obtenus pour améliorer son système

1 - Retour sur les enquêtes précédentes

- Proposer un retour sur les enquêtes menées jusqu'à présent (10-15 min)
- Faire un état des lieux de la pollution (au glyphosate possiblement) dans les cours d'eau et de l'évolution de la réglementation.
- Présenter mon travail de recherche.

2- Approche empathique

- Demander la situation actuelle de l'agriculteur· rice·s :
  - Charge de travail
  - Situation financière (réussi-t-il à se dégager un revenu, les aides sont-elles suffisantes,…)
  - Contraintes commerciales, réglementaire, etc
  - Santé physique / mentale (implicitement)
- Demander une présentation succincte de l'exploitation,
  - Compléter ou mettre à jour les données déjà acquises
  - Quelles sont les subventions et MAEC dont vous disposez ?
- Les instances avec lesquels il ou elle entretient dispose d'un appui ou d'une écoute :
  - Réseau formel ou informel
  - Nature de l'appui (technique, économique, matériel,)

3- Approche technique de l'enherbement

- Gestion de l'herbe et des adventices :
  - Les mauvaises herbes (adventices) vous posent-elles des difficultés dans la réalisation de votre production ? Si oui, lesquelles ?
  - Avez-vous des difficultés à gérer l'enherbement sur l'exploitation ?
  - Arrivez-vous à valoriser l'herbe ? (Pâturage, utilisation en mulch, compostage,…)

3.1 Glyphosate

- Utilisez-vous des herbicides pour protéger vos cultures des mauvaises herbes ? Quels produits (nom commercial) ? Combien de litres avez-vous consommé au cours de la dernière année ? Dans quelles conditions (météo, situation de l'enherbement) ? Dans quel objectif (enherbement, remise en culture, destruction de la culture) ?
  - Sur quelles zones (bordures, traces, plein champ) ?
  - A l'aide de quel outil ?
  - Avec quelles protections ?
- Comment vous procurez-vous ces produits ?
- Sur quelles références vous basez-vous ?
  - Disposez-vous d'un accompagnement pour vous renseigner sur les bons gestes d'utilisation et pour vous protéger ?
  - Même question pour les doses maximales autorisées

- Quels sont vos techniques de destruction de culture ?
- Si utilisation du glyphosate, quelle dose ?

4 – Pilotage de l'exploitation

- Logique de gestion
  - Sur quels critères prenez-vous la décision d'avoir recours à un désherbage chimique ? (Limitation du stock de graine, état de l'enherbement, etc.)
- Prise de décision
  - Qui prend les décisions
  - Sur quels critères, quelles références ?
  - Où sont mobilisées les connaissances ?

Prêter attention aux messages portés en matière de gestion de l'enherbement, la forme et la portée de ces messages, les références techniques mobilisées, la mobilisation pour la création de références techniques, prise en compte de leurs attentes et revendications.

5 – Innovations

- Avez-vous un accès aux connaissances sur les nouvelles pratiques culturales ? (Formations, réunions, flyers, mails, etc.)
- Réalisez-vous une approche innovante et sans glyphosate dans la gestion de l'enherbement / destruction des cultures / entretien des bordures ?
- Connaissez-vous des agriculteurs ou agricultrices ayant une approche innovante et sans glyphosate de l'enherbement / destruction des cultures / entretien des bordures ?
- Connaissez-vous des organisations d'agriculteurs ou d'agricultrices ayant une approche permettant une gestion innovante et sans glyphosate (partages de mulch, compostage collectifs, …)

Annexe 2 : Guide d'entretien, recensement des alternatives

Recensement des méthodes alternatives à l'utilisation du glyphosate

Guide d'entretien Agriculteu·rice·s

0 - Prise de rendez-vous

- Suggérer qu'il ou elle pourrait contribuer à enrichir les connaissances scientifiques agricoles

1- Approche empathique

- Demander la situation actuelle de l'agriculteur·rice :
  - Charge de travail
  - Situation financière (réussi-t-il à se dégager un revenu, les aides sont-elles suffisantes)
  - Contraintes techniques, commerciales, réglementaire, etc.
  - Santé physique / mentale (implicitement)
- Demander une présentation succincte de l'exploitation,
- Les instances avec lesquels il ou elle entretient dispose d'un appui ou d'une écoute :
  - Réseau formel ou informel
  - Nature de l'appuis (technique, économique, matériel,)

2 – Présentation de l'innovation :

- Demander l'objet et description de l'innovation :
  - Sur quelle culture et pour quelle pression ?
  - A quelle période et dans quelles conditions (culture précédente/suivante) ?
  - Nouvel ITK (Dose d'herbicide à l'ha, matériel, MO, calendrier de travail)
- Comparer les avantages et inconvénients par rapport aux systèmes de références
  - Les représentations agronomiques de la pratique innovante et les conditions d'expression des performances de cette même pratique
- Déterminer les performances économiques de l'innovation dans le contexte étudié
  - Quel investissement nécessaire ?
  - Quelle charge de travail en plus ?
- Motivation à la modification
  - Quel a été le déterminant du changement ?
  - Pourquoi cette innovation ? D'où est venue l'idée ?

Annexe 3 : Programme de l'atelier de juin 2023

Atelier 1 (acteurs institutionnels et chercheurs) Présentation des résultats et positionnement des parties sur le sujet		
Durée	**Activité**	**Objectif**
5 min	Mot de bienvenue	
20 min	Brise-glace : Attentes des participants	Exercice ludique pour faire connaissance et permettre à chacun d'exprimer son attente principale
10 min	Programme des 2 journées	Expliquer ce qui est prévu en début et en fin de semaine et ce qui sera ou pas pris en charge parmi les attentes (éviter tout malentendu)
30 min	Restitution des résultats du diagnostic	Présentation des principaux résultats pour les confronter aux points de vue des participants
45 min	Discussion, questions, réponses	Permettre aux participants d'avoir des éclairages précis sur certains points
15 min	**Pause café**	
45 min	Position des participants sur le glyphosate	Réflexion en binômes croisés pour pointer les deux avantages et les deux inconvénients principaux du glyphosate en Martinique
40 min	Restitution et synthèse	Chaque binôme présentera en plénière le fruit de sa réflexion et les idées seront classées au fur et à mesure
75 min	**Pause déjeuner**	
10 min	Energizer	Reprendre le travail de l'après-midi dans un état d'esprit positif et dynamique
45 min	Propositions opérationnelles pour réussir la réduction/sortie du glyphosate	Les participants seront répartis en trinômes mixtes pour identifier quelques pistes concrètes et réalistes ainsi que les freins qui empêchent leur mise en œuvre jusqu'à présent (en priorité les pistes sur lesquels ils ont un pouvoir d'action)
30 min	Restitution	Chaque trinôme présentera aux autres les résultats de sa réflexion et répondra aux questions éventuelles
10 min	Sujet de débat de la prochaine rencontre	A la lumière des réflexions précédentes, les participants seront amenés à pointer les sujets qui leur semble pertinents à discuter en présence des agriculteurs
15 min	Evaluation de la journée	Chaque participant partagera de vive voix son ressenti et ses suggestions pour la rencontre avec les agriculteurs.

Annexe 4 : Programme de l'atelier de juillet 2023

Atelier 2 (agriculteurs, acteurs institutionnels et chercheurs) Présentation des résultats de l'atelier 1, la traque aux innovations et recueil des points de vue avec les agriculteurs		
Durée	**Activité**	**Objectif**
5 min	Mot de bienvenue	
20 min	Brise-glace : présentation des participants	Faire connaissance de façon croisée (chaque acteur sera mis avec un autre acteur qu'il ne connait pas) et chaque acteur présentera ensuite son binôme
30 min	Restitution des résultats de l'atelier 1	Idéalement un ou deux participants de l'atelier 1, sur la base de supports que nous allons préparer, portera à la connaissance des agriculteurs les principaux points abordés et choisis. A défaut, un autre membre de l'équipe s'en chargera
60 min	Discussion, questions, réponses	Permettre aux participants d'avoir des éclairages précis sur certains points
15 min	**Pause café**	
30 min	Présentation des résultats de la traque aux innovations	L'idée étant de porter à la connaissance de l'ensemble des participants toutes les alternatives identifiées (présentes ou non en Martinique) avant de les faire travailler dessus
30 min	Discussion, questions, réponses	Permettre aux participants d'avoir des éclairages précis sur certains points
60 min	World Café autour des innovations	Il s'agit de répartir les participants en 3 sous-groupes mixtes qui vont travailler à tour de rôle sur 3 chantiers (chaque chantier regroupera un certain nombre d'alternatives).Pour chaque chantier, les participants discuteront de la pertinence des innovations, leur faisabilité en Martinique, les freins potentiels et les recommandations pour leur adoption. Au bout de 30 minutes, les groupes tourneront et au bout de 20 minutes, ils tourneront une dernière fois de sorte à contribuer tous aux 3 chantiers
20 min	Restitution des résultats	Les participants découvriront en plénière et de façon synthétique ce qui aura été proposé pour chacun des chantiers
75 min	**Pause déjeuner**	
10 min	Energizer	Reprendre le travail de l'après-midi dans un état d'esprit positif et dynamique
30 min	Echelle de consensus sur les recommandations	Les participants seront invités à se positionner sur les recommandations les plus pertinentes et réalistes
45 min	Discussion et débat	Recueillir les éléments pouvant constituer une suite potentielle au présent travail et identifier quelques changements à la portée des participants et qu'ils sont prêts à mettre en œuvre
15 min	Evaluation de la journée	Chaque participant partagera de vive voix son ressenti et ses suggestions pour les suites éventuelles à donner à ce travail.

Annexe 5 : Poster sur les alternatives sans glyphosate

COUVERTURE DU SOL PAR PAILLAGE

EN PRÉVENTION DU DÉVELOPPEMENT DES ADVENTICES AUX ANTILLES

1 TECHNIQUES DE PAILLAGE VÉGÉTAL

Ces techniques permettent de couvrir le sol au pied des cultures principales, empêchant ou limitant la levée des adventices tout en apportant de la matière organique et maintenant de l'humidité au sol.

Bois raméal fragmenté (BRF)

Issu du broyage de rameaux de bois, il protège et fertilise la zone au pied de l'arbre.
Il maintient l'humidité au sol.

Le Prêcheur, 2023

Epaillage de feuilles de canne

Dépôt d'un mulch protecteur au pied de la canne par coupe des feuilles sèches. Opération réalisable 6 à 10 mois après récolte.

©Chambre d'Agriculture, La Réunion

Mélange de broyat végétal

Certains mélanges peuvent avoir des effets répulsifs auprès des adventices et autres bioagresseurs.

Exemple de mélange : citronnelle, gros thym et atoumo

Bagasse broyée

Ressource disponible gratuitement auprès des distilleries.
Elle peut être préalablement compostée.

Rivière Pilote, 2023

2 TECHNIQUES DE PAILLAGE MANUFACTURÉ

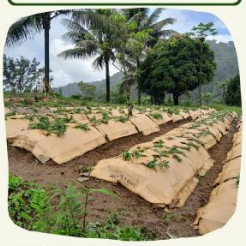
Géo chanvre

Prix : 3,5 €/m²
Matière biodégradable

©Cirad Martinique, projet GAMME

Carton

Peut être une ressource gratuite



©Cirad Martinique, projet GAMME

Paillage plastique

Prix : 0,30 €/m²
Appliqué grâce à une dérouleuse manuelle

Le Lamentin, 2023

Papier

Prix : 0,30 €/m²
Applicable à la dérouleuse

©Cirad Martinique, projet GAMME

Toile tissée

Prix : 2,50 €/m²
Réutilisable durant 5 ans

©Cirad Martinique, projet GAMME

Ces paillages peuvent être appliqués manuellement ou mécaniquement.
Ils peuvent être biodégradables et/ou réutilisables durant plusieurs années.

Réalisation : P. André, 2023
Données : Enquêtes Cirad Martinique, 2023 ; projets Territoires Durables et GAMME, 2023

COUVERTURE DU SOL PAR LA VÉGÉTATION

EN PRÉVENTION DU DÉVELOPPEMENT DES ADVENTICES AUX ANTILLES

1 DENSIFICATION ET FERMETURE DU COUVERT PRINCIPAL

La densification du couvert par resserrement des rangs ou association de cultures permet de **limiter l'accès à la lumière** et à l'espace nécessaire aux adventices pour se développer.

Le Prêcheur, 2023

Occupation de chaque strate végétale en système agroforestier

Sainte-Marie, 2023

Association choux / dachines en rangs resserrés

Densification des petites bananeraies (< 1 ha)

2 PLANTES DE SERVICES

Plantes de couverture en **inter-rangs**

Cette pratique permet d'occuper l'espace en inter-rang pour empêcher la prolifération des adventices. Il peut s'agir de plantes de services à **valeur ajoutée** comme des cultures rampantes de cucurbitacées : pastèques et massissi (concombre des Antilles).

Exemples :

Petit Mouron

Couvert spontané non concurrentiel en bananeraie

Culture de pastèque en inter-rang de **canne à sucre**

Le Prêcheur, 2023

Effet répulsif aux adventices

Exemple : haie composée de vétiver, d'atoumo, d'olivier peyi, de raisin bord de mer, de tamarin, de gingembre et de citronnelle en canne à sucre.

Haies répulsives en **bordures**

Cette pratique permet **d'occuper l'espace en bordure** pour **empêcher la dispersion des adventices** au sein des parcelles.
Les haies ont l'avantage d'ombrager les abords et, selon leur composition, d'avoir un effet répulsif sur certaines adventices.

Réalisation et crédit photo : P. André, 2023
Données : Enquêtes Cirad Martinique 2023

LUTTE PHYSIQUE CONTRE L'ENHERBEMENT

POUR UNE DESTRUCTION DES ADVENTICES SANS GLYPHOSATE AUX ANTILLES

1 DÉSHERBAGE MÉCANIQUE

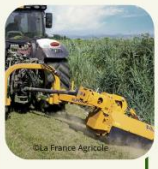
Il existe une diversité d'outils utilisés en Martinique. Le choix de l'outil doit être pensé en fonction des moyens, surfaces, pentes et habitudes des producteurs. Ces outils peuvent être portés, tractés, auto-portés, auto-tractés ou télécommandés.

Le Lamentin, 2023

Gyrobreur tracté

Adapté à la gestion des inter-rangs. Peut être tracté par un tracteur ou un quad.

Prix : 1 000 - 5 000 €
Adapté aux fortes pentes : +/-
Pénibilité : -
Surfaces : ++



©La France Agricole

Broyeur d'accotement tracté

Prix : 2 000 - 20 000 €
Adapté aux fortes pentes et abords des parcelles : +
Pénibilité : -
Surfaces : ++

Le Prêcheur, 2023

Chaumeuse déchaumeuse en "U" tractée

Adaptée aux inter-rangs de canne à sucre en début de cycle

Prix : 2 000 - 12 000 €
Adapté aux fortes pentes : +/-
Pénibilité : -
Surfaces : ++

La Trinité, 2023

Motofaucheuse

Adaptée à la gestion des traces bordures et inter-rangs

Prix : 500 - 1 500 €
Adapté aux fortes pentes : +/-
Pénibilité : +/-
Surfaces : +/-

©Cirad Guadeloupe

Tondeuse auto-tractée

Prix : 200 - 800 €
Adapté aux fortes pentes : +/-
Pénibilité : +/-
Surfaces : +/-

Le Lamentin, 2023

Houe maraîchère

Prix : < 300 €
Adapté aux fortes pentes : +
Pénibilité : +/-
Surfaces : --

©Cirad Martinique, projet GAMME

Sarcleuse rotative à dos

Prix : 300 - 1 000 €
(sarcleuse 300€ + débroussailleuse 700€)
Adapté aux fortes pentes : +
Pénibilité : +
Surfaces : --

©Cirad Guadeloupe

Gyrobroyeur / Tondeuse auto-porté.e 4x4

Prix : 2 000 - 20 000 €
Adapté aux fortes pentes : +/-
Pénibilité : -
Surfaces : +

©SystemD

Débroussailleuse à dos

Prix : 200 - 1 500 €
Adapté aux fortes pentes : +
Pénibilité : +
Surfaces : +

2 DÉSHERBAGE THERMIQUE

Le désherbage thermique à flamme détruit les adventices par un effet de "coup de chaud" sans brûler ni détruire le système racinaire.

©Gamme vert

Débroussailleuse thermique à gaz

Prix : 50 - 400 €
Adapté aux fortes pentes : +
Pénibilité : +
Surfaces : -

Réalisation et crédit photo : P. André, 2023
Données : Enquêtes Cirad Martinique, 2023 ; projet GAMME, 2023

ANIMAUX DE SERVICES

POUR UNE DESTRUCTION DES ADVENTICES SANS GLYPHOSATE AUX ANTILLES

1 ANIMAUX AU PIQUET, ENTRETIEN DES BORDURES ET DES JACHÈRES

Gros Morne, 2023

Cochons
Remuent et travaillent la terre en surface

Le Lamentin, 2023

Bovins
Facilitent les travaux de défrichage et d'entretien des jachères

En accord avec les techniques traditionnelles, les animaux au piquet en systèmes extensifs permettent de **diversifier le revenu agricole** tout en **entretenant naturellement les bordures et jachères** par pâturage, remuage et piétinement.

2 MOUTONS PARQUÉS DANS LES PARCELLES

Le **pâturage des ovins** de race rustique à l'intérieur même des parcelles permet de :

- **lutter contre l'enherbement spontané**
- diversifier le revenu agricole

Cela nécessite de parquer les animaux avec des clôtures électriques et de disposer d'un abri.

Le pâturage tournant dynamique permet d'optimiser la broute de l'herbe tout en évitant le surpâturage et le piétinement des parcelles.

Morne Rouge, 2023

Moutons parqués dans des bananeraies

Le Robert, 2023

Moutons en pâturage tournant dynamique en verger d'agrumes

Réalisation et crédit photo : P. André, 2023
Données : Enquêtes Cirad Martinique 2023

OPTIMISATION ET FACILITATION DU TRAVAIL DE DÉSHERBAGE

POUR UNE DESTRUCTION DES ADVENTICES SANS GLYPHOSATE AUX ANTILLES

1 AMÉNAGEMENT PARCELLAIRE

L'aménagement parcellaire est un moyen de faciliter et/ou d'optimiser le travail manuel et mécanique au champ. Ces changements peuvent s'opérer de différentes manières. En voici deux exemples :

Système de **terrassement** pour casser les pentes. Cette méthode peut être réalisée à l'aide d'une pelle mécanique.

Espacement entre lignes de canne à sucre et **rangs jumelés** pour optimiser le passage des machines agricoles larges.

2 AGRICULTURE DE PRÉCISION ET BOUTURES PRÉ-GERMÉES (BPG) EN CANNE À SUCRE

La technique de boutures pré-germées permet d'optimiser la phase de plantation :

- La bouture pré-germée est plus compétitive
- La levée homogène et sécurisée limite les recours aux remplacements (recourage)
- Les BPG peuvent être plantées avec **précision** (GPS) à **espacements réguliers** et facilitent les interventions ultérieures au champ comme le **désherbage**
- **L**es apports d'intrants localisés à proximité des BPG **bénéficient en priorité à la canne**

Réalisation et crédit photo : P. André, 2023
Données : Enquêtes Cirad Martinique 2023

GESTION ALTERNATIVE DU CYCLE CULTURAL
SANS GLYPHOSATE AUX ANTILLES

1 DESTRUCTION ALTERNATIVE DES BANANERAIES

Destruction mécanique des bananeraies

En alternative au piquage des bananiers au glyphosate, la destruction manuelle de la plantation peut se faire par **taille à la machette** ou par **passage d'engins agricoles** pour **coucher et écraser** les bananiers. Il est possible de passer en marche arrière ou de disposer un godet ou une barre à l'avant du tracteur pour coucher le bananier.

Exemple d'itinéraire technique

1. Ramassage des déchets artificiels (plastiques,...)
2. Passage du tracteur pour coucher et écraser les bananiers
3. Après 10 à 15 jours, hersage (1ou 2 passages)
4. Sous solage
5. Semis de *Brachiaria* Mise en jachère

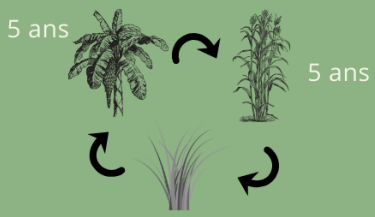
Œilletonnage à blanc

Cette pratique consiste à faire **dépérir naturellement le bananier** par **destructions successives des rejets**. Les rejets peuvent être retirés manuellement avec une gouge à œilletonnage pour écœurer le rejet après l'avoir rasé ou par arrachage lorsque le rejet est suffisamment petit. Il est recommandé de démarrer l'œilletonnage avant floraison et de répéter le processus **une fois par mois.**

Rejet coupé et écœuré à la gouge

Rejet arraché

2 ROTATIONS



Rotation banane-canne

Cette pratique permet d'assainir et **casser le cycle de certains bioagresseurs** spécifiques d'une culture. Cela nécessite d'avoir une double compétence ou d'échanger des parcelles entre planteurs de canne et de bananes grâce à des **partenariats**.

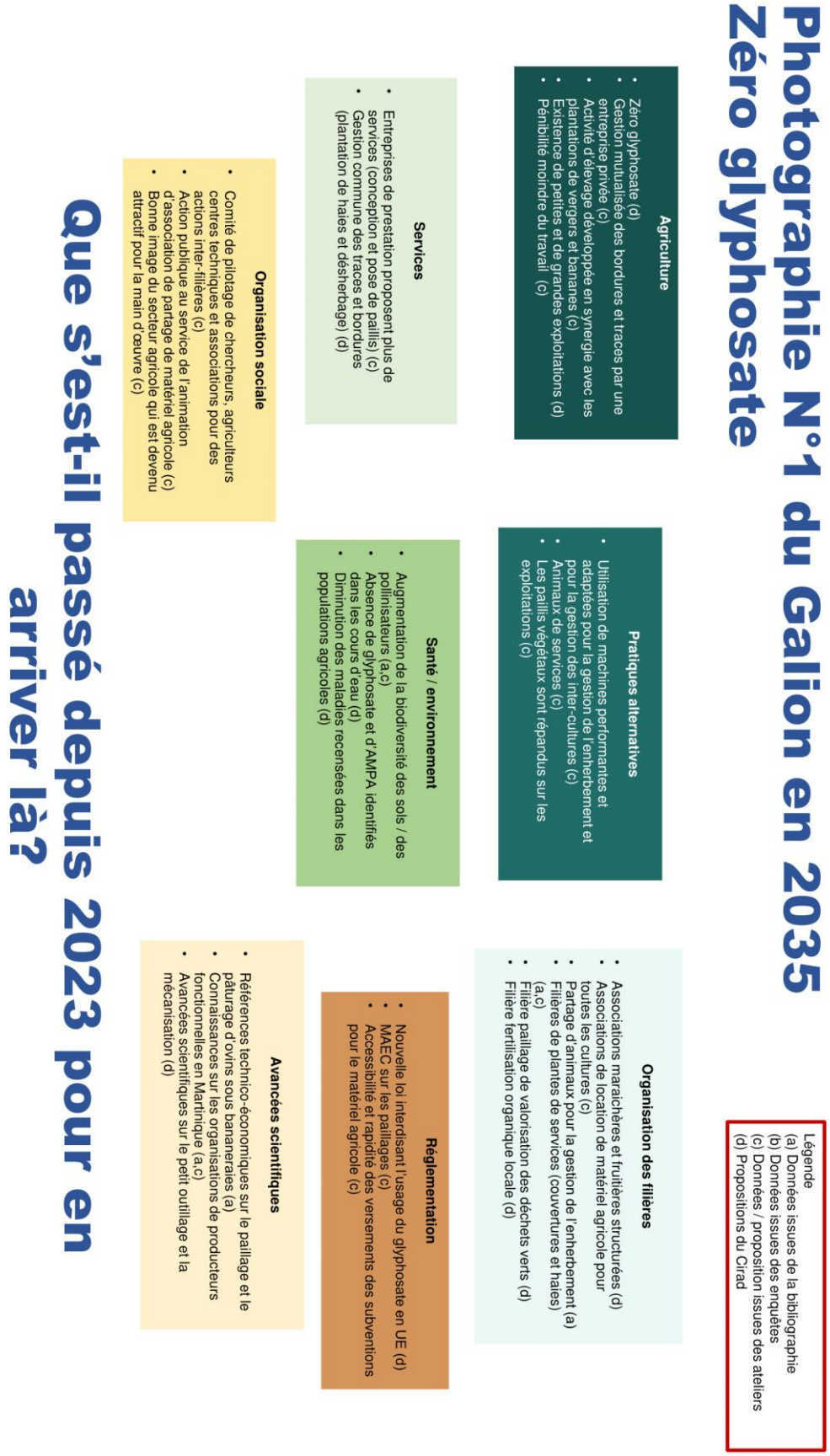
Réalisation : P. André, 2023
Données : Enquêtes Cirad Martinique 2023 ; Cirad Guadeloupe

Annexe 6 : Programme de l'atelier de septembre 2023

Atelier 3 (agriculteurs, acteurs institutionnels et chercheurs) PROSPECTIVE		
Durée	**Quoi**	**Comment**
10 min	**Mot de bienvenue**	Aperçu missions Cirad, et rappel du cadre du projet et de la journée
25 min	**Brise-glace : présentation des participants**	Chaque participant écrit un mot clé répondant à cette question « **Si on vous dit l'agriculture martiniquaise en 2035, qu'est-ce qui vous vient à l'esprit ?** ». Puis les participants sont répartis en trinômes aléatoires, ils se présentent entre eux, chacun explique son mot clé aux autres, puis les trinômes passent à tour de rôle, chacun présente un membre du trinôme ainsi que son mot clé. Nous nous chargerons de faire un nuage de mots avec tous les mots clés.
20 min	**Rappel de la démarche et des résultats**	Expliquer à l'aide d'une frise la démarche dans sa globalité, positionner l'étape de ce 3ème atelier et zoomer sur chaque étape pour présenter quelques résultats phares illustrés. Inutile de rentrer dans les détails car nous aurons après la présentation de la situation de référence.
30 min	**Discussion, questions, réponses**	Permettre aux participants d'avoir des éclairages précis sur certains points
15 min		**Pause café**
20 min	**Présentation de la situation de référence Galion 2023**	Donner un aperçu non exhaustif aux participants sur la situation actuelle du Galion en suivant notre trame « scénarios » : agriculture, pratiques, organisations…En motivant le choix des éléments choisis au regard du projet et en précisant que nous sommes conscients que ce n'est pas exhaustif.
15 min	**Discussion, questions, réponses**	Permettre aux participants d'avoir des éclairages précis sur certains points
60 min	**Travail en sous-groupes sur 3 scénarios**	Les participants seront répartis en 3 sous-groupes, chaque sous-groupe traitera d'un scénario. Les participants qui le souhaitent pourront choisir en amont de l'atelier le scénario qu'ils préfèrent aborder, les autres seront répartis aléatoirement. Chaque participant recevra une fiche d'un scénario (celui de son groupe). Sur la base de cette fiche, une discussion sera lancée dans chaque sous-groupe pour faire des brouillons de scénarios ayant abouti à la photo qu'on leur présente. Une fois le brouillon stabilisé, ils pourront recopier au propre sur une grande feuille A3. Un animateur sera présent aux côtés de chaque groupe pour une aide éventuelle.

75 min	**Pause déjeuner**	
10 min	**Energizer**	Reprendre le travail de l'après-midi dans un état d'esprit positif et dynamique
45 min	**Restitutions des scénarios devant « Commission »**	Les participants seront amenés à restituer en tant « qu'experts » devant une commission le scénario qui a conduit à la photo sur laquelle ils ont travaillé. La commission aura la possibilité de poser des questions, puis le public à son tour (les autres sous-groupes) uniquement des questions de compréhension. Les sous-groupes se succéderont sous ce même format. (Toute cette partie sera sous forme de simulation)
30 min	**Débat de fond**	Une discussion ouverte (hors simulation cette fois-ci) pour discuter des points marquants, ce qui intéresse, inquiète, questionne…les participants. Les idées seront notées au fur et à mesure du débat.
45 min	**Travail en 3 sous-groupes sur un scénario réaliste**	A la lumière des réflexions précédentes, les participants seront remélangés en 3 sous-groupes et devront se mettre d'accord sur le scénario qui leur semble le plus probable/réaliste pour 2035, toujours en suivant la trame (retrouver dans le narratif toutes les briques). Reporter ensuite le scénario sur une feuille A3.
10 min	**Pause Café**	
30 min	**Restitutions**	Chaque sous-groupe, à tour de rôle, présentera en plénière le scénario choisi. S'il y a des questions de compréhension elles seront traitées dans la foulée. A ce stade, nous n'ouvrirons pas le débat sur le fond.
15 min	**Suite et évaluation de la journée**	Annonce de la suite et fin du projet (le devenir de ce travail), puis chaque participant partagera de vive voix son ressenti et ses suggestions pour d'éventuels futurs projets ou initiatives dans ce sens.

Annexe 7 : Photographies (1,2 et 3) des situations fictives et contrastées en 2035



Photographie N°2 du Galion en 2035 Tendanciel

Légende
(a) Données issues de la bibliographie
(b) Données issues des enquêtes
(c) Données / proposition issues des ateliers
(d) Propositions du Cirad

Agriculture

- Usage moyen de 2L /ha/an (0,8kg) (d)
- Disparition des petites exploitations cannières et de bananes au profit des plus grandes (b)
- Diminution de la population agricole (a,d)
- Augmentation des coûts de production (gazoil, semences,…) (b,d)
- Pénibilité importante du travail (b,d)

Pratiques alternatives

- Gestion mécanique de l'enherbement avec un choix restreint d'outils (b,d)
- Développement de l'enherbement spontané et choisi (sélection de la flore retirée et maintenue) (c,d)
- Gestion mécanisée de l'enherbement couplée au désherbage chimique (b,d)

Organisation des filières

- Fortes disparités (accès aux ressources, capital, etc..) entre les filières (exploitations intensives et extensives) (b,d)

Services

- Entreprises de prestation proposent des services basiques et onéreux (désherbage et travail du sol) (b,d)

Santé / environnement

- Glyphosate et AMPA présents dans les sols et milieux aquatiques dépassant les seuils de potabilité par endroit (a,d)
- Déclin de la biodiversité impactant la fertilité des sols (a)

Réglementation

- Interdiction de certains usages du glyphosate mais attributions de dérogations pour les filières structurées (b,d)
- Des aides incitatives à la réduction du glyphosate existent mais avec de très hautes exigences (c,d)

Organisation sociale

- Déprise agricole car il n'y a plus de repreneurs d'exploitations (b)
- Négociations bilatérales pour le rachat et la mise en fermage du foncier (b,d)

Avancées scientifiques

- Connaissances fines de quelques molécules (de pesticides) ;
- Avancées scientifiques orientées principalement sur les systèmes bananiers (nouvelles variétés, optimisation fertilisation, maladies émergentes,…)

Que s'est-il passé depuis 2023 pour en arriver là?

Photographie N°3 du Galion en 2035 – Tout glyphosate

Légende
(a) Données issues de la bibliographie
(b) Données issues des enquêtes
(c) Données / proposition issues des ateliers
(d) Propositions du Cirad

Agriculture

- Augmentation de l'usage du glyphosate à 6L/ha/an (2,16kg) (d)
- Disparition des petites exploitations cannières et de bananes au profit des plus grandes (a,b,d)

Pratiques alternatives

- Les producteurs se dirigent systématiquement vers une solution chimique (d)

Organisation des filières

- Les distilleries et l'usine ont le monopole sur la production de canne et imposent un ITK unique (d)
- Gestion cloisonnée des filières (a,b,d)

Services

- Entreprises de prestation proposent des services basiques et onéreux (désherbage et travail du sol) (b,d)

Santé / environnement

- Augmentation des taux de glyphosate et d'AMPA quantifiés dans les eaux dépassant parfois les seuils de potabilisation (d)
- Déclin de la biodiversité impactant la fertilité des sols (a)
- Erosion des sols nus et effet de transfert de chlordécone (a)
- Des adventices invasives se développent (d)
- Détection de glyphosate dans les urines des martiniquais (a,d)

Réglementation

- Des aides incitatives à la réduction du glyphosate existent mais avec de très hautes exigences (c,d)

Organisation sociale

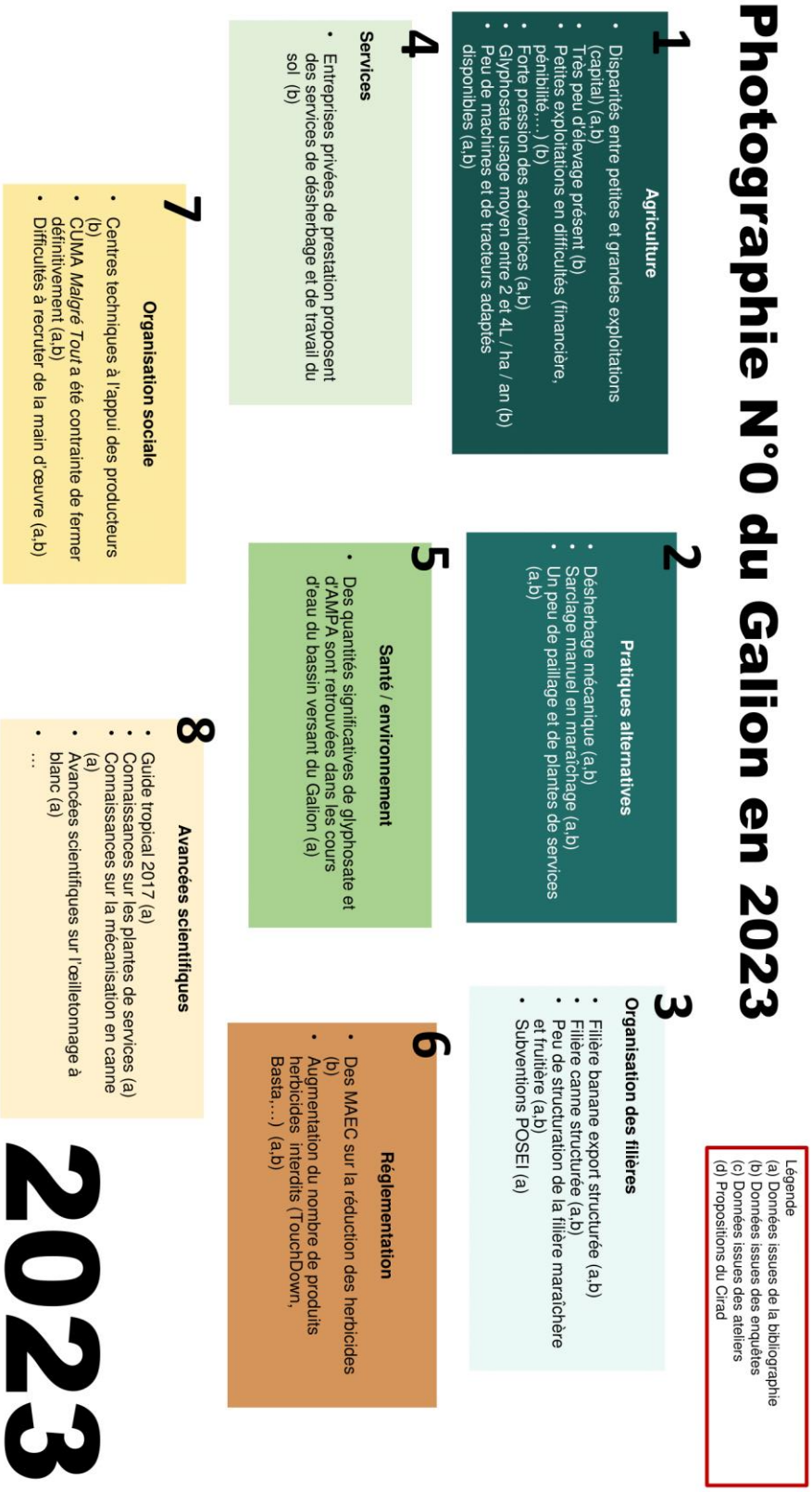
- Les métiers agricoles sont peu attractifs (c)
- Recrutement accrus de la main d'œuvre étrangère (b,d)
- Compétition entre producteurs sur les ressources (eau, machines,…) (d)
- Clivage entre le milieu agricole et les habitants : mobilisation civile (d)

Avancées scientifiques

- Variétés (OGM et de sélection) de plus en plus résistantes au glyphosate (d)

Que s'est-il passé depuis 2023 pour en arriver là?

Annexe 8 : Photographie de la situation de référence en 2023



Annexe 9 : Retranscription des scénarios réalistes

Scénario A

La consommation de glyphosate stagne pour atteindre un plateau qui concerne les réfractaires à la diminution de l'herbicide puis une franche diminution jusqu'en 2035 à 0,4kg/ha/an.

Une seule utilisation/an est *autorisée* chez les agriculteurs pour les bordures.

Le domaine de la recherche poursuit son travail pour identifier des pratiques alternatives aux glyphosate.

Face au manque de stabilité des CUMA, des entreprises privées et des prestataires de travaux agricoles se développent grâce au financement d'une inter-filière.

Il y a une augmentation des aides allouées aux agriculteurs (Etat) avec une contribution des filières structurées (banane et canne).

Des conduites d'élevage de volailles et de petits ruminants sont menées en association avec les cultures végétales. La recherche accompagne ces nouvelles synergies.

Afin de répondre aux besoins en petit matériel des planteurs, des dispositifs d'aides financières sont mis en place. Il y a également un investissement de la recherche pour accompagner l'adoption de plantes de services.

Afin de pallier au manque de main d'œuvre pour les travaux de gestion de l'enherbement, des dispositifs sont mis en œuvre pour aider les agriculteurs dans leurs tâches :

- Travaux d'intérêts généraux,
- Aide à la personne,
- Coups de mains entre agriculteurs (*koudmen*),
- Jeunes agriculteurs – jeunes en formation.

En parallèle, des travaux de recherche appliquée sur les problématiques agricoles et sur la santé globale (notamment les effets de l'AMPA) sont entrepris grâce en partie à des contrôles de santé annuels.

Les financements pour la recherche sont orientés de sorte à améliorer l'efficacité et les conditions des travaux de désherbage.

La réduction du glyphosate induit indirectement une prolifération de certains nuisibles attirés par les herbes hautes et les paillages comme les rats. Il y a alors une intervention conjointe du Parc Naturel Régional et de la FREDON pour lutter contre ces nuisibles.

Scénario B

Une diminution progressive de la consommation de glyphosate se poursuit pour atteindre un plateau de 2032 à 2035. Ce plateau correspond aux dérogations autorisant l'usage du glyphosate de manière exceptionnelle et sous conditions pour éviter une substitution par une autre molécule herbicide.

La règlementation combine mesure coercitives et incitatives pour contribuer à cette diminution progressive des usages. Une interdiction du glyphosate fini par être adoptée avec des dérogations face à des situations critiques (forte pression d'espèces invasives, panne de matériel, etc.) représentant en moyenne 0,2kg/ha/an (0,55L/ha/an).

Les grandes exploitations sont équipées d'outils de mécanisation adaptés, tandis que les petites exploitations sont dans une dynamique de partage de matériel à la manière d'une CUMA mais avec une animation adaptée.

Les collectivités sont en charge du désherbage mécanique des bordures et des traces.

Nous constatons un rehaussement de la rémunération indirecte des petits exploitants (principalement les maraîchers) grâce à des subventions publiques.

En parallèle, un renforcement de l'accompagnement et du conseil auprès des agriculteurs permet de déployer les pratiques sans glyphosate. Cet accompagnement est en parti assuré par le secteur associatif qui se sera développé.

Il y a une émergence de nouveaux outils de l'agriculture numérique au service de la diffusion de connaissances et d'information sur les pratiques agricoles sans glyphosate (réseaux sociaux, OAD, robotisation, IA, etc.). De même avec l'agriculture de précision permettent de réaliser toutes les actions aux champs avec un minimum d'intrant (gazol, fertilisants, herbicides) permettant de réduire drastiquement les usages.

Scénario C

Une diminution des consommations de glyphosate s'opère jusqu'à atteindre un plateau où il devient de plus en plus difficile de réduire le glyphosate. Ce plateau correspond aux réfractaires qui refusent d'arrêter l'usage du glyphosate. « *2035 est peut-être trop tôt pour arrêter complètement et éviter un effet de substitution par autre herbicide. Peut-être cela sera possible en 2040* » Un membre du groupe scénario C.

A l'échelle des parcelles, plusieurs alternatives se mettent en place telle que la micro-mécanisation bénéficiant de subventions dédiées. Cela s'accompagnant d'une amélioration de l'approvisionnement en matériel avec une fabrication locale de machines (avec un appui de la recherche). Les associations de cultures sont de plus en plus répandues avec la création de pépinières de plantes de services, l'accompagnement de la recherche et la revalorisation de pratiques ancestrales.

Il y a une remise en service de l'accompagnement des agriculteurs *: « on sait que ça coute cher mais il faut donner les moyens pour ré-accompagner les agriculteurs* » Un membre du groupe scénario C. Et ceci avec davantage de moyens humains investis notamment au sein des structures au contact des exploitants : CTCS, Banamart, IT2, CA 972. Cela sera en partie pour aider à la tenue des comptes d'exploitations et ainsi faciliter l'accès à des aides financières. Ces aides financières ne rémunéreront pas directement une diminution du glyphosate utilisé mais plutôt les pratiques alternatives effectuées (paillages, plantes de services, etc.).

Une stratégie de communication est en place au sujet des pratiques alternatives (à la fois sur leurs avantages et leurs inconvénients) et vise une prise de conscience des agriculteurs sur la nécessité de réduire le glyphosate. Ceci via des actions de sensibilisation délocalisées au niveau de l'île en allant au contact des agriculteurs.

La recherche s'investit autour de molécules moins toxiques et efficaces.

Rapport de synthèse

QUELS SCÉNARIOS DE SORTIE DU GLYPHOSATE ADAPTÉS À LA MARTINIQUE ?

Synthèse d'une démarche de recherche participative et de prospective avec les acteurs du territoire

Perrine ANDRÉ, Amar IMACHE, Philippe CATTAN, Christophe POSER & Lai Ting PAK