

SMART AGRICULTURE

Phase 1 - CARTOGRAPHIE

Enquête sur les pratiques phytosanitaires des producteurs de légumes à Maurice



Remerciements

La Chambre d'Agriculture de l'île Maurice souhaite remercier l'ensemble de ses partenaires qui ont pu rendre la réalisation de ce projet possible :

- L'AFD pour son financement et sa considération pour la première phase du projet Smart Agriculture
- Le CIRAD et plus particulièrement Fabrice Le Bellec, pour son soutien technique pour la préparation aux enquêtes, l'analyse et la publication des résultats obtenus
- Le FAREI en général et l'ensemble du personnel du département « Extension » pour l'organisation des sorties terrain pour l'enquête, les conseils pratiques et techniques pour mieux comprendre les agriculteurs, leur disponibilité et leur accueil
- Crop Life et Roger Fayd'herbe pour avoir répertorié l'ensemble des produits phytosanitaires pour les légumes disponibles sur le marché
- Le personnel de la Chambre ainsi que les membres de la Chambre pour l'encadrement et le soutien dont ils ont fait preuve pour ce projet
- Et bien sûr... l'ensemble des agriculteurs ayant pris le temps de répondre à l'enquête avec sincérité et passion.

Sommaire

| | |
|--|----|
| Introduction | 1 |
| Contexte | 3 |
| Les débuts de l’Agriculture vivrière à l’île Maurice | 3 |
| L’importance de l’agriculture vivrière aujourd’hui | 3 |
| Les bio-agresseurs et leur contrôle..... | 4 |
| Les enjeux liés aux pesticides..... | 6 |
| Les institutions de l’agriculture vivrière..... | 7 |
| Procédé de l'enquête | 11 |
| 1-Échantillonnage | 11 |
| 2-Questionnaire | 13 |
| 3-Données d’enquête et analyses statistiques | 14 |
| Résultats | 18 |
| 1-Rapide portrait des producteurs de légumes à Maurice..... | 18 |
| 2-Principaux risques phytosanitaires des cultures à Maurice | 20 |
| 3-Focus sur les pratiques phytosanitaires | 23 |
| a- Les pesticides utilisés | 23 |
| b- Les indices de fréquence de traitement (IFT) | 26 |
| c- Les bonnes pratiques phytosanitaires | 31 |
| d- Les techniques alternatives à l’usage des pesticides..... | 32 |
| e- Les risques de transfert des pesticides vers l’environnement..... | 34 |
| Discussion des méthodes et résultats | 41 |
| 1-Limites de l’échantillonnage | 41 |
| 2-L’usage des pesticides | 42 |
| 3-La fréquence des usages des pesticides | 43 |
| 4-Les risques de transfert des pesticides | 45 |
| 5-Contexte social..... | 46 |
| Perspectives : les bases du projet ‘SMART AGRICULTURE’ | 48 |
| Objectif 1 : Encadrer l’usage des pesticides à l’échelle du territoire | 48 |
| Action 1 : Création d’une base de données sur les usages des pesticides..... | 49 |
| Action 2 : Formation à l’usage des pesticides | 51 |

| | |
|--|-----------|
| Objectif 2 : Accompagner les producteurs, sur le terrain, à l'utilisation des pesticides en vue de leur réduction..... | 52 |
| Action 3 : constitution de réseaux FERME de référence..... | 52 |
| Objectif 3 : La valorisation des produits..... | 56 |
| Objectif 4 : Mesures d'envergure nationale..... | 57 |
| Conclusion | 59 |

Table des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 Courbe d'évolution des surfaces cultivées en hectare et des volumes de production en tonnes de 1984 à 2014. Ce graphique prend en compte les superficies et les productions d'ananas et de riz..... | 4 |
| Figure 2 Evolution de la production de légume et de l'importation totale de pesticide entre 2007 et 2014. | 5 |
| Figure 3 Evolution de la production de légume et de l'importation des pesticides différenciés (insecticide, fongicide et herbicides) entre 2007 et 2014 | 5 |
| Figure 4 Courbe d'évolution de la proportion de légumes analysés ne respectant pas le seuil autorisé de résidus de pesticides de 2010 à 2014 | 6 |
| Figure 5 Diagramme représentatif des principales institutions et de leurs relations dans le secteur de l'agriculture vivrière..... | 8 |
| Figure 6 Répartition des relations liant les agriculteurs et leurs terres agricoles | 18 |
| Figure 7 Répartition des agriculteurs selon leur âge | 19 |
| Figure 8 Répartition des agriculteurs selon leur formation..... | 19 |
| Figure 9 Exemples de bioagression des légumes : Mineuse des feuilles sur giraumon, <i>Phytophthora Capsici</i> sur giraumon, <i>Phytophthora infestans</i> sur pomme de terre, piqure de mouche des cucurbitacées sur chou chou, Anthracnose sur piment et <i>Helicoverpa armigera</i> sur tomate..... | 22 |
| Figure 10 Boîte à moustache présentant la répartition des IFT deduits selon chaque légume. | 27 |
| Figure 11 Impact des zones écologiques sur les IFT (toutes cultures confondues)..... | 29 |
| Figure 12 Réponse oui ou non au respect de quelques bonnes pratiques phytosanitaires..... | 32 |
| Figure 13 Exemple de lutte alternative contre les mineuse de feuille, les "yellow sticky traps"..... | 33 |
| Figure 14 Réponses des producteurs (oui ou non) sur l'usage de ces techniques alternatives..... | 34 |
| Figure 15 Scores E-phy obtenus avec l'outil Phyto'aide pour l'Oxyfluorfen sur le sol 1..... | 35 |
| Figure 16 Exemple de leviers au champ : proximité immédiate d'un point d'eau (négatif) et utilisation d'un pulvérisateur manuel (positif) | 37 |
| Figure 17 Présence d'activité agricole dans un milieu résidentiel..... | 40 |
| Figure 18 Produits phytosanitaires appliqués au champs avec des risques de sur ou sous-dosage et d'interaction avec l'effet cocktail..... | 42 |
| Figure 19 Dans un processus de reconception des systèmes de culture en vue de réduire la leur dépendance aux pesticides, l'efficacité constitue le premier niveau de réduction possible.. | 53 |

| | |
|--|----|
| Figure 20 Dans un processus de reconception des systèmes de culture en vue de réduire la leur dépendance aux pesticides, la substitution constitue le second niveau de réduction possible. | 54 |
| Figure 21 Dans un processus de reconception des systèmes de culture en vue de réduire la leur dépendance aux pesticides, la reconception globale du système constitue l'ultime niveau de réduction possible..... | 55 |
| Figure 22 Vente directe en bord de route de légumes "Bio" | 57 |

Table des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 Production et surface cultivée pour chaque légume sélectionné en 2014..... | 11 |
| Tableau 2 Le facteur risque phytosanitaire a été déterminé grâce aux données bibliographiques et selon 3 classes de risque..... | 12 |
| Tableau 3 Répartition du nombre d'agriculteurs à interroger selon le type de légume et les différentes régions..... | 13 |
| Tableau 4 Caractéristiques des deux types de sol rencontrés à Maurice..... | 16 |
| Tableau 5 Tableau présentant les variables à expliquer et les variables explicatives ainsi que l'explication de leur qualification..... | 17 |
| Tableau 6 Liste des substances actives (insecticides) et leur niveau d'utilisation chez les agriculteurs mauriciens..... | 24 |
| Tableau 7 Liste des substances actives (fongicides) et leur niveau d'utilisation chez les agriculteurs mauriciens..... | 25 |
| Tableau 8 Liste des substances actives (herbicides) et leur niveau d'utilisation chez les agriculteurs mauriciens..... | 26 |
| Tableau 9 Légumes associés a leur indice de fréquence de traitement moyen et leur écart-type déduits de l'ensemble des IFT pour chaque légume (chaque agriculteur étant considéré pour un légume en particulier) et classés selon leur intensification de traitement. | 27 |
| Tableau 10 Représentation des IFT pour les différentes rotations rencontrées dans les différentes régions pour une période d'un an | 30 |
| Tableau 11 Scores minimum, maximum et marge de progrès pour les substances actives les plus utilisés par les producteurs et testés sur deux types de sol mauriciens (cf matériel et méthode)..... | 35 |

Liste d'abréviations

ACP: Analyse en Composant Principales

AFD : Agence Française de Développement

AMB : Agricultural Marketing Board

BPP: Bonne Pratiques Phytosanitaires

CFPPA : Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Agricole

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

CPE : Certificate of Primary Education

DCCB: Dangerous Chemical Control Board

FAREI: Food and Agricultural Research and Extension Institute

FDGDON : Fédération Départementale des Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles

Food Tech Lab: Food Technology Laboratory

FORENA : Fondation Resoures et Nature

Ha : Hectare

IFT: Indice de fréquence de traitement

LMR : Limite Maximale de Résidus des pesticides

MCA : Mauritius Chamber of Agriculture

MCIA: Mauritius Cane Industry Authority

MSB : Mauritius Standard Bureau

ONG : Organisation Non Gouvernementale

s.a. : Substance actives

SM : Statistics Mauritius

t : Tonne

UE : Union Européenne

UNDP : United Nations Development Programme

Introduction

Aujourd'hui l'agriculture vivrière à l'île Maurice doit faire face à de nombreux constats. Les sols s'appauvrissent et les rendements naturels diminuent de plus en plus poussant à une utilisation croissante de pesticides. Les jeunes s'impliquent peu dans l'agriculture vivrière, la demande des consommateurs en produits sains s'agrandit et la prévalence de cas de cancers à travers le pays augmente...

Pour répondre à ces enjeux, le gouvernement mauricien a décidé, par une déclaration du ministre des finances en mai 2015, de promouvoir l'agriculture biologique avec comme l'objectif de produire 50% de produits « bio » locaux¹.

Face à ces constats, le secteur privé et plus précisément la Chambre d'Agriculture de Maurice a choisi d'explorer la voie d'une transition agricole : promouvoir une agriculture raisonnée avec pour objectif spécifique la réduction de l'utilisation des pesticides en culture vivrière. Cette démarche a été appelée Smart Agriculture.

Afin de mieux comprendre les enjeux face aux changements des pratiques agricoles, il est convenu de faire un état des lieux des pratiques : la cartographie. La première action de cette première étape est de connaître de manière scientifique et démontrable les pratiques phytosanitaires sur les légumes, pouvoir donner une réponse ferme sur les nombreux à priori et évaluer la dépendance de ce secteur face aux pesticides. La seconde action est d'évaluer les marges de progrès possibles pour limiter ou diminuer l'usage des pesticides.

Le présent rapport fait état de l'ensemble des 4 étapes de la première phase du projet Smart Agriculture :

- Réaliser un état des lieux.
- Décrire et analyser les pratiques phytosanitaires actuelles.
- Évaluer les marges de progrès des systèmes de culture pour établir un plan d'action.
- Préparation des projets pilotes : vers le changement de pratiques culturales. Cette étape sera l'évolution vers la deuxième phase du projet avec l'identification des partenaires pour la transition vers une agriculture raisonnée et une réduction de l'utilisation des pesticides.

¹ Cf. Budget Speech 2015-2016, Mauritius at the Crossroad (2015)

L'objectif global est donc de répondre aux problématiques fondamentales sur l'agriculture vivrière à Maurice en vue de diminuer l'usage de pesticides. Pour ce faire, nous nous devons de répondre à un certain nombre de questions :

Utilise-t-on beaucoup de pesticide à Maurice ?

Y a-t-il des légumes plus traités que d'autres ?

Y a-t-il une différenciation régionale des pratiques ?

Quels sont les éléments qui influent sur l'utilisation des pesticides ?

Peut-on mieux définir les produits phytosanitaires utilisés et leurs risques ?

Quel est le niveau de sensibilisation et l'état d'esprit des agriculteurs ?

Existe-il des solutions pour réduire l'usage des pesticides ?

Contexte

Les débuts de l'Agriculture vivrière à l'Île Maurice

L'agriculture à l'Île Maurice a commencé avec la colonisation au 18^{ème} siècle avec l'introduction de la canne à sucre dans le but d'exporter le sucre de la colonie vers la France. A partir des années 1960, une diversification des cultures s'est opérée avec la plantation de la pomme de terre, le maïs, l'arachide et la tomate ; le but recherché de cette diversification était l'autosuffisance de l'île en légumes tout en gardant la canne à sucre comme culture pivot des systèmes de production pour répondre à un marché sucrier rentable.

Très longtemps, les légumes ont été associés à la canne à sucre, soit en rotation saisonnière soit en interligne. Au fil des années et au gré des réformes agraires mauriciennes, certains producteurs se sont spécialisés dans ces systèmes de culture vivriers laissant aux industries sucrières la production de la canne à sucre². Si ces groupes industriels ont été les pionniers de l'agriculture vivrière à Maurice, leur poids est aujourd'hui minoritaire même s'ils restent encore des acteurs importants pour certains légumes.

Ceci explique qu'aujourd'hui, une multitude de 'petits' producteurs existe ; producteurs qui ont souvent délaissé la culture de la canne à sucre au profit de la culture vivrière³. Cette conversion s'explique en grande partie par l'intérêt économique de ce secteur de production notamment dans le but de répondre à la demande locale tout en essayant de supplanter les importations. En 2015 le déficit commercial des denrées alimentaires s'est élevé à 14,66 milliards de roupies, dans lequel les fruits et légumes ont pris une part importante⁴.

L'importance de l'agriculture vivrière aujourd'hui

Avant les années 1960 et la diversification économique⁵, l'agriculture était à la base même de l'économie comptant 75 % du Produit Intérieur Brut (PIB)⁶. À ce jour (pour 2015), elle se positionne à la dixième place avec 4,17 % du PIB (incluant la canne à sucre) ou 2,5% du PIB (excluant la canne à sucre mais incluant la pêche et la gestion forestière). La canne à sucre reste la culture la plus importante avec, en 2014, 50 694 ha cultivés sur une surface agricole

² Government of Mauritius, (1991). The possibilities for agricultural diversification

³ Cultures vivrières à Maurice : fruits, légumes et tubercules

⁴ Consulté le 29/12/2015 : <http://www.lemauricien.com/article/commerce-exterieur-deficit-rs-79-mds-2015-maintenu>

⁵ YeungLamKo L., (1998). The economic development of Mauritius since independence

⁶ Chinien S., (2001). Status and limitations of Marketing of vegetable crops in Mauritius

totale de 59 153 et la part des productions vivrières augmente régulièrement d'année en année comme l'illustre la figure 1. En 2014, les surfaces sous cultures vivrières s'élevaient à près de 8 500 ha pour une production cumulée d'environ 120 000 tonnes, soit 2 469,5 millions de roupies en valeur ajoutée, d'après le Statistics Mauritius.

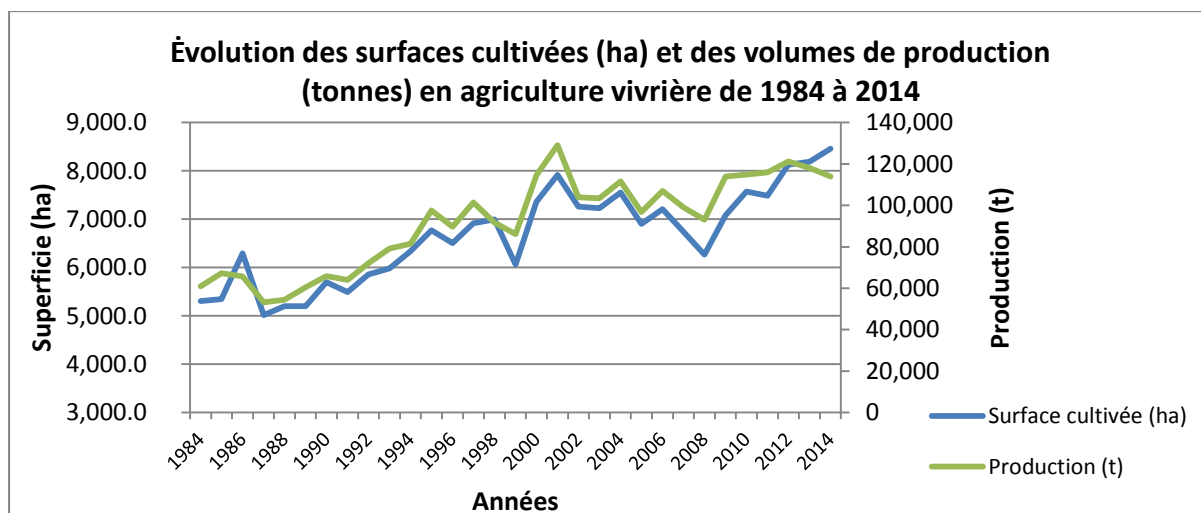


Figure 1 Courbe d'évolution des surfaces cultivées en hectare et des volumes de production en tonnes de 1984 à 2014. Ce graphique prend en compte les superficies et les productions d'ananas et de riz. Source : SM

Selon les sources, le nombre d'agriculteur diffère. D'après les derniers recensements du FAREI (*Food and Agricultural Research and Extension Institute*), le nombre total d'agriculteurs vivriers à travers l'île s'élèverait à 11 264 alors que ce chiffre serait de 8 000 pour le *Strategic plan (2016-2020) for the foodcrop, livestock and forestry sectors*. Par ailleurs, les petits agriculteurs contribueraient à près de 90% de la production des quelques 40 principaux légumes produits dans le pays ; légumes majoritairement vendus et consommés localement.

Les bio-agresseurs et leur contrôle

Les producteurs de légumes mauriciens doivent faire face à un cortège de bio-agresseurs (insectes, maladies et adventices) très important. C'est la contrainte majeure de ces systèmes de culture⁷. Les conditions pédoclimatiques favorables de l'île contribuent très largement au développement de ces bio-agresseurs⁸. Pour y faire face, les producteurs utilisent principalement des pesticides tel que conseillé par divers acteurs du domaine agricole depuis

⁷ AREU, (1995). Report on rapid rural appraisal in the non-sugar sector

⁸ Beni Madhu S. P., Dumur D., (2001). Overview of major vegetable diseases in Mauritius

de nombreuses années avec cependant des conséquences non négligeables. Les importations de produits phytosanitaires (volumes de produits commerciaux) sont donc importantes et illustrées dans les figures 2 et 3 suivants. Sur 7 ans la production de légume semble avoir été stable en augmentant légèrement alors que les importations de pesticides ont beaucoup plus variées, notamment à cause d'une diminution des importations d'herbicides et une augmentation de celles des insecticides.

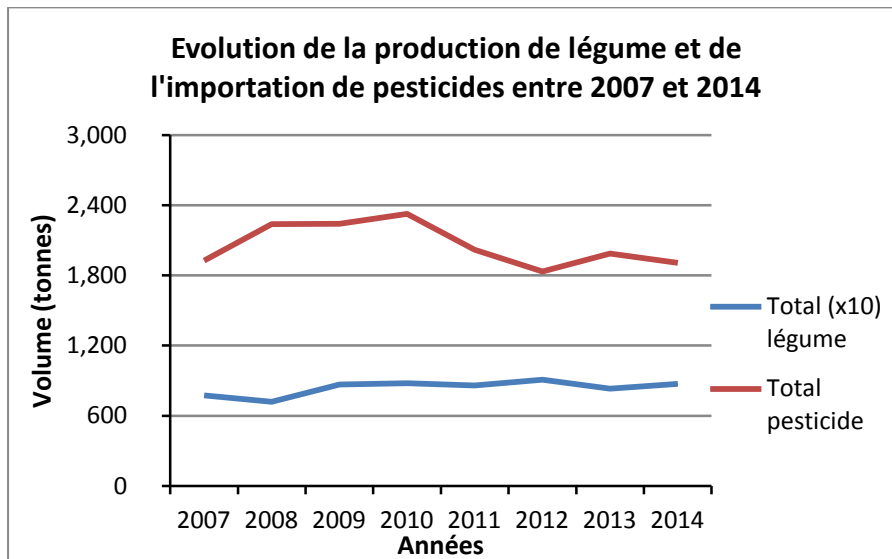


Figure 2 Evolution de la production de légume et de l'importation totale de pesticide entre 2007 et 2014. Source : Statistics Mauritius.

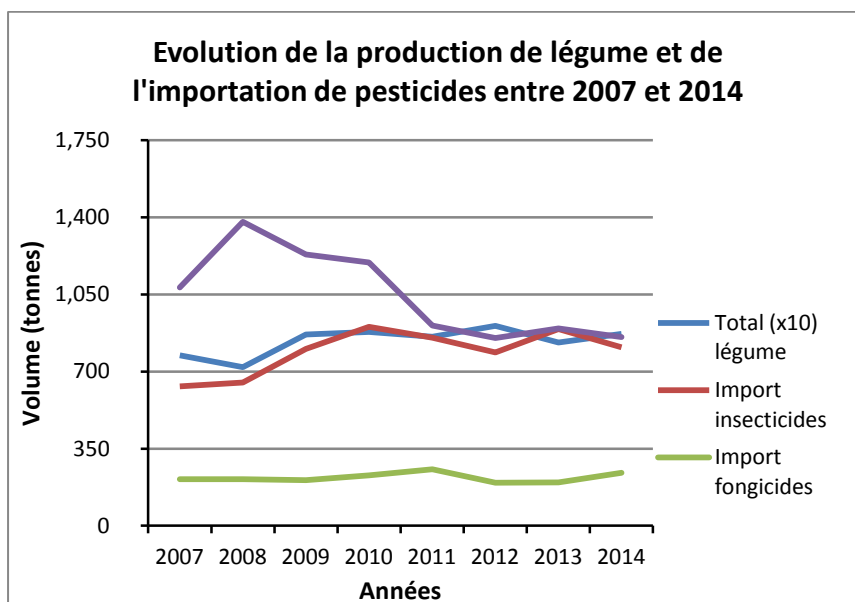


Figure 3 Evolution de la production de légume et de l'importation des pesticides différenciés (insecticide, fongicide et herbicides) entre 2007 et 2014. Source : Statistics Mauritius

Les résidus de pesticides testés dans les légumes le sont au Food Technology Laboratory selon les normes du Codex Alimentarius, référentiel international. Les substances actives

(s.a.)⁹ testées sont donc formellement listées et présentent un seuil maximal de présence dans les denrées alimentaires. L'ensemble de ces normes alimentaires sont réévaluées périodiquement. La dernière session a eu lieu en 2015 après 5 ans. Les normes de référence pour les Limites Maximales de Résidus (LMR) peuvent être différentes pour chaque pays. Le Food Tech Lab n'utilise que la référence internationale du Codex Alimentarius, alors que d'autres laboratoires utiliseront des références extérieures (ex : européennes) qui ne seront pas forcément les mêmes que celles du Codex.

En 2011, le rapport annuel du Ministère de l'Agro-industrie et de la Sécurité Alimentaire, alertait sur un taux de 2,7% des 374 échantillons de légumes analysés à Maurice ayant des résidus de pesticides supérieurs à la limite maximale¹⁰. Ce taux serait passé à 6% en 2013 et 10 % en 2014 (figure 4). En 2013 près de 50% des légumes testés présentaient des résidus de pesticides¹¹. Ces chiffres restent difficilement accessibles et ne sont pas publiés ouvertement.

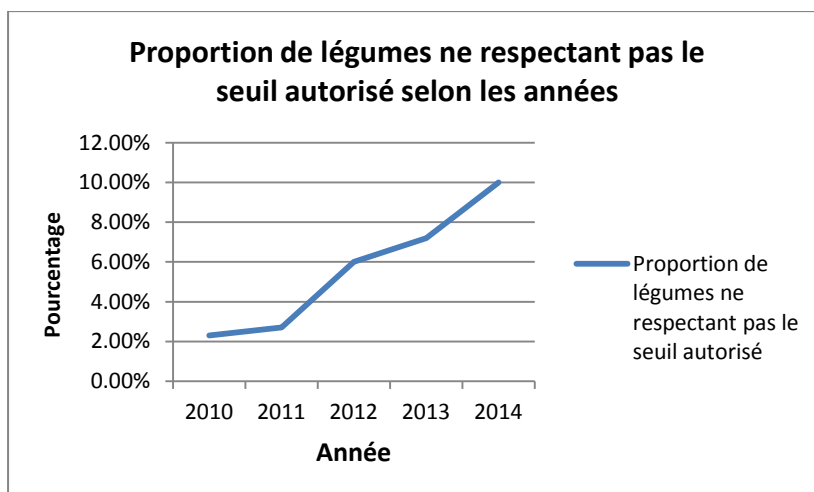


Figure 4 Courbe d'évolution de la proportion de légumes analysés ne respectant pas le seuil autorisé de résidus de pesticides de 2010 à 2014. Source : L'Express

Les enjeux liés aux pesticides

Aujourd'hui l'agriculture vivrière doit faire face à beaucoup d'à priori, notamment sur l'utilisation abusive de produits phytosanitaires ou sur le taux de pesticide dans les légumes.

⁹ substance ayant une action générale ou spécifique contre un organisme nuisible

¹⁰ Consulté le 29/12/15 : http://farei.mu/farei/farei_publication/les-residus-de-pesticides-dans-les-fruit-et-les-legumes/

¹¹ Consulté le 29/12/15 : <http://www.lemauricien.com/article/agriculture-sante-selon-des-tests-en-2012-des-residus-pesticides-50-des-fruit-et-legumes-an>

Il est dit, par exemple, par beaucoup de mauriciens que l'utilisation des pesticides est abusive, notamment sur les légumes. De plus, d'après le Docteur Mohammad Isshaq Jowahir, vice-président de la *Private Medical Practitioners' Association*, la hausse importante des cancers à Maurice serait octroyée à l'usage important de pesticide. Certains s'empresseront aussi de signaler que, suite à des analyses sanguines effectuées à l'étranger, leur médecin peut affirmer que leur patient vit à l'île Maurice à cause des éléments que contiennent leur sang (*ndrl - pesticides*). Il est dit aussi que les agriculteurs peuvent récolter leurs légumes les mêmes jours que ceux où ils traitent leur culture.

Ces 'qu'en dira-t-on' (ou 'palabres') sans référence et non démontrés dénotent d'une inquiétude sociétale face aux risques des pesticides sur la santé humaine¹².

Nous sommes face à des "on dit que" ou la bibliographie, les recherches et les publications scientifiques sont extrêmement rares. Mais il est important de pouvoir répondre aux questionnements des consommateurs et de les rassurer.

Les institutions de l'agriculture vivrière

De nombreuses institutions sont impliquées dans le secteur agricole. La canne à sucre et l'agriculture vivrière ne sont pas gérées par les mêmes acteurs. La figure suivante représente les liens qui lient les différentes institutions relatives à l'agriculture vivrière :

¹² Consulté le 18/01/16 : <http://www.lexpress.mu/article/274361/pesticides-que-donnons-nous-manger-nos-enfants>

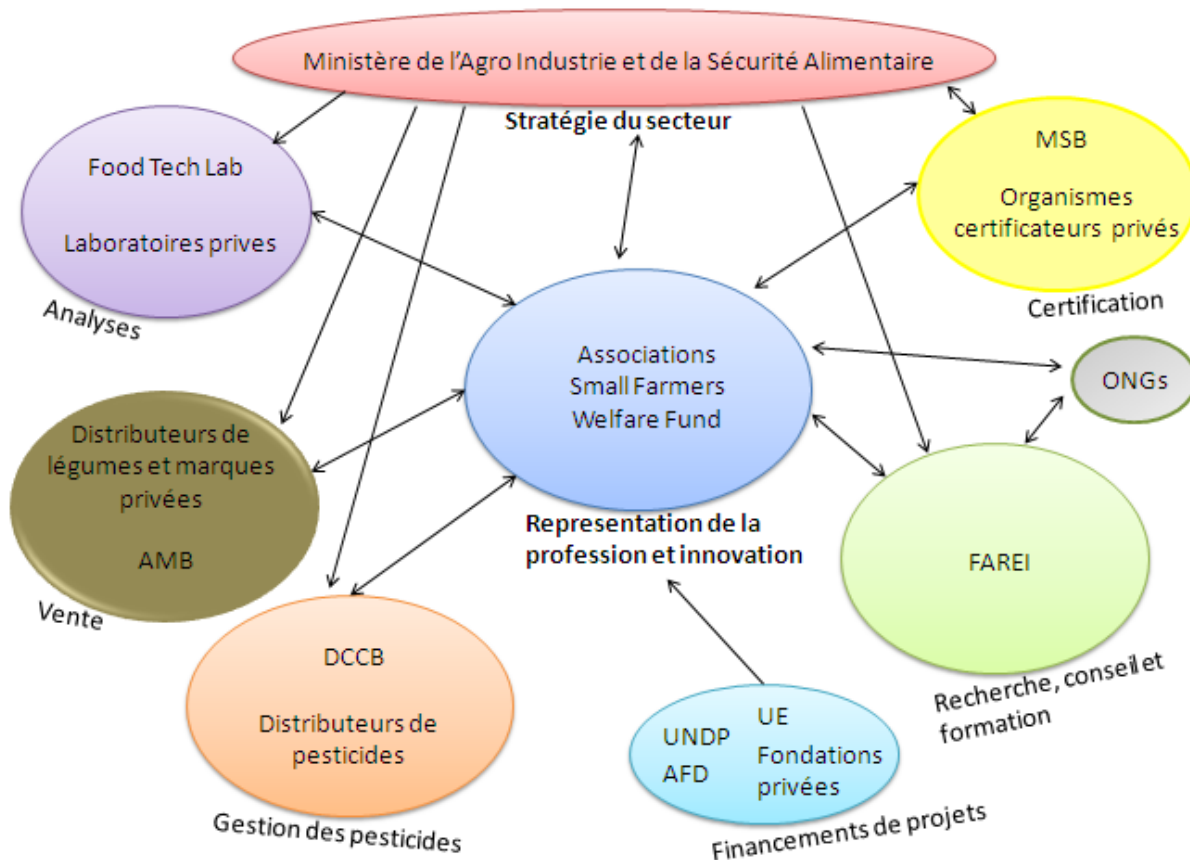


Figure 5 Diagramme représentatif des principales institutions et de leurs relations dans le secteur de l'agriculture vivrière. Source : MCA

L'agriculture vivrière est pratiquée par des petits et moyens agriculteurs, le plus souvent enregistrés auprès du Small Farmers Welfare Fund, des plus gros producteurs réunis au sein de la Chambre d'Agriculture, puis des ONG et autres plus petites associations qui cherchent à produire autrement. Les objectifs et les moyens mis en œuvre par chacun sont différents. Ainsi pour les trois premiers la rentabilité économique est indispensable. Pour le dernier, les risques de perte ne constituent pas le frein principal à l'innovation, car leur but prioritaire sera souvent social : réinsertion, vulgarisation d'une autre agriculture... Ainsi la prise de risque à changer d'agriculture sera différente selon le but recherché.

Les autorités gouvernementales se situent au-dessus de la filière et posent les jalons politiques qui permettent la gestion de l'agriculture vivrière. Le ministère de l'Agro-Industrie et de la sécurité alimentaire joue donc un rôle primordial dans le développement du secteur sur le terrain est faite par le FAREI, qui joue un rôle multiple de recherche, conseil et formation, avec des moyens humains, financiers et administratifs parfois faibles. La

segmentation des missions n'est pas toujours claire et les moyens mis en œuvre ne sont pas toujours à la hauteur des besoins du secteur.

La connaissance du terrain est assurée par le FAREI et la Chambre d'Agriculture, mais certains éléments tels que les résidus de pesticides dans les légumes vont être recherchés par des laboratoires d'analyses gouvernementaux (Food Tech Lab) ou privés. Les méthodes et les moyens mis en œuvre par ces types de laboratoires sont différents. Les laboratoires privés vont pratiquer des analyses dans des laboratoires commerciaux, avec des machines de pointe, sur un nombre de matières actives large en prenant en compte des références européennes. Le Food Tech Lab, lui, va comparer ses résultats d'analyse avec les normes du Codex alimentarius. Ce codex est une référence internationale mais qui ne s'adapte pas toujours aux pratiques agricoles mauriciennes. Les moyens du Food Tech Lab sont différents par rapport aux laboratoires privés car il n'a pas d'enjeu commercial à proprement parlé.

L'importation des pesticides est contrôlée par le Dangerous Chemical Control Board (DCCB) qui dépend du Ministère de la Santé. Cette institution contrôle notamment les interdictions d'importation, sur une base essentiellement médicale au détriment de l'aspect pluridisciplinaire tel que les considérations agronomiques. Les importations sont autorisées sur la base de la s.a et non du nom commercial. Ceci peut présenter un danger si deux produits d'une même s.a. sont concentrés différemment et que les agriculteurs dosent ces deux produits de la même façon : l'impact sur la santé et l'environnement sera différent. Les contraintes législatives ont un impact direct sur les importateurs et donc les vendeurs de pesticides qui vont devoir suivre les directives gouvernementales d'interdiction. Cependant les méthodes de vente restent libéralisées car si un produit interdit à l'importation est encore dans les stocks de vente des importateurs, ces derniers pourront les vendre jusqu'à épuisement.

Les filières de distribution et de vente de légumes ne sont pas très encadrées excepté pour la pomme de terre et les oignons qui bénéficient des possibilités de stockage et des prix minimum garantis pour la récolte à travers l'Agricultural Marketing Board (AMB). La notion de filière est donc très peu présente et oblige certains groupes à se démarquer par des marques privées et à faire face à une importante concurrence qui est encore plus difficile à gérer pour les petits agriculteurs.

Les organismes de certifications sont aussi peu nombreux à Maurice. Le Mauritian Standard Board est un service para-gouvernemental permettant l'élaboration de normes de certification avec les autorités et la certification selon les standards du Codex Alimentarius. Les possibilités de différenciations de produit sont donc faibles. Certains agriculteurs ont alors fait le choix d'une certification sur des cahiers des charges extérieurs, comme FORENA pour obtenir le label "Bio" européen. Aucun référentiel mauricien spécifique n'existe pour mettre en place des certifications locales.

Face à ce contexte, la Chambre d'Agriculture et ses partenaires ont souhaité engager une action coordonnée à l'échelle du territoire pour réduire drastiquement et encadrer durablement l'usage des pesticides à Maurice. Pour cela, un projet a été initié ('Smart Agriculture Project') et comporte trois principaux objectifs :

- 1/ encadrer l'usage des pesticides,
- 2/ accompagner, sur le terrain, l'usage des pesticides en vue de leur réduction
- 3/ valoriser les produits agricoles issus de ces modes de production raisonnée.

Une phase d'enquête préalable à ce projet était cependant nécessaire. Elle a porté notamment sur un état des lieux initial et précis des usages et de la dépendance des producteurs mauriciens aux produits phytosanitaires afin d'établir un plan d'action d'encadrement pour les prochaines années. La Chambre d'Agriculture a porté cette première action avec l'appui scientifique du Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement : <http://www.cirad.fr/>) et technique du FAREI (Food and Agricultural Research & Extension Institute : <http://farei.mu/>), grâce au co-financement de l'AFD (Agence Française de Développement : <http://www.afd.fr/home>) et des membres de la Chambre d'Agriculture.

Procédé de l'enquête

1- Échantillonnage

Notre enquête sur les pratiques phytosanitaires des producteurs de légumes à Maurice a été menée chez 300 producteurs d'août à novembre 2015, selon les moyens temporels et humains disponibles. Ce nombre est suffisant pour nous permettre une première approche des pratiques phytosanitaires car nous souhaitons que chaque enquête nous apporte un maximum d'information dans un minimum de temps. De plus, notre échantillon s'est voulu représentatif des cultures car il est proportionné au nombre de producteurs par région et aux superficies cultivées par légume. De plus, le choix des agriculteurs s'est fait aléatoirement, indépendamment de leur âge, leur superficie d'exploitation, leur catégorie sociale... Les différentes étapes de l'échantillonnage sont décrites ci-dessous.

Premièrement, nous avons déterminé une liste de légumes (ou groupe de légumes) les plus cultivés à Maurice sur la base de données de terrain du FAREI et du Statistic Mauritius (SM) (Digest 2014), soit 8 légumes principaux (la pomme de terre, la tomate¹³, l'oignon, les haricots, le piment, l'aubergine¹⁴, la carotte et le lalo) et 3 groupes de légumes (les cucurbitacées (courgette, concombre, calabasse...), les crucifères (les choux) et les « greens »¹⁵ (salade, fines herbes...)). Soit un total de 11 productions légumières, représentant 76% de la production totale de légume en 2014 (Digest 2014). Les superficies et les productions par légume sont précisées dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1 Production et surface cultivée pour chaque légume sélectionné en 2014

| | Superficie (ha) | Production (t) |
|-----------------------|-----------------|----------------|
| Aubergine | 288 | 3,549 |
| Carotte | 319 | 4,430 |
| Lalo | 217 | 1,381 |
| Oignon | 282 | 5,912 |
| Pomme de terre | 821 | 19,404 |
| Tomate | 857 | 10,997 |
| "Greens" | 206 | 2,303 |
| Cucurbitacées | 2,294 | 28,262 |
| Crucifères | 367 | 6,672 |
| Piments | 306 | 1,670 |
| Haricots | 462 | 2,550 |

¹³ Appelée aussi Pomme d'Amour

¹⁴ Appelée aussi Bringel

¹⁵ Appelés aussi Légumes Feuille

Deuxièmement et toujours sur la base des données du FAREI et du SM, nous avons réparti de façon théorique notre échantillon selon la place de la culture en termes de surfaces cultivées pondérée par un facteur de risque phytosanitaire. Ce facteur considère l'exposition de la culture à un cortège de bio-agresseurs plus ou moins important (voir tableau 2). Trois classes de risque ont été déterminées : faible, moyenne ou importante. Nous avons ensuite pondéré les surfaces cultivées par un facteur 1, 2 ou 3 selon l'appartenance du légume à sa classe de risque. Nous avons donc fait l'hypothèse que, plus les bio-agresseurs sont nombreux, plus le producteur risque d'utiliser des produits phytosanitaires pour les maîtriser est élevé ; nécessitant de ce fait une attention particulière sur ces pratiques. Les surfaces cultivées considérées ont ensuite été réparties sur les 4 bassins principaux de production (Nord, Sud, Est et Centre/Ouest) selon leur importance. Cette répartition est à ce stade théorique car seuls quelques producteurs sont réellement spécialisés (ne cultivant qu'un seul légume), les autres pratiquant des rotations ou des associations culturales.

Tableau 2 Le facteur risque phytosanitaire a été déterminé grâce aux données bibliographiques (Guide Agricole 2010, FAREI) et selon 3 classes de risque : faible (nb de bio-agresseurs < ou = à 7), moyen (nb entre 7 et 10) et important (nb > 11)

| | Nombre de ravageurs | Nombre de maladies | Total Bio-agresseurs | Facteur Risque |
|-----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------|
| Aubergine | 5 | 3 | 8 | 2 |
| Carotte | 4 | 2 | 6 | 1 |
| Crucifères | 4 | 6 | 10 | 3 |
| Cucurbitacées | 7 | 5 | 12 | 3 |
| “Greens” | 7 | 3 | 10 | 3 |
| Haricots | 7 | 6 | 13 | 3 |
| Lalo | 6 | 2 | 8 | 2 |
| Oignon | 2 | 7 | 9 | 2 |
| Piment | 5 | 4 | 9 | 2 |
| Pomme de terre | 4 | 2 | 6 | 3* |
| Tomate | 5 | 4 | 9 | 2 |

**Le facteur risque de la pomme de terre a été arbitrairement élevé à 3. En effet, la pomme de terre est un légume fortement traité car elle demande un fort investissement économique de départ. Les agriculteurs ne prendront pas le risque d'exposer leur culture à un quelconque risque sanitaire en traitant préventivement et excessivement. Ceci est affirmé par le FAREI ainsi que les membres de la Chambre d'Agriculture qui sont les plus gros producteurs de pomme de terre.*

De ce fait et troisièmement, notre échantillonnage s'est donc ajusté au fur et à mesure des enquêtes sur la base de ce que le producteur considérait être 'sa' production principale ; celle que nous avons donc décidé d'approfondir sur le plan technique.

Finalement, cette méthode d'échantillonnage nous a permis d'enquêter sur les pratiques des principales cultures légumières mauriciennes tout en considérant les principales zones de production mais aussi en focalisant notre attention sur celles potentiellement à fort risque phytosanitaire. Le détail des producteurs par légume et par bassin de production est renseigné dans le tableau 3.

Tableau 3 Répartition du nombre d'agriculteurs à interroger selon le type de légume et les différentes régions

| | Nord | Sud | Est | Centre Ouest |
|-----------------------|-------------|------------|------------|---------------------|
| Aubergine | 5 | 1 | 3 | 0 |
| Carottes | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Crucifères | 2 | 2 | 11 | 19 |
| Cucurbitacées | 41 | 14 | 29 | 16 |
| "Greens" | 3 | 1 | 1 | 3 |
| Haricots | 17 | 5 | 6 | 20 |
| Lalo | 5 | 1 | 1 | 0 |
| Oignon | 0 | 1 | 4 | 8 |
| Piments | 4 | 1 | 8 | 1 |
| Pomme de terre | 7 | 11 | 5 | 8 |
| Tomate | 13 | 9 | 7 | 3 |

2- Questionnaire

La prise de contact avec les 300 producteurs a été faite par le FAREI. Les entretiens ont été de type semi-directif et ont été conduits par la MCA en présence du sous-officier du FAREI de la région sur le lieu de l'exploitation ou dans les bureaux du FAREI selon la disponibilité du producteur. Les entretiens ont duré entre 10 et 30 minutes.

L'élaboration du guide d'enquête (annexe 1) s'est appuyé sur la méthode de conception de systèmes de culture économes en produits phytosanitaires¹⁶ construite et éditée dans le cadre du plan national français 'ECOPHYTO' qui vise, notamment, à diminuer de 50 % l'usage des

¹⁶ Bruchon L., Le Bellec F., Vanniere H., Ehret P., Vincenot D., De Bon H., Marion D., Deguine J.P., 2015. Guide tropical – Guide pratique de conception de systèmes de culture tropicaux économes de produits phytosanitaires. Le Bellec F. (Ed.), CIRAD, Paris, 210 pages.

produits phytosanitaires d'ici 2025¹⁷ en France. L'approche système portée par cette méthode permet de réaliser un diagnostic initial d'une exploitation agricole et de mettre en lien des solutions directes pour réduire l'usage des pesticides. Pour aborder les sujets de sensibilisation et de perspectives, nous nous sommes appuyés également sur l'enquête « Pesticide use in Mauritius » publié en 1998 par le FAREI.

Enfin, notre guide d'entretien comprend 64 variables pouvant être réparties en 4 grandes catégories nous permettant de mieux comprendre :

- 1/ l'exploitant et son exploitation (17 variables)
- 2/ les pratiques agricoles et particulièrement les pratiques phytosanitaires (16 variables)
- 3/ les performances agri-environnementales de l'exploitation agricole
- 4/ la sensibilité des agriculteurs vis-à-vis de l'agriculture raisonnée et leur perception de l'avenir (11 variables).

Le détail de ces variables par catégorie est détaillé dans l'annexe 2.

3- Données d'enquête et analyses statistiques

Outre l'analyse des données descriptives relatives aux conditions pédoclimatiques de culture, à l'exploitation, à l'exploitant et ses savoir-faire, nous avons évalué les performances du système de culture étudié pour chaque producteur à l'aide d'indicateurs.

Ces indicateurs permettent d'apprécier le respect ou non des bonnes pratiques phytosanitaires ainsi que la mobilisation ou non de méthodes alternatives de lutte contre les bio-agresseurs à l'aide d'une grille d'analyse comprenant 20 indicateurs, ces indicateurs prennent 2 valeurs selon que la pratique est (1) ou non (2) observée. Ces indicateurs ont été choisis car ils sont sensibles à l'échelle d'étude (système de culture) et aux pratiques phytosanitaires (Bruchon et al., 2015).

Lorsque cela était possible nous avons calculé ou déduit grâce aux dires du producteur l'indice de fréquence de traitement (IFT) de sa culture. Cet indice permet des comparaisons entre culture et par addition d'une rotation à une autre. Le mode de calcul est simple puisque

¹⁷ Consulté le 29/12/15 : <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto-kesako-0>

cet IFT considère le nombre de dose de produits phytosanitaires appliqués sur un cycle de culture en considérant la dose préconisée par le fabricant dudit produit et selon la formule :

$$\text{IFT} = \frac{(\text{dose de produit commercial appliqué sur la parcelle} \times \text{surface traitée})}{(\text{dose homologuée de produit commercial} \times \text{surface de la parcelle})}$$

La liste de tous les produits phytosanitaires et donc de la (ou des) substance(s) active(s) les composant a été établie, nous permettant de calculer pour chaque s.a son risque de transfert vers l'environnement à l'aide l'outil d'aide à la décision Phyto'Aide¹⁸ (Le Bellec et al., 2015). Phyto'Aide repose sur les résultats de l'indicateur d'évaluation I-PHY. C'est un indicateur de la méthode d'évaluation Indigo© (Bockstaller et al., 2008). Cet indicateur fournit un score de risque de transfert des pesticides vers l'environnement (eaux de surface et souterraine et air) sur une échelle qualitative de 0 à 10 (où un score supérieur à 7 est considéré comme limitant les risques de transfert). Phyto'Aide permet quant à lui de calculer/simuler simultanément les scores de plus de 1000 scénarios d'utilisation du pesticide afin d'en déduire les marges de progrès et les moyens d'action à portée du producteur pour limiter les risques de transfert dudit pesticide.

Dans le cadre de cette étude, nous avons donc recherché 2 types de résultats grâce à cet outil Phyto'Aide pour chaque s.a répertoriée lors de l'enquête :

- 1. les scores minimum et maximum afin de déterminer la marge de progrès : passage d'un mauvais scénario d'utilisation du pesticide vers un bon scénario d'utilisation pour limiter ses risques de transfert. Nous avons pu ainsi comparer ces scores et ces marges de progrès pour toutes ces s.a pour déterminer lesquelles étaient les plus à risque.
- 2. les contributions de chaque levier d'action au score d'I-PHY et à portée du producteur afin de les hiérarchiser pour limiter les risques de transferts. Pour cette hiérarchisation nous avons procédé à une analyse en composantes principales (ACP) suivi d'une classification ascendante hiérarchique.

¹⁸ Consulté le 29/12/15 : <http://cosaq.cirad.fr/outils-d-aide-a-la-decision/phyto-aide>

Cette étude *ex ante* des risques de transfert des pesticides utilisés par les producteurs a été réalisée en considérant les caractéristiques de 2 types de sol rencontrés à Maurice sous culture vivrière (tableau 4).

Tableau 4 Caractéristiques des deux types de sol rencontrés à Maurice

| Sol 1 | Sol 2 |
|------------------------|------------------------|
| Profond | Profond |
| 5,5≤pH<6 | 5≤pH<5,5 |
| Sableux | Argileux |
| MO moyenne | MO moyenne |
| Non argiles gonflantes | Oui argiles gonflantes |
| Sol filtrant | Sol non filtrant |
| Pente faible | Pente moyenne |

Nous avons enfin recherché des relations entre les données descriptives et les indicateurs à l'aide de test de khi². Ce test statistique permet de tester la dépendance entre deux variables aléatoires qualitatives à la fois. Nous avons donc cherché à expliquer les pratiques phytosanitaires des producteurs (l'IFT, le respect ou non des bonnes pratiques phytosanitaires ainsi que la mobilisation ou non de méthodes alternatives de lutte contre les bio-agresseurs) vis-à-vis de la zone écologique de culture, de la superficie de l'exploitation, de la pratique de l'irrigation, de la sécurité foncière (type de bail), de l'âge du planteur, de son niveau de formation et de son 'héritage' technique ('fils' d'agriculteur ou pas). Pour réaliser cette analyse, les effectifs des variables à expliquer et explicatives ont été réparties en classes, lesquelles ont été définies en fonction de l'échantillon (tableau 5). Nous avons considéré la significativité ou non des résultats au seuil de 10 %.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R et avec le package 'factorMinR' pour l'ACP.

Tableau 5 Tableau présentant les variables à expliquer et les variables explicatives ainsi que l'explication de leur qualification

| Variables à expliquer | Élément de référence | Valeur 1 | Valeur 2 | Valeur 3 |
|--|--|------------------------------------|--|---|
| Indice de Fréquence de traitement | Nombre de traitement sur un cycle de légume | Fort si ≥ 20 | Moyen si compris entre 10 et 20 | Faible si < 20 |
| Bonnes pratiques phytosanitaires | Nombre de 2 obtenu à la partie 7 de la grille d'évaluation des performances agri-environnementales | Mauvaises si nombre égal à 0 ou 1 | Moyennes si nombre égal à 2, 3 ou 4 | Bonnes si nombre égal à 5 ou 6 |
| Mobilisation de méthodes de lutte alternatives | Nombre de 2 obtenu à la partie 8 de la grille d'évaluation des performances agri-environnementales | Mauvaise si nombre égal à 1 ou 2 | Moyenne si nombre égal à 3, 4 ou 5 | Bonne si nombre égal à 6, 7 ou 8 |
| Variables explicatives | Élément de référence | Valeur 1 | Valeur 2 | Valeur 3 |
| Zone écologique | Pluviométrie | Sur-humide si pluie > 2400 mm/an | Humide si pluie entre 2400 et 1200 mm/an | Sous humide si pluie < 1200 mm/an |
| Superficie | Superficie totale de l'exploitation agricole | Petite si < 1 arpent | Moyenne si entre 1 et 5 arpents | Grande si ≥ 5 arpents |
| Pratique de l'irrigation | | Oui | Non | |
| Sécurité foncière | Stabilité des terres dans le temps | Très stable si Propriétaire | Assez stable si possession d'un bail écrit > 1 ans | Très peu stable si Locataire ou bail à durée indéterminée |
| Age de l'agriculteur | Age de l'agriculteur | Jeune si ≤ 30 ans | Moyen si entre 30 et 50 ans | Agé si ≥ 50 ans |
| Formation agricole | | Oui | Non | |
| "Héritage" technique | Famille pratique ou pratiquait l'agriculture | Oui | Non | |

Résultats

Seules 2 enquêtes sur les 300 ont été écartées de l'analyse par manque de cohérence de réponses des producteurs. Les résultats portent donc sur les 298 autres répartis sur les 4 grands bassins de production de l'île, soit 92 dans le nord, 50 dans le sud, 75 dans l'est et 81 dans le centre-ouest.

1- Rapide portrait des producteurs de légumes à Maurice

Moins de 10 % des producteurs enquêtés sont spécialisés sur une seule et unique culture légumière ; de même, moins de 15 % ont une autre activité agricole parallèle (cane à sucre (6%), cultures fruitières (8%), thé (0,3%) ou l'élevage (1,7%)). Ils sont enfin plus de 86 % à afficher l'agriculture comme leur activité principale et unique.

Les producteurs enquêtés sont donc majoritairement **des producteurs de légumes ayant optés pour la diversification des légumes produits**. Ils pratiquent de ce fait la rotation des cultures leur permettant d'optimiser les surfaces, souvent faibles, de leur parcelle.

La taille moyenne des parcelles de notre échantillon est de 4 arpents¹⁹ (1,36 ha) mais 14 % des producteurs n'en cultivent qu'un seul tandis que 30 % en exploitent 5 (1,7 ha) et plus. La majorité (56 %) d'entre eux cultive entre 1 et 5 arpents (0,34 et 1,7 ha). **Ce foncier ne leur appartient pas toujours** puisque seulement 37 % d'entre eux sont propriétaires, les autres sont liés à un autre propriétaire (agriculteur ou pas) par un bail écrit pour une durée d'au moins un an (38 %), par un bail écrit pour une durée inférieure à un an (5 %) ou encore sans aucune garantie (souvent qu'un accord oral de cultiver), ces derniers représentent 20 % (figure 6).

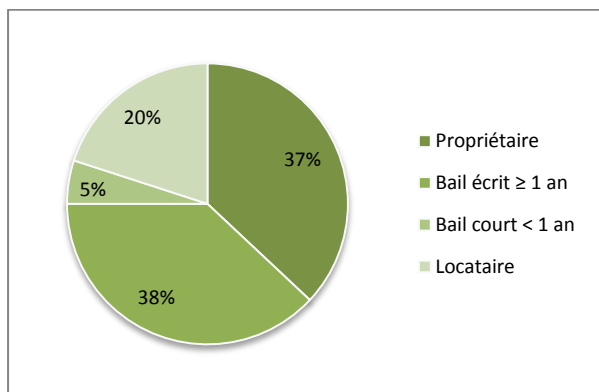


Figure 6 Répartition des relations liant les agriculteurs et leurs terres agricoles

¹⁹ 1 arpent = 0.34 ha

Près de 60 % des producteurs enquêtés ont plus de 50 ans. Le doyen a même 82 ans. Près de 30 % ont entre 40 et 49 ans, le restant a moins de 39 ans (figure 7).

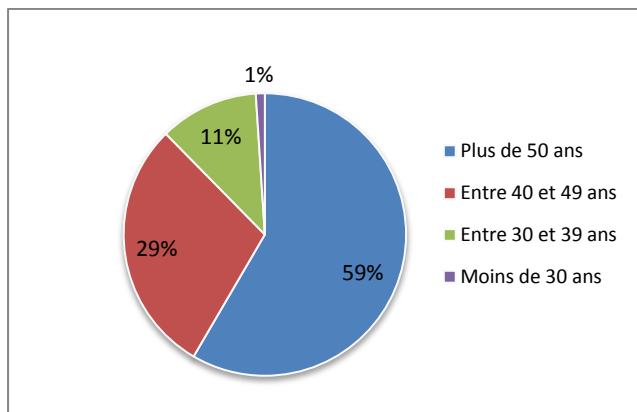


Figure 7 Répartition des agriculteurs selon leur âge

Les compétences agricoles ont la plupart du temps été acquises grâce à un aïeul, ils sont d'ailleurs peu nombreux à avoir suivi des études spécialisées agricoles (5 %), et ont généralement quitté l'école après le CPE ou la form V, ce qui engendre parfois un manque de connaissance des bases (lecture, écriture, économie...). Par contre, les producteurs se tiennent informés et complètent leurs connaissances grâce aux formations ou causeries organisées par le FAREI (principalement), le MCIA ou les coopératives (figure 8). Sur le terrain le conseil technique est prodigué principalement par le FAREI (61 %) mais les producteurs se font également conseiller par les revendeurs d'intrants agricoles (26 %) ou leur voisin (10 %). Quelques producteurs 'connectés' consultent également des sites web spécialisés (2 %).

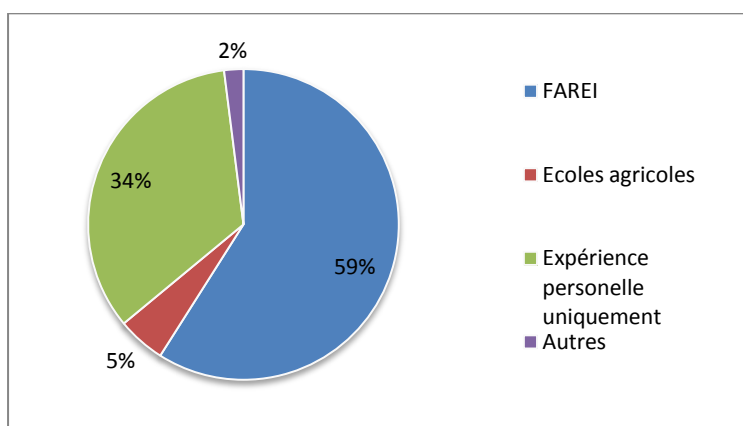


Figure 8 Répartition des agriculteurs selon leur formation

Même si les surfaces cultivées sont faibles, la production de légumes nécessite une main d'œuvre importante. En effet, peu d'opérations sont actuellement mécanisées, la faute aux manques de moyens financiers le plus souvent. Quelques producteurs mobilisent de la main d'œuvre familiale (18 %), tandis que la plupart des autres emploient des salariés soit à l'année (pour 40 % d'entre eux) soit occasionnellement lorsque la charge de travail est plus importante (pour 52 % d'entre eux). Néanmoins, les agriculteurs se plaignent de grandes difficultés à trouver de la main d'œuvre mauricienne. Le métier attire de moins en moins et les reprises d'exploitations par les plus jeunes semblent délicates. L'entre-aide et la collaboration entre voisins reste faible (20 % des cas).

2- Principaux risques phytosanitaires des cultures à Maurice

Aucune culture légumière et aucun bassin de production ne sont épargnés par les bioagresseurs. Notre enquête a permis de hiérarchiser ces problèmes phytosanitaires à dire de producteurs lesquels ne sont pas toujours précis. Certains producteurs appellent par le même nom des bio-agresseurs différents compliquant ainsi l'identification exacte. Les informations recueillies ont été recoupées avec le Guide Agricole 2010 du FAREI et une identification par le nom latin possible a été faite pour éviter les confusions. Par ailleurs, certains producteurs se prononcent sur des bio-agresseurs 'potentiels', qu'ils n'observent parfois pas (mais qu'ils ont pu observer par le passé) car le recours aux pesticides est souvent préventif. A contrario, certains producteurs font face à des impasses techniques concernant certains ravageurs devenus tolérants aux pesticides. Les principaux bioagresseurs par légume sont cités ci-dessous, mais l'ensemble de ceux identifiés par les agriculteurs sont détaillés en annexe 3.

- **Aubergines**

Les maladies majeures sur les aubergines sont la 'Rouille' suivi par *Ralstonia solanacearum* et *Phytophthora infestans*. Les ravageurs les plus importants sont : *Liriomyza trifolii*, *Scrobipalpa sp.* et *Amrasca biguttula*.

- **Carottes**

Seuls 2 bio-agresseurs sont rapportés sur la carotte : *Erwinia carotovora* et *Liriomyza trifolii*.

- **Crucifères**

Les crucifères, cultivées principalement dans la région Centre-Ouest, sont sensibles à la maladie de la rouille et à *Erwinia* sp. Les ravageurs occasionnent aussi de nombreux dégâts : *Plutella xylostella*, *Crociodolomia binotalis* et *Liriomyza trifolii*.

- **Cucurbitacées**

Les cucurbitacées ont été sensibles aux maladies spécialement au début de 2015 à cause des fortes pluies. *Phytophthora capsici* a ainsi occasionné de nombreuses pertes. Le nord, région sous-humide, a aussi dû faire face à cette maladie plus fréquemment cette année. *Zeugodacus cucurbitae* et *Liriomyza trifolii* restent cependant les bio-agresseurs les plus importants pour les producteurs. Certains parlent même d'impossibilité de cultiver les cucurbitacées à l'avenir si aucune solution n'est trouvée.

- **“Greens”**

L'*Albugo* sp., *Plutella xylostella*, *Crociodolomia binotalis* et *Liriomyza trifolii* sont les principaux problèmes auxquels font face les producteurs de “greens”.

- **Gombo / Lalo**

Les gombos sont relativement moins susceptibles aux maladies et ravageurs. *Erysiphe* sp. est la seule maladie et *Amrasca biguttula* est le principal ravageur qui affectent le gombo. Cela a poussé certains agriculteurs à choisir cette culture car elle ne nécessite pas ou peu de traitements.

- **Haricots**

Les maladies contre lesquelles les traitements sont effectués préventivement sont notamment *Puccinia* sp. et la pourriture (Pourriture blanche-*Sclerotinia* sp. ou Pourriture grise-*Botrytis* sp.). *Maruca vitrata* et *Liriomyza trifolii* restent les ravageurs dominants sur cette culture. Les producteurs n'observent aucun de ces bio-agresseurs ; les traitements préventifs semblent efficaces.

- **Oignon**

Botrytis sp., *Erwinia* sp., *Xanthomonas alli* et le *Liriomyza trifolii* sont les bio-agresseurs majeurs des oignons. Notons que les oignons sont produits majoritairement dans l'est de l'île et sont souvent plantés en inter-culture avec le piment, tout comme l'aubergine.

- **Piment**

Le piment est souvent cultivé dans l'est et le nord. L'antracnose (*Colletotrichum spp.*), le flétrissement bactérien, *Liriomyza trifolii* ainsi que les thrips sont les principaux bio-agresseurs. L'antracnose est souvent dite comme impossible à traiter par les agriculteurs, malgré les multiples produits appliqués.

- **Pomme d'amour / Tomate**

La tomate est produite principalement dans le nord, une région sous-humide. La pomme d'amour étant une culture très sensible, les traitements sont systématiques contre *Phytophthora infestans* tout comme contre *Helicoverpa armigera*, *Liriomyza trifolii* et *Neoceratitis cyanescens*.

- **Pomme de terre**

La pomme de terre est traitée préventivement afin d'éviter l'apparition de la maladie 'Pala' (*Phytophthora infestans*), quelle que soit la région.



Figure 9 Exemples de bioagression des légumes : Mineuse des feuilles sur giraumon, *Phytophthora Capsici* sur giraumon, *Phytophthora infestans* sur pomme de terre, piqure de mouche des cucurbitacées sur choucou, Anthracnose sur piment et *Helicoverpa armigera* sur tomate.

3- Focus sur les pratiques phytosanitaires

La majeure partie des **producteurs de légumes mauriciens (90%) sont dans une posture de prévention face aux bioagresseurs**, ils utilisent donc les pesticides de façon systématique et préventive. D'autres, beaucoup plus rares, auront une stratégie curative uniquement (7%) ou une stratégie préventive pour les maladies et curative pour les ravageurs (3%).

a- Les pesticides utilisés

Nous avons répertorié près de 60 s.a (s.a.) utilisées par les producteurs correspondant à plus de 161 noms commerciaux. Par exemple, l'Abamectine pourra être vendue sous le nom de Larvimec, Abamec, Vertimec, Kirtimec, Agrimek, Abamine, Top Abamex, Actimec ou Coromec. Les tableaux 6, 7 et 8 détaillent ces résultats en considérant 3 catégories de pesticides :

1/ les insecticides (29 s.a.)

2/ les fongicides (23 s.a.)

3/ les herbicides. (11 s.a.)

Nous avons également noté la fréquence d'utilisation de ces s.a selon une échelle qualitative : moins de 10 producteurs utilisent la s.a. noté (+) ; entre 10 et 100 producteurs (++) et entre plus de 100 producteurs (+++).

- **Les insecticides**

Le nombre d'insecticides utilisés est important (29 s.a. différentes pour 62 noms commerciaux) mais seulement 4 sont très utilisés : abamactine (214 producteurs), cypermethrin (126 producteurs), cyromazine (112 producteurs) et chlorantraniliprole (111 producteurs). L'abamectine est utilisée quasiment par tous les producteurs, insecticide/acaricide polyvalent il vise notamment la mineuse (*Liriomyza trifolii*), ravageur qui concerne presque toutes les cultures. Une quinzaine d'autres s.a. sont également régulièrement utilisées par les producteurs principalement parce qu'ils observent une inefficacité de certaines s.a. utilisées.

Tableau 6 Liste des substances actives (insecticides) et leur niveau d'utilisation chez les agriculteurs mauriciens.

| Substance Active (S.A) | Niveau d'utilisation de s.a chez les agriculteurs |
|-------------------------|---|
| Abamectine | +++ |
| Cypermethrine | +++ |
| Cyromazine | +++ |
| Chlorantraniliprole | +++ |
| Lambda Cyhalothrin | ++ |
| Spinosad | ++ |
| Cypermethrin + Fenthion | ++ |
| Imidacloprid | ++ |
| Deltamethrin | ++ |
| Formetanate | ++ |
| Profenofos | ++ |
| Acetamiprid | ++ |
| Chlorfenapyr | ++ |
| Emamectin Benzoate | ++ |
| Cartap | ++ |
| Indoxacarb | ++ |
| Fenthion | ++ |
| Monocrotophos | ++ |
| Thiodiacarb | ++ |
| Lufeneron | ++ |
| Fonicamid | + |
| Thiamethoxam | + |
| Methiocarb | + |
| Fenazaquin | + |
| Chlorpyrifos | + |
| Spirotetramat | + |
| Spiromesifen | + |
| Bifenthrin | + |

- **Les fongicides**

Le nombre de fongicides utilisés est important (24 s.a. différentes pour 59 noms commerciaux) mais seulement 3 sont très utilisés dont notamment des spécialités commerciales qui associent 2 s.a. le metalaxyl et le mancozebe (202 producteurs les utilisent) ou le mancozèbe seul (168 producteurs). L'hydroxide de cuivre (ou les autres spécialités à base de cuivre) est quant à lui utilisé par 130 producteurs. Ces s.a. sont très polyvalentes et permettent de lutter contre la plupart des maladies fongiques rencontrées. Une dizaine d'autres s.a. sont également régulièrement utilisées par les producteurs, soit parce qu'ils observent des résistances des maladies aux s.a. utilisées soit parce qu'ils ont la volonté d'alterner les s.a. afin de retarder l'apparition de ces résistances.

Si ce principe d’alternance des produits est connu par les producteurs, dans la réalité ils ne la pratiquent pas car ils vont alterner les produits de noms commerciaux différents sans réellement se soucier de la s.a. qui les composent. De sorte qu’ils utilisent les mêmes s.a. sans le savoir avec le risque d’utiliser des produits avec des concentrations différentes.

Tableau 7 Liste des substances actives (fongicides) et leur niveau d’utilisation chez les agriculteurs mauriciens.

| Substance Active (S.A) | Niveau d’utilisation de s.a chez les agriculteurs |
|--------------------------------------|---|
| Methalaxyl + Mancozebe | +++ |
| Mancozebe | +++ |
| Hydroxide de cuivre | +++ |
| Cymoxanil + Mancozebe | ++ |
| Difenoconazole | ++ |
| Oxichlore de cuivre | ++ |
| Chlorothalonil | ++ |
| Iprodione | ++ |
| Iprovalicarb + propineb | ++ |
| Thiophanate methyl | ++ |
| Methalaxyl | ++ |
| Tebuconazole | ++ |
| Fluopicolide + Propamocarb-HCl | ++ |
| Hexaconazole | ++ |
| Boscalid + Pyraclostrobin | + |
| Azosxystrobin | + |
| Cyazofamid | + |
| Soufre | + |
| Fosetyl - aluminium | + |
| Imidazole + Prochloraz | + |
| Propamocarb-HCl | + |
| Chloronitrile | + |
| Benzalkonium chloride + Propiconazol | + |

- **Les herbicides**

Deux principales s.a. herbicides sont utilisées par les producteurs (11 s.a. différentes pour 36 noms commerciaux), le glyphosate (par 182 producteurs) et le paraquat (136 producteurs). Ces herbicides polyvalents permettent de supprimer toutes sortes d’adventices, ils sont utilisés avant la mise en place d’une culture et/ou sur les contours des parcelles pour limiter la recolonisation des adventices par les abords. Nous notons également que certaines s.a. sont généralement plutôt dédiées à la canne à sucre, ce qui constitue un détournement d’usage. En quelque sorte, le producteur utilise le produit qu’il a sans se soucier de l’usage pour lequel il est prévu initialement. Ceci peut avoir des effets néfastes sur l’environnement.

Tableau 8 Liste des substances actives (herbicides) et leur niveau d'utilisation chez les agriculteurs mauriciens.

| Substance Active (S.A) | Niveau d'utilisation de s.a chez les agriculteurs |
|------------------------|---|
| Glyphosate | +++ |
| Paraquat | +++ |
| Glufosinate ammonium | ++ |
| Metribuzine | ++ |
| Oxyfluorfen | ++ |
| Linuron | ++ |
| Oxadiazon | + |
| Fluazifop butyl | + |
| Pendiamethalin | + |
| Acetochlor | + |
| Diuron | + |

b- Les indices de fréquence de traitement (IFT)

Rappelons que l'IFT est :

$$IFT = \frac{(dose\ de\ produit\ commercial\ appliqué\ sur\ la\ parcelle \times surface\ traitée)}{(dose\ homologuée\ de\ produit\ commercial \times surface\ de\ la\ parcelle)}$$

Très peu de producteurs (31 %) opèrent à une réelle traçabilité des traitements qu'ils réalisent ce qui nous a empêchés de calculer précisément pour chaque producteur et chaque culture l'IFT. Cependant, comme la plupart des producteurs (90 %), traitent de façon préventive et systématique, nous avons pu déduire un IFT par culture. Cette analyse des IFT porte donc sur ces 268 producteurs. Nous avons déduit cet IFT en considérant donc la fréquence de traitement (généralement entre 7 et 14 jours selon le producteur) et une durée moyenne du cycle de culture durant laquelle les producteurs traitent (en considérant les délais avant récolte de chaque producteur).

La figure 10 et le tableau 9 reprennent l'ensemble de ces IFT par culture. Les légumes peuvent être classés statistiquement en 3 groupes :

- a. Légumes avec des IFT élevés : Aubergine et Piment
- b. Légumes avec des IFT moyens : Oignon, Cucurbitacées et Crucifères
- c. Légumes avec des IFT faibles : 'Greens', Haricots et Carottes

L'IFT moyen de la tomate/pomme d'amour ne se distingue pas statiquement des groupes a et b, l'IFT est intermédiaire entre ces 2 groupes à IFT élevés et IFT moyens. De même, l'IFT de la pomme de terre ne se distingue pas statiquement des groupes b et c, l'IFT est intermédiaire en ces 2 groupes à IFT moyens et IFT faibles.

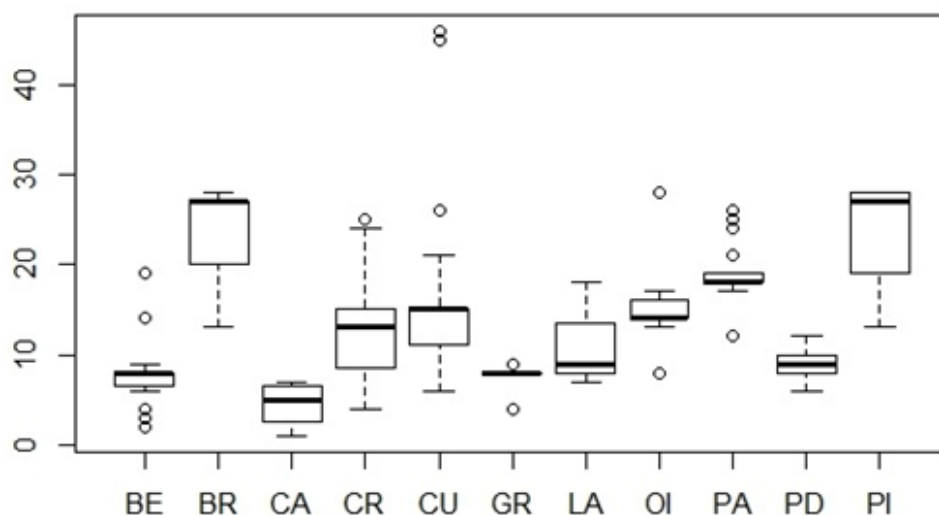


Figure 10 Boîte à moustache présentant la répartition des IFT déduits selon chaque légume : BE=Haricots, BR=Aubergine, CA=Carotte, CR=Crucifères, CU=Cucurbitacées, GR= « Greens », LA=Lalo, OI=Oignon, PA=Tomate, PD=Pomme de terre, PI=Piment.

Tableau 9 Légumes associés à leur indice de fréquence de traitement moyen et leur écart-type déduits de l'ensemble des IFT pour chaque légume (chaque agriculteur étant considéré pour un légume en particulier) et classés selon leur intensification de traitement : a=fortement traités, b=moyennement traités, c=peu traités, ab et bc correspondant aux légumes intermédiaires à deux catégories.

| Légumes | IFT Moyen (écart-type) | Groupe |
|-----------------------|------------------------|--------|
| Aubergines | 23,62 ($\pm 5,42$) | a |
| Tomates | 23,25 ($\pm 5,29$) | a |
| Piments | 19,03 ($\pm 2,8$) | ab |
| Oignons | 14,92 ($\pm 4,86$) | b |
| Cucurbitacées | 14,65 ($\pm 7,08$) | b |
| Crucifères | 12,93 ($\pm 5,52$) | b |
| Pomme de terre | 8,96 ($\pm 1,49$) | bc |
| Lalo | 8,3 ($\pm 1,8$) | c |
| « Greens » | 7,4 ($\pm 2,02$) | c |
| Haricots | 7,33 ($\pm 2,94$) | c |
| Carottes | 4,5 ($\pm 1,56$) | c |

Ces IFT permettent de mesurer précisément le nombre de traitements réalisés sur une culture. Dans notre cas, ce calcul est étroitement lié à la durée du cycle (théorique) et de la fréquence (à dire de producteurs), de sorte que plus cette fréquence est élevée et plus le cycle est long plus l'IFT sera élevé. Ceci explique en partie les IFT élevés de l'aubergine et du piment dont

les cycles de culture sont longs, près d'un an pour le piment contre 250 jours pour l'aubergine. Par contre, la fréquence des traitements (nombre de jour entre 2 traitements) joue aussi un rôle important. S'il l'on compare des légumes dont la durée de cycle est quasi-identique, comme les oignons et les pommes d'amour, on remarque que la pomme d'amour est plus souvent traitée (fréquence de traitement moyenne de 6,7 jours contre 7,6 jours pour l'oignon).

En analysant les boîtes à moustache des crucifères et des cucurbitacées de la figure 10, les médianes des IFT sont proches, mais nous pouvons noter des différences de pratiques. Par exemple, l'effectif des cucurbitacées est beaucoup plus concentré (différence entre l'IFT maxi et l'IFT mini plus petite) que celui des crucifères, ce qui montre une gestion des produits phytosanitaires plus homogène pour les cucurbitacées. De plus, les crucifères ont une fréquence de traitement plus faible (8,9 jours contre 7,8 jours) et un IFT moyen et médian plus faible. De même on observe des IFT avec des valeurs dispersées pour certains légumes comme les aubergines, les piments, les lalos, les crucifères et les cucurbitacées ceci s'explique par une plus grande hétérogénéité des pratiques phytosanitaires d'un producteur à l'autre sur ces cultures.

Notre analyse montre également que ces IFT sont liés à la zone écologique (figure 11). En effet, la classe d'IFT élevés ($>$ à 20) est plus fréquente en climats extrêmes (très humide ou très sec) qu'en climat plus intermédiaire (p-value de 0.00073) montrant un lien évident entre des conditions de culture non optimales et le risque de développement des bio-agresseurs. Par contre, les superficies cultivées n'ont pas d'influence sur ces IFT (p-value de 0.69). De même, la pratique du principe de la rotation culturale, qui peut avoir un rôle important pour limiter le développement des bio-agresseurs, n'influe pas cet IFT (p-value de 0.73).

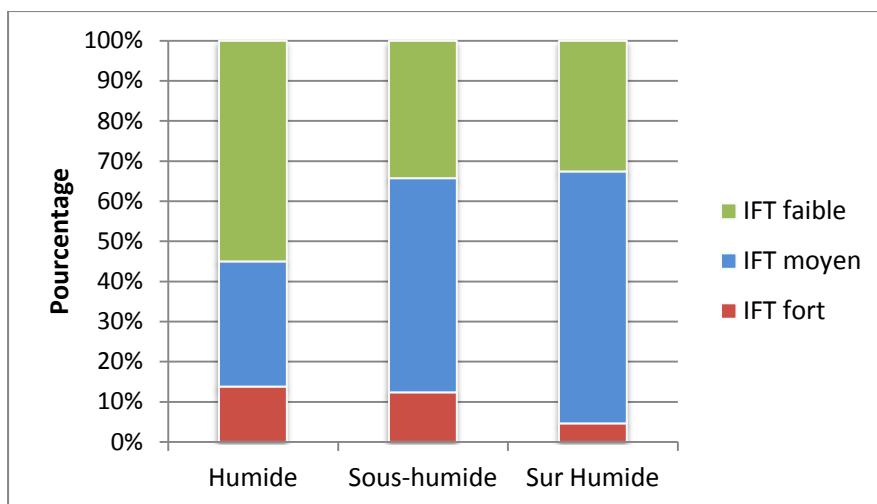


Figure 11 Impact des zones écologiques sur les IFT (toutes cultures confondues) – un IFT est considéré comme faible lorsqu’il est < à 10, IFT moyen entre 10 et 20 et IFT fort lorsqu’il est > à 20.

Notre enquête a permis de déterminer les différentes rotations culturales opérées par les producteurs. Le tableau 10 les décrit par bassin de production. Nous avons calculé un IFT théorique pour chacune des rotations rencontrées. Ceux-ci varient de 10,75 (où seul un cycle de lalo est effectué dans le nord de Maurice) à près de 53 (où le producteur intercale un cycle de cucurbitacées entre 2 cycles de pomme d’amour dans le nord ou le sud de l’île). Ces IFT représentent la pression phytosanitaire sur une parcelle en fonction d’une rotation effectuée par un producteur.

Tableau 10 Représentation des IFT pour les différentes rotations rencontrées dans les différentes régions pour une période d'un an

| | Numéro de cycle | Cycles théoriques sur une année | IFT moyens |
|--------------|-----------------|--|------------|
| Est | 1 | Oignon Aubergine Piment Cucurbitacées | 38,27 |
| | 2 | Crucifères Cucurbitacées "Greens" | 34,98 |
| | 3 | Tomate Aubergine | 42,65 |
| | 4 | Tomate Cucurbitacées Tomate | 52,71 |
| Nord | 5 | Piment Tomate | 42,53 |
| | 6 | Tomate Cucurbitacées Tomate | 52,71 |
| | 7 | Lalo | 10,75 |
| | 8 | Lalo Cucurbitacées | 25,4 |
| | 9 | Cucurbitacées Cucurbitacées Cucurbitac | 35,3 |
| | 10 | Cucurbitacées Tomate Haricots | 41,013 |
| | 11 | Aubergine Tomate | 42,65 |
| Centre-ouest | 12 | Crucifères Crucifères Crucifères | 32,325 |
| | 13 | Crucifères "Greens" Haricots | 27,66 |
| | 14 | "Greens" Haricots Cucurbitacées | 29,38 |
| Sud | 15 | Tomate Tomate Tomate | 47,58 |
| | 16 | Cucurbitacées Haricots Cucurbitacées | 36,63 |
| | 17 | Tomate Cucurbitacées Tomate | 52,71 |
| | 18 | Pomme de terre Cucurbitacées Pistache ? | >23,62 |

Les cycles constatés ici ne sont pas tous des vraies rotations avec une alternance d'espèces qui casseraient le cycle des ravageurs. Par exemple l'alternance avec les aubergines et les tomates –cas n°11– (toute deux de la famille des solanacées) va avoir un cortège de bioagresseur similaire et l'entretenir, alors qu'un cycle « greens »/haricots/cucurbitacées –cas n°14– va casser le cycle des bioagresseurs de ces trois légumes (et donc limiter les risques phytosanitaires). Dans le premier cas l'IFT moyens est plus fort que dans le second. La succession de culture a sans doute un impact sur l'intensification des traitements

c- Les bonnes pratiques phytosanitaires

Ni l'âge (p-value de 0,68), ni le nombre d'années d'expérience (p-value de 0,49), ni le niveau de formation (p-value de 0,12), ni l'origine des compétences acquises (p-value de 0,38) n'influencent le respect des bonnes pratiques phytosanitaires.

Par contre, la sécurité foncière (producteurs propriétaires ou avec un bail d'une durée supérieur à 1 an) influence favorablement le respect des bonnes pratiques phytosanitaires (p-value de 0,045).

Cependant et globalement, sur l'ensemble des producteurs enquêtés, ces BPP sont peu observées, seul le choix du produit phytosanitaire en fonction de sa cible semble vraiment l'être (figure 12).

Les producteurs ne traitent pas selon un seuil d'intervention de bio-agresseurs observés ; ceci est cohérent puisqu'ils interviennent, pour la plupart, de façon préventive. Par contre, cette posture interventionniste engendre un non-respect des conditions pédoclimatiques de traitement pour près de 50 % d'entre eux et un non-respect des périodes à risque pour les abeilles (traitement hors période de floraison) pour plus de 80 %.

Les moyens de réduction des quantités de pesticide ou de leur meilleure efficacité ne sont pas ou très peu mis en œuvre par plus ou moins 90 % des producteurs. La substitution de produits phytosanitaires d'origine chimique par des produits alternatifs de type bio pesticide est encore peu réalisée, moins de 20 % des producteurs assurent qu'ils utilisent ces substituts.

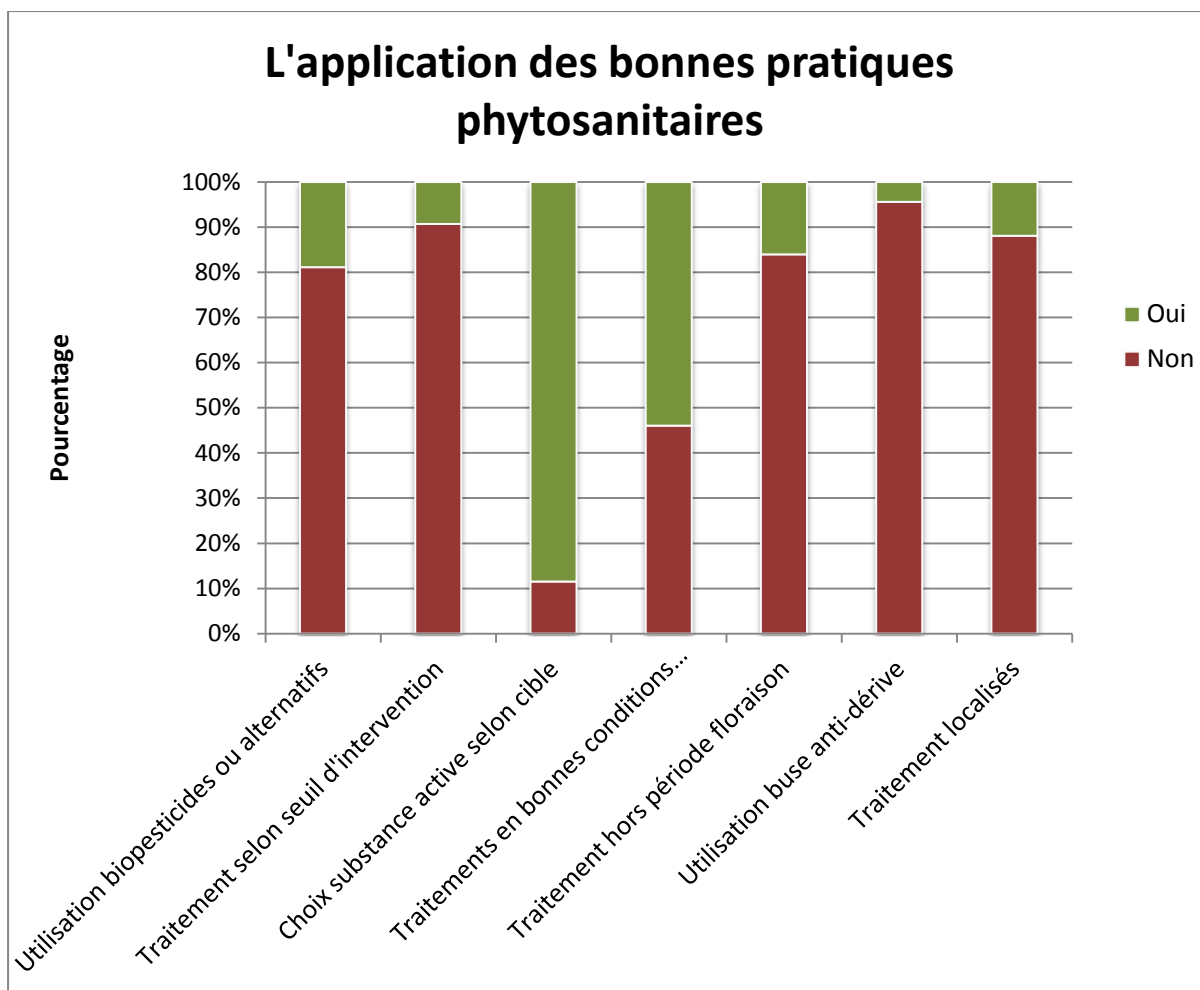


Figure 12 Réponse oui ou non au respect de quelques bonnes pratiques phytosanitaires

d- Les techniques alternatives à l'usage des pesticides

La sécurité foncière (producteurs propriétaires ou avec un bail d'une durée supérieure à 1 an) influence favorablement l'adoption des techniques alternatives à l'usage des pesticides (p-value de 0,00001). Il en est de même pour la formation, plus le producteur est formé plus il y aura recours (p-value de 0,076). L'organisme de formation n'a cependant pas d'influence (p-value de 0,48). La superficie cultivée n'influence pas non plus cette adoption. La figure 11 récapitule les réponses des producteurs (oui ou non) sur l'usage de ces techniques alternatives.

Par leurs réponses, les producteurs confirment la pratique de la rotation des cultures pour près de 80 % d'entre eux. Cependant, cette rotation est considérée comme une stratégie d'occupation optimisée de la parcelle et non comme un moyen de faire baisser la pression des

bio-agresseurs. Ceci est également confirmé par la non-pratique de la jachère assainissante et/ou le non usage de plantes de couverture pour offrir des services écosystémiques.

Quasiment tous les producteurs disent faire le monitoring des bio-agresseurs mais, même s'ils ne les voient pas, ce n'est pas pour autant qu'il ne traite pas : ils traitent dans le but d'éviter l'apparition des bioagresseurs. La notion de seuil de tolérance (voir sur la figure 12 les résultats pour « traitement selon un seuil d'intervention ») n'est pas adoptée. De même, près de 50 % les producteurs utilisent des pièges contre les bio-agresseurs (exemple figure 13) mais ceux-ci ne semblent servir que pour du monitoring compte tenu des IFT constatés par ailleurs.



Figure 13 Exemple de lutte alternative contre les mineuse de feuille, les "yellow sticky traps".

Les principes de luttés biologiques contre les bioagresseurs (soit par conservation des habitats ou par des lâchers d'auxiliaires des cultures) ou des moyens de lutte physique (comme des filets anti-insecte) sont très peu ou pas mobilisés. Par contre, grâce à la gestion physique des adventices (comprenant la technique du faux-semis), les producteurs semblent être des utilisateurs modérés d'herbicides.

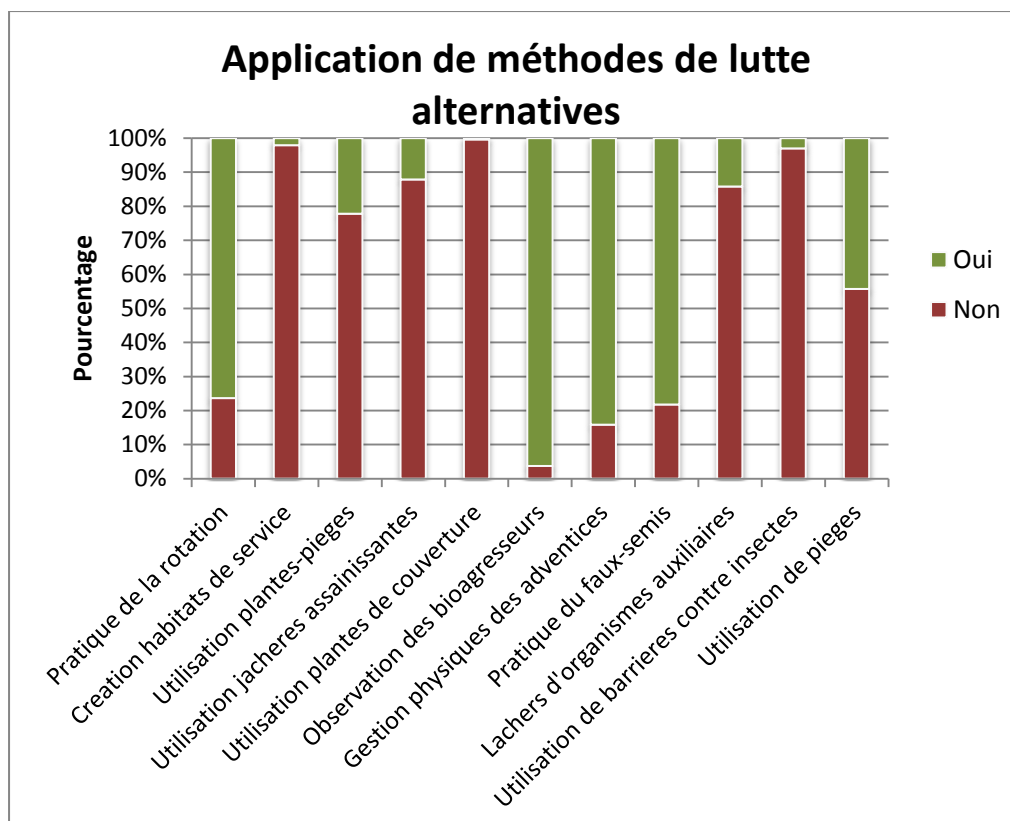


Figure 14 Réponses des producteurs (oui ou non) sur l'usage de ces techniques alternatives

e- Les risques de transfert des pesticides vers l'environnement

Les scores de risques de transfert des pesticides vers l'environnement ont été calculés par l'outil d'aide à la décision Phyto'Aide. Le tableau 11 récapitule les scores minimum, maximum et la marge de progrès potentielle (différence entre le score maximum et minimum) pour les 2 types de sol mauricien testés et pour les 37 s.a les plus utilisés par les producteurs (utilisé par au moins 10 producteurs). Les scores prennent des valeurs entre 0 et 10, 0 étant le plus mauvais indiquant que le risque de transfert des produits vers l'environnement est maximal. A l'inverse, la note de 10 démontre une gestion maximale des risques de transfert vers l'environnement. La marge de progrès permet de passer du score minimum au score maximum, donc d'un mauvais scénario d'utilisation du pesticide vers un bon scénario d'utilisation pour limiter les risques de transfert vers l'environnement. Considérant ces scores, on peut remarquer que les scores sur nos deux sols étudiés sont peu différents, on ne les distinguera donc pas pour cette analyse. Considérant les scores minimums, seules 4 s.a, toutes des insecticides (acetamiprid, deltamethrin, emamectin et lambda cyhalothrin), dépassent le seuil acceptable de 7 points sur 10 quel que soit le sol testé. Ces résultats montrent que pour toutes les autres s.a., de mauvaises conditions d'utilisation peuvent

conduire à risque plus ou moins importants de transfert de ces pesticides vers les différents compartiments environnementaux (eaux de surface et souterraine et air). Considérant les scores maximums, seule une s.a. (oxyfluorfen, un herbicide) n'atteint pas un score supérieur à 7 (Figure 15), score pour lequel les conditions de transfert du pesticide vers l'environnement est acceptable. Cette étude des scores montre que globalement, si les usages de ces pesticides sont corrects, les risques de transfert semblent limités.

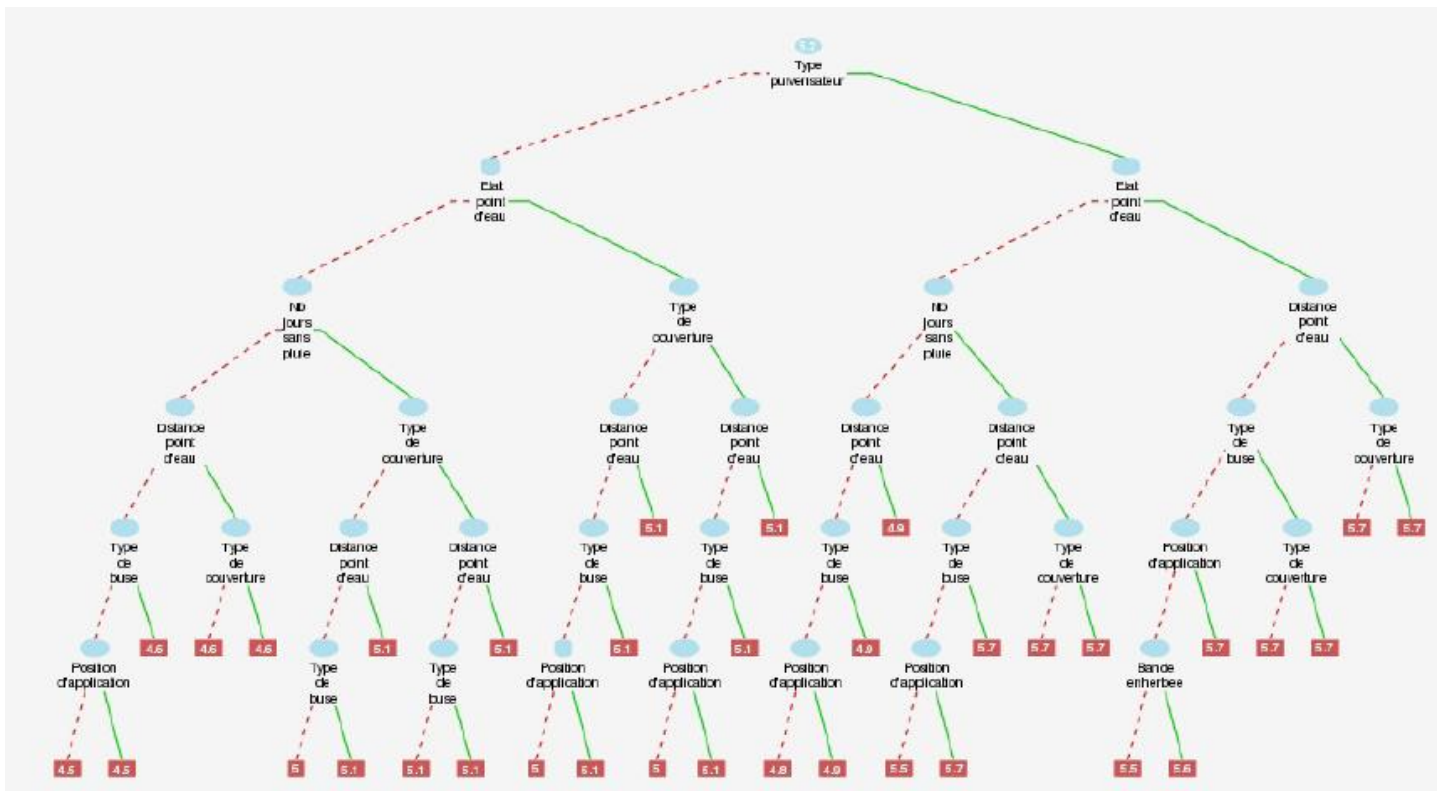


Figure 15 Scores E-phy obtenus avec l'outil Phyto'aide pour l'Oxyfluorfen sur le sol 1

Tableau 11 Scores minimum, maximum et marge de progrès pour les substances actives les plus utilisés par les producteurs et testés sur deux types de sol mauriciens (cf matériel et méthode) - ce score est considéré sur une échelle de 0 à 10, sur laquelle un score supérieur à 7 est à atteindre pour limiter les transferts. Les scores en rouge sont inférieurs à 6, en orange de 6 à 7 et en vert supérieur ou égal à 7.

| Substances actives | Sol 1 | | | Sol 2 | | |
|---------------------|------------|------------|------------------|------------|------------|------------------|
| | Score mini | Score maxi | Marge de progrès | Score mini | Score maxi | Marge de progrès |
| Abamectin | 6.9 | 7.6 | 0.7 | 6.7 | 7.6 | 0.9 |
| Acetamiprid | 7.3 | 9.8 | 2.5 | 7.1 | 9.8 | 2.7 |
| Cartap | 6.2 | 9.2 | 3.0 | 5.5 | 9.2 | 3.7 |
| Chlorantraniliprole | 6.7 | 9.6 | 2.9 | 6.4 | 9.6 | 3.2 |
| Chlorfenapyr | 5.7 | 7.6 | 1.9 | 5.6 | 7.6 | 2 |
| Chlorothalonil | 4.4 | 5.8 | 1.4 | 4.3 | 5.8 | 1.5 |
| Copper hydroxide | 5.3 | 9.0 | 3.7 | 4.5 | 9.0 | 4.5 |
| Cypermethrin | 6.7 | 8.1 | 1.4 | 6.6 | 8.1 | 1.5 |

| | | | | | | |
|----------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Cyromazine | 6.1 | 9.2 | 3.1 | 5.9 | 9.2 | 3.3 |
| Deltamethrin | 7.2 | 8.4 | 1.2 | 7.1 | 8.4 | 1.3 |
| Difenoconazole | 6.9 | 9.8 | 2.9 | 6.6 | 9.8 | 3.2 |
| Emamectin Benzoate | 7.8 | 10.0 | 2.2 | 7.5 | 10 | 2.5 |
| Fenthion | 5.6 | 8.1 | 2.5 | 5.3 | 8.1 | 2.8 |
| Fluopicolide | 5.9 | 7.6 | 1.7 | 5.8 | 7.6 | 1.8 |
| Formetanate | 5.8 | 9.2 | 3.4 | 5.3 | 9.2 | 3.9 |
| Glufosinate ammonium | 6.4 | 9.2 | 2.8 | 5.4 | 9.2 | 3.8 |
| Glyphosate | 6.4 | 9.0 | 2.6 | 4.9 | 9.0 | 4.1 |
| Hexaconazole | 6.0 | 7.3 | 1.3 | 5.9 | 7.3 | 1.4 |
| Imidacloprid | 6.3 | 9.5 | 3.2 | 6 | 9.4 | 3.4 |
| Indoxacarb | 6.7 | 8.3 | 1.6 | 6.6 | 8.3 | 1.7 |
| Iprodione | 5.6 | 8.3 | 2.7 | 5.2 | 8.3 | 3.1 |
| Iprovalicarb | 6.4 | 9.5 | 3.1 | 6.2 | 9.5 | 3.3 |
| Lamda cyhalothrin | 7.0 | 7.9 | 0.9 | 6.9 | 7.8 | 0.9 |
| Linuron | 5.3 | 9.2 | 3.9 | 4.7 | 9.2 | 4.5 |
| Lufenuron | 5.8 | 7.5 | 1.7 | 5.7 | 7.5 | 1.8 |
| Mancozeb | 4.3 | 7.5 | 3.2 | 4.3 | 7.5 | 3.2 |
| Metalaxyl | 6.5 | 8.2 | 1.7 | 6.4 | 8.2 | 1.8 |
| Metribuzine | 4.2 | 7.9 | 3.7 | 4.0 | 7.9 | 3.9 |
| Oxyfluorfen | 4.5 | 5.7 | 1.2 | 4.4 | 5.7 | 1.3 |
| Paraquat | 5.5 | 9.2 | 3.7 | 4.6 | 9.2 | 4.6 |
| Profenofos | 5.1 | 7.2 | 2.1 | 5.1 | 7.2 | 0.1 |
| Propamocarb-Hcl | 6.3 | 9.2 | 2.9 | 5.6 | 9.2 | 3.6 |
| propinebe | 6.1 | 9.1 | 3.0 | 5.5 | 9.1 | 3.6 |
| Spinosad | 6.3 | 9.7 | 3.4 | 6.1 | 9.6 | 3.5 |
| Tebuconazole | 5.8 | 8.6 | 2.8 | 5.7 | 8.6 | 2.9 |
| Thiodicarb | 5.6 | 7.5 | 1.9 | 5.5 | 7.5 | 2 |
| Thiophanate methyl | 5.1 | 7.7 | 2.6 | 4.9 | 7.7 | 2.8 |

L’outil Phyto’Aide fournit un second type de résultat : une liste de moyens d’action (levier) pour passer d’une condition défavorable d’utilisation (score minimum) à une condition très favorable (score maximum). L’Analyse en composantes principales suivi de la classification hiérarchique a permis le regroupement des s.a. vis-à-vis de l’ordre d’importance de ces leviers. Les résultats qui suivent doivent donc être compris comme ceci : pour la s.a x, et pour passer du score minimum au score maximum, le levier 1 y contribue majoritairement, suivi du levier 2, puis du levier 3... ainsi de suite. Les caractéristiques de la s.a. et des sols influencent ces leviers et leur ordre. Globalement, pour toutes les s.a. seuls 3 ou 4 leviers principaux permettent d’atteindre ce score maximum. Ces 4 leviers et la définition de leurs conditions favorable et défavorable sont donnés ci-dessous :

- Distance du point d'eau : La distance d'application du pesticide par rapport à un point d'eau est supérieure (condition favorable) ou inférieure à 15 mètres (condition défavorable). Le producteur a une possibilité d'action partielle, il subit la présence de ce cours d'eau mais il peut faire le choix de ne pas traiter la zone sensible tout en traitant le reste de la parcelle.
- Etat du point d'eau : Ce point d'eau est en eau (condition défavorable) ou pas (condition favorable). Même levier d'action que le point précédent, il subit l'état du cours d'eau mais il peut faire le choix de ne pas traiter la zone sensible tout en traitant le reste de la parcelle.
- Type de pulvérisateur : Les différents pulvérisateurs sont classés en 2 groupes : pulvérisateurs limitant les risques de dérive du produit phytosanitaire (condition favorable) et les autres pulvérisateurs (condition défavorable). Le producteur a une possibilité d'action totale sur le choix de son matériel.
- Position d'application : pour les herbicides seulement, l'application sur sol nu (condition défavorable) ou désherbage localisé (condition favorable). Le producteur a une possibilité d'action partielle notamment si un traitement de type prélevé est indispensable.



Figure 16 Exemple de leviers au champ : proximité immédiate d'un point d'eau (négatif) et utilisation d'un pulvérisateur manuel (positif)

Nous donnons ici les résultats pour le sol 1 (sachant qu'ils sont peu différents du sol 2 que nous classons en annexe 4).

Pour les insecticides :

Groupe 1

Le groupe 1 est caractérisé par 2 leviers principaux : **la distance au point d'eau ET l'état du point d'eau** PUIS le type de pulvérisateur

Les s.a concernées sont : Abamectin, Cypermethrin, Lambda cyhalothrin, Acetamiprid, Chlorfenapyr, Cartap, Indoxacarb, Fenthion, Thiodicarb, Flonicamid, Fenazaquin, Spirotetramat, Spiromesifen, Bifenthrin

Groupe 2

Le groupe 2 est caractérisé par 1 levier principal : **le type de pulvérisateur** PUIS **la distance au point d'eau ET l'état du point d'eau**

Les s.a concernées sont : Cyromazine, Chlorantraniliprole, Spinosad, Imidacloprid, Deltamethrin, Profenofos, Emamectin Benzoate, Thiodicarb, Flubendiamide, Tiamethoxam, Methiocarb, Chlorpyrifos

Pour les fongicides :

Groupe 1

Le groupe 1 est caractérisé par 2 leviers principaux : **la distance au point d'eau ET l'état du point d'eau** PUIS le type de pulvérisateur

Les s.a concernées sont : Metalaxyl, Fluopicolide, Lufenon, Hexaconazole, Cyazofamid, Fosetyl - aluminium

Groupe 2

Le groupe 2 est caractérisé par 1 levier principal : **le type de pulvérisateur** PUIS la distance au point d'eau et l'état du point d'eau

Les s.a concernées sont : Mancozeb, Copper hydroxide, Cymoxanil, Difenoconazole, Chlorothalonil, Iprodione Propineb, Iprovalicarb, Thiophanate methyl, Metalaxyl, Tebuconazole, Fluopicolide, Boscalid, Pyraclostrobin, Azoxystrobin, Cyazofamid, Sulphur, , Prochloraz, Propamocarb-Hcl, Propiconazol

Pour les herbicides :

Groupe 1

Le groupe 1 est caractérisé par 2 leviers principaux : **la distance au point d'eau ET l'état du point d'eau** PUIS la position d'application et le type de pulvérisateur

Les s.a concernées sont : Glyphosate, Glufosinate ammonium, Oxyfluorfen, Fluazifop butyl, Pendimethalin

Groupe 2

Le groupe 2 est caractérisé par 1 levier principal : **le type de pulvérisateur** PUIS la position d'application, la distance au point d'eau et l'état du point d'eau

Les s.a concernées sont : Paraquat, Linuron, Acetochlor, Diuron

Groupe 3

Le groupe 2 est caractérisé par 1 levier principal : **la position d'application** PUIS le type de pulvérisateur, la distance au point d'eau et l'état du point d'eau

Les s.a concernées sont : Metribuzine, Oxadiazon

Cette analyse des risques *ex ante* peut être lu au regard des données de terrain que nous avons collecté lors de cette enquête afin de les mettre en adéquation.

Concernant le matériel de pulvérisation utilisé, près de 60 % des producteurs enquêtés utilisent pour l'application des insecticides et des fongicides des appareils de type atomiseur. Ces pulvérisateurs présentent des risques importants de transfert des pesticides vers l'air surtout lorsque les conditions d'application ne sont pas respectées. Les s.a. du groupe 2 des insecticides et des fongicides devront donc être appliquées avec attention d'autant que les conditions climatiques d'application ne sont pas toujours respectées (voir plus haut). Ces risques peuvent de plus devenir conflictuels compte tenu de la cohabitation possible entre les parcelles agricoles et les habitations (figure 17).



Figure 17 Présence d'activité agricole dans un milieu résidentiel

Par ailleurs, dans 31 % des parcelles, nous avons observé des points d'eau et des cultures souvent rapprochées de ceux-ci. Les s.a. du groupe 1 des insecticides, des fongicides et des herbicides devront donc être appliquées avec attention ou au moins en connaissance de cause. Enfin, concernant toujours ces points d'eau et la gestion des fonds de cuve d'appareil après les traitements, nous avons identifié des pratiques à risque pour l'environnement, les fonds de cuve sans rinçage sont déversés sans précaution (dans près de 25 % des producteurs), tandis les eaux de rinçage de ces fond de cuve (donc après dilution du pesticide) sont jetés sans aucune précaution par 95 % des producteurs. Les mêmes s.a. du groupe 1 des insecticides, des fongicides et des herbicides présentent des caractéristiques spécifiques pouvant faire craindre des transferts rapides de ces molécules vers les eaux, notamment souterraines, par ces voies de pollution privilégiés.

Discussion des méthodes et résultats

1- Limites de l'échantillonnage

L'échantillonnage de la population des producteurs enquêtés a considéré les principales cultures légumières, en tenant compte particulièrement de leur importance en termes de surface cultivée et de facteurs de risque phytosanitaire. Nous avons fait l'hypothèse du 'plus' : plus le légume est cultivé et plus son cortège de bio-agresseur est important alors plus il est traité. En conséquence plus il est susceptible d'avoir un impact sur la question de l'usage des pesticides que nous nous sommes posée. Ce choix n'est pas sans conséquence sur les effectifs échantillonnés par culture, cette hypothèse nous a donc fait sur-enquêter quelques cultures notamment la pomme de terre et les haricots qui n'ont pas forcément cette même importance en terme de surfaces cultivées et de volumes produits que d'autres cultures. A contrario, cela nous a fait sous-enquêter la culture de la carotte. Compte tenu de nos résultats, la surreprésentation des pommes de terre et des haricots dans notre échantillon n'a pas influencé les résultats, par contre la sous-représentation de la culture de la carotte nous conduit à interpréter les résultats sur cette culture avec précaution, notamment ses indices de fréquence de traitements (IFT) faibles.

Par ailleurs, certaines productions ont été regroupées (les cucurbitacées, les crucifères et les 'greens') en faisant l'hypothèse que les techniques culturales étaient homogènes au sein d'un même groupe de légumes. Ce choix nous a peut-être conduits à considérer trop globalement ces cultures alors que des différences notables existaient entre elles. Par exemple, notre analyse n'a pas pris en compte des différences de pratiques culturales éventuelles entre les choux, les brocolis et les choux fleurs.

Enfin, les enquêtes n'ont pas toutes été conduites sur le terrain, la véracité de certains dires du producteur n'a donc pas été confortée de visu. Nous pensons malgré tout que les producteurs ont globalement joué le jeu et dit la vérité sur leur pratique. D'ailleurs, nous n'avons dû écarter que 2 enquêtes sur 300 dont les réponses nous semblaient effectivement non cohérentes.

2- L'usage des pesticides

Sur les plus de 60 s.a. utilisées par les agriculteurs, 55 concernent les insecticides et fongicides. Sur ces derniers, 7 seulement le sont par la majorité des producteurs, 29 dans une moindre mesure et 19 de façon anecdotique. A Maurice aucune législation précise sur les usages n'existe de sorte que lorsque l'importation d'une s.a a été autorisée, son usage reste à la discrétion de l'applicateur. Celui-ci est lui-même conseillé par le vendeur de la spécialité commerciale. Dans ce cadre, l'étiquette du fabricant du produit est importante puisqu'elle doit préciser la culture et le bio-agresseur ciblés et la dose d'utilisation ; quant est-il lorsque des produits sont reconditionnés pour être vendus dans des contenants à plus faible volume ? Ces pratiques peuvent engendrer des détournements d'usage, à savoir l'utilisation d'un produit sur une culture non prévue à cet effet. Des risques de surdosage ou sous-dosage sont également à craindre.



Figure 18 Produits phytosanitaires appliqués au champs avec des risques de sur ou sous-dosage et d'interaction avec l'effet cocktail

En se référant à la réglementation française (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>), nous aurions, par exemple, un fongicide (l'imidacloprid) dont aucun usage n'est autorisé en cultures légumières. Cependant et toujours comparé à cette réglementation, 10 insecticides et 11 fongicides régulièrement utilisés par les producteurs mauriciens sont effectivement autorisés sur les cultures légumières en France.

L'homologation d'un produit considère un couple bio-agresseur/culture et une dose d'utilisation, notre enquête n'a pas permis d'être aussi précis dans les usages, des mauvaises utilisations ne sont donc pas à exclure.

D'autre part, 13 s.a toujours aussi régulièrement utilisées par les producteurs ne sont plus autorisées par la législation française principalement à cause de leur toxicité ou des risques

trop élevés pour l'environnement ; 5 fongicides (fluopicolide, iprovalicarb, hexaconazole, metalaxyl et prolineb) et 8 insecticides (cartap, chlorfenapyr, fenthion, formetanate, lufenuron, monocrotophos, profenofos et thiodicarb). Le metalaxyl, présent dans cette liste, est le fongicide le plus utilisé par les producteurs enquêtés. A noter que depuis 2 ans, la législation mauricienne a également interdit 4 de ces insecticides (fenthion, profenofos, monocrotophos, imidacloprid) et depuis 10 ans, le methiocarb. Les 4 premiers insecticides sont encore régulièrement utilisés alors que le methiocarb l'a été très rarement ; ceci s'explique probablement par des stocks chez les vendeurs ou chez les producteurs non écoulés. Autre problématique, certaines s.a. recensées n'ont pas reçu d'autorisation d'importation du DCCB (Flubendiamide et Thiamethoxam).

Les doses de pesticides appliquées sont souvent issues des préconisations du FAREI et des vendeurs de pesticides. Ces derniers facilitent le travail des agriculteurs en leur fournissant des contenants pour un volume d'eau donné (souvent une bouteille de pesticide pour un baril de 200L). Cette pratique permet d'éviter les dosages approximatifs lorsque les producteurs utilisent du matériel du type petite cuillère en plastique. Mais cette préconisation de produit par volume d'eau et non par surface de traitement pose problème car les volumes d'eau utilisés pour 1 arpent (0,34 ha) peuvent varier de 20 litres à 600 litres.

3- La fréquence des usages des pesticides

Les indices de fréquence de traitements (IFT) de notre étude ont été déduits ; ils ne proviennent pas d'un calcul issu de données précises scrupuleusement renseignées par les producteurs comme un cahier assurant cette nécessaire traçabilité, car ce type de suivi n'existe pas. Nous avons donc fait plusieurs hypothèses pour déduire ces IFT :

- Premièrement, nous avons considéré la dose de produit phytosanitaire utilisé comme conforme à celle qui est recommandée par le fabricant ; un quelconque sous ou sur-dosage n'a donc pas été considéré.
- Deuxièmement, nous avons considéré que la totalité de la parcelle était traitée car c'est ce qui semble être la pratique courante (les traitements localisés sont rares).
- Troisièmement, nous avons considéré des cycles de culture théorique sachant que ces durées peuvent varier notablement d'une écologie à une autre ou d'un producteur à l'autre. Par exemple, les IFT très élevés des cultures d'aubergines ou de piments sont

probablement surestimés car leur cycle de culture, dans les faits, ne sont pas aussi long.

- Et enfin quatrièmement, nous n'avons pas considéré les herbicides dans les calculs par manque d'information précise ; il est probable qu'un point (ou plus) d'IFT supplémentaire pourrait être ajouté globalement sur l'année.

Il convient donc de prendre ces IFT comme des valeurs de comparaison entre les cultures et non comme des valeurs de référence.

Ces IFT, globalement élevés à très élevés, dénotent de pratiques phytosanitaires intensives où la posture de traitement est préventive et systématique. Interrogés sur ces méthodes, les producteurs disent qu'ils n'ont pas le choix car, à leur avis, c'est le seul moyen d'assurer une bonne productivité et faire face à des maladies et ravageurs très nombreux. En réalité, les agriculteurs ne savent pas comment produire autrement, la prévention est un moyen qui les rassure et qui éviterait l'installation des bio-agresseurs. Mais certains producteurs parlent d'impasse technique vis-à-vis de la maîtrise des mineuses des feuilles et des mouches des cucurbitacées. Ces résistances sont à imputer à ces traitements systématiques et à l'utilisation répétée des mêmes s.a. Les producteurs pensent de bonne foi alterner les s.a en changeant de produit mais, dans la pratique, les vendeurs leur proposent des noms de produits commerciaux différents qui en réalité contiennent la même s.a ; par exemple, l'abamectin est contenue dans pas moins de 9 spécialités commerciales (Larvimec, Top Abamex, Kirtimec, Coromec...). Ces traitements préventifs empêchent finalement de hiérarchiser objectivement les bio-agresseurs en fonction de leur impact sur la culture. De même, la faune auxiliaire ne peut pas s'installer car détruite systématiquement par ces mêmes pesticides. C'est un cercle vicieux qui conduit aux impasses techniques rapportées : les pesticides ne sont plus efficaces contre les bio-agresseurs mais le sont très probablement contre les auxiliaires. L'utilisation des génériques dont la qualité n'est pas toujours contrôlée entretient également ce cercle car les agriculteurs ont tendance à augmenter la dose afin d'assurer l'efficacité du traitement phytosanitaire. De plus, le conseil de type prescription reste encore majoritairement chimique ce qui aide à l'entretien de ces pratiques fortes consommatrices en pesticides.

Aucune culture n'est épargnée par ces bio-agresseurs, par contre certaines zones écologiques de production le sont plus. En effet, les producteurs des écologies extrêmes (trop sèches ou trop humides) ont une proportion d'IFT faibles plus élevés que ceux des écologies

intermédiaires. Notre enquête ne peut pas spécifiquement nommer des cultures mais il serait très intéressant d'approfondir ce résultat pour identifier des zones où la culture de certains légumes (et leur assemblage dans une rotation) serait plus propice (dans le sens moins dépendant des pesticides). De même, l'inventaire des différentes rotations pratiquées dans les différents bassins de production montre que certaines d'entre elles sont peu performantes en termes d'IFT (52 pour la moins bonne). Compte tenu des risques importants de perte de fertilité des sols et d'IFT très élevés, ces rotations mériteraient une réflexion approfondie, au cas par cas, pour des questions évidentes de durabilité des systèmes de production.

4- Les risques de transfert des pesticides

Les scores issus de l'outil Phyto'Aide ne sont que des valeurs indicatives de risque de transfert des pesticides vers l'environnement, ces scores ne doivent pas être considérés équivalents à des valeurs mesurées. L'intérêt de cette évaluation *ex ante* est de pouvoir comparer, avec le même modèle, les risques de transfert d'une s.a à l'autre. C'est donc un outil d'aide à la décision qui, d'une part, permet de faire un choix éclairé entre les s.a et, d'autre, d'identifier les moyens d'action pour limiter les risques de transfert à portée du producteur. Nous avons procédé à cette analyse en considérant 2 sols théoriques pouvant être rencontrés à l'île Maurice, ces analyses mériteraient d'être affinées en fonction des types de sol réellement rencontrés chez chaque producteur.

Globalement, les résultats de cette analyse montrent que, quel que soit le pesticide, de mauvaises conditions d'application peuvent conduire à des risques de transfert vers l'environnement. Par contre, si les bonnes pratiques phytosanitaires sont respectées, alors ces risques sont limités. Cette marge de progrès n'est cependant perceptible que si nous confrontons ces bonnes pratiques aux pratiques actuelles. Nous avons pu voir que beaucoup de ces bonnes pratiques ne sont justement pas beaucoup appliquées par les agriculteurs, augmentant les risques de transferts vers l'environnement. Un encadrement de ces usages et une formation des producteurs semblent indispensables. En effet, les producteurs ont souvent une perception sous-estimée des risques liés aux pesticides (aussi bien pour la santé que pour l'environnement) car ceux-ci sont considérés comme des 'médicaments' au lieu de l'être comme des poisons. Pour eux, l'utilisation de produits phytosanitaires est inévitable malgré leurs effets néfastes. Ces situations à risque sont exacerbées lorsque les parcelles agricoles cohabitent avec les habitats résidentiels (risque d'intoxication des riverains à cause de

dérives involontaires de pesticides) ou avec les habitats naturels (risques de pollution des eaux souterraines ou de surfaces si les bonnes pratiques ne sont pas observées).

De manière générale, les agriculteurs comprennent que les pesticides posent problème, mais y sont sensibilisés de façon très généraliste, surtout sur la santé (80%), mais moins sur l'environnement (60%). Ils ne sont donc pas capables de définir exactement les impacts de ces produits chimiques et prennent des risques importants : pas d'équipement de protection, rejet des restes de pesticides aux abords du champ...

Concernant les risques pour la santé, nous avons vu que le pourcentage d'analyse de légume ne respectant pas la LMR est de plus en plus importante. Si nous comparons la liste des s.a. utilisées par les agriculteurs interrogés et le document du programme de la Commission du Codex Alimentarius 2014 - 2019, nous pouvons affirmer que certaines s.a. n'ont pas été réévaluées depuis environ 20 ans. La toxicité et les LMR n'ont même pas été évaluées pour certaines s.a. recensées. Il semble donc que les analyses actuellement réalisées par le Food Tech Lab sur les résidus dans les légumes ne correspondent pas exactement à la réalité.

5- Contexte social

Les relations entre les agriculteurs semblent parfois conflictuelles du fait d'une compétition accrue, notamment sur les zones où ils produisent tous le même type de légume. Malgré cela, certains agriculteurs sont plus influençant que d'autres sur certaines régions et les pratiques semblent similaires sur ces zones là. Cependant, les agriculteurs mauriciens ont beaucoup de difficulté à mutualiser leurs idées et leurs moyens, même dans les coopératives.

La présence du FAREI sur le terrain est parfois critiquée, parfois remerciée. Cet acteur du monde agricole est souvent le seul soutien pour les producteurs qui ont appris « sur le tas ». Ainsi beaucoup critiquent le manque de disponibilité de l'organisme de conseil ou même du ministère. Dans l'ensemble les agriculteurs se sentent délaissés par le gouvernement qui ne prend pas, selon eux, suffisamment de disposition pour considérer leur profession. Pourtant les agriculteurs prennent plaisir à partager leur métier et leur savoir faire. Ce sont des personnes plutôt prêtes à changer leurs pratiques si on leur montre la direction à prendre.

A retenir :

- La législation actuelle règlemente les importations et non les usages → Utilisation de nombreuses s.a. dont certaines sont interdites
- Problème de clarté et d'uniformisation des contenants et des préconisations sur les pesticides
- Pratiques phytosanitaires intensives et préventives → fréquences de traitement élevées
- Impasses techniques sur la gestion de certains bioagresseur → besoin d'apporter de nouvelles solutions
- Mauvaise alternance des s.a. avec des pesticides génériques dont la qualité n'est pas toujours contrôlée
- Peu de bonnes pratiques phytosanitaires sont respectées par les agriculteurs ce qui augmente les risques, notamment les transferts vers l'environnement
- Certains légumes seront moins traités selon la zone écologique ou géographique où ils sont cultivés
- L'encadrement et la formation semblent indispensables pour faire évoluer les pratiques agricoles car les agriculteurs ne savent pas produire autrement qu'avec des pesticides

Perspectives : les bases du projet 'SMART AGRICULTURE'

Sur la base des résultats de notre enquête et des différentes consultations des partenaires, nous proposons un plan d'action pour promouvoir le développement de l'agriculture raisonnée à Maurice. Il vise plus particulièrement à engager des actions coordonnées à l'échelle du territoire pour réduire drastiquement et durablement l'usage des pesticides. Ce plan comporte 3 objectifs :

- Encadrer les usages des pesticides,
- Accompagner les producteurs, sur le terrain, à l'utilisation des pesticides en vue de leur réduction et
- Valoriser les produits agricoles issus de ces modes de production raisonnée.

Objectif 1 : Encadrer l'usage des pesticides à l'échelle du territoire

La législation est importante pour encadrer l'entrée et l'usage des produits phytosanitaires sur le territoire mauricien. Elle doit être abordée à différents niveaux : agriculteurs, conseillers agricoles, vendeurs des produits phytosanitaires, ONG...

Ainsi, à l'île Maurice de nombreuses lacunes législatives ont été relevées :

- Si la réglementation des importations des pesticides est effective celles des usages ne l'est pas : mettre en place un programme « un produit pour un usage »
- Absence de contrôle de la qualité et de la toxicologie des produits génériques importés.
- Manque de traçabilité des actions phytosanitaires menées sur une culture.
- Pas de réelle réglementation de la vente et de l'achat des pesticides, les pesticides sont souvent reconditionnés et vendus sans référence d'utilisation.
- Aucune formation minimale requise pour être agriculteur
- L'utilisation de pesticide par un agriculteur ne requiert pas de formation
- Aucune formation minimale requise pour vendre et conseiller les producteurs quant à l'usage des pesticides.

Action 1 : Création d'une base de données sur les usages des pesticides

Afin de réduire l'usage des pesticides, la Chambre d'Agriculture, de par sa mission de base, participe activement aux négociations et discussions en vue de faire évoluer les divers projets autour de la législation. Si légiférer sur ces aspects semble indispensable, cela n'est pas du ressort de ce projet 'SMART AGRICULTURE' qui doit être déconnecté de la politique publique. La plupart des 'lacunes législatives' doivent donc être prises en charge par les services *ad hoc*. Cependant, ce projet se propose de développer une base de données des usages des produits phytosanitaires sur les cultures vivrières de l'Ile Maurice. A la manière de la base de données E-PHY (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>) en France, ce projet développera cet outil qui pourra ensuite être mobilisé par les services instructeurs dans le cas d'une législation encadrée des usages des produits phytosanitaires. Nous conseillons aux services instructeurs d'élargir ensuite cette base à tous les produits phytosanitaires importés et vendus sur le territoire. A moyen terme cette base deviendrait une base de référence nationale, régulièrement actualisée, pour toutes les cultures (canne à sucre, cultures fruitières, vivrières, horticoles...). L'aide à la mise en place de cette base de données peut être faite dans le cadre de ce projet sous l'égide d'un comité de pilotage pluridisciplinaire (ministères, FAREI, ONG, représentation de la profession agricole...).

Cette base de données devra *a minima* contenir les informations suivantes : (nous donnons ici en exemple l'AgriMec (Abamectine), s.a insecticide la plus utilisée à Maurice, extrait de la base de données E-PHY, consulté le 22/01/2016)

- **Numéro d'autorisation : xx**

- **Conditions d'emploi**
 - *Délai de rentrée : 6 heures.*
 - *Pour protéger les organismes aquatiques, respecter une zone non traitée par rapport aux points d'eau de 50 mètres pour les usages en verger, de 20 m pour les usages sur rosier, tomate, aubergine, courgette, poivron, cultures en arboriculture et houblon et de 5 m dans tous les autres cas.*
 - *Pour protéger les arthropodes non cibles autres que les abeilles, respecter une zone non traitée de 50 mètres pour les cultures en arboriculture et houblon, de 20 mètres par rapport la zone non cultivée adjacente pour les usages en verger, et 5 mètres dans tous les autres cas.*
 - *Dangereux pour les abeilles.*

- *Pour protéger les abeilles et autres insectes pollinisateurs, ne pas appliquer durant toute la période de floraison et pendant les périodes de production d'exsudats.*
- *Retirer les ruches pendant l'application et 4 jours après traitement.*
- *Avant le traitement, détruire dans le couvert végétal spontané de la zone cultivée toutes les parties aériennes en fleurs ou avec production d'exsudats.*
- *Ne pas traiter si une zone cultivée ou non cultivée adjacente est en fleur au moment du traitement.'*

- **Composition de la spécialité:** Abamectine 18 G/L
- **Spécialité identique à:**
 - *VERTIMEC GOLD (Second nom commercial)*
 - *AVID (Second nom commercial)*
 - ...
- **Phrases de risque/prudence/toxicologie :** si la réglementation européenne est retenue comme exemple.
- **Exemple d'homologation pour un usage :** Tomate (traitement des parties aériennes) contre les thrips
 - *Dose d'emploi : 0,75L/ha sur tomate*
 - *Non autorisé sous abri en raison d'un risque de dépassement de LMR.*
 - *Les conditions d'utilisation de la préparation, compte tenu des bonnes pratiques agricoles critiques proposées, permettent de respecter la limite maximale de résidus en recommandant un délai avant récolte de 3 jours.*
 - *IZNT : ne pas traiter à moins de 20 m d'une zone à risque*

Ces données devront être accessibles par différentes 'portes d'entrée', c'est-à-dire, le nom de la spécialité commerciale, le nom de la s.a et les usages (à minima la culture). Tout pesticide dont la durée d'homologation aurait expiré restera dans la base mais les données relatives à son usage seront retirées et la notion '*non autorisé à Maurice*' sera inscrite afin que l'utilisateur sache que ce pesticide n'a pas été oublié mais qu'il est bien interdit.

La base de données développée dans le cadre du projet sera mobilisée dans le cadre de ces activités (voir objectif 2) et n'a donc pas vocation à être public dans un premier temps, elle

pourra le devenir après validation par les services de l'état compétents. Ceux-là auront aussi pour mission de valider l'efficacité et la toxicologie des génériques mis en vente sur le marché local.

Action 2 : Formation à l'usage des pesticides

Nous souhaitons dans ce projet promouvoir un plan national de formation pour toute personne qui manipule, applique, conseille ou met en vente des produits phytosanitaires. Au terme de la formation, un certificat pourra être délivré et permettra à son détenteur d'améliorer ses pratiques en vues de protéger sa santé et l'environnement et de mettre en œuvre des pratiques agricoles et agronomiques innovantes afin de réduire l'usage des pesticides. Compte tenu du grand nombre de personnes à former, la durée de la formation initiale pourra dépendre de 2 catégories socio-professionnelles. Les applicateurs obtiendraient le certificat après une formation courte quant aux conseillers/vendeurs la durée serait un peu plus longue. A terme, la possession d'un tel certificat conditionnera l'achat ou la vente des produits phytosanitaires selon le cas.

Les agents du FAREI réalise déjà en partie cette mission, il s'agit ici de la rendre obligatoire et de la sanctionner par ce certificat pour les conseillers/vendeurs de produits et les applicateurs (producteurs).

Cette démarche de formation est engagée depuis 2008 en France, à ce jour près de 92% des producteurs sont formés (255 000)²⁰. Fort de cette expérience, des organismes de formation spécialisés réunionnais (FDGDON, CFPPA...) pourraient appuyer le démarrage de ce plan par exemple en formant des formateurs mauriciens du FAREI ou d'autres structures identifiées. Dans le cadre de ce projet 'SMART AGRICULTURE' nous nous proposons de mettre en place un programme de formation des formateurs, les organismes identifiés *ad hoc* auront ensuite la tâche d'assurer les formations sur le terrain et de délivrer les certificats. La traçabilité des produits utilisés sera un élément qui découlera de ses formations, car elle semble indispensable pour mieux encadrer les usages.

²⁰ Consulté le 22/01/16 : <http://www.terre-net.fr/actualite-agricole/economie-social/article/92-des-agriculteurs-ont-suivi-une-formation-certiphyto-202-108039.html>

Le manque de clarté pour les agriculteurs au moment de l'achat des pesticides devrait également aboutir à certaines mesures de mises en vente sur le marché : normaliser les formats d'emballage avec des étiquettes claires, indiquer les doses en s.a par unité de surface et non par litre d'eau...

Objectif 2 : Accompagner les producteurs, sur le terrain, à l'utilisation des pesticides en vue de leur réduction

Action 3 : constitution de réseaux FERME de référence

L'accompagnement technique agricole est aussi important que la formation, car c'est un vecteur primordial pour apporter l'information dont les agriculteurs ont besoin. Aujourd'hui ce conseil s'apparente à une prescription médicale et de ce fait un conseil 'top down': les agriculteurs ont un problème, consultent les officiers du FAREI ou un vendeur de pesticides qui prescrivent un traitement pour solutionner le problème. Cette méthode, bien qu'elle soit souvent efficace comporte quelques inconvénients notamment si la prescription est un ou plusieurs produits phytosanitaires dangereux et conduit aussi un usage des pesticides non réfléchi. Par ailleurs, le producteur est entretenu dans une posture de dépendance face à ce conseil sans qu'il soit impliqué dans une réflexion pour rechercher des solutions plus globales. Ce projet 'SMART AGRICULTURE' vise à faire évoluer cette posture en créant des réseaux de référence (appelés FERME), à l'image des FERMES DEPHY françaises où les producteurs sont aussi et surtout des acteurs de leurs propres changements ; gage d'une meilleure appropriation des innovations à terme.

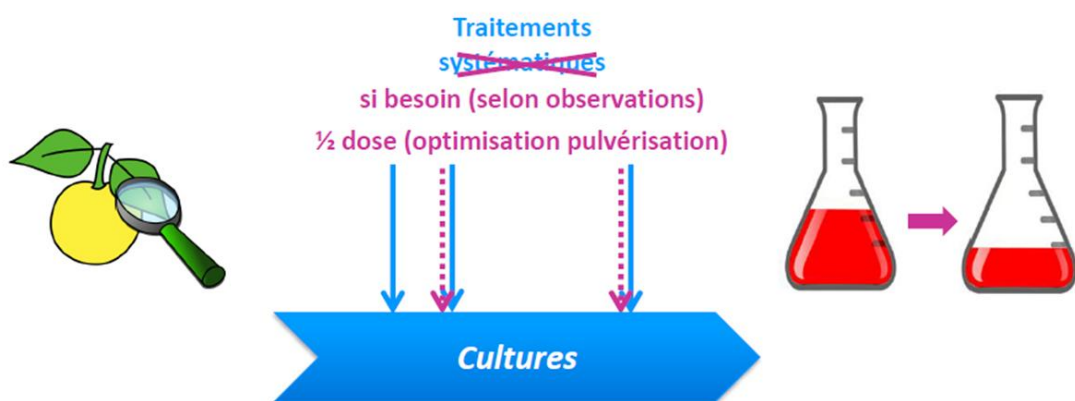
L'objectif du projet est ainsi de créer un réseau de producteurs volontaires et motivés pour changer leurs pratiques en vue de réduire l'usage des pesticides. Ces producteurs seront accompagnés par des ingénieurs réseaux. L'objectif de ce projet est d'engager l'ensemble de la profession, 'petits' et 'gros' producteurs. Nous proposons donc la constitution de 2 réseaux FERME basés sur cette typologie, peut être grossière, mais qui a une réalité sur le terrain notamment en termes de stabilité foncière et de moyens d'action (équipements, trésorerie...). Le premier réseau FERME serait composé d'une dizaine de 'petits' et 'moyens' producteurs, d'un seul bassin de production pour faciliter les échanges entre les producteurs, et encadré idéalement par un ingénieur réseaux du FAREI. Le second réseau FERME serait composé de

6 ou 7 'gros' producteurs, probablement des membres de la Chambre d'Agriculture mais pas exclusivement et serait encadré par un ingénieur réseau de la Chambre d'Agriculture. Cet ingénieur réseau assurera également la coordination globale du projet 'SMART AGRICULTURE' pour faciliter notamment les interactions entre les réseaux mais aussi le partenaire technique identifié par la Chambre d'Agriculture.

En fonction des producteurs, 3 niveaux de rupture de dépendance aux pesticides seront visés, ces niveaux de rupture sont basés sur une échelle de reconception des systèmes de culture, le processus prévoit trois niveaux : Efficience, Substitution et Reconception.

- **Niveau 1 (Efficience)**, - 25 % : il s'agit de rompre avec les habitudes de traitements préventifs. Outre le choix des pesticides les moins à risque pour l'environnement et la santé, leur usage sera réfléchi et non automatique. Ce niveau est considéré comme un premier palier pour convaincre les producteurs les plus réticents (figure 19).

Efficience: Optimiser l'utilisation des produits phytosanitaires ↓



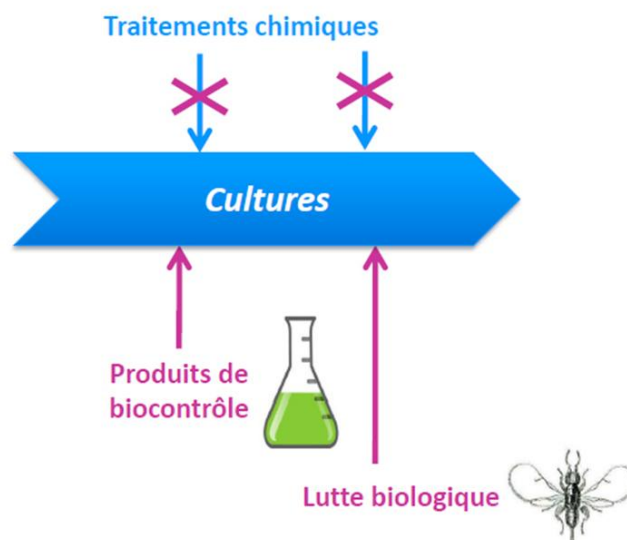
Source : colloque DEPHY – 5/11/2015 Paris

Figure 19 Dans un processus de reconception des systèmes de culture en vue de réduire leur dépendance aux pesticides, l'efficience constitue le premier niveau de réduction possible. Dans le cas des producteurs de Maurice, il s'agit ici de rompre avec les habitudes de traitements préventifs ou de réaliser des traitements localisés plutôt que sur la totalité de la culture.

- **Niveau 2 (Substitution)**, - 50 % : associé au raisonnement de l'usage des pesticides (niveau 1), des leviers techniques supplémentaires comme la substitution de pesticides

par des bio-pesticides ou encore l'utilisation des barrières physiques contre les bio-agresseurs seront mis en œuvre pour atteindre la réduction souhaitée (figure 20). Ces techniques éprouvées ont des effets immédiats de protection répondant ainsi à des exigences de producteurs qui n'auraient pas une stabilité foncière suffisante pour investir sur le long terme.

Substitution: Remplacer l'utilisation des produits phytosanitaires ⇌

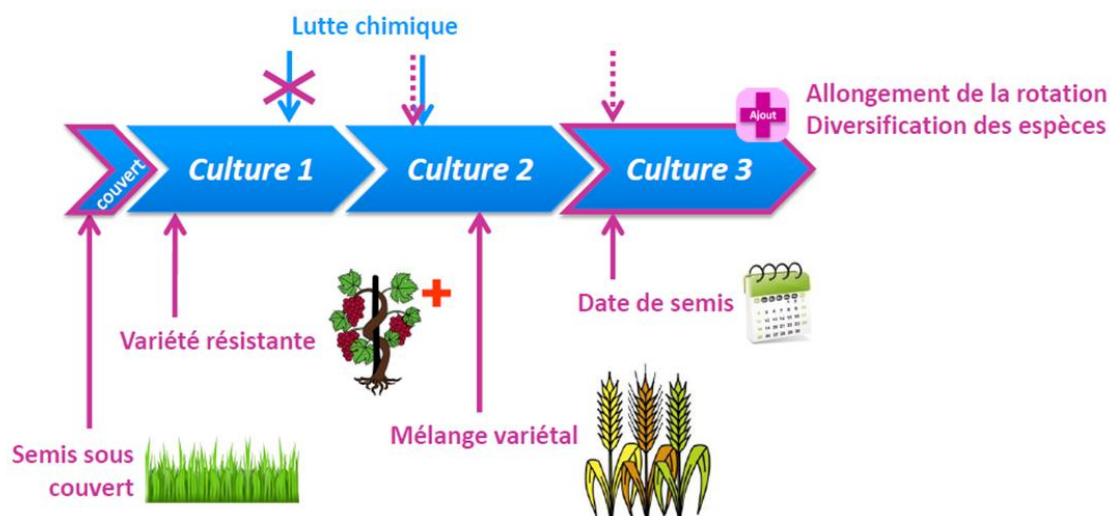


Source : colloque DEPHY – 5/11/2015 Paris

Figure 20 Dans un processus de reconception des systèmes de culture en vue de réduire leur dépendance aux pesticides, la substitution constitue le second niveau de réduction possible. Dans le cas des producteurs de Maurice, il s'agit ici de remplacer certains traitements phytosanitaires par des techniques alternatives.

- **Niveau 3 (Reconception)**, - 75 % : il s'agit ici de mettre en œuvre tous les moyens et leviers techniques pour réduire drastiquement et durablement l'usage des pesticides. Outre les leviers des niveaux 1 et 2, seules les principes de l'agro-écologie peuvent le permettre. Des investissements sur le moyen terme seront nécessaires, notamment pour créer des zones de refuges permanentes dans et autour des parcelles pour héberger durablement les auxiliaires des cultures. (figure 21)

Reconception: Repenser son système pour limiter le recours aux phytos



Source : colloque DEPHY – 5/11/2015 Paris

Figure 21 Dans un processus de reconception des systèmes de culture en vue de réduire leur dépendance aux pesticides, la reconception globale du système constitue l'ultime niveau de réduction possible. Dans le cas des producteurs de Maurice, il s'agit ici de mettre en place les principes de l'agro-écologie pour arriver à une réduction drastique des pesticides.

Les différentes techniques alternatives permettant de réduire durablement l'usage des produits phytosanitaires sont détaillées dans le Guide Tropical (Bruchon et al., 2015)²¹.

Les agriculteurs s'engageront alors sur un niveau de rupture sur une période de 3 ans, avec l'aide des ingénieurs réseaux et l'assistance d'autres organismes locaux (FAREI, associations, ONG...) ou extérieurs (CIRAD, réseau RITA...) en fonction des besoins. Ceci sous-entend d'avoir un accès durable aux terres, élément important encore peu pris en compte dans la dynamique de changement des pratiques agricoles. La première action de l'ingénieur réseau sera de réaliser avec chaque agriculteur un diagnostic individuel de la situation de l'exploitation et de ces objectifs d'amélioration. Il pourra s'appuyer sur la méthodologie mise au point et diffusé dans le Guide Tropical.

Cette méthode de conception de systèmes de culture présentée par le Guide Tropical s'inscrit dans une démarche de conception basée sur quatre grandes étapes, laquelle prévoit :

- de déterminer un cadre de contraintes et d'amélioration du système grâce à un diagnostic ;

²¹ http://cosaq.cirad.fr/content/download/4228/31689/version/1/file/Guide+tropical_fiches-techniques.pdf

- de concevoir un ou des systèmes de culture alternatifs ;
- d'évaluer le ou les systèmes créés ;
- de tester et de diffuser les systèmes alternatifs.

L'ingénieur réseau sera chargé de l'accompagnement à la transition des pratiques agricoles chez les agriculteurs selon leur zone géographique et écologique, de collecter les données et de les diffuser. Il sera aussi la charnière entre les agriculteurs des fermes pilotes, les institutions politiques et techniques et la Chambre d'Agriculture.

Enfin, les objectifs de ce réseau FERME sont triples :

- démontrer que la réduction de pesticides est possible à Maurice,
- essayer des nouvelles techniques alternatives adaptées au territoire développées et validées avec les producteurs,
- publier des rapports et des références en vue de diffuser ces bonnes pratiques au plus grand nombre tout en valorisant le métier d'agriculteur.

Le réseau FERME aura ainsi un rôle de rayonnement notamment par l'organisation de journées portes ouvertes. Le but est bien de lancer une dynamique de partage d'idées avec les autres producteurs et l'ensemble des acteurs du monde agricole.

Objectif 3 : La valorisation des produits

La valorisation des produits permet de segmenter le marché et d'offrir des légumes répondant aux attentes des consommateurs (moins de pesticides). Le public peut ainsi choisir ce qu'il consomme et reconnaître le produit qui est meilleur pour lui, en termes de qualité visuelle et gustative mais aussi pour sa santé et l'environnement.

De nombreuses actions sont déjà en cours avec différentes institutions pour certifier et valoriser les produits :

- définition et différenciation des produits par leur méthode de production (lobby de la profession comme la Chambre d'agriculture)

- mise en évidence les attentes des consommateurs et leur sensibilisation à choisir ce qu'ils achètent (projet Switch Africa Green - SUS de l'Université de Maurice, présenté en annexe 5)
- mise en place de normes pour certifier la qualité ou l'origine des produits (Mauritius Standard Board, labels extérieurs ou marques privées)

Ce projet 'SMART AGRICULTURE' ne vise pas à porter une action de valorisation supplémentaire mais souhaite, au contraire, s'appuyer sur les actions pour en augmenter les synergies. Le coordinateur du projet aura pour mission de les faciliter.



Figure 22 Vente directe en bord de route de légumes "Bio"

Objectif 4 : Mesures d'envergure nationale

Afin d'atteindre les objectifs communs de réduction de l'utilisation de pesticides à Maurice, une action coordonnée à l'échelle nationale est indispensable.

La gestion de la mouche des cucurbitacées semble aujourd'hui nécessaire pour pallier à ce gros problème d'infestation dont le traitement chimique a été limité par l'interdiction du Fenthion et les techniques alternatives sont encore mal répandues. La réduction de ce ravageur passera par diverses actions : généralisation des plantes piège, lâchers de parasitoïdes, prophylaxie des champs... Ceci n'est possible que par la conscientisation des agriculteurs. Le problème est de plus en plus important et même si les actions du projet Smart Agriculture ne concernent pas exactement la gestion de cette mouche, les enjeux seront de taille pour les fermes pilotes. Ainsi la Chambre d'agriculture s'engage à la recherche de

solutions pour la réduction de ce ravageur. Il en sera de même pour la mineuse des feuilles qui s'attaque à plusieurs légumes et qui est fortement traitée.

L'accès aux solutions alternatives doit être également facilité sur l'ensemble du territoire. Par exemple les services proposés par le FAREI et le gouvernement (analyse de sol, lâchers de parasitoïdes...) sont mal connus par les agriculteurs. Certains pièges (trappes) ou matières organiques (fumier de vache...) ne sont pas non plus disponibles partout, ce qui défavorise certains producteurs. La mise en place d'une plateforme d'échange pour l'ensemble des acteurs de la filière serait un moyen supplémentaire d'accès à la connaissance et de diffusion de ces techniques alternatives.

La réalisation de toutes les actions citées ci-dessus, ne sera possible qu'avec l'adhésion et l'action de l'ensemble des parties prenantes agricoles. La réussite de cette phase 2 du projet Smart Agriculture dépendra donc du :

- Ministère de l'Agro Industrie et de la Sécurité Alimentaire pour la mise en place d'une législation plus stricte et l'encadrement des agriculteurs et leurs pratiques agricoles
- FAREI pour le suivi, le conseil et la formation des agriculteurs et la recherche d'innovations agricoles
- Cirad pour son appui technique
- MSB pour mettre en place des normes de certification
- Agriculteurs pour leur enthousiasme à la réalisation du projet, naturellement.

Conclusion

L'enquête auprès de 300 agriculteurs sur l'ensemble du territoire mauricien a permis de mettre en évidence l'utilisation excessive, régulière et préventive de plus de 60 matières actives sur 11 types de légumes principaux. Ceux de la famille des solanacées semblent les plus traités contrairement aux « greens » ou aux carottes qui le sont beaucoup moins. Les pratiques phytosanitaires peuvent varier selon la zone géographique ou écologique pour certains types de légumes, mais pas pour tous. Les pratiques sur les cucurbitacées, par exemple, semblent homogènes sur l'ensemble du territoire, alors que les piments seront, dans l'ensemble, moins traités dans l'Est que dans le Nord.

L'utilisation des pesticides va, entre autre, dépendre des légumes, de la stabilité du foncier, de la zone écologique, de la pratique de la rotation, de l'irrigation et de la façon de penser de l'agriculteur. Nous comprendrons que pour modifier les pratiques, il faudra se servir de ces leviers en priorité.

Concernant les matières actives utilisées, elles n'ont pas toutes le même impact sur l'environnement ni sur leur diffusion dans celui-ci. Certaines sont strictement néfastes et devraient être retirées du marché. D'autres l'ont déjà été, mais elles restent toujours utilisées par les agriculteurs ce qui montre des lacunes législatives et de contrôle.

Finalement, une transition vers une agriculture moins dépendante en pesticide paraît possible. Les agriculteurs semblent, en majorité, avoir compris que le changement est nécessaire. Leur problème principal est de connaître quelles sont les alternatives possibles car ils ne connaissent que ce qu'ils font habituellement et doivent faire face à des impasses techniques. Ainsi, afin de changer les pratiques il est important de renforcer la formation et sa diffusion, les lois et le contrôle de leur respect, la vente des produits phytosanitaires et l'accompagnement pour la transition agricole.

C'est par ces aspects que la Chambre d'Agriculture de Maurice s'engage dans la deuxième phase du projet Smart Agriculture avec la mise en place de fermes pilotes. Ces fermes auront pour vocation de mettre en place des pratiques phytosanitaires raisonnées afin de démontrer qu'il est possible de cultiver avec moins de pesticide pour un rendement économique

acceptable, d'identifier des méthodes alternatives qui fonctionnent et de diffuser les connaissances acquises sur ces nouveaux systèmes, pour ainsi répondre également aux besoins des consommateurs.

Les efforts collectifs sont donc indispensables pour améliorer l'environnement et la santé à Maurice, mais aussi revaloriser un secteur économique vital pour l'avenir du pays.

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire d'enquête

Questionnaire pour la cartographie de l'utilisation des pesticides dans l'agriculture vivrière

Nom et prénom: _____

PARTIE 1 : Milieu pédo-climatique

1. Bassin de production : _____

2. Sous-région climatique :

- Sous-humide
- Humide
- Sur-humide

3. Type de sol : _____

4. Contraintes physiques (pente, empierrement, inondation) : _____

5. Possibilité d'irriguer : _____

PARTIE 2 : Descriptif de l'exploitation et des systèmes de culture

6. Surface totale de culture : _____

7. Type d'exploitation :

- Maraîchage en monoculture
- Maraîchage en polyculture avec rotation
- Maraîchage en polyculture sans rotation
- Fruits
- Canne à sucre
- Elevage

8. Parcellaire :

| Culture | Surface | Irrigation | Temps sur l'année (plusieurs cycles) | Saison de l'année | Stratégie phytosanitaire | But de la culture |
|---------|---------|------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

PARTIE 3 : Cadre et main d'oeuvre

9. L'âge du Planteur:

- Entre 15 et 29 ans
- Entre 30 et 39 ans
- Entre 40 et 49
- Plus de 50 ans

10. Expérience dans l'agriculture : _____ ans

- Succession parentale
- Nouveau dans le monde agricole

11. Formation :

- A suivi une formation agricole à l'école
- Suit les formations proposées par le FAREI
- N'a pas de formation particulière en agriculture à part sa propre expérience ou celle de ses parents

12. Temps de travail :

- Temps plein
- Temps partiel

13. Type de Planteur

- Saisonnier
- Toute l'année

14. Nombre de personnes travaillant sur l'exploitation : _____

15. Part de l'entraide :

- Participation à des groupes d'agriculteurs
- Entraide avec les voisins
- Travail en individuel exclusivement

PARTIE 4 : Enjeux locaux

16. Présence de points d'eau naturel à proximité : _____

17. Conflits d'usage avec voisins : _____

PARTIE 5 : Fertilisation

18. (i) Analyse de sol effectuée ?

- Analyse par l'industrie sucrière
- Analyse par le FAREI
- Analyse personnelle
- Pas de analyse

19. Déclencheur de la fertilisation :

- En fonction de l'analyse du sol
- Selon les conseils de l'officier du FAREI ou du guide cultural
- Selon les conseils du vendeur de fertilisants
- Selon l'expérience personnelle et l'accessibilité des fertilisants

20. Type de fertilisation :

- Minérale
- Organique
- Légumineuses en rotation
- Pas de fertilisation

PARTIE 6 : Utilisation des pesticides

21. Achat des pesticides :

- Chez des fournisseurs agréés
- chez de fournisseurs de produits de jardin(Espace maison et jardin)
- Chez les voisins
- Au Bazar

23. L'usage des pesticides en fonction de la culture, maladie, dosage, type de traitement et conseil associé. *(tableau à compléter avec le planteur - Fiche Support 02)**

PARTIE 7 : Connaissance de l'impact des pesticides et des autres solutions possibles

24. Connaissez-vous l'impact des pesticides sur ::

- L'environnement direct de la parcelle ? _____
- Votre santé ? _____
- La santé des consommateurs de vos produits ? _____
- L'environnement ? _____

25. Mangez-vous les mêmes légumes que vous vendez ? _____

26. Connaissances d'autres moyens de lutte autre que le traitement chimique ?

27. Y a-t-il des produits plus dangereux que d'autres ?

| | | | | | | | | |
|------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ravageurs telluriques | | | | | | | | |
| Maladies | | | | | | | | |

GRILLE D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES AGRI-ENVIRONNEMENTALES

FICHE AIDE ASSOCIÉE : FA n°03 pour les seuils. À reproduire en 2 exemplaires pour les évaluations aux étapes 1.2 et 3 du processus de conception.

NOTES ATTRIBUÉES

| INDICATEURS ET VARIABLES MESURÉS | 0 | 1 | 2 |
|---|---|---|---|
| 1. GESTION DE LA BIODIVERSITÉ DOMESTIQUE | | | |
| Nombre de variétés cultivées supplémentaires... | | | |
| 2. GESTION DE L'ESPACE | | | |
| Présence de surface en agro-foresterie, ... | | | |
| 3. GESTION DE LA RESSOURCE EAU | | | |
| 3.1 Mode d'irrigation adapté à la culture et économe en eau | | | |
| 3.2 Quantité d'eau stockée suffisante... | | | |
| 4. PROTECTION DE LA RESSOURCE SOL | | | |
| 4.1 Semis direct ou sous couverture végétale... | | | |
| 4.2 Taux de couverture du sol ou 4.2 bis Nombre de mois sans couverture du sol | | | |
| 5. DÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE | | | |
| Équivalent litre Fioul par hectare | | | |
| 6. GESTION DE LA FERTILISATION | | | |
| 6.1 Bilan azoté | | | |
| 6.2 Apport annuel de matières organiques amendantes | | | |
| 6.3 Fractionnement des apports | | | |

| INDICATEURS ET VARIABLES MESURÉS | 0 | 1 | 2 |
|---|------------------|--------------------------|---|
| 7. TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES | | | |
| 7.1 IFT à détailler : | IFT herbicides : | IFT autres traitements : | |
| 7.2 Score PHYTO'AIDE | Score mini : | | |
| 7.3 Utilisation de biopesticides ou de produits alternatifs | | | |
| 7.4 Traitements via des seuils d'intervention | | | |
| 7.5 Choix de la substance active par rapport à la cible | | | |
| 7.6 Traitements en conditions pédo-climatiques favorables | | | |
| 7.7 Traitements hors périodes de floraison | | | |
| 7.8 Utilisation de buses anti-dérive | | | |
| 7.9 Traitements localisés | | | |
| 8. MÉTHODES ALTERNATIVES DE LUTTE CONTRE LES BIOAGRESSEURS | | | |
| 8.1 Pratique effective de la rotation | | | |
| 8.2 Création d'habitats de service herbacés ou arbustifs | | | |
| 8.3 Utilisation de plantes-pièges non envahissantes | | | |
| 8.4 Utilisation de jachères assainissantes non envahissantes | | | |
| 8.5 Utilisation de plantes de couverture non envahissantes | | | |
| 8.6 Observation régulière des bioagresseurs | | | |
| 8.7 Gestion physique des adventices | | | |
| 8.8 Pratique du faux-semis | | | |
| 8.9 Lâchers d'organismes auxiliaires prédateurs ou parasites | | | |
| 8.10 Utilisation de barrières contre les insectes | | | |
| 8.11 Limitation des inoculums | | | |

Annexe 2 : Détail des variables étudiées

| Thème de la variable | Nom de la variable | Explication de la variable |
|--|--|---|
| Milieu pédo-climatique | Région | Région géographique où se situe l'exploitation agricole |
| | Zone écologique | Taux de pluviométrie (humidité) |
| | Contraintes physiques | Présence de contraintes dues au terrain |
| | Présence de point d'eau à proximité | Accès facile à des zones écologiques aquatique fragiles |
| Descriptif de l'exploitation et systèmes de culture | Stabilité du foncier | Type de contrat qui lie l'agriculteur à sa terre |
| | Système de culture | Niveau de diversification de l'exploitation |
| | Rotation | Pratique de la rotation ou de la monoculture |
| | Variétés résistantes | Utilisation ou non de variétés résistantes |
| Cadre et main d'oeuvre | Âge | Tranche d'âge auquel appartient l'agriculteur |
| | Expérience | Nombre d'année travaillant dans l'agriculture |
| | Héritier | Si parents/grand-parents travaillaient dans l'agriculture |
| | Formation | Niveau et lieu de formation de l'agriculteur |
| | Temps de travail | Activité agricole est l'activité principale ou non |
| | Type d'agriculteur | Culture selon saison ou toute l'année |
| | Nombre de personnes travaillant sur l'exploitation | Détermination des actifs sur l'exploitation (famille, permanents, occasionnels, contracteurs) |
| | Part de l'entraide | Niveau d'interaction professionnel avec les voisins |
| | Conflits avec les voisins | Limitation des conflit par l'annonce de traitements phytosanitaires aux voisins |

| Thème de la variable | Nom de la variable | Explication de la variable |
|------------------------------------|---------------------------------|---|
| Irrigation | Accès à l'eau | Ressource en eau proche pour l'irrigation |
| | Pratique de l'irrigation | Pratique effective de l'irrigation principal |
| | Type d'irrigation | Détermination du matériel d'irrigation principal |
| Fertilisation | Analyse de sol | Analyse de sol affectée récemment |
| | Déclencheur de la fertilisation | Indicateur permettant de connaître le moment d'utilisation de fertilisant |
| | Type de fertilisation | Les intrants et méthodes de fertilisation utilisés |
| Traitements phytosanitaires | Lieu d'achats des pesticides | Achat chez des revendeurs ou importateurs |
| | Type de pulvérisateur | manuel ou motorisé, différenciation de l'appareil pour les différents usages |
| | Calibration des buses | Réglage ou non du débit de pulvérisation |
| | Enregistrement des pratiques | Annotation des différentes actions faites sur une parcelle |
| | Utilisation du surplus | Destination du surplus de pesticide après traitement |
| | Utilisation de l'eau de rinçage | Destination de l'eau de rinçage des pulvérisateur après traitement |
| | Type de traitement | Préventif ou curatif à un problème |
| | Dose | Dilution du pesticide utilisé (g/L ou ml/L) |
| | Fréquence de traitement | Fréquence de traitement en préventif |
| | Conseil externe | Qui prodigue des conseils sur la gestion de l'exploitation ou des traitements |

| Nom de la variable | Indicateurs concernés |
|--|--|
| Bonnes pratiques de traitements phytosanitaire | Utilisation de biopesticide, Traitement via des seuils d'intervention, Choix de la substance active selon la cible, Traitements en conditions pédo-climatiques favorables, Traitements hors période de floraison, Utilisation de buses anti-dérive, Traitements localisés |
| Techniques alternatives de lutte contre les bioagresseurs | Pratique effective de la rotation, Création d'habitat d service, Utilisation de plantes pièges, Utilisation de jachères assainissantes, Observation régulière des bioagresseurs, Gestion physique des adventices, Pratique du faux-semis, Lâcher d'organisme auxiliaires, Utilisation de barrières contre les insectes, Utilisation de pièges. |
| “Plus je mets de pesticides, meilleur c'est pour ma plante” | Cet indicateur a été ajouté à la grille d'évaluation proposée par le guide Tropical. Il permet de connaître la perception qu'à l'agriculteur de l'utilisation abusive des pesticides |

| Thème de la variable | Nom de la variable |
|--|---|
| Niveau de sensibilisation de l'agriculteur | Connaissance de l'impact des pesticides sur la parcelle |
| | Connaissance de l'impact des pesticides sur la santé de l'applicateur |
| | Connaissance de l'impact des pesticides sur la santé du consommateur |
| | Connaissance de l'impact des pesticides sur l'environnement |
| | Connaissance de l'impact des fertilisants |
| Pondération au changement et vision de l'avenir | Connaissance d'autres moyens de lutte ou de fertilisation |
| | Être prêt à adopter des techniques alternatives |
| | Connaissance de l'Agriculture raisonnée |
| | Réduction des coûts de production en agriculture raisonnée |
| | Besoin de changer l'agriculture |
| | Comment changer l'agriculture ? |

Annexe 3 : Maladies et Ravageurs reconnus par les agriculteurs et par légume

| Noms des légumes | Noms Scientifique / Latin des ravageurs | Noms commun des ravageurs | Noms Scientifique / Latin des maladies | Noms commun des maladies |
|----------------------|--|---------------------------|--|--|
| Aubergines | <i>Amrasca biguttula</i> | Jassides | « Rouille » | « Rouille » |
| | <i>Bemisia argentifolii</i> | Mouche blanche | <i>Cercospra sp.</i> | Tache brune des feuilles |
| | <i>Coccidohystrix insolita</i> | Cochenilles | <i>Phytophthora infestans</i> | Mildiou |
| | <i>Liriomyza trifolii</i> | Mineuse de feuilles | <i>Ralstonia solanacearum</i> | Flétrissement bactérien |
| | <i>Neoceratitis cyanescens (but very uncommon)</i> | Mouche des fruits | | |
| | <i>Scrobipalpa sp.</i> | Chenille | | |
| | <i>Solenopsis germinata</i> | Fourmis | | |
| | <i>Thrips palmi</i> | Thrips | | |
| Carottes | <i>Liriomyza trifolii</i> | Mineuse de feuilles | <i>Carrot Motley Dwarf Virus</i> | Feuille rouge de la carotte |
| | <i>Tricholpusia orichalcea</i> | Chenille | <i>Erwinia carotovora</i> | Pourriture molle |
| Crucifères | <i>Crocidolomia binotalis</i> | Chenille | <i>Alternaria sp.</i> <i>Mycosphaerella sp.</i> | |
| | <i>Liriomyza trifolii</i> | Mineuse de feuilles | Pourriture | Erwinia sp. |
| | | Mouche blanche | Pourriture noire | Xanthomonas campestris |
| | <i>Plutella xylostella</i> | Chenille | Tache des feuilles | Alternaria sp. Mycosphaerella sp. |
| Cucurbitacées | <i>Aphis gossypii</i> | Pucerons | Botrytis sp. | Pourriture molle des fruits (Botrytis sp.) |
| | <i>Bemisia argentifolii</i> | Mouche blanche | Cucumber Mosaic Virus and other viruses | Tâche d'huile |
| | <i>Diaphania indica</i> | Chenille | Phytophthora capsici | Pourriture des tiges, collets et fruits |

| | | | | |
|---------------------|--|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | <i>Liriomyza trifolii</i> | Mineuse de feuilles | Podosphaera sp. | Oïdium |
| | <i>Solenopsis germinata</i> | Fourmis | Pseudoperonospora sp. | Mildiou |
| | <i>Tetranychus urticae</i> | Araignée rouge | | |
| | <i>Thrips palmi</i> | Thrips | | |
| | <i>Zeugodacus cucurbitae</i> | Mouche des fruits | | |
| | | | | |
| "Greens" | <i>Bemisia argentifolii</i> | Mouche blanche | Albugo sp. | Rouille |
| | <i>Liriomyza trifolii</i> | Mineuse de feuilles | Cercospora sp. | La tache brune |
| | <i>Plutella xylostella, Crocidolomia binotalis</i> | Chenille | | |
| | | Escargots | | |
| | | | | |
| Gombo / Lalo | <i>Amrasca biguttula</i> | Jasside | Corynespora sp. | Tache brune |
| | <i>Helicoverpa armigera</i> | Chenille | Erysiphe sp. | Oïdium |
| | <i>Liriomyza trifolii</i> | Mineuse de feuilles | | |
| | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | Puceron | | |
| | <i>Tetranychus urticae</i> | Araignée rouge | | |
| | | | | |
| Haricots | <i>Aphis craccivora</i> | Puceron | Alternaria sp. | Alternariose |
| | <i>Bemisia argentifolii</i> | Mouche blanche | Isariopsis sp. | Tâche noire |
| | <i>Liriomyza trifolii</i> | Mineuse des feuilles | Puccinia sp. | Rouille |
| | <i>Maruca vitrata</i> | Chenille | Sclerotinia sp. | Pourriture blanche |
| | <i>Tetranychus urticae</i> | Araignée rouge | Xanthomoas sp. and Pseudomonas sp. | BactérioseS (Brûlure des feuilles) |
| | <i>Thrips palmi, Megalurothrips sjostedti</i> | Thrips | | |
| | | | | |
| | <i>Liriomyza trifolii</i> | Mineuse de feuilles | Alternaria sp. | Tache pourpres (Purple blotch) |

| | | | | |
|-------------------------------|--|----------------------|---------------------------------|--|
| Oignon | <i>Neotoxoptera formosana</i> | Pucerons | Botrytis sp. | Brûlure des feuilles (Blast) |
| | <i>Thrips tabaci</i> | Thrips | Botrytis sp. and Erwinia sp. | Pourriture des bulbes |
| | | | Puccinia sp. | Rouille |
| | | | Xanthomonas alli | Bactériose |
| | | | | |
| Piment | <i>Bemisia argentifolii, Aleurodicus dispersus</i> | Mouche blanche | Colletotrichum spp | Anthraxnose |
| | <i>Ceratitis capitata</i> | Mocuhe des fruits | Fusariose | Virus de la Mosaïque |
| | <i>Liriomyza trifolii</i> | Mineuse des feuilles | Phytophthora capsici | Pourriture des tiges, collets et fruits () |
| | <i>Phenacoccus madeirensis</i> | Cochenille | Ralstonia solanacearum | Flétrissement bactérien |
| | <i>Tetranychus urticae</i> | Araignée rouge | | |
| | <i>Thrips palmi, Scirtothrips aurantii</i> | Thrips | | |
| | | | | |
| Pomme d'amour / Tomate | <i>Bemisia argentifolii</i> | Mouche blanche | Alternaria sp. | Alternariose |
| | <i>Frankliniella schultzei</i> | Thrips | Fusariose | Virus de la Mosaïc |
| | <i>Helicoverpa armigera</i> | Chenille / Noctuelle | Oidiopsis sp. | Oïdium |
| | <i>Liriomyza trifolii</i> | Mineuse des feuilles | Phytophthora infestans | Mildiou |
| | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | Pucerons | Pseudomonas sp. And Xanthomonas | Bactériose |
| | <i>Neoceratitis cyanescens</i> | Mouche des fruits | Ralstonia solanacearum | Flétrissement bactérien |
| | <i>Phenacoccus solenopsis</i> | Cochenille | | |
| | <i>Solenopsis germinata</i> | Fourmis | | |
| | <i>Tetranychus urticae</i> | Araignée rouge | | |
| | | | | |
| | <i>Bemisia argentifolii</i> | Mouche blanche | Alternaria sp. | Alternariose |
| | <i>Gryllotalpa africana</i> | Mole cricket | Erwinia sp. | Pourriture molle |
| | <i>Helicoverpa armigera</i> | Chenille | Phytophthora infestans | Mildiou |

| | | | | |
|-----------------------|--|----------------------|------------------------|-------------------------|
| Pomme de terre | <i>Liriomyza trifolii</i> , <i>Liriomyza huidobrensis</i> | Mineuse des feuilles | Ralstonia solanacearum | Flétrissement bactérien |
| | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> | Puceron | Streptomyces sp. | Gale commune |
| | same as chenille | Noctuelle | | |
| | <i>Tetranychus urticae</i> | Araignée rouge | | |
| | <i>Thrips palmi</i> | Thrips palmi | | |

Annexe 4 : Classification des pesticides selon leur levier majoritaire d'influence sur leur transfert dans l'environnement

Pour les insecticides :

Groupe 1

Le groupe 1 est caractérisé par 2 leviers principaux : **la distance au point d'eau ET l'état du point d'eau** PUIS le type de pulvérisateur

Les substances actives concernées sont : Abamectin, Cyperméthrin, Lambda cyhalothrin, Spinosad, Imidacloprid, Deltaméthrin, Acetamiprid, Chlorfenapyr, Cartap, Indoxacarb, Fenthion, Thiodicarb, Flonicamid, Flubendiamide, Fenazaquin, Spirotetramat, Spiromesifen, Bifenthrin, Spinosad, Deltaméthrin, Flubendiamide

Groupe 2

Le groupe 2 est caractérisé par 1 levier principal : **le type de pulvérisateur** PUIS **la distance au point d'eau ET l'état du point d'eau**

Les substances actives concernées sont : Cyromazine, Chlorantraniliprole, Lambda cyhalothrin, Imidacloprid, Formetanate, Profenofos, Acetamiprid, Chlorfenapyr, Emamectin, Benzoate, Cartap, Indoxacarb, Fenthion, Thiodicarb, Flonicamid, Tiamethoxam, Methiocarb, Fenazaquin, Chlorpyrifos

Pour les fongicides :

Groupe 1

Le groupe 1 est caractérisé par 2 leviers principaux : **la distance au point d'eau ET l'état du point d'eau** PUIS le type de pulvérisateur

Les substances actives concernées sont : Metalaxyl, Fluopicolide, Lufenuron, Hexaconazole, Cyazofamid, Fosetyl - aluminium, Propiconazol

Groupe 2

Le groupe 2 est caractérisé par 1 levier principal : **le type de pulvérisateur** PUIS la distance au point d'eau et l'état du point d'eau

Les substances actives concernées sont : Mancozeb, Copper hydroxide, Cymoxanil, Difenoconazole, Chlorothalonil, Iprodione Propineb, Iprovalicarb, Thiophanate methyl, Metalaxyl, Tebuconazole, Fluopicolide, Lufenuron, Hexaconazole, Boscalid, Pyraclostrobin, Azoxystrobin, Cyazofamid, Sulphur, Fosetyl – aluminium, Prochloraz, Propamocarb-Hcl

Pour les herbicides :

Groupe 1

Le groupe 1 est caractérisé par 2 leviers principaux : **la distance au point d'eau ET l'état du point d'eau** PUIS la position d'application et le type de pulvérisateur

Les substances actives concernées sont : Metribuzine, Oxadiazon

Groupe 2

Le groupe 2 est caractérisé par 1 levier principal : **le type de pulvérisateur** PUIS la position d'application, la distance au point d'eau et l'état du point d'eau

Les substances actives concernées sont : Paraquat, Linuron, Acetochlor, Diuron

Groupe 3

Le groupe 2 est caractérisé par 1 levier principal : **la position d'application** PUIS le type de pulvérisateur, la distance au point d'eau et l'état du point d'eau

Les substances actives concernées sont : Glyphosate, Glufosinate ammonium, Oxyfluorfen, Fluazifop butyl, Pendimethalin

Bibliographie

- AREU, (1995). Report on rapid rural appraisal in the non-sugar sector
- Arnaud Carpon., (2015). 92% des agriculteurs ont suivi une formation Certiphyto. [Disponible sur] : <http://www.terre-net.fr/actualite-agricole/economie-social/article/92-des-agriculteurs-ont-suivi-une-formation-certiphyto-202-108039.html> (Consulté le 22/01/16)
- Beni Madhu S. P., Dumur D., (2001). Overview of major vegetable diseases in Mauritius
- Bruchon L., Le Bellec F., Vanniere H., Ehret P., Vincenot D., De Bon H., Marion D., Deguine J.P., 2015. Guide tropical – Guide pratique de conception de systèmes de culture tropicaux économes de produits phytosanitaires. Le Bellec F. (Ed.), CIRAD, Paris, 210 pages.
- Bruchon L., Le Bellec F., Vanniere H., Ehret P., Vincenot D., De Bon H., Marion D., Deguine J.P., 2015. Guide tropical – Fiches Techniques. Le Bellec F. (Ed.), CIRAD, Paris. [Disponible sur] : http://cosaq.cirad.fr/content/download/4228/31689/version/1/file/Guide+tropical_fiches-techniques.pdf
- Budget Speech 2015-2016, Mauritius at the Crossroad (2015)
- Chinien S., (2001). Status and limitations of Marketing of vegetable crops in Mauritius
- CIRAD., (2015) PHYTO'AIDE. [Disponible sur]: <http://cosaq.cirad.fr/outils-d-aide-a-la-decision/phyto-aide> (Consulté le 29/12/15)
- Cultures vivrières à Maurice : fruits, légumes et tubercules
- FAREI., (2015). Les résidus de pesticides dans les fruits et les légumes. [Disponible sur]: http://farei.mu/farei/farei_publication/les-residus-de-pesticides-dans-les-ruits-et-legumes/ (Consulté le 29/12/15)
- Government of Mauritius, (1991). The possibilities for agricultural diversification
- Le Mauricien., (2013). [Disponible sur] : Agriculture et santé – Selon des tests en 2012 : Des résidus de pesticides dans 50% des fruits et légumes analysés : <http://www.lemauricien.com/article/agriculture-sante-selon-des-tests-en-2012-des-residus-pesticides-50-des-ruits-et-legumes-an> (Consulté le 29/12/15)
- Le Mauricien., (2015). Commerce extérieur : Le déficit de Rs 79 Mds pour 2015 maintenant. [Disponible sur] : <http://www.lemauricien.com/article/commerce-exterieur-deficit-rs-79-mds-2015-maintenu> (Consulté le 29/12/2015)

- Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt : [Disponible sur] <http://agriculture.gouv.fr/ecophyto-kesako-0> (Consulté le 29/12/15)
- Philippe A. Forget., (2016). Pesticides : que donnons-nous à manger à nos enfants ? : [Disponible sur] : <http://www.lexpress.mu/article/274361/pesticides-que-donnons-nous-manger-nos-enfants> (Consulté le 18/01/16)