

Utilisation de dispositifs agroécologiques en parcelles maraichères

Deslandes T.¹, Deguine J.-P.², Jacquot M.², Zoogones A.-S.¹

¹ ARMEFLHOR, 1 chemin de l'IRFA, F-97410 Saint Pierre, La Réunion

² CIRAD, UMR PVBMT, F-97410 Saint-Pierre, La Réunion

Correspondance : deslandes-thomas@armeflhor.fr

Résumé

L'utilisation de Dispositifs Agro Écologiques (DAE), composés d'une bande fleurie et d'une plante piège, a été évaluée au sein d'un projet Ecophyto DEPHY EXPE, afin d'identifier la biodiversité fonctionnelle pouvant se développer sur la parcelle agricole. Le réseau des parcelles était composé de systèmes de cultures en rotation avec de la tomate de plein-champ. Ces infrastructures écologiques adjacentes à la parcelle cultivée se sont avérées être des habitats favorables à une grande diversité d'arthropodes. Des auxiliaires de culture s'y installent, mais également des ravageurs qui peuvent être ainsi régulés hors de la zone de production. Nous avons pu montrer l'intérêt de répéter les dispositifs dans l'espace afin de favoriser la biodiversité au sein de la parcelle. Cependant l'utilisation de ces méthodes agroécologiques suppose des changements dans les pratiques phytosanitaires et la réduction de l'utilisation de produits chimiques de synthèse.

Mots-clés : Biodiversité, Auxiliaires, Habitats, Lutte biologique de conservation, La Réunion, Production légumière.

Abstract: agro-ecological devices for market gardening

The use of agro-ecological devices (DAE), such as flowering band and push-pull plant, was evaluated within an ECOPHYTO DEPHY EXPE project, to identify the functional biodiversity that may develop on the agricultural plot. This type of ecological infrastructure adjacent to the crop system provides habitat for a wide variety of arthropods including beneficial insects but also pests that can be regulated outside the production area. We were able to show the importance of repeating devices in space in order to promote biodiversity. However, the use of these agroecological methods implies changes in plant health practices and the reduction of the use of phytosanitary products.

Keywords: Biodiversity, Beneficial insect, Habitat, Integrated production, Reunion Island, Vegetable crop.

1. Contexte du projet

À l'île de La Réunion, les cultures légumières représentent 14% de la SAU hors canne à sucre avec un taux de couverture en légumes frais de 71%. La culture de la tomate de plein champ est un enjeu économique important : sur 1600 ha de légumes frais en 2010, la tomate de plein champ représentait plus de 300 ha en surface développée (DAAF, 2013a). Cette culture souffre cependant d'un déficit évident de solutions phytosanitaires autres que chimiques, contrairement à la production sous abris qui bénéficie de l'apport de la production biologique intégrée, bien que la tomate sous abris (50 ha en 2010, en fort développement) est essentiellement produite hors-sol en agriculture conventionnelle (DAAF,

2013a). Outre les problématiques liées aux ravageurs telluriques, les producteurs de tomates plein champ doivent faire face à une mouche des fruits de la famille des Tephritidae (Diptera), *Neoceratitis cyanescens*, inféodée à la famille des solanacées, dont la femelle pond dans les fruits hôtes, communément appelée mouche de la tomate.

Cette production maraîchère en plein champ fait l'objet d'un consensus général sur l'importance de la maintenir et de la développer dans des écosystèmes durables, afin aussi bien d'assurer la sécurité alimentaire que de garantir la sécurité sanitaire. Ces cultures sont soumises à des conditions pédoclimatiques particulières avec des températures et précipitations élevées qui génèrent une très forte pression des bioagresseurs. Le recours aux pesticides de synthèse en culture maraîchère semble donc, selon les experts, particulièrement élevé. Par ailleurs, les spécificités du contexte tropical et insulaire privent la profession agricole des références techniques liées aux Autorisations de Mises sur le Marché pour de nombreux usages dits mineurs ou « orphelins », et particulièrement pour les productions maraîchères.

Les résultats de l'enquête « Pratiques culturales légumes 2013/2014 » (DAAF, 2016), ont montré que ce sont les insecticides et les acaricides qui sont les plus utilisés en culture de tomate plein champ avec un IFT (insecticide + acaricide) de près de 7 pour un IFT global de 11,3. Cependant la variabilité des pratiques est très marquée. Ce mode de production reste le plus consommateur de produits phytopharmaceutiques si on le compare à une production de tomates sous abris hors sol, avec un IFT de 5,4.

Depuis plusieurs années, et notamment sous l'impulsion des politiques des organisations professionnelles, certains agriculteurs se sont engagés dans des démarches de production plus respectueuses de l'environnement. On compte actuellement près de 155 producteurs engagés dans des démarches de type 'Agriculture Raisonnée' et 125 en Agriculture Biologique (DAAF, 2013b). Cependant, une grande majorité des producteurs a encore une organisation des rotations culturales déterminée par une logique spéculative et non sur des critères agronomiques qui permettraient de gérer durablement leur système de culture. C'est particulièrement le cas pour la production de tomates qui constitue un enjeu économique certain sur l'île, avec 12 000 t produites et consommées localement par an. Cette posture du producteur conduit souvent à des difficultés de gestion des bioagresseurs (*N. cyanescens*, mais aussi bactéries telluriques) et ils sont parfois contraints de s'orienter vers des systèmes de production hors sol (aujourd'hui 50% de la production). Cette orientation n'est pas sans impact sur l'environnement, et elle nécessite des investissements importants qui ne sont pas à la portée de tous les producteurs. Dans ces conditions, comment pérenniser une filière de production de légumes de plein champ durable ?

Ce sont les objectifs assignés au projet DEPHY EXPE RESCAM (Réseau d'Expérimentations de Systèmes de Cultures Agroécologiques Maraîchers) du plan national Ecophyto sur lequel ce cas d'étude s'appuie. Les objectifs de ce projet sont les suivants :

- Amélioration de la production agricole par la levée d'impasses ou de freins techniques.
- Proposition de nouveaux systèmes de culture agroécologiques, économiquement viables pour des milieux à forte pression parasitaire.
- Protection de l'environnement et de la santé des producteurs et des consommateurs.
- Amélioration du transfert et de la diffusion de solutions techniques dans des délais économiquement acceptables en utilisant les canaux de diffusion de chacun des partenaires.
- Développer la production maraîchère endogène.

2. État des connaissances

De nombreuses initiatives sont entreprises, sous l'impulsion notamment des filières, pour palier à cette problématique. Le programme PIClé en est l'illustration métropolitaine. À La Réunion, le projet

GAMOUR (projet CASDAR 2009-2011) a démontré qu'il était techniquement possible de maintenir la pression des mouches des légumes sur cucurbitacées, sous le seuil de nuisibilité économique, sans recours aux pesticides de synthèse (Augusseau et al., 2011). Le paquet technique validé et proposé aux agriculteurs par ce projet était dénommé « SP5 » pour : Surveillance, Prophylaxie, Plantes pièges, Piégeage de masse, Prédateurs & parasitoïdes et Pratiques agroécologiques (Deguine, 2013). Le transfert de la méthode GAMOUR auprès des agriculteurs est initié depuis le début de l'année 2012. Il existe aujourd'hui un réel besoin de poursuivre les efforts engagés sur la réduction de l'usage de pesticides sur les autres cultures maraichères de plein champ, de valoriser et d'adapter les résultats acquis sur cucurbitacées. Basé en partie sur les stratégies mises en œuvre dans le projet GAMOUR, le projet RESCAM vise à poursuivre les expérimentations pour mettre à disposition des producteurs réunionnais des techniques culturales alternatives efficaces et viables. Une attention particulière est cependant portée à la culture de la tomate pour lutter contre *N. cyanescens*.

3. Mise en place des leviers agroécologiques

La principale difficulté dans la co-conception de systèmes de culture répondant à nos attentes a été la diversité des conditions pédoclimatiques des différents sites. Il a donc fallu imaginer des leviers d'action génériques adaptables à l'ensemble des partenaires. Le postulat de réflexion a été de mettre en place sur la parcelle des dispositifs agroécologiques (DAE) permettant à la fois la régulation des bioagresseurs et favorisant les auxiliaires, en association avec d'autres techniques agronomiques. Le DAE est un élément du paysage (ou infrastructure) et plus spécifiquement de la parcelle, intégré comme une planche de culture, composé d'un mélange fleuri et de plantes pièges (ici le maïs). Nous tenterons d'évaluer son intérêt pour la biodiversité fonctionnelle, et le potentiel d'attraction du maïs pour la mouche de la tomate, comme dans le cas du projet GAMOUR pour certaines mouches des Cucurbitaceae (Atiama-Nurbel et al., 2012). Cependant cet habitat n'est pas uniquement mis en place pendant un cycle de culture de tomate, il est pérennisé sur une rotation de cultures sur la parcelle. Comme pour l'agencement spatial de la parcelle, une approche temporelle de la rotation a été mise en place avec le positionnement d'un engrais vert pendant les périodes à risque (saison cyclonique), ayant pour but la production de biomasse et/ou d'effet sanitaire, mais également pour limiter les adventices et améliorer la structure du sol.

L'objectif général de l'étude décrite ici a été de caractériser les communautés d'arthropodes présentes dans les agroécosystèmes des sites du réseau de parcelles du projet RESCAM et d'évaluer l'intérêt pour la biodiversité de l'implantation spatiale des dispositifs agroécologiques au sein de ces agroécosystèmes :

- Caractériser les communautés d'arthropodes présentes dans les sites du réseau RESCAM selon les différents milieux de la parcelle (DAE, plants de tomate, maïs, végétation spontanée).
- Déterminer les milieux de la parcelle les plus riches et les plus abondants en auxiliaires et ravageurs des cultures.
- Évaluer l'impact de la distance DAE-planche de culture sur les abondances d'auxiliaires.

4. Matériel et méthodes

4.1 Méthode d'échantillonnage

Suivi et échantillonnage des arthropodes présents sur les différents sites du réseau au cours des années 2015 et 2016.

L'échantillonnage s'est fait par aspiration dans chacun des milieux considérés, le long de transects. Le comptage des arthropodes échantillonnés a permis de quantifier l'abondance (nombre d'individus) et la

richesse en ordres ou en familles d'arthropodes. Le Tableau 1 présente un récapitulatif des suivis sur les différents sites au cours des 3 années.

Les échantillonnages ont été réalisés par aspiration au D-VAC. La vitesse d'aspiration par mètre est identique sur chaque milieu et chaque transect, afin d'obtenir des résultats comparables. Les aspirations sont faites au niveau des planches de tomate et sur les dispositifs agroécologiques le long de transects, c'est-à-dire de lignes qui coupent perpendiculairement chaque parcelle.

Tableau 1 : Récapitulatif des suivis effectués sur les différents sites du réseau.

| Site | Année | Milieu d'étude | Nb. relevés | Nb. transects |
|------------------|-------|----------------------------|-------------|---------------|
| ARMEFLHOR | 2015 | BF, MAIS, TOMATE | 7 | 2 |
| | 2016 | BF, TOMATE | 9 | 4 |
| Producteur HOA | 2015 | BF, TOMATE, VEG. SPONTANÉE | 4 | 4 |
| Lycée Saint-Paul | 2015 | BF, MAIS, TOMATE | 6 | 2 |
| | 2016 | BF, TOMATE | 7 | 4 |

BF = Bandes Fleuries ; MAÏS = Plants de maïs ; VEG SPONTANÉE = végétation spontanée

4.2 Dispositifs mis en place

4.2.1 Pour la campagne 2015

Sur le site producteur HOA, le dispositif comporte deux parcelles contiguës. L'une est entourée de bandes fleuries et l'autre possède une bande fleurie seulement sur un côté, celle qui est commune à l'autre parcelle. Les bandes fleuries ont été implantées par « patch » d'environ 2 mètres de long et 1m de large, séparées par deux mètres, où la végétation adventice spontanée de la parcelle se développe (Figure 1). Dans chacun des 3 habitats, 4 zones d'aspiration sont réalisées à chaque date d'échantillonnage.

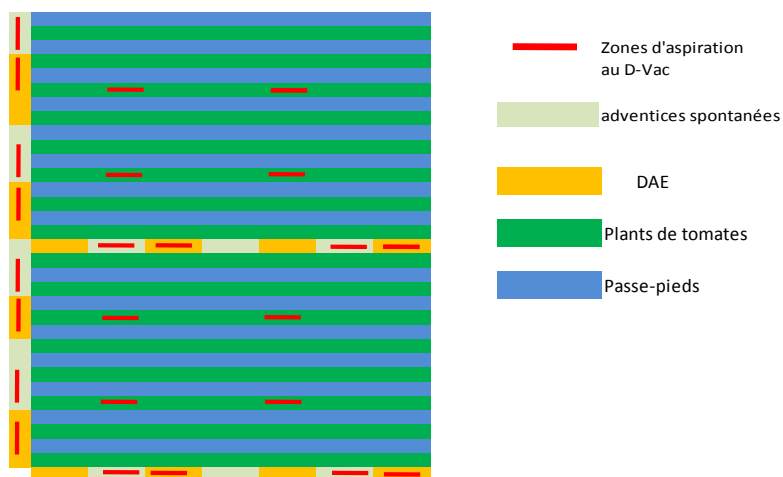


Figure 1 : Schéma du dispositif Producteur HOA en 2015

Sur le site du Lycée Agricole de Saint-Paul, le dispositif visait à tester l'effet de l'écartement des DAE sur la biodiversité fonctionnelle présente sur les plants de tomates. Pour cela, 2 dispositifs ont été implantés ; dispositif 1 : 3 et 4 planches de tomates avec des DAE au centre et de part et d'autre. Dispositif 2 : 8 planches de tomates encadrées par les DAE (Figure 2).

Nous avons suivi la biodiversité fonctionnelle dans les 3 habitats, ceci le long de chaque transect perpendiculaire aux planches de culture et parallèles entre eux (Figure 2, ligne rouge). Les échantillonnages consistent à aspirer sur 1m linéaire sur les plants de tomates, ceux des planches de

culture les plus éloignées des bandes fleuries et ceux les plus proches, et sur les bandes fleuries, ceci est effectué au niveau des transects, à chaque date d'échantillonnage.

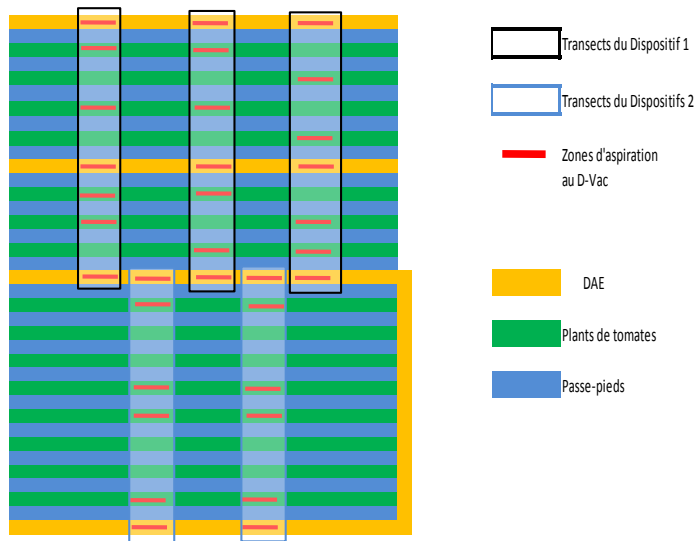


Figure 2 : Dispositif 1 (en haut) et dispositif 2 (en bas) mis en place sur la parcelle du Lycée agricole de Saint Paul.

Sur le site ARMEFLHOR, le dispositif visait à tester l'effet de l'écartement des DAE sur la biodiversité fonctionnelle présente sur les plants de tomates. Pour cela, 3 écartements ont été testés : 3, 4 et 8 planches de culture. A ceci s'ajoute un essai sur l'impact du type paillage (plastique ou organique) sur l'état sanitaire des tomates et sur la biodiversité fonctionnelle (Figure 3). Le dispositif a permis de quantifier l'effet de l'écartement des DAE et du type de paillage sur la biodiversité des auxiliaires.

Pour répondre à ces objectifs, nous avons suivi la biodiversité fonctionnelle dans les 3 habitats (plants de tomates, bandes fleuries, maïs), ceci le long des transects A et B perpendiculaires aux planches de culture, les zones d'échantillonnages étaient parallèles entre elles (Figure 3, ligne rouge ou grise). Les échantillonnages consistent à aspirer sur 1m linéaire tous les habitats recoupés par le transect: soit 38 échantillons par date d'échantillonnage.

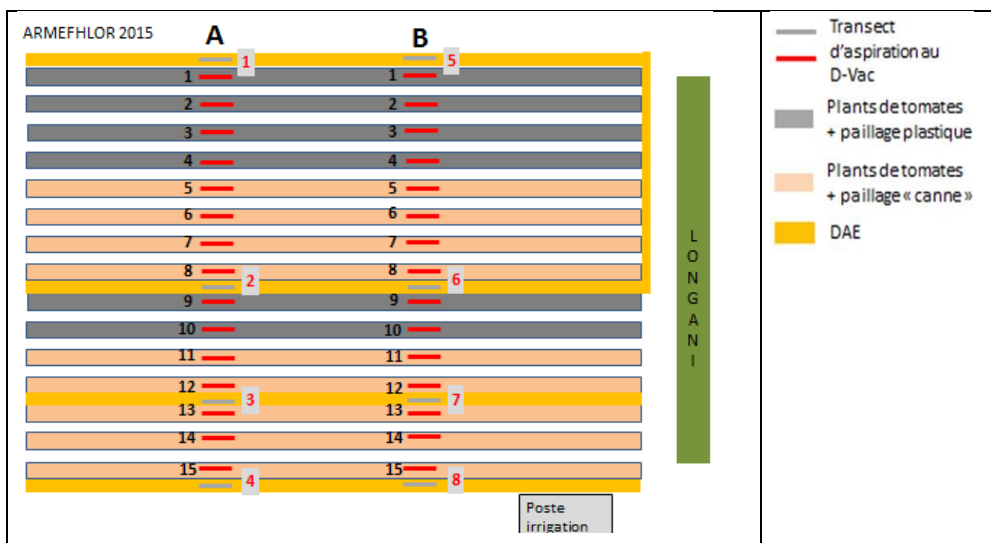


Figure 2 : Dispositif mis en place à l'ARMEFLHOR en 2015

4.2.2 Pour la campagne 2016

Le dispositif commun était sous la forme de plusieurs planches de tomates en ligne encadrées à intervalles irréguliers par des dispositifs agroécologiques autour et au sein même de la parcelle. Les planches de tomate sont disposées sur un paillage plastique et les passe-pieds sont recouverts de paille de canne à sucre. Les tomates ne sont pas traitées par insecticide.

À l'ARMEFLHOR, il y avait au total 15 planches de tomate encadrées par des bandes fleuries et divisées par celles-ci en 3 séries : une série de 8, une série de 4 et une série de 3 planches de tomates (Figure 4).

Au Lycée Saint-Paul, il y avait au total 16 planches de tomate encadrées par des bandes fleuries et divisées par celles-ci en 3 séries : une série de 5, une série de 4 et une série de 7 planches (Figure 4).

Dans un premier temps, l'échantillonnage (pour l'ARMEFLHOR et le Lycée Saint-Paul) a consisté à prélever des échantillons suivant uniquement deux transects, sur une largeur fixe de 2 mètres et pendant 20 secondes pour chaque planche de tomate ou bande fleurie. Puis, dans un deuxième temps, en augmentant le nombre de transects afin de quadriller plus efficacement les parcelles : les prélèvements ont suivi quatre transects, sur une largeur fixe d'un mètre et pendant 10 secondes pour chaque planche de tomate ou bande fleurie.

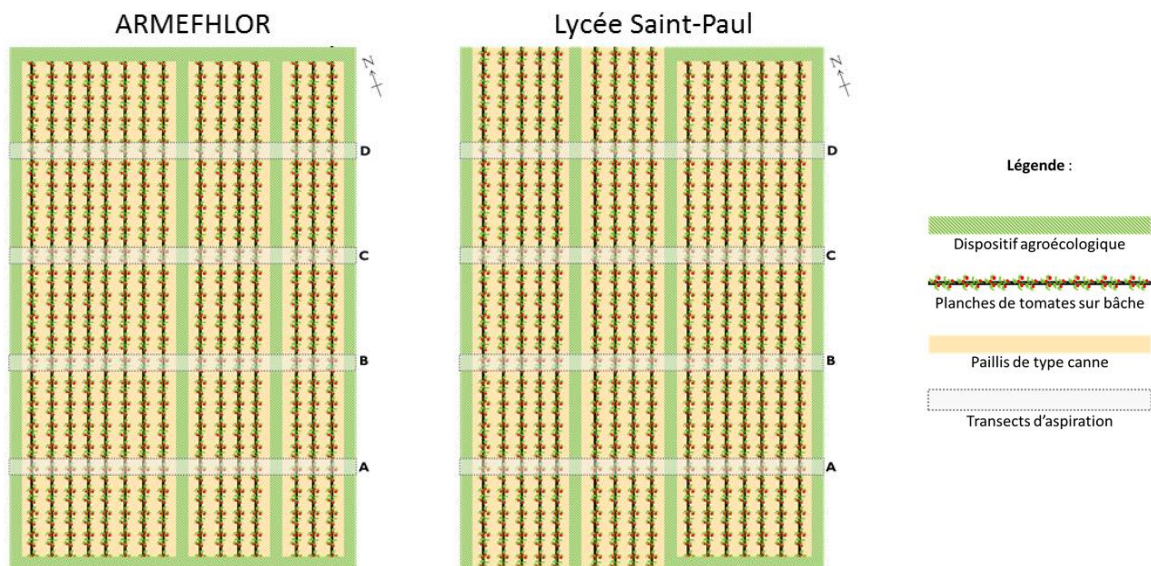


Figure 3 : Dispositifs expérimentaux présents en 2016 du projet RESCAM à gauche sur le site de l'ARMEFLHOR et à droite sur le lycée de Saint Paul.

4.3 Analyses statistiques

Les analyses sur les abondances d'individus se sont faites pour les 4 ordres d'auxiliaires les plus abondants : les Hymenoptera, les Araneae, les Hemiptera et les Coleoptera. Elles se sont faites séparément pour chacun des groupes taxonomiques. Elles ont été analysées avec des GLM (Modèle Linéaire Général) de la famille Poisson ou de la famille quasi-Poisson avec tests de l'effet du milieu d'échantillonnage (plants de tomate ou bandes fleuries) sur les abondances. Les nombres moyens d'individus échantillonnés/transect/relevé ont ensuite été calculés pour chacun des sites et des taxons.

Pour les ravageurs l'analyse d'abondance en individus s'est faite uniquement pour le groupe des Hemiptera. Aucune analyse n'a été faite pour le groupe des Diptera étant donné le faible nombre d'individus échantillonnés. L'analyse a été faite avec un GLM de la famille quasi-Poisson avec test de

l'effet du milieu d'échantillonnage (plants de tomate ou bandes fleuries) sur les abondances. Les nombres moyens d'individus échantillonnés/transect/relevé ont ensuite été calculés pour chacun des sites et des taxons.

Abondance et richesse spécifique moyennes ont été analysées à l'aide du test de comparaison de moyennes multiples de Tukey, au seuil $\alpha = 5\%$.

5. Résultats

5.1 Pour la campagne 2015

5.1.1 Effet de la distance par rapport aux bandes fleuries sur le site de l'ARMEFLHOR

L'effet du type de paillage, de la distance aux bandes fleuries ainsi que du bord de parcelle sur la biodiversité fonctionnelle présente sur les plants de tomates a été analysé par des modèles linéaires mixtes, en prenant en compte en effet aléatoire le jour d'échantillonnage et l'appartenance de l'échantillon au transect (A ou B). La distance aux bandes fleuries a été mesurée en nombre de planches qui séparent la planche de plants de tomates échantillonnés de chacune des bandes fleuries. On peut ainsi calculer la distance moyenne et la distance minimale des bandes fleuries.

Pour les ichneumonoïdes, les résultats montrent qu'il n'existe pas d'effet significatif de la distance (moyenne ou minimale) aux bandes fleuries, du type de paillage et du bord de parcelle sur leur abondance.

Concernant l'abondance des prédateurs généralistes, le même type d'analyse montre :

Un effet de la distance moyenne aux bandes fleuries : plus les bandes fleuries sont proches, plus l'abondance des prédateurs généralistes est importante ;

- Un effet de la bordure : les plants de tomates du côté Est de la parcelle présentent plus de prédateurs. Ceci peut être expliqué par la direction du vent ou la présence d'habitats plus favorables d'un côté de la parcelle ;
- Un effet du type de paillage : le paillage « canne » a un effet positif sur l'abondance des prédateurs alors que le paillage « plastique » a un effet négatif. On peut expliquer cet effet négatif du paillage plastique par la simplicité de l'habitat qu'il forme : sans refuges ni sources d'alimentation pour des auxiliaires et leurs proies alternatives.

Concernant la richesse spécifique des prédateurs généralistes, le même type d'analyse montre :

- Un effet de la bordure : les plants de tomates du côté Est de la parcelle présentent plus d'espèces de prédateurs ;
- Un effet du type de paillage : le paillage « canne » a un effet positif sur la richesse en prédateurs alors que le paillage « plastique » a un effet négatif.

5.1.2 Comparaison de la biodiversité fonctionnelle entre plants de tomates, végétation spontanée et bandes fleuries (Site Producteur HOA)

Sur le site producteur HOA, les analyses statistiques pour la comparaison des 3 habitats montrent qu'il n'existe pas de différence significative en termes de richesse et d'abondance des prédateurs généralistes entre les bandes fleuries et la végétation spontanée de la parcelle (Figure 5). Par contre, ces deux habitats présentent une richesse et une abondance en prédateurs généralistes supérieures à celles observées sur les plants de tomates.

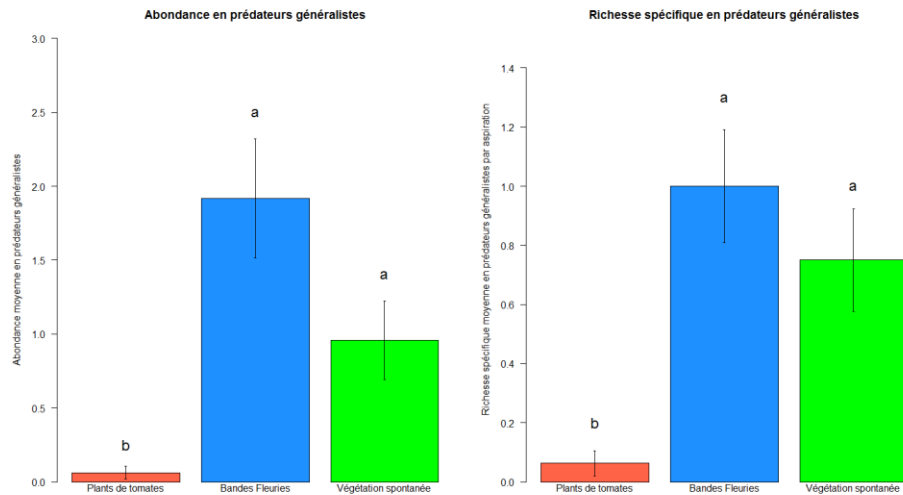


Figure 5 : Abondance et richesse spécifique moyenne (\pm erreur type) de différents groupes trophiques en fonction du type d'habitats du site producteur HOA. Les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes au seuil $\alpha = 5\%$ pour le test de comparaison de moyennes multiples de Tukey.

5.1.3 Comparaison de la biodiversité fonctionnelle entre plants de tomates, végétation spontanée et plant de maïs (Lycée Saint-Paul)

Sur le site de Saint-Paul, à la place des bandes fleuries se sont développées des bandes enherbées. Les analyses montrent qu'il n'y a pas de différence significative en termes de prédateurs généralistes entre les bandes enherbées et le maïs (Figure 6). Par contre les bandes enherbées présentent plus de prédateurs généralistes que les plants de tomates (Figure 6). Ces derniers résultats sont retrouvés sur les deux dispositifs. Concernant l'abondance en ichneumonoides, les résultats ne montrent aucune différence dans le dispositif 1. Alors que dans le dispositif 2 les bandes enherbées ont une abondance en ichneumonoides plus grande que les deux autres habitats (Figure 7).

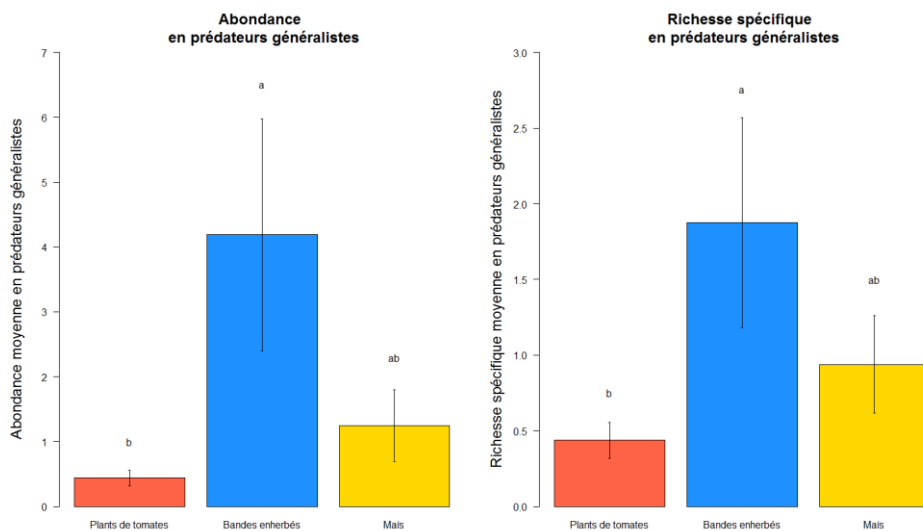


Figure 6 : Abondance et richesse spécifique moyenne (\pm erreur type) de différents groupes trophiques en fonction du type d'habitats du site du lycée de Saint-Paul dispositif 1. Les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes au seuil $\alpha = 5\%$ pour le test de comparaison de moyennes multiples de Tukey.

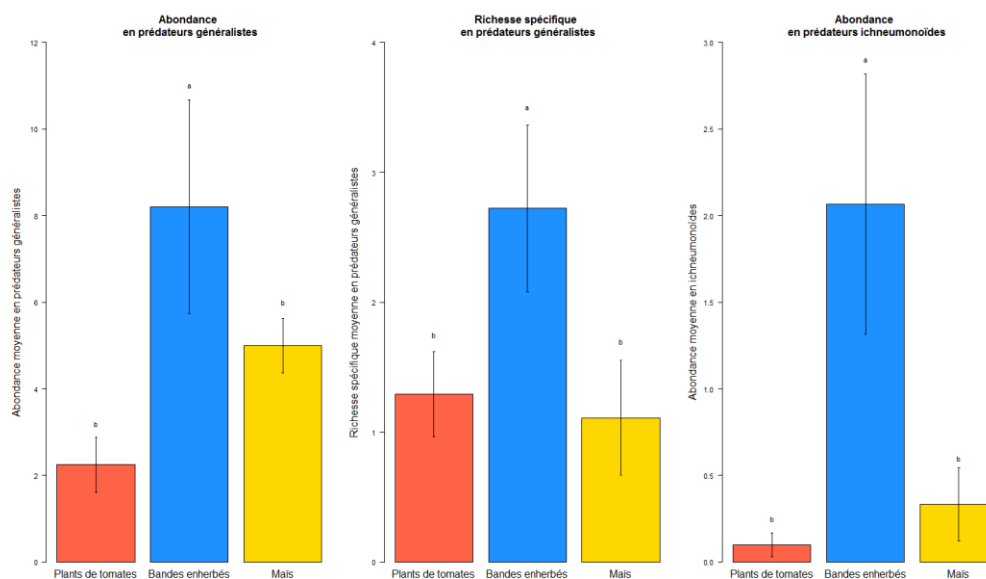


Figure 7 : Abondance et richesse spécifique moyenne (\pm erreur type) de différents groupes trophiques en fonction du type d'habitats du site du lycée de Saint-Paul dispositif 2. Les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes au seuil $\alpha = 5\%$ pour le test de comparaison de moyennes multiples de Tukey.

5.2 Pour la campagne 2016

Le site de l'ARMEFLHOR et le site de Saint-Paul pour l'année d'échantillonnage 2016 ont été sélectionnés, car ils présentent des nombres de relevés proches et présentent les mêmes milieux (« bandes fleuries » et « plants de tomate »).

5.2.1 Caractéristiques des communautés d'arthropodes présentes

Pour l'année 2016 et pour les deux sites confondus, 11 331 individus ont été échantillonnés. Ils ont été identifiés jusqu'à l'ordre avec un total de 11 ordres. Sur les 11 331 individus échantillonnés, 6 675 d'entre eux ont été identifiés jusqu'à la famille avec un total de 25 familles, 1 096 jusqu'au genre et 212 jusqu'à l'espèce. Les individus appartiennent principalement aux ordres des Hemiptera, Hymenoptera et Araneae (Figure 8).

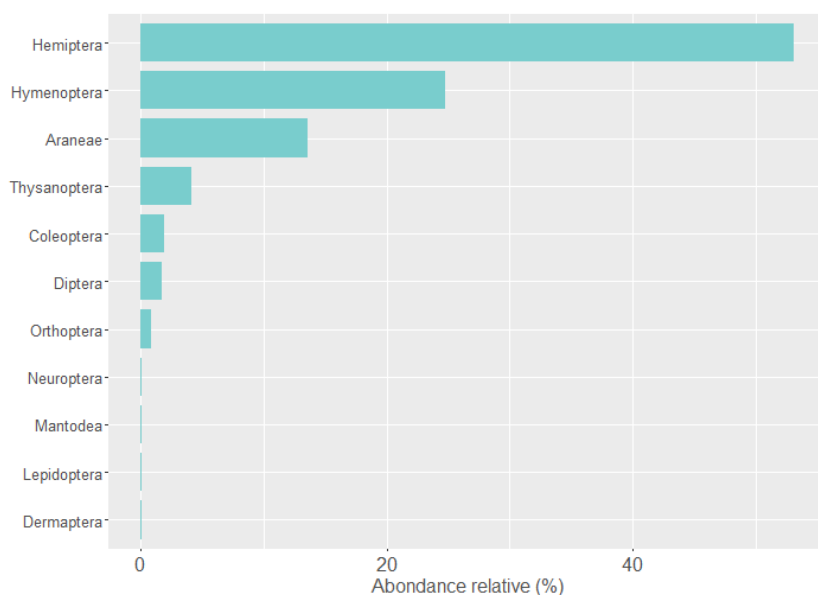


Figure 8 : Abondances relatives des ordres recensés sur les deux sites.

Parmi les 11 331 individus échantillonnés, 10 763 d'entre eux ont pu être classés selon leur rôle trophique : les ravageurs des cultures, et les auxiliaires des cultures avec les prédateurs généralistes et les hyménoptères parasitoïdes. 47 % des individus étaient des ravageurs des cultures et 53 % d'entre eux des auxiliaires avec 27% de prédateurs généralistes et 26% d'hyménoptères parasitoïdes.

5.2.2 Auxiliaires des cultures : abondances relatives, inventaire détaillé et effet des 2 milieux d'étude (parcelle de tomate et bande fleurie)

- **Abondances relatives**

Si l'on s'intéresse uniquement aux arthropodes auxiliaires, un total de 10 ordres a été échantillonné. Les ordres d'arthropodes qui sont les plus importants en matière d'abondance totale échantillonnée sont les Hymenoptera (49% des individus), les Araneae (27%) et les Hemiptera (17%) (Figure 9).

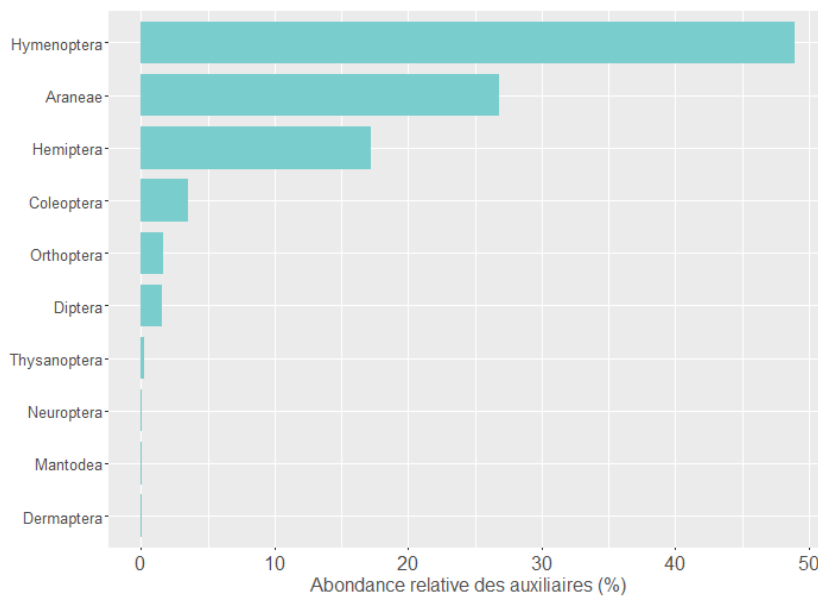


Figure 9 : Abondances relatives des ordres d'auxiliaires recensés pour les 2 sites : ARMEFLHOR et Lycée de Saint Paul.

- **Inventaire détaillé des taxons d'auxiliaires présents**

L'inventaire détaillé de l'ensemble des arthropodes auxiliaires recensés est présenté dans le Tableau 2. La présence (en vert) ou l'absence (en blanc) de l'ensemble des taxons répertoriés a été rapportée pour chacun des sites et chacun des milieux d'échantillonnage. Lorsque cela a été possible, une note indiquant un lien hypertexte vers une description du taxon considéré a été renseignée (Tableau 3).

Le Tableau 2 permet de montrer que pour les deux sites d'études, une grande diversité d'auxiliaires est retrouvée dans les bandes fleuries mais aussi sur les plants de tomates. Certains taxons d'auxiliaires connus comme les thrips du genre *Franklinothrips sp.*, les punaises du genre *Nesidiocoris sp.* ou encore l'araignée-lynx *Oxyopes dumontii*, ont par exemple été recensés. Cette diversité est particulièrement visible pour l'ordre des Coleoptera qui compte 6 espèces de coccinelles prédatrices identifiées (Tableau 2). En ce qui concerne le taxon des araignées (Araneae), certaines espèces sont exclusivement retrouvées dans les bandes fleuries comme c'est le cas pour l'araignée-lynx (*Oxyopes dumontii*).

Tableau 2 : Inventaire des arthropodes échantillonnés pour les deux sites (ARMEFLHOR et Lycée de Saint Paul) avec distinction du milieu d'échantillonnage. La couleur verte indique la présence du taxon et la couleur blanche son absence. Les tirets indiquent l'absence d'identification au-delà du taxon considéré.

| Rôle trophique | Ordre | Famille | Genre/Espèce | ARMEFLHOR | | SAINT-PAUL | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---|-----------|---------|------------|---------|
| | | | | BF | TOMATES | BF | TOMATES |
| Prédateurs | Araneae ¹ | - | - | | | | |
| | | Araneidae | <i>Neoscona sp.</i> | | | | |
| | | Clubionidae | - | | | | |
| | | Linyphiidae | - | | | | |
| | | Corinnidae | <i>Orthobula sp.</i> | | | | |
| | | Oxyopidae | <i>Oxyopes dumontii</i> ² | | | | |
| | | Salticidae | - | | | | |
| | | Theridiidae | - | | | | |
| | | | <i>Coleosoma floridanum</i> | | | | |
| | | Thomisidae | <i>Thomisus nirmali</i> | | | | |
| | Lycosidae | <i>Trochosa urbana</i> | | | | | |
| | Diptera ³ | Dolichopodidae ³ | - | | | | |
| | | Hybotidae | <i>Drapetis sp.</i> | | | | |
| | Coleoptera | Coccinellidae ⁴ | - | | | | |
| | | | <i>Exochomus laeviusculus</i> | | | | |
| | | | <i>Lindorus lophantae</i> | | | | |
| | | | <i>Platynaspis capicola</i> | | | | |
| | | | <i>Psyllobora variegata</i> | | | | |
| | | | <i>Scymnus constrictus</i> ⁵ | | | | |
| | | | <i>Stethorus histrio</i> | | | | |
| | Hemiptera ⁶ | Anthocoridae ⁶ | - | | | | |
| | | Reduviidae ⁶ | - | | | | |
| | | Berytidae | - | | | | |
| | | Miridae ⁶ | <i>Nesidiocoris sp.</i> ⁷ | | | | |
| | | | <i>Campylomma leucochila</i> | | | | |
| | | Nabidae ⁶ | - | | | | |
| | | Geocoridae | - | | | | |
| Orthoptera | Gryllidae | <i>Oecanthus sp.</i> | | | | | |
| Thysanoptera ⁸ | Aleoarthridae | <i>Franklinothrips sp.</i> | | | | | |
| Neuroptera ⁹ | - | - | | | | | |
| | Hemerobidae | - | | | | | |
| Mantodea | Mantidae | <i>Mantis religiosa</i> | | | | | |
| Dermoptera ¹⁰ | - | - | | | | | |
| Parasitoïdes | Hymenoptera ¹¹ | - | - | | | | |

BF = Bandes Fleuries ; TOMATES = Plants de tomates

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des liens présentant une description des différents taxons échantillonnés. (Sources : Ephytia – INRA ; CIRAD et Chambre d’agriculture Réunion)

| |
|--|
| 1 : Les araignées prédatrices ; http://ephytia.inra.fr/fr/C/20050/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Les-araignees-predatrices |
| 2: L'araignée-lynx ; http://cultures-tropicales.ecophytopic.fr/sites/default/files/actualites_doc/Prot%C3%A9geons%20les%20auxiliaires-4.compressed.pdf |
| 3 : Les diptères prédateurs ; http://ephytia.inra.fr/fr/C/11527/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Dipteres-predateurs |
| 4 : Les coccinelles prédatrices ; http://ephytia.inra.fr/fr/C/11530/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Les-coccinelles-Coccinellidae |
| 5 : <i>Scymnus</i> sp. ; http://ephytia.inra.fr/fr/C/19985/Biocontrol-Scymnus-spp |
| 6 : Les punaises prédatrices ; http://ephytia.inra.fr/fr/C/11528/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Punaises-predatrices-Hemiptera |
| 7 : Exemple de l'espèce <i>Nesidiocoris tenuis</i> ; http://ephytia.inra.fr/fr/C/19971/Biocontrol-Nesidiocoris-tenuis |
| 8 : Les thysanoptères (cas des thrips prédateurs) ; http://ephytia.inra.fr/fr/C/20854/Biocontrol-Thrips-predateurs |
| 9 : Les neuroptères prédateurs http://ephytia.inra.fr/fr/C/11529/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Chrysopes-fourmillions-et-raphidies |
| 10 : Les dermaptères prédateurs : http://ephytia.inra.fr/fr/C/11531/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Le-perce-oreille-Forficulidae |
| 11 : Les hyménoptères parasitoïdes ; http://ephytia.inra.fr/fr/C/11525/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Les-hymenopteres-parasitoïdes |

• Effet des 2 milieux d'étude sur les abondances

Les résultats obtenus diffèrent selon les 2 sites et selon le groupe taxonomique étudié.

- Pour le site de l'ARMEFLHOR, pour les groupes des Araneae et des Hemiptera, l'abondance des individus est plus forte sur les tomates. Pour les groupes des Coleoptera et des Hymenoptera, les abondances ne sont pas différentes entre les milieux (Figure 10 A)
- Pour le site de Saint-Paul, pour les groupes des Araneae, des Hymenoptera, et des Coleoptera, l'abondance des individus est plus forte dans les bandes fleuries. Pour le groupe des Hemiptera, l'abondance des individus est plus forte sur les plants de tomates (Figure 10B).

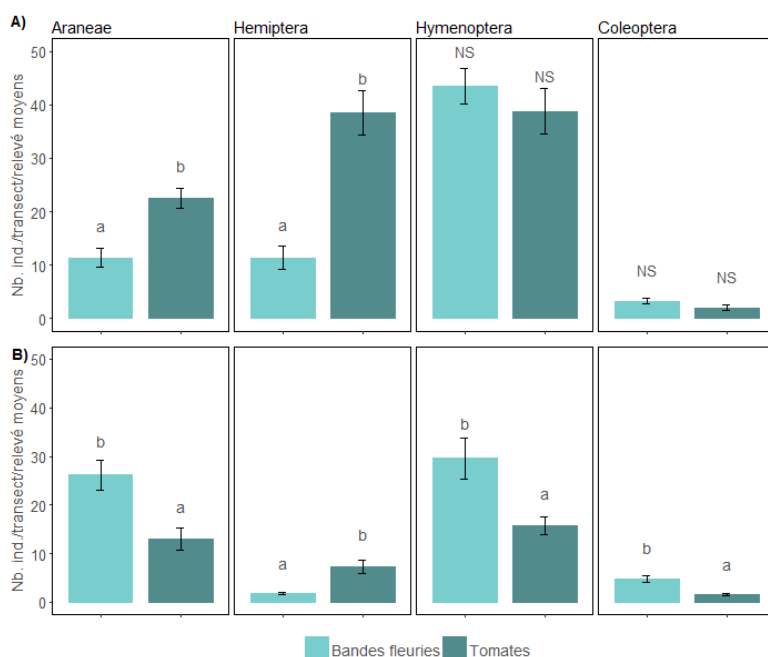


Figure 10: Abondances/transect/relevé moyennes (\pm erreurs-standard) échantillonnés pour les 4 groupes d'arthropodes auxiliaires les plus abondants. Les tests de comparaison ont été faits au sein de chacun des groupes en distinguant le site de l'ARMEFLHOR et le site du lycée de Saint-Paul. Les lettres de significativité correspondent à des différences significatives entre les deux milieux. « NS » (= Non Significatif) indique l'absence de différences significatives. Les résultats du site de l'ARMEFLHOR sont représentés en A) et ceux de Saint-Paul en B).

5.2.3 Ravageurs des cultures : abondances relatives et effet des 2 milieux d'étude

- **Abondances relatives**

Si l'on s'intéresse uniquement aux arthropodes ravageurs, un total de 2 ordres a été échantillonné. Les ravageurs appartiennent majoritairement à l'ordre des Hemiptera (98%) et à l'ordre des Diptera (2%). Ces 2 ordres sont exclusivement représentés par la famille des Aleyrodoidea (les aleurodes) pour l'ordre des Hemiptera et par la famille des Tephritidae (Mouches des fruits) pour l'ordre des Diptera.

- **Effet des 2 milieux d'étude sur les abondances**

Les résultats indiquent que l'abondance des individus appartenant à l'ordre des Hemiptera est significativement plus importante sur les plants de tomate (Figure 11).

5.2.4 Effet de la distance aux bandes fleuries

Les résultats des modèles linéaires mixtes ont des implications intéressantes. À noter que lorsque l'effet de la distance des bandes fleuries ou de la bordure est négatif (<0 dans la Figure 12) cela signifie que plus cette infrastructure est éloignée, plus l'abondance des groupes considérés est faible, autrement dit, plus il faut que les bandes fleuries soient proches pour que l'abondance des auxiliaires soit élevée. D'après les résultats, c'est le cas de la distance moyenne aux bandes fleuries pour une majorité des groupes :

- Les prédateurs tous ordres confondus ou séparément à l'ARMEFLHOR ;
- Les prédateurs et les parasitoïdes, à l'exception des araignées à Saint-Paul.

Pour la distance de la bande fleurie la plus proche, les résultats sont moins clairs. À l'ARMEFLHOR, il y a un effet négatif pour les araignées et un effet positif pour les hémiptères prédateurs. Au Lycée de Saint-Paul, il y a des effets négatifs seulement pour les prédateurs (tous ordres confondus) et les hyménoptères parasitoïdes.

La distance à la bordure n'est pas discutée ici puisqu'elle est intégrée au modèle pour prendre en compte le biais des dispositifs (orientés).

| | Distance à la bordure Ouest de la parcelle | Distance moyenne aux bandes fleuries | Distance de la bande fleurie la plus proche |
|----------------------------|--|--------------------------------------|---|
| Armefflor | | | |
| Prédateurs | <0 *** | <0 *** | NS |
| Araignées | <0 *** | <0 ** | <0 *** |
| Hémiptères | <0 ** | <0 *** | >0 ** |
| Coccinelles | <0 * | <0 ** | NS |
| Hyménoptères parasitoïdes | >0 *** | NS | NS |
| Lycée de Saint-Paul | | | |
| Prédateurs | NS | <0 *** | <0 * |
| Araignées | <0 * | NS | NS |
| Hémiptères | >0 *** | <0 *** | NS |
| Coccinelles | NS | <0 ** | NS |
| Hyménoptères parasitoïdes | >0 *** | <0 *** | <0 *** |

Figure 12 : Résultats des modèles linéaires mixtes testant l'effet de la distance entre les plants de tomates et les bandes fleuries et la bordure de la parcelle sur l'abondance de différents groupes d'arthropodes auxiliaires sur ces plants de tomates (* p-value < 0.01 ; ** p-value < 0.001 ; *** p-value < 0.0001).

Conclusion

Les principaux résultats de l'année 2015 sont les suivants :

- Les bandes fleuries abritent une biodiversité fonctionnelle plus importante que les plants de tomates et le maïs.
- Il n'y a pas de différence significative de biodiversité fonctionnelle entre les bandes fleuries et la végétation spontanée de la parcelle.
- La distance des plants de tomates aux bandes fleuries a un effet sur la biodiversité fonctionnelle.
- Le paillage plastique est défavorable à la biodiversité fonctionnelle, contrairement au paillage « canne », mais il a été montré que sur paillage plastique les tomates étaient significativement moins piquées que sur un paillage naturel de canne, par une action sur la partie tellurique du cycle du ravageur.

La présence de traitements insecticides dans les sites du réseau pourrait également expliquer que nous ne discernons que peu d'effet de la présence des bandes fleuries. En 2016, aucun traitement insecticide sur la parcelle n'a été réalisé afin de ne pas perturber la biodiversité fonctionnelle.

Un nombre important d'individus a été échantillonné sur le site de l'ARMEFLHOR et sur le site de Saint-Paul en 2016. La totalité des individus a pu être identifiée jusqu'à l'ordre et près de la moitié de ces individus a pu être identifiée jusqu'à la famille. Avec une richesse totale en ordres de 11 et une richesse en familles de 26, il existe donc une forte diversité d'arthropodes au sein de ces deux sites.

Les résultats observés montrent la présence de nombreux ravageurs au sein de la parcelle et la présence de nombreux arthropodes auxiliaires. Ainsi, l'inventaire détaillé des auxiliaires indique la présence de prédateurs généralistes tels que des coccinelles et des araignées ou encore d'hyménoptères parasitoïdes. Cet inventaire montre aussi que même si certains taxons d'auxiliaires sont exclusivement retrouvés dans les bandes fleuries (cas de certaines familles d'araignées), dans la majorité des cas, ils sont aussi bien retrouvés dans les bandes fleuries que sur les plants de tomates.

Les ravageurs présentent une faible diversité en ordres, avec seulement 2 ordres d'arthropodes. L'ordre des Hemiptera dont font partie les ravageurs comme les aleurodes, est le plus abondant avec près de 98% des individus échantillonnés. L'ordre des Diptera dont font par exemple partie les Mouches des fruits ne représente que 2% des individus. Les arthropodes auxiliaires présentent, quant à eux, une diversité élevée en ordres, avec un total de 10 ordres échantillonnés. Même si une forte diversité est observée, certains ordres sont plus abondants : l'ordre des hyménoptères parasitoïdes et celui des araignées représentent par exemple près de 76% des individus échantillonnés.

Les résultats montrent que la distance moyenne des bandes fleuries semble avoir un effet plus important que la proximité de la bande fleurie la plus proche. Leurs implications sont que pour assurer une abondance élevée d'auxiliaires sur les plants de tomates, il faut que des bandes fleuries soient disposées régulièrement dans les parcelles, afin de réduire la distance moyenne entre bandes fleuries.

Cependant en fonction des campagnes, et des essais menés sur les parcelles, la gestion des bioagresseurs n'est pas toujours satisfaisante, principalement la gestion des attaques fongiques reste problématique.

Plus généralement, et dans le cadre du projet, même si nous avons réussi à favoriser les habitats de l'entomofaune, la gestion des bioagresseurs peut rester problématique dans certains cas et certaines conditions pédoclimatiques, par exemple les attaques fongiques et/ou d'acariens. Ces dernières, si mal maîtrisées, ont un impact important sur le rendement en culture de tomates. Pour la gestion de la mouche de la tomate, l'utilisation du maïs en tant que plante piège ne s'est pas révélée assez attractive pour cette espèce, il n'a été possible de tester une solanacée en plante piège qu'une seule année

(2018), avec *Solanum melongena*, cette possibilité semble plus intéressante, mais la population de mouche n'était pas assez importante pour conclure.

L'intégration dans l'espace agricole d'infrastructures agroécologiques demande donc des changements importants dans la façon de conduire la parcelle de production, les combinaisons de techniques pour la gestion des bioagresseurs doivent être encore évaluées, et elles ne sont pas toutes adaptées aux conditions rencontrées sur les parcelles.

Références bibliographiques

Atiama-Nurbel T., Deguine J.-P., Quilici S., 2012. Maize more attractive than Napier grass as non-host plants for *Bactrocera cucurbitae* and *Dacus demmerezi*. *Arthropod-Plant Interactions* 6, 395–403. <https://doi.org/10.1007/s11829-012-9185-4>

Augusseau X., Deguine J.P., Douraguia E., Duffourc V., Gourlay J., Insa G., Lasne A., Roux K., Le Poulbassia E., Rousse P., Roux E., Suzanne W., Tilma P., 2011. Gamour, l'agroécologie en action à la Réunion. *Phytoma* 642, 33–37.

DAAF, 2013a. La production maraichère à La Réunion. *Agreste La Réunion* 81, 8.

DAAF, 2013b. *AGRESTE - Memento* 2013.

DAAF, 2016. Les traitements phytosanitaires en cultures de carotte, chou à feuilles, salade, tomate. *Agreste La Réunion* 102, 12.

Deguine J.-P., 2013. Gestion agroécologique des Mouches des légumes à La Réunion, in: *ECOPHYTO - Colloque Restitution* 28 et 29 Janvier 2013. pp. 59–74.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « *Innovations Agronomiques* », la date de sa publication, et son URL ou DOI).