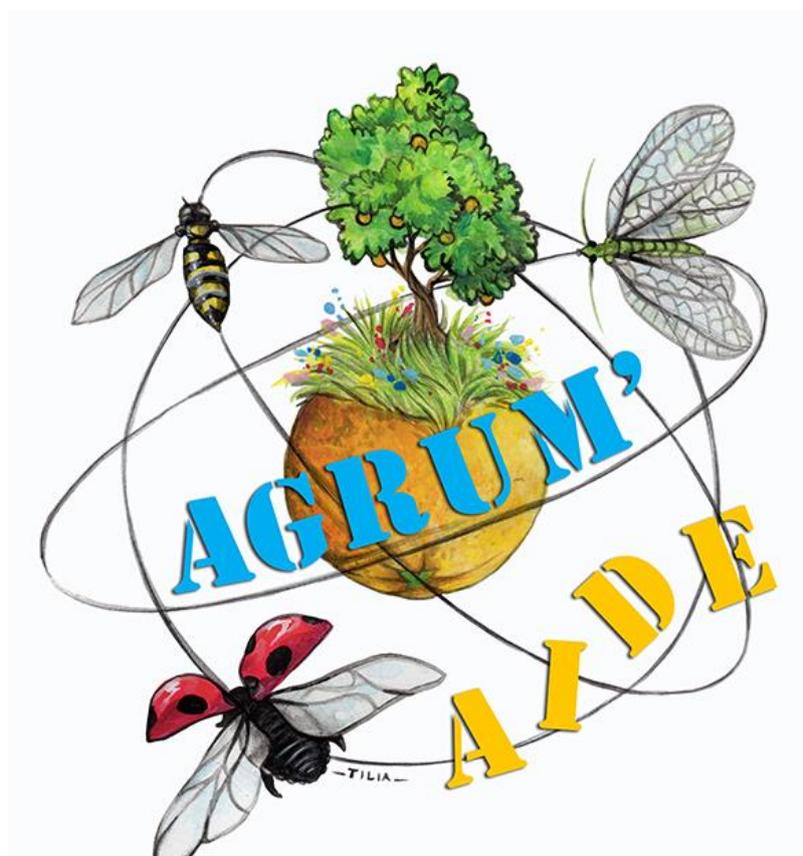


| | | |
|---|--|---|
|  <p>FONDATION POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ</p>  <p>LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</p> <p>MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE L'AGROALIMENTAIRE ET DE LA FORÊT</p> | <p>Appel à projets de recherche</p> <p>« Biodiversité-Ecophyto »</p> <p>La biodiversité pour réduire l'emploi des produits phytosanitaires lancé par la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB)</p> |  <p>ÉCOPHYTO RÉDUIRE ET AMÉLIORER L'UTILISATION DES PHYTOS</p>  <p>ONEMA Office national de l'eau et des milieux aquatiques</p> |
|---|--|---|

Rapport d'étude

Ce rapport d'étude a été réalisé dans le cadre du projet AGRUM'AIDE recevant le soutien financier de l'ONEMA et piloté par la MAAF-DGER dans le cadre du plan national Ecophyto.





Mélodie Ollivier
Ingénieur Agronome
Année interstitielle 2014 - 2015
Ile de la Réunion
Septembre 2014 à mars 2015



Caractérisation des communautés adventices des vergers d'agrumes de la Réunion et détermination d'espèces favorables à la mise en place de la lutte biologique par conservation



Maître de stage : Fabrice Le Bellec, Chercheur au CIRAD de la Réunion
(Unité de recherche HortSys)

Enseignant référent : Anne Le Ralec, Enseignante-chercheuse à Agrocampus Ouest
(Unités Mixtes de Recherche Agrocampus Ouest/INRA/Université de Rennes 1
– Institut de génétique, environnement et protection des plantes)

Résumé

En verger d'agrumes réunionnais, les interactions complexes existant entre flore spontanée, auxiliaires et ravageurs suggèrent possible l'établissement de la lutte biologique par conservation. Cette alternative aux produits phytosanitaires est d'autant plus prometteuse qu'elle repose sur l'aptitude du couvert végétal à offrir nourriture et abris aux ennemis naturels, dans un contexte où la majorité des vergers d'agrumes de l'île dispose d'un enherbement permanent dans leur système de culture.

L'approche par l'étude des traits fonctionnels cherche à décrire le potentiel de chaque espèce composant le couvert végétal, puis se place à l'échelle de l'écosystème pour tenter de définir la communauté la mieux adaptée. La réalisation d'inventaires floristiques chez 10 producteurs réunionnais a permis de caractériser la richesse spécifique de 14 parcelles d'agrumes témoignant d'écologie variées. L'étude, menée entre le 28 octobre 2014 et le 9 janvier 2015, a révélé la présence de 154 espèces spontanément implantées dans l'ensemble des vergers, avec une hétérogénéité de richesse spécifique selon les parcelles. Cette inégalité semble liée aux pratiques culturales en place et aux conditions climatiques de la zone prospectée. A l'issue des inventaires, les 100 espèces d'adventices les plus représentées ont été décrites et évaluées sur leurs traits fonctionnels afin d'en sélectionner 8 particulièrement pertinentes, du fait de leur qualité de plante hôte et/ou source de nourriture alternative.

Celles-ci feront l'objet de suivis en parcelle expérimentale et au sein de vergers, préalablement sélectionnés pour leurs écologies contrastées, dans le but d'étudier les réponses aux pratiques culturales et les influences de ces espèces sur l'écosystème et l'état sanitaire du verger. A long terme, et s'appuyant sur les traits de réponses de ces espèces, il s'agirait de déterminer les pratiques les plus appropriées au maintien des populations végétales soutenant les traits fonctionnels d'intérêt pour tendre vers une gestion agro-écologique de ces systèmes de culture.

Mots clés : agrumiculture, lutte biologique par conservation, traits fonctionnels, enherbement

Abstract

In citrus orchards of Reunion Island, complex interactions between flora, pests and natural enemies suggest the possible establishment of Conservation Biological Control practices. As an alternative to chemical products this is a promising method based on the ground vegetation ability to provide nutritive resources and shelter for natural enemies, in a context where most of the citrus orchards have a permanent natural ground cover integrated to their cultivation system.

The approach using functional traits aims at describing the potential of each species of the ground vegetation, in order to, at a larger scale, define the most adapted communities to conservation biological control. The plant inventories carried out for 10 citrus producers allowed to characterize the species richness of 14 orchards growing in various ecologies. The study was conducted between the 28th of October 2014 and the 9th of January 2015, and revealed 154 species naturally introduced within the orchards, with disparate results of species richness according to the plot. This variability could be dependent on the cultural practices currently employed and on the climatic conditions. Post-inventory, the 100 most common species have been described and assessed on their effect functional traits leading to the 8 most relevant species, based on their ability to offer shelter and/or alternative food resources.

These species will be evaluated on experimental field and in producers' orchards, previously chosen for their disparate ecology, in order to study the responses to agricultural practices and the impact of these species on the surrounding ecosystem and the health of the orchards. The next step will consist in identifying, based on response functional traits, the best agricultural practices leading to the plant community containing the functional traits of interest and targeting an agroecological management of these cultivation systems.

Key words: citrus-growing, conservation biological control, functional traits, vegetation cover

Table des matières

| | | |
|------|--|----|
| I. | Introduction..... | 5 |
| II. | Contexte et mise en place de l'étude | 6 |
| A. | La maîtrise des nuisibles en vergers d'agrumes | 6 |
| 1. | Les ravageurs et leurs ennemis naturels..... | 6 |
| 2. | Gestion des ravageurs en verger d'agrumes | 9 |
| B. | Les communautés végétales et leurs traits fonctionnels au service de la lutte biologique..... | 10 |
| 1. | Les traits effets | 11 |
| 2. | Les traits de réponse..... | 13 |
| III. | Matériel et méthodes | 14 |
| A. | Inventaires des communautés végétales des vergers d'agrumes dans différents contextes pédo-climatiques | 14 |
| B. | Caractérisation des traits fonctionnels des espèces | 16 |
| C. | Sélection des espèces aptes à fournir les services recherchés | 17 |
| IV. | Résultats | 19 |
| A. | Description des communautés végétales des vergers d'agrumes | 19 |
| B. | Identification des espèces aptes à fournir les services recherchés..... | 20 |
| V. | Discussion et perspectives..... | 26 |
| A. | Richesse spécifique en vergers d'agrumes | 26 |
| B. | Description par les traits fonctionnels | 27 |
| C. | Promouvoir les espèces d'intérêt | 28 |
| VI. | Conclusion..... | 30 |

I. Introduction

L'agrumiculture sur le territoire réunionnais occupe une surface de 307 ha (DAAF la Réunion - Statistique Agricole Annuelle) et se place comme la troisième culture fruitière pérenne de l'île avec une production de 6300 tonnes d'agrumes produits en 2012 (Mussia, 2012). Malgré un potentiel économique remarquable, la filière agrume est menacée en raison de sa sensibilité aux bioagresseurs (Quilici et al, 2003). Le cortège de ravageurs présents sur culture d'agrumes est diversifié et les méthodes actuelles de maîtrise des populations s'orientent majoritairement vers la lutte chimique. Cependant, la lutte biologique par conservation est une alternative envisageable à la Réunion grâce à la présence de nombreux auxiliaires de cultures naturellement présents dans les vergers. Le couvert végétal s'établissant sous frondaison et entre les rangs constitue un espace privilégié pour la mise en place de la lutte biologique par conservation.

L'étude de la communauté d'adventices en verger d'agrumes fait partie intégrante d'un objectif à long-terme d'élaboration d'un outil d'aide à la décision pour la conception de vergers agroécologiques (projet Agrum'Aide¹). Il s'agirait de déterminer les moyens de gestion de l'enherbement les mieux appropriés au maintien des communautés végétales soutenant les traits fonctionnels d'intérêts déterminés en lutte biologique. Le projet vise la mise en place d'un réseau de 6 producteurs chez lesquels seront, à terme, expérimentées de nouvelles pratiques de gestion des enherbements pour soutenir la lutte biologique.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce stage. Ce rapport résume la partie formalisée de mes activités réalisées durant ces 6 mois, le reste du temps ayant été consacré à appuyer le projet Agrum'Aide par la poursuite d'expérimentations sur station et l'actualisation de la base de données du projet. Dans une première partie, le cortège des ravageurs et auxiliaires des vergers d'agrumes à la Réunion sera présenté dans le but d'explorer les interactions possibles un sein de l'entomofaune de cet agroécosystème. L'approche consistant à évaluer les communautés végétales spontanées des vergers pour soutenir la lutte biologique contre ces ravageurs par les traits fonctionnels sera ensuite explicitée. La deuxième partie présentera les méthodes mises en œuvre pour évaluer les enherbements de 14 vergers d'agrumes. La troisième partie présentera les résultats obtenus, qui seront analysés dans la dernière partie de ce rapport. A ce stade, sera proposé une liste d'espèces végétales à favoriser dans les vergers pour soutenir la lutte biologique.

¹ Projet ECOPHYTO/FRB (Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité) financé par l'ONEMA (2014-2018)

II. Contexte et mise en place de l'étude

A. La maîtrise des nuisibles en vergers d'agrumes

1. Les ravageurs et leurs ennemis naturels

Les agrumes sont la cible d'une large communauté de ravageurs qui peuvent altérer la plante hôte à différents stades phénologiques (Quilici et al., 2003). A la Réunion, ce cortège de ravageurs rassemble plus d'une vingtaine d'espèces, parmi 13 genres, dans 6 ordres (Lepidoptera, Diptera, Acari, Thysanoptera, Hemiptera, Coleoptera). Les dégâts causés par l'activité de ces ravageurs sont de natures variées et nuisent à la santé du verger ou a minima déprécient l'aspect visuel du fruit (Quilici et al., 2003). La consommation d'organes divers par les phytophages et la ponction de sève par les insectes piqueurs-suceurs affectent fortement la fitness de la plante, entraînant un affaiblissement de l'arbre et un rendement moindre.

Les phytophages interviennent à différents stades de la plante. Les **coléoptères** du genre *Cratopus* sont à l'origine de dégâts sur feuilles (Quilici & Langlois 1993; Attie et al. 2005). La mineuse des agrumes, *Phyllocnistis citrella* Stainton, se focalise sur les feuilles empêchant l'établissement de la photosynthèse (Schaffer et al. 1997; Quilici et al. 1995). Enfin, les **chenilles** de lépidoptères, (*Prays citri* (Millière) et *Cryptophlebia leucotreta* (Meyrick), s'attaquent à la fois aux fleurs et aux fruits, compromettant la fructification.

Les piqueurs suceurs comprennent, entre autres, les **cochenilles**, les **pucerons**, les **aleurodes**, les **cicadelles**. Ils sont nuisibles directement par la spoliation de sève ou indirectement par le développement de fumagine sur les feuilles qu'occasionne le dépôt de miellat ou d'excréments. Les cochenilles les plus rencontrées en verger d'agrumes sont *Aonidiella aurantii* Maskell, *Chrysomphalus aonidum* (L.), *Pseudaonidia trilobitiformis* (Green), *Cornuaspis beckii* (Newman), *Ceroplastes floridensis* Comstock et *Coccus viridis* (Green). Elles s'attaquent aux fruits et aux feuilles. Certains piqueurs suceurs sont aussi des vecteurs de virus. Le puceron brun, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy), est responsable de la transmission du virus de la Tristeza des agrumes (Niblett et al. 2000) et le **psylle** asiatique est vecteur de *Diaphorina citri* Kuwayama, virus du greening des agrumes (Huanglongbing) (Étienne et al. 2001; Yang et al. 2006). Les **acariens**, *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), *Panonychus citri* (McGregor) et *Tetranychus urticae* (Koch) ainsi que le **thrips** *Scirtothrips aurantii* Faure sont responsables de dégradation visuelles considérables compromettant la vente des fruits. Enfin, à l'approche de la maturité, les fruits subissent les attaques de **mouches** des fruits qui viennent y pondre : *Ceratitis rosa* (Karsch), *C. capitata* (Weidemann), *C. catoirii* Guérin-Méneville et *Bactrocera zonata* (Saunders).

Cependant, dans tout agrosystème en milieu ouvert, la présence de ravageurs sur une parcelle constitue un garde-manger attrayant pour leurs ennemis naturels (Bianchi et al. 2006; Ives et al. 2000; Wilby & Thomas 2002). Ces arthropodes s'attaquent aux nuisibles et participent à protéger la santé du verger par le réseau trophique naturel de l'agro-écosystème qui se met en place. Le cortège d'ennemis naturels se compose d'espèces appartenant à des ordres variés (Quilici et al., 2003) distingués suivant leur mode d'attaque.

Le premier groupe d'ennemis naturels est constitué de prédateurs. Dans la famille des **coccinellidae** (Coleoptera) figurent de nombreuses espèces plus ou moins généralistes, consommatrices de cochenilles, aleurodes, pucerons et psylles (Symondson et al. 2002). Les **hémérobes** et les **chrysopes** (Nevroptera) ainsi que les larves de **syrphes** (Diptera) s'attaquent aux pucerons. Par leur régime alimentaire omnivore ces prédateurs sont des auxiliaires efficaces sur un large panel de ravageurs. A une autre échelle, les **phytoseiidae** (Acari) sont aujourd'hui très étudiés car l'ensemble des espèces appartenant à cette famille sont prédatrices d'acariens et présentent une large aire de répartition. Les Bdellidae en particulier, sont intéressants du fait de leur polyphagie (tétranyques, chenilles, thrips) et de leur comportement assez ubiquiste. Les **araignées**, très généralistes, présentent un intérêt pour réguler les ravageurs en densité élevée mais sont aussi à l'origine d'une prédation intra-guille défavorable (Arim & Marquet 2004; Hodge 1999; Polis et al. 1989). Le **thrips** *Franklinothrips vespiformis* (Crawford) (Thysanoptera) est un prédateur spécialiste ayant pour proie le thrips sud-africain *Scirtothrips aurantii* Faure. Enfin, chez les hyménoptères, les **formicidae** constituent une famille hétérogène. Certaines espèces entretiennent les populations de pucerons alors que d'autres participent à la régulation des populations de mouches des fruits par prédation des larves.

Les **parasitoïdes** constituent un second groupe d'ennemis naturels dont le mode d'action est la ponte dans le corps de leur proie. Par la suite, le développement de l'œuf entraîne inévitablement la mort de l'hôte. Ainsi à la Réunion, il existe deux hyménoptères parasitoïdes du psylle asiatique. *Taxamaria radiata* (Waterston), importé en 1978, est le plus efficace (Etienne and Aubert, 1980). De plus, aux populations de cochenilles de l'île sont associées de nombreuses espèces d'hyménoptères parasitoïdes appartenant aux familles des Aphelinidae, des Encyrtidae, des Pteromalidae et des Eulophidae (Quilici et al., 2003). Les pucerons et les aleurodes rencontrés sur agrumes, ont eux aussi leur cortège de parasitoïdes associés, ceux-ci appartiennent aux familles d'Aphelinidae et de Braconidae, Parmi les familles de parasitoïdes cités précédemment, existent également des espèces spécifiques de la mineuse des agrumes, de la teigne du citronnier et autres lépidoptères, ainsi que des mouches des fruits.

Grâce au large spectre d'action des différentes familles d'hyménoptères, les parasitoïdes offrent un potentiel de régulation important. De plus, le contrôle d'un même ravageur peut être effectué par différentes espèces, prédatrices ou parasitoïdes (**Figure 1**). Dans un objectif de lutte biologique par conservation il est donc intéressant que l'agro-écosystème permette l'accueil d'une entomofaune diversifiée.

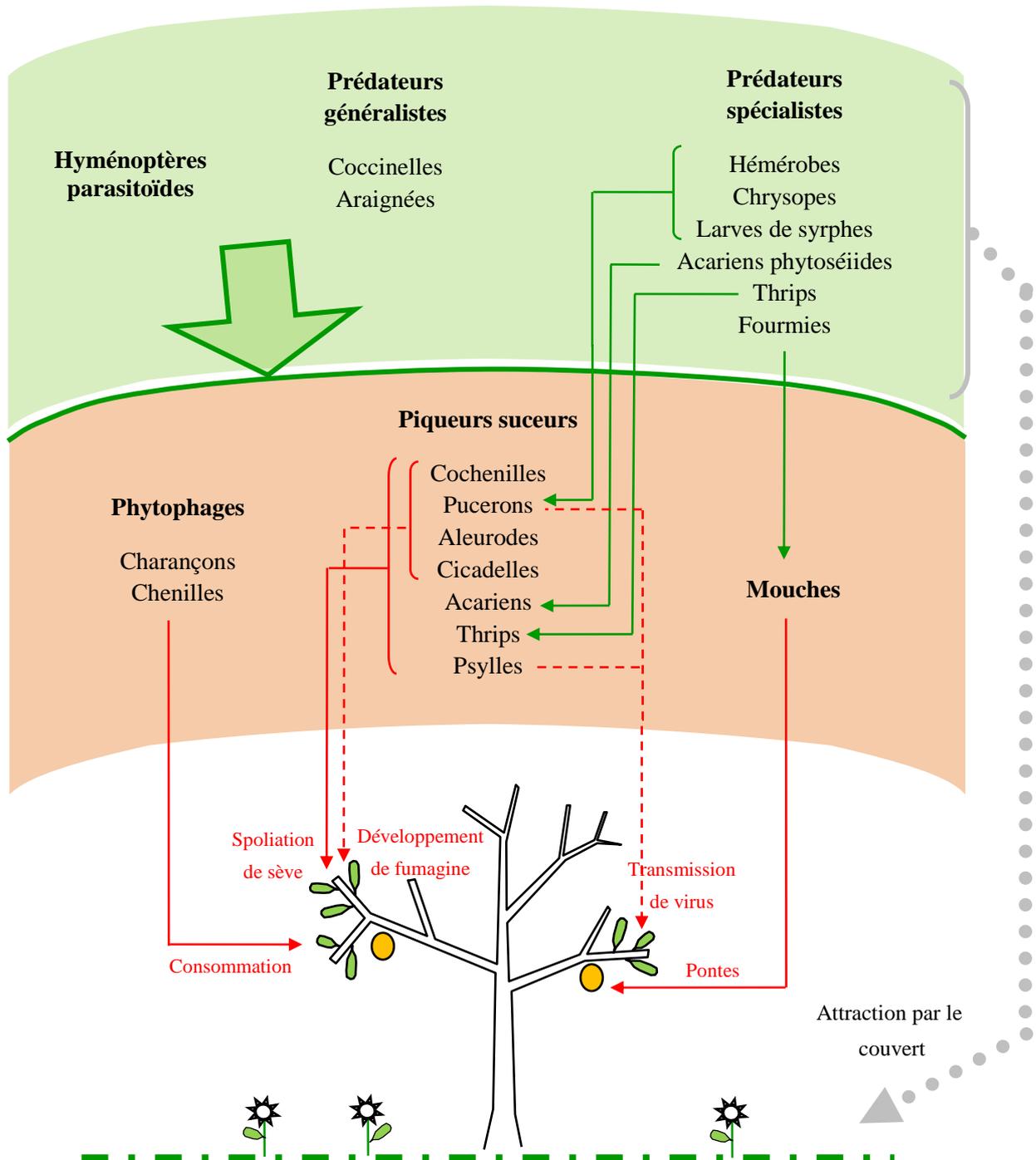


Figure 1 : Synthèse des interactions ravageurs-auxiliaires-flore en verger d'agrumes

Légende : —▶ effet direct - - -▶ effet indirect •••▶ effet hypothétique

2. Gestion des ravageurs en verger d'agrumes

En raison de la pression qu'exercent les ravageurs sur les agrumes cultivés à la Réunion, l'application de traitements phytosanitaires est très fréquente dans les vergers (Juste et al. 1990). A l'échelle locale et nationale, malgré une diminution progressive depuis une dizaine d'années (FAO, 1992 – 2010 ; Ministère de l'agriculture, 2014), la lutte chimique reste la méthode la plus employée. Souvent privilégiée car garante d'efficacité à court-terme, elle est pourtant aujourd'hui fortement controversée. De nombreuses études dénoncent les effets secondaires de ces produits tant sur le plan de la santé humaine que sur l'environnement (Bolognesi 2003; Bolognesi & Morasso 2000; Parrón et al. 2014; Reichenberger et al. 2007). De plus, la dépendance à ces intrants entraîne un coût pour les producteurs injustifié étant donné l'existence de solutions alternatives naturelles et l'apparition de résistance des ravageurs aux traitements phytosanitaires (Croft 1982; Hu et al. 2010). L'utilisation d'insecticides non sélectifs affecte l'efficacité de régulation des ravageurs par les auxiliaires et peut entraîner la disparition de certains insectes utiles (Urbaneja et al. 2008). Les biodiversités faunistique mais aussi floristique sont touchées (Epstein et al. 2000; Geiger et al. 2010; McLaughlin & Mineau 1995). En effet, l'emploi d'herbicides empêche l'établissement d'habitats alternatifs stables pour les auxiliaires et n'est donc pas envisageable pour la mise en place d'un système durable de gestion des nuisibles par la lutte biologique (Freemark & Boutin 1995). Or, comme le soutient le plan national ECOPHYTO, élaboré en 2008 à la suite du Grenelle Environnement, l'enjeu majeur aujourd'hui est de réduire progressivement, au niveau national, l'utilisation des produits phytosanitaires tout en maintenant une agriculture économiquement performante.

A la Réunion, le projet Agrum'Aide, financé par ce plan national, participe à atteindre ces objectifs en élaborant un outil d'aide à la décision pour la conception de vergers agroécologiques. La présence avérée d'auxiliaires sur l'île de la Réunion place la lutte biologique comme une alternative prometteuse. En verger d'agrumes, le couvert végétal constitué d'une communauté d'adventices, présente un fort potentiel pour la mise en place de la lutte biologique par conservation. La gestion de l'enherbement est un levier qui peut permettre d'agir sur l'environnement intra-parcellaire. Bien utilisé, l'enherbement pourrait constituer un milieu favorable aux auxiliaires (Gurr & Wratten 1999). L'installation durable des ennemis naturels passe par la présence d'habitats refuges et de sources de nourriture alternatives (Douglas A. Landis et al., 2000). Une communauté d'adventices constituée d'espèces aux caractères favorables appropriés pourrait répondre à ces besoins.

B. Les communautés végétales et leurs traits fonctionnels au service de la lutte biologique

De manière générale, une augmentation de la biodiversité végétale dans un agrosystème s'associe à une diminution des attaques de ravageurs (Altieri 1999; Ratnadass et al. 2011). Cependant, il s'agit de favoriser la « bonne diversité » et non pas la diversité au sens strict, susceptible d'entraîner des phénomènes de prédation intra guildes et de favoriser de la même manière les ravageurs (D A Landis et al., 2000). En verger d'agrumes, l'enherbement peut être considéré comme un espace privilégié pour l'établissement d'une communauté végétale optimisée pour l'accueil d'auxiliaires. L'approche par l'étude des traits fonctionnels cherche à décrire le potentiel de chaque espèce, puis se place à l'échelle de l'écosystème pour tenter de définir la communauté la mieux adaptée. Parmi les traits fonctionnels, on distingue les traits de réponse qui déterminent la réponse des espèces végétales aux contraintes environnementales (Gaba et al., 2014; Lavorel et al., 1997; Lavorel and Garnier, 2002), et les traits d'effet, nommés ainsi par leur aptitude à influencer l'écosystème dans lequel ils s'insèrent (Lavorel & Garnier 2002). Par leurs interactions avec l'entomofaune, les traits d'effet influencent les réseaux trophiques (Perez-Harguindeguy et al. 2013) et l'activité des auxiliaires (Cortesero et al. 2000). Selon l'hypothèse du « mass ratio » (Grime 1998), les espèces végétales dominantes déterminent alors la structure fonctionnelle de l'écosystème qu'elles constituent (Garnier & Navas 2012). Par la description et la notation des traits fonctionnels d'intérêt il est possible de postuler sur les communautés végétales permettant une régulation naturelle des ravageurs dans les vergers d'agrumes. Mais si ces habitats sont favorables aux auxiliaires des cultures, ils le sont aussi pour les ravageurs. Un des objectifs de leur manipulation est donc de favoriser les espèces végétales dont les traits contribuent positivement à la lutte biologique (Norris & Kogan 2000).

Pour être considéré comme favorable à la lutte biologique, le peuplement végétal doit offrir des ressources de nourriture alternatives pour l'attraction et le maintien des auxiliaires ainsi que des refuges où les conditions climatiques sont tamponnées et leur permettant de s'abriter en cas de perturbations du milieu notamment lors de traitements phytosanitaires (Landis et al. 2000) ou d'interventions mécaniques dans la parcelle. Un environnement adapté aux exigences des auxiliaires favoriserait le développement de leurs performances individuelles, en particulier leur fécondité et leur longévité (Anon 2013), rendant la régulation durable. Les traits fonctionnels associés sont variés et plus ou moins représentés suivant les familles botaniques.

1. Les traits effets

De nombreux insectes consomment, de manières facultative ou obligatoire, des produits d'origines végétales comme le nectar et le pollen. Chez beaucoup d'espèces de parasitoïdes, la survie et l'efficacité de régulation dépend donc de la présence de ces ressources dans le milieu (Desouhant et al. 2005). Le pollen, riche en protéines et acides aminés (Desouhant et al. 2005) est une ressource prisée par les coccinelles, les syrphes adultes, les punaises prédatrices et les acariens (Anon 2013). Le nectar, contenant glucides, acides aminés, protéines et vitamines (Goulson 1999) est initialement produit pour attirer les pollinisateurs, mais les prédateurs et parasitoïdes en consomment également. Certains traits floraux sont déterminants pour le repérage et l'accès des auxiliaires à ces ressources (Anon 2013).

Lors de leurs prospections les parasitoïdes détectent les plantes par étapes, à savoir qu'ils repèrent d'abord l'habitat, puis la plante et enfin la fleur (Godfray 1994). Une grande inflorescence suppose une meilleure visibilité et facilite le repérage des ressources à distance par les ennemis naturels (Sivinski et al. 2011; Goulson 1999). La couleur de l'inflorescence constitue un autre indice visuel aidant à l'orientation de l'insecte. Chez les insectes ayant des yeux composés, les pigments visuels sont sensibles aux longueurs d'ondes comprises entre 300 et 600 nm (Anon 2013). Ils perçoivent donc les ultraviolets, le violet, le bleu, le vert, le jaune, mais ne sont pas tous sensibles au rouge, c'est le cas de l'abeille (Giger & Srinivasan 1997), et des préférences sont mises en avant. Begum et al. (2004) démontrent que les inflorescences d'Alyssum de couleur blanche sont plus visités par les parasitoïdes, comparativement aux inflorescences roses ou violettes. De même, Machado et Lopes (2004) montrent que les polinisateurs visitent plus fréquemment les fleurs claires (jaunes ou verdâtres). Au-delà de la couleur de l'inflorescence il semblerait donc que ce soit le contraste par rapport au feuillage qui permette le repérage (Begum et al. 2004), par le rayonnement réfléchi par le couvert végétal à l'insecte (Anon 2013).

Une fois le repérage effectué, l'architecture florale conditionne l'accès et l'utilisation de la ressource (Anon 2013). En effet, certains parasitoïdes n'ont accès qu'aux nectaires exposés alors que d'autres peuvent utiliser le nectar caché sous les pétales ou étamines, mais aucun n'accède aux nectaires situés au fond des corolles en tube (Patt et al. 1997). L'ouverture de la fleur est un trait déterminant qui peut cependant être contrebalancé par la présence de nectar extra floral (NEF). Cette ressource supplémentaire, prisée par les parasitoïdes et prédateurs variés (chrysopes, coccinelles (Lundgren 2009), acariens) présente les avantages d'être facilement accessible et disponible pendant une grande partie de la

croissance végétative (Géneau et al. 2012). De plus, comme les NEF ne contiennent pas suffisamment d'acides aminés essentiels (Wäckers et al. 2005), les prédateurs sont incités à trouver d'autres sources de protéines par prédation des phytophages (Anon 2013). La production de NEF serait d'ailleurs une stratégie de défense de la plante permettant d'augmenter le taux de parasitisme et de prédation par les auxiliaires (Bentley 1976; Limburg & Rosenheim 2001).

La présence de trichomes, dont la densité varie selon l'espèce végétale et l'organe considéré, peut constituer un trait fonctionnel d'intérêt. Initialement mis en place par la plante pour se défendre contre les herbivores (Tian et al. 2012), la pubescence foliaire gêne le déplacement des arthropodes et peut parfois altérer l'efficacité des parasitoïdes (Cetintas & McAuslane 2009; Kennedy 2003). Cependant, elle présente pour les phytoséiides (principaux prédateurs des acariens phytophages) un double intérêt ; d'une part, par la fixation de nourriture alternative comme le pollen ou les spores de champignons (Roda et al. 2003), d'autre part, par la formation de refuges contre les hyper-prédateurs et d'abris en cas de conditions défavorables (Schmidt 2014). Certaines études attestent que l'abondance des phytoséiides est positivement corrélée à la présence de trichomes, permettant plus de pontes et un développement plus rapide des individus qui consomment un nombre de proies plus important sur les feuilles pubescentes (Rasmy & El-Banhawy 1974), mais les réponses à la pubescence diffèrent selon les espèces (Mcmurtry et al. 2013). Pour certaines larves de coccinelles, la présence de poils sur la plante constitue un atout en leur permettant d'échapper à la prédation (Inbar & Gerling 2008). Cependant, au-delà d'un certain seuil la densité de trichomes peut entraîner des effets adverses, en ralentissant la fuite des phytoséiides lors de prédation intra-guilde ou en affectant leur efficacité de prédation (Khan et al. 2008; Krips et al. 1999). Chez certaines espèces végétales, il arrive que les trichomes adoptent une structure apicale particulière leur permettant d'accumuler des composés volatils (Wagner 1991), ce sont les trichomes glandulaires. En cas d'attaque par des phytophages, la plante se défend soit par l'émission de molécules répulsives, soit, au contraire, par la libération de composés attractifs qui guide l'insecte puis le tue lorsqu'il entre en contact avec ces substances (Peter & Shanower 1998; Kennedy 2003).

Les domaties, petits creux ou touffes de trichomes rencontrés sur les feuilles à la jonction des nervures ou à la base du pétiole (Tilney et al. 2012; Cortesero et al. 2000), offrent des structures protectrices aux ennemis naturels et en particulier aux acariens prédateurs (Pemberton & Turner 1989; Richards & Coley 2011; Walter 1996). Les domaties ne constituent pas seulement un abri face aux conditions climatiques, à la prédation (Norton et al. 2001) et au cannibalisme (Ferreira et al. 2008; João A. M. Ferreira 2011) mais servent aussi

de protection pour les larves et les œufs de phytoséiides (Walter 1996). Il a déjà été observé qu'en l'absence de domaties la reproduction des acariens prédateurs ainsi que leur consommation de proie étaient diminuées (Grostal & O'Dowd 1994). Ce trait fonctionnel est donc une variante de l'efficacité de régulation des ravageurs par les acariens prédateurs. Une étude souligne également que les domaties, dont la cuticule présente une surface adaptée aux échanges de composés entre l'intérieur et l'extérieur de la feuille, pourraient fournir des nutriments et des composés volatils aux phytoséiides les incitant à s'installer durablement (Tilney et al. 2012). Cependant, la méta-analyse réalisée par Schmidt (2014), conduit à la conclusion que les densités de population de phytoséiides sont globalement plus sensibles aux variations de trichomes que de domaties. Si par la suite, les domaties se trouve être rarement rencontrés dans nos populations végétales, nous aurons tendance à privilégier l'intérêt des trichomes.

Le relief des nervures des feuilles est une autre structure plus commune offrant protection et sites de pontes pour les auxiliaires (Karban et al. 1995; Walter 1996). La forme de la feuille conditionne le maintien de l'insecte sur la plante (Cortesero et al. 2000). Les feuilles aux bords irréguliers, possédant plus de structures d'accroches retiendraient la chute des coccinelles (Grevstad & Klepetka 1992). Enfin, l'aptitude d'une plante à recouvrir densément le sol aide à la mise en place d'un microclimat dont les variations de température et d'humidité sont tamponnées et plus favorable à l'hébergement de la faune auxiliaire (Norris 2005), en particulier pour les phytoséiides (Mailloux et al. 2010).

2. Les traits de réponse

Les traits de réponses, déterminant la réponse de la plante face à une perturbation (Diaz and Cabido, 1997), sont principalement liés à l'utilisation des ressources, la dispersion, la capacité de régénération, la compétitivité et la phénologie (Gaba et al., 2014). Ils permettent d'appréhender le fonctionnement des espèces et les stratégies écologiques qu'elles mettent en œuvre (Westoby et al., 2002). Les conditions écologiques mais aussi les pratiques culturales constituent des filtres qui sélectionnent les espèces dont les traits de réponses sont les plus adaptés pour recoloniser le milieu après une perturbation (Gaba et al., 2014). Il serait donc possible de concevoir des stratégies de gestion de l'enherbement permettant de sélectionner, parmi les espèces qui répondent favorablement, celles qui détiennent également les traits d'effet d'intérêt en lutte biologique par conservation.

Nous n'approfondirons pas les traits de réponse dans ce rapport afin de nous consacrer entièrement aux traits d'effets théoriques portés par les communautés végétales des enherbements des vergers d'agrumes réunionnais.

III. Matériel et méthodes

A. Inventaires des communautés végétales des vergers d'agrumes dans différents contextes pédo-climatiques

Les inventaires de la flore spontanée des vergers d'agrumes ont été réalisés chez 10 producteurs (14 parcelles) prioritairement répartis sur 10 parcelles dans la zone de production d'agrumes (sud-ouest de l'île) et complétés par 4 parcelles en zone de diversification (**Figure 2**). Le **tableau 1** renseigne des températures et pluviométries moyennes étroitement liées aux conditions altitudinales des différentes parcelles. Les inventaires se sont déroulés du 28 octobre 2014 au 9 janvier 2015, marquant l'entrée en saison chaude et humide dans l'océan Indien. La technique de relevé floristique utilisée a été celle du tour de champ, qui a permis de recenser les différentes espèces de la parcelle de façon exhaustive. Elle consiste à parcourir la parcelle dans différentes directions et à inventorier toutes les espèces en tenant compte de l'hétérogénéité des milieux prospectés (Noba et al. 2004). L'identification des espèces a été effectuée à partir de la flore des Mascareignes (Autrey et al. 2008), d'un ouvrage sur les adventices de la Réunion (Bourgeois et al. 1999) et des outils et bases de données IDAO (« A Multimedia Approach to Computer Aided Identification ») et WIKWIO (« Weed Identification and Knowledge in the Western Indian Ocean »). La classification phylogénétique fait référence à celle de l'APG III (2009).

Tableau 1 : Conditions climatiques rencontrées dans chaque verger d'agrumes
source pluviométrie et température : météo France (moyenne sur 10 ans)
source altitude : Google Maps

| Producteur | Altitude (m) | Pluviométrie moyenne (mm) | Température moyenne (°C) |
|---------------|--------------|---------------------------|--------------------------|
| Mr. BARRET | 60 | ≈ 500 | 24 |
| Mr. MOREL (1) | 220 | 1500 à 2000 | 23 |
| Mr. MOREL (2) | 315 | 1500 à 2000 | 23 |
| Mr. HOAREAU | 404 | ≈ 1000 | 20 |
| Mr. BOXE | 500 | 3500 à 4000 | 23 |
| Mr. HOAREAU | 501 | 1000 à 1500 | 20 |
| Mr. RIVIERE | 526 | ≈ 5500 | 20 |
| Mr. MOREL (3) | 592 | 1500 à 2000 | 21 |
| Mr. MOREL (4) | 643 | 1500 à 2000 | 21 |
| Mr. BEGUE | 710 | 3000 à 3500 | 19 |
| Mr. LEPINAY | 833 | 1000 à 1500 | 20 |
| Mr. LUGUY | 978 | ≈ 2500 | 18 |
| Mr. GRONDIN | 1100 | ≈ 1500 | 19 |
| Mr. BENARE | 1200 | 1500 à 2000 | 19 |

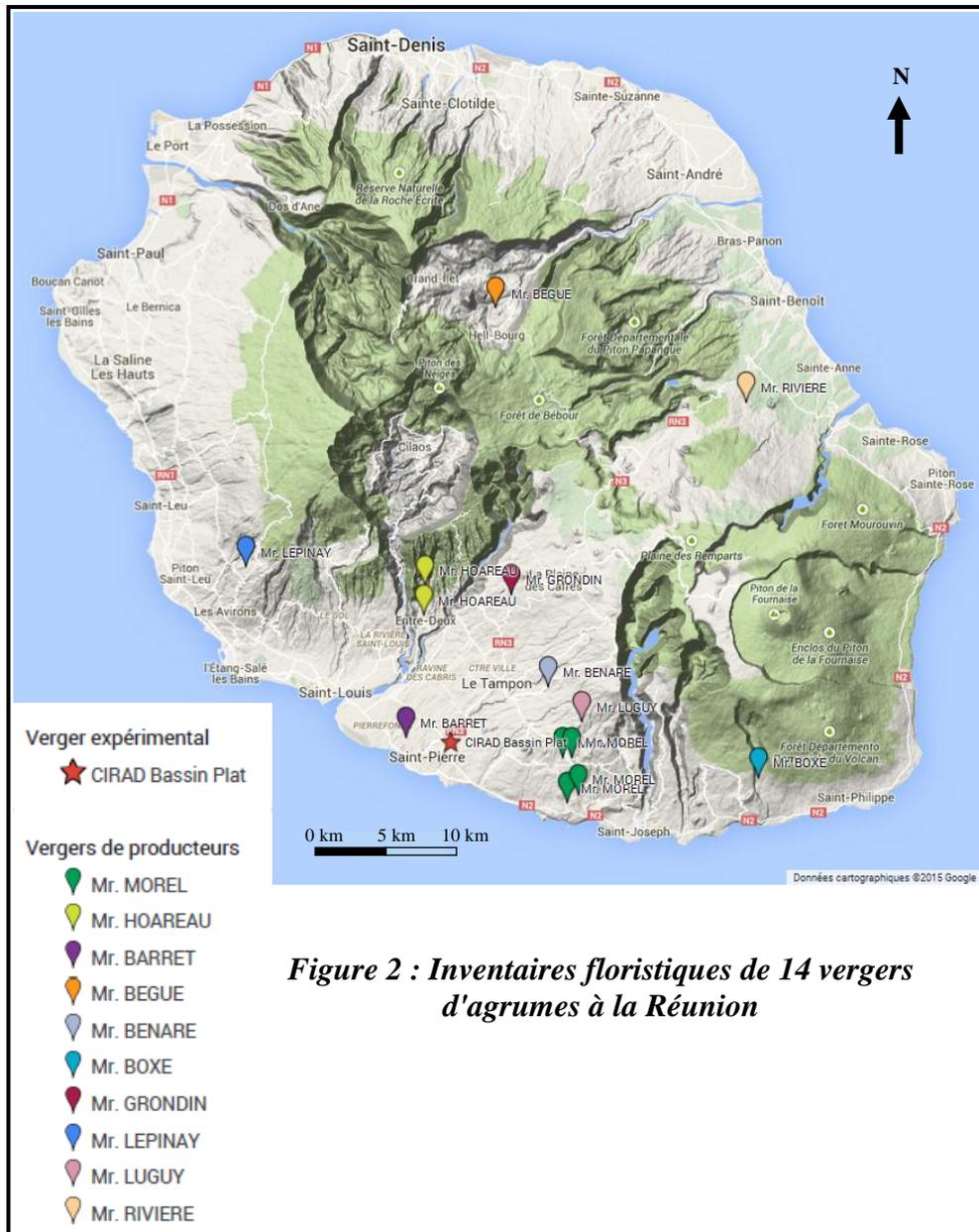


Figure 2 : Inventaires floristiques de 14 vergers d'agrumes à la Réunion

B. Caractérisation des traits fonctionnels des espèces

La caractérisation des traits fonctionnels des espèces végétales identifiées a été réalisée par observations, mesures ou à partir de la bibliographie. Dix traits d'effet ont été considérés et renseignés dans une base de données, nommée BD-Traits, développée sous Access® (**Annexe I** : Interface de saisie des données). Quatre traits d'effet concernent la fourniture de nourritures alternatives, les six autres la fourniture d'un habitat refuge (**tableau 2**).

Parmi les traits d'effets retenus, la présence de domaties, le relief des nervures, la densité supérieure et inférieure de trichomes sur les feuilles et la présence de trichomes glandulaires ont été déterminés par des observations à la loupe binoculaire (G = x 13 à 56, LeicaEZ4®). La taille des fleurs a également fait l'objet d'une mesure sous la loupe binoculaire à l'aide d'un pied à coulisse digital. Le type de marge foliaire, le recouvrement, la couleur et la taille de l'inflorescence ont été déterminés par des observations sur le terrain. La taille de l'inflorescence fait référence à la moyenne des inflorescences mesurées sur 10 individus de l'espèce étudiée. Les inflorescences de type grappe, cyme, épi, ombelle et corymbe ont été considérées comme grandes. Les inflorescences solitaires ou de type capitules isolées, quant à elles, ont été qualifiées de « grandes » si leur diamètre était supérieur à 20 mm. La fleur a été jugée grande au-delà d'un seuil de 6 mm, d'après des observations de fleurs visitées par des parasitoïdes (com. personnelle Le Bellec). L'aptitude à produire du nectar extra floral a été fournie par la littérature. L'observation de glandes sécrétrices sous la loupe binoculaire a permis de confirmer leur présence. Les glandes nectarifères du cyathe des euphorbes n'ont cependant pas été considérées comme produisant du nectar extra-floral, n'étant pas clairement différenciées de l'inflorescence (Nicolson et al., 2007).

Etant donné la stabilité au sein d'une espèce pour les traits sélectionnés, nous avons considéré la variabilité intra-spécifique de ces traits comme étant négligeable comparativement à leur variabilité interspécifique (Albert et al. 2011). L'analyse des traits est donc basée sur des traits d'individu « moyen » par espèce.

Tableau 2: Traits fonctionnels retenus et décrits pour chaque espèce

| | Traits fonctionnels | Fonctions associées | Acquisition |
|--|--|---|---|
| Fourniture de ressources alternatives | Couleur de l'inflorescence | Attractivité | Observation sur le terrain |
| | Taille de l'inflorescence | Visibilité | Pied à coulisse (10 inflorescences) |
| | Taille de la fleur | Accessibilité | Loupe binoculaire + Pied à coulisse (10 fleurs) |
| | Production de nectar extra floral | Apport de ressources nutritives supplémentaires | Loupe binoculaire + Littérature |
| Fourniture d'habitat refuge | Présence de domaties | Abri et site de ponte | Loupe binoculaire + Littérature |
| | Relief des nervures | Abri et site de ponte | Loupe binoculaire |
| | Densité de trichomes des feuilles (faces inférieures et supérieures) | Abri et site de ponte, Mobilité de prédation (selon la densité) | Loupe binoculaire |
| | Régularité de la marge des feuilles | Mobilité de prédation et maintien sur la plante | Observation sur le terrain |
| | Recouvrement | Création d'un microclimat | Observation sur le terrain |
| | Présence de trichomes glandulaires | Répulsion des phytophages | Loupe binoculaire |

C. Sélection des espèces aptes à fournir les services recherchés

Dans un premier temps, afin d'identifier les espèces ayant le meilleur potentiel à offrir des ressources de nourritures alternatives (service appelé « ressource »), un premier filtre a été appliqué à la base de données BD-Traits. Cette évaluation a été réalisée, a priori, et sur la base de la littérature (voir II.B.1). Ainsi, 1 point a été affecté pour le respect de chacune des conditions suivantes : la couleur de la fleur est jaune, blanche ou la fleur contient du blanc, la fleur et l'inflorescence sont grandes et la plante produit du nectar extra floral. Souhaitant privilégier ce service, une espèce qui obtiendrait un score de 3 ou 4 sur un total de 4 points concernant sa capacité à offrir des ressources serait, dans ces conditions, dite « favorable ».

Dans un second temps, et avec la même logique, l'aptitude d'une espèce à offrir un habitat refuge (service appelé « refuge ») a constitué un second filtre. Les critères bénéficiant d'un point sur un total de 5 points possibles ont été : la présence de domaties et de nervures en relief, une densité moyenne de trichomes sur les faces inférieure et supérieure, et une capacité

de recouvrement moyenne ou forte. L'aspect irrégulier des bordures de la feuille n'a pas été évalué dans la notation car, bien qu'elles préviennent la chute des auxiliaires et constituent des structures d'accroche, elles ne confèrent par directement un abri aux insectes. De plus, les trichomes glandulaires, structures de défense chimiques édifiées par la plantes, ne constituent pas un caractère favorable à l'hébergement de la faune auxiliaire. Pouvant même lui porter préjudice, ce critères n'a pas été pris en compte dans la notation de l'aptitude « refuge ».

Finalement, une note globale sur 9 a été attribuée à chaque espèce, sommant 4 points pour la « ressource » et 5 points pour le « refuge ». Cependant, à l'issue des notations, seules les espèces ayant obtenus au moins 3 points sur 4 au service « ressource » seront retenues car jugées « favorables ».

Une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a ensuite été réalisée pour établir des typologies fonctionnelles de l'ensemble des espèces au regard de celles jugés « favorables ». Pour construire cette ACM, certaines modalités ont été regroupées de manière à contenir des effectifs comparables tout en gardant un sens écologique. L'ACM est ici un outil graphique permettant de regrouper les espèces selon les traits d'effets communs qui les caractérisent. Une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a ensuite été réalisée afin de mettre en évidence des groupes différenciés d'espèces partageant des caractères communs. La CAH a aussi permis de sélectionner dans chacun de ces groupes des espèces dites « défavorables », par opposition de certaines de leur caractéristiques au pool d'espèces dites « favorables ». L'ACM et la CAH ont été conduits avec le logiciel R® et le package FactoMineR.

IV. Résultats

A. Description des communautés végétales des vergers d'agrumes

Les inventaires ont permis d'identifier 154 espèces végétales composant les enherbements de l'ensemble des vergers d'agrumes suivis (**Annexe II** : Inventaire complet). Le **tableau 3** présente la richesse spécifique observée chez les 10 producteurs (14 vergers) ; elle varie de 20 à 60.

Tableau 3 : Nombre d'espèces inventoriées dans chaque verger d'agrumes

| Producteur | N° Parcelle | Nombre d'espèces inventoriées |
|-------------|-------------|-------------------------------|
| Mr. LUGUY | 1 | 60 |
| Mr. BOXE | 1 | 47 |
| Mr. LEPINAY | 1 | 46 |
| Mr. MOREL | 2 | 44 |
| Mr. RIVIERE | 1 | 43 |
| Mr. MOREL | 1 | 43 |
| Mr. BENARE | 1 | 38 |
| Mr. BEGUE | 1 | 37 |
| Mr. MOREL | 4 | 35 |
| Mr. HOAREAU | 2 | 33 |
| Mr. MOREL | 3 | 29 |
| Mr. GRONDIN | 1 | 28 |
| Mr. BARRET | 1 | 22 |
| Mr. HOAREAU | 1 | 20 |
| | | Total : 154 |

Certaines espèces sont particulièrement récurrentes. Aucune n'a cependant été retrouvée dans les 14 vergers mais 17 espèces sont apparues dans au moins 8 des 14 vergers étudiés (**tableau 4**). Bien que redondantes, *Oxalis corniculata*, *Pterocypsela indica*, *Bidens pilosa* et *Conyza sumatrensis* se présentent sous forme d'individus nombreux mais disséminés, et ne compromettent pas le développement d'autres espèces, contrairement à *Cynodon dactylon*, *Ipomoea indica* et *Paspalum paniculatum* qui ont une propension à recouvrir densément le sol.

Tableau 4 : Nombre d'occurrences des espèces les plus redondantes

| Nom de l'espèce | Nombre de vergers colonisés |
|--|-----------------------------|
| <i>Oxalis corniculata</i> L. | 13 |
| <i>Pterocypsela indica</i> (L.) C.Shih | 13 |
| <i>Bidens pilosa</i> L. | 13 |
| <i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E.Walker | 12 |
| <i>Lantana camara</i> L. | 11 |
| <i>Ageratum conyzoides</i> L. | 10 |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | 10 |
| <i>Plantago lanceolata</i> L. | 9 |
| <i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr. | 9 |
| <i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Roem. & Schult. | 9 |
| <i>Asystasia gangetica</i> (L.) T.Anderson | 8 |
| <i>Pycnus polystachyos</i> (Rottb.) P.Beauv. | 8 |
| <i>Sporobolus indicus</i> (Linnaeus) R.Brown | 8 |
| <i>Sorghum arundinaceum</i> (Desv.) Stapf | 8 |
| <i>Solanum nigrum</i> L. | 8 |
| <i>Commelina benghalensis</i> L. | 8 |
| <i>Paspalum paniculatum</i> Poir. | 8 |

B. Identification des espèces aptes à fournir les services recherchés

Parmi les 154 espèces identifiées durant l'inventaire, seules 100 ont pu être caractérisées selon leurs traits fonctionnels d'intérêts. Les 54 espèces supplémentaires étaient trop peu représentées pour permettre de caractériser 10 individus différenciés. Finalement, la notation du service « ressource » a permis de mettre en avant 34 espèces ayant des scores supérieurs à 3 sur 4, elles sont dites « favorables ». Le **tableau 5** révèle également que seules 7 d'entre-elles obtiennent la note maximale de 4 : *Coccinia grandis*, *Desmanthus virgatus*, *Ipomoea obscura*, *Ipomoea indica*, *Leuceana leucocephala*, *Momordica charantia* et *Senna occidentalis*. Complétée par leur note « refuge », ces 34 espèces ont une note totale comprise entre 3 et 7 et seules quatre espèces obtiennent 7 sur 9 : *Ipomoea indica*, *Momordica charantia*, *Plantago lanceolata* et *Raphanus raphanistrum*.

Tableau 5 : Résultats de la notation des espèces sur leur aptitude à fournir des ressources

| Nom de l'espèce | SERVICE RESSOURCE | | | | | SERVICE REFUGE | | | | TOTAL | | |
|--|-------------------|--------------|--------------|-----|----------|-----------------|---------------------------|---------------------------|--------------|-----------|--------|--------|
| | Couleur fleur | Grande fleur | Grande inflo | NEF | Domaties | Relief nervures | Densité trich. supérieurs | Densité trich. inférieurs | Recouvrement | Ressource | Refuge | Global |
| <i>Argemone mexicana</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Artemisia vulgaris</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Bidens pilosa</i> L. | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Boerhavia repens</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 3 | 6 |
| <i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Coccinia grandis</i> (L.) J. Voigt | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 5 |
| <i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 5 |
| <i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex R. & S. | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| <i>Euphorbia peplus</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Hypochoeris radicata</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Ipomoea indica</i> (Burm. f.) Merr. | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 3 | 7 |
| <i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker Gawl. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 6 |
| <i>Lapsana communis</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 3 | 6 |
| <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 |
| <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Malva parviflora</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 6 |
| <i>Momordica charantia</i> L. | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 3 | 7 |
| <i>Nicandra physaloides</i> (L.) Gaertn. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Persicaria senegalensis</i> (Meisn.) Soják. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Phytolacca americana</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Plantago lanceolata</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| <i>Pterocypsela indica</i> (L.) C.Shih | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| <i>Senna occidentalis</i> (L.) Link | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 |
| <i>Sida acuta</i> Burm. f. | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Solanum mauritianum</i> Scop. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Solanum nigrum</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Solanum torvum</i> Swartz | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Sonchus oleraceus</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Tribulus cistoides</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Trifolium repens</i> L. | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 4 |

D'une autre part, l'ACM a permis d'obtenir une représentation graphique de la ressemblance entre les 100 espèces et a aidé à localiser les espèces dites « favorables », par rapport aux autres individus. Les variables et les modalités participant à cette projection sont décrites dans le **tableau 6**. La présence de domaties n'a pas été incluse dans l'analyse car un seul individu présente ce trait fonctionnel.

Tableau 6 : Variables et modalités participant à la construction de l'ACM

| | Variables (n=9) | Modalités (n=28) |
|---------------------------------------|--|--|
| Fourniture de ressources alternatives | Couleur de l'inflorescence | blanc (n=29) / bleu (n=2) / jaune (n=19) / orange (n=4) / rose (n=11) / verdâtre (n=24) / violet (n=11) |
| | Grande inflorescence | Oui (n=75) / Non (n=25) |
| | Grande fleur | Oui (n=75) / Non (n=25) |
| | Production de nectar extra floral | Oui (n=13) / Non (n=87) |
| Fourniture d'habitat refuge | Nervures en relief | Oui (n=66) / Non (n=34) |
| | Densité de trichomes des feuilles (faces inférieures et supérieures) | Face inférieure : Nulle (n=46) / Faible (n=14) / Modérée (n=19) / Forte (n=21) Face supérieure : Nulle (n=50) / Faible (n=19) / Modérée (n=17) / Forte (n=14) |
| | Régularité de la marge des feuilles | Marge lisse (n=57) / Marge non lisse (n=43) |
| | Recouvrement | Faible (n=33) / Moyen (n=41) / Fort (n=26) |

La **figure 3** présente l'analyse. Le premier plan factoriel de l'ACM explique 22.17 % de l'inertie totale. Ce pourcentage relativement faible s'explique par le nombre élevé de modalités (n = 28) qui rend la représentation graphique plus complexe, l'information étant répartie sur 19 dimensions (**Annexe III** : Pourcentages d'inertie). Les variables significativement corrélées à l'axe 1 (**Annexe III** : Corrélations axes – variables) sont la densité de trichomes des faces inférieures ($R^2 = 0.67$, p.value < 0.001) et supérieures de la feuille ($R^2 = 0.62$, p.value < 0.001), la présence de nervures en relief ($R^2 = 0.37$, p.value < 0.001), la couleur des fleurs ($R^2 = 0.31$, p.value < 0.001) et le type de marge de la feuille ($R^2 = 0.24$, p.value < 0.001). La dimension 2, quant à elle, est caractérisée par la densité de trichomes supérieurs ($R^2 = 0.39$, p.value < 0.001) et inférieurs ($R^2 = 0.35$, p.value < 0.001), la couleur de la fleur ($R^2 = 0.35$, p.value < 0.001), le recouvrement ($R^2 = 0.24$, p.value < 0.001),

la taille de l'inflorescence ($R^2 = 0.17$, $p.value < 0.001$) et le type de marge de la feuille ($R^2 = 0.16$, $p.value < 0.001$). L'axe de première dimension se révèle alors être associé à la fonction refuge alors que l'axe 2 semble plutôt discriminer les individus selon leur aptitude à offrir à la fois des ressources et un refuge.

Une observation plus attentive des modalités permet ensuite de mettre en avant des groupements de traits fonctionnels pertinents. Dans le tiers Nord-est, ont naturellement tendance à se regrouper les modalités favorables aux services « ressource » et « refuge », telles que la densité trichomes modérée, la marge des feuilles non lisse, la présence de nectar extra floral et de nervures en relief ainsi qu'une grande fleur de couleur blanche ou jaune.

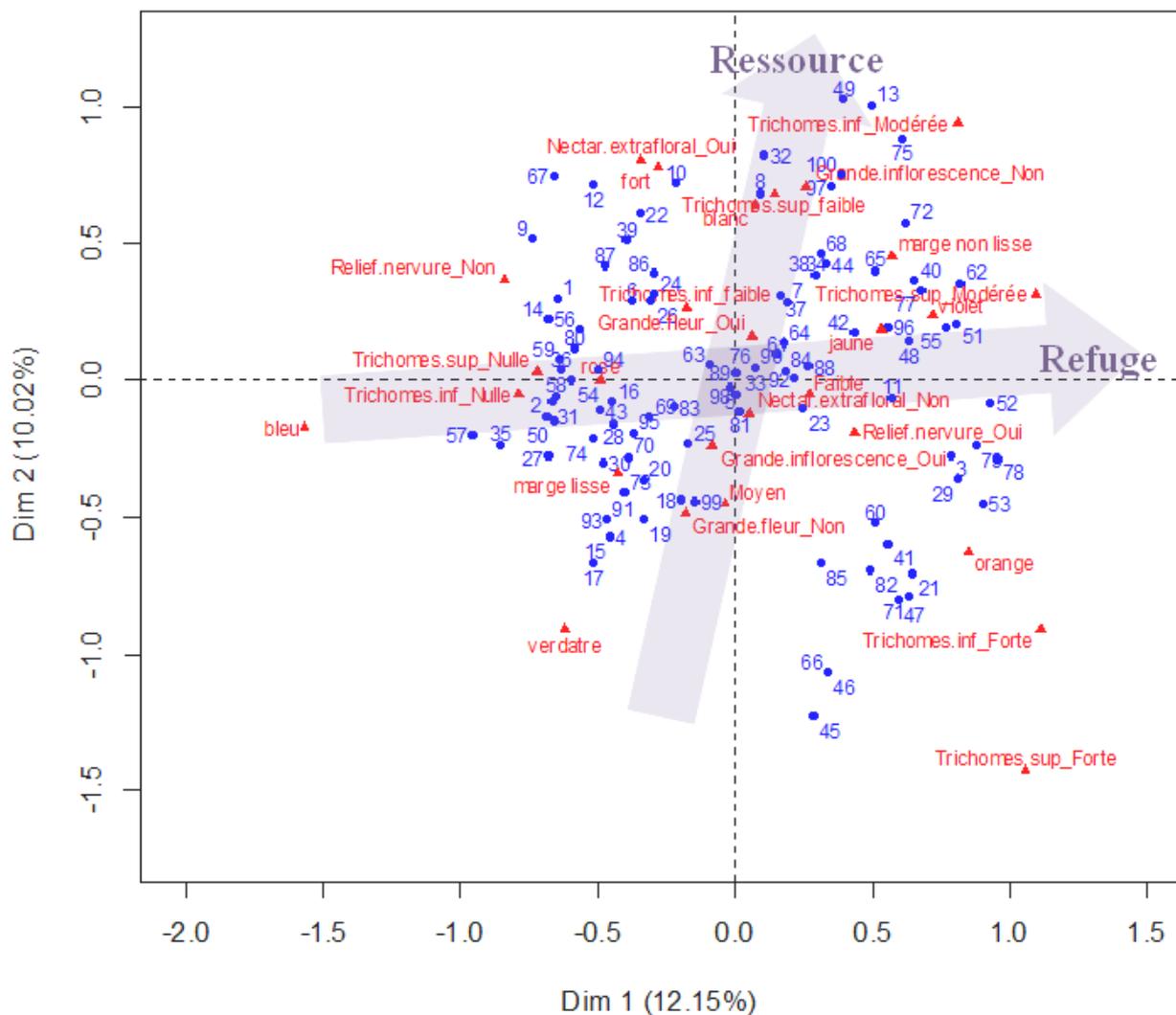


Figure 3 : ACM réalisée à partir des traits d'effets mesurés sur 100 individus (Annexe IV : Correspondance individus / noms d'espèces / groupe de la CAH)

La classification ascendante hiérarchique (**figure 4**) répartit ensuite les 100 individus en 5 classes distinctes et caractérisées par les modalités suivantes (**Annexe V** : Description des classes par les modalités) :

- Cluster 1 : regroupe des individus aux densités de trichomes fortes sur faces inférieures (100% des individus de la classe, p.value < 0.001) et supérieures (86% des individus de la classe, p.value < 0.001) des feuilles, ainsi que des nervures en relief (93% des individus de la classe, p.value < 0.01).
- Cluster 2 : caractérise les individus aux densités de trichomes modérées supérieures (53% des individus de la classe, p.value < 0.001) et inférieure (53% des individus de la classe, p.value < 0.001), ayant une marge non lisse (75% des individus de la classe, p.value < 0.001), des nervures en relief (82% des individus de la classe, p.value < 0.1) et une grande inflorescence (57% des individus de la classe, p.value < 0.1). Ce cluster peut être considéré comme le pool de référence car il renferme 13 des espèces jugées « favorables » lors de la notation, et 4 d'entre elles sont parangons de la classe (individus 7, 40, 42 et 62. **Annexe VI** : Description des classes par les individus). Cependant c'est un groupe hétérogène, où de nombreux individus possèdent la majorité des traits fonctionnels favorables mais diffèrent sur quelques modalités.
- Cluster 3 : fait référence aux plantes aux densités de trichomes faibles inférieurs (90% des individus de la classe, p.value < 0.001) et supérieurs (63% des individus de la classe, p.value < 0.001), ayant un recouvrement moyen du sol (82% des individus de la classe, p.value < 0.01) et une grande fleur (100% des individus de la classe, p.value < 0.1).
- Cluster 4: caractérise les individus aux fleurs de couleur verdâtre (88% des individus de la classe, p.value < 0.001), ayant une densité nulle de trichomes inférieurs (94% des individus de la classe, p.value < 0.001) et supérieurs (82% des individus de la classe, p.value < 0.01), une marge lisse (88% des individus de la classe, p.value < 0.01), une petite fleur (71% des individus de la classe, p.value < 0.001) mais une grande inflorescence (94% des individus de la classe, p.value < 0.1). Les espèces appartenant à ce groupe sont en grande majorité des Poaceae.

- Cluster 5 : regroupe les grandes fleurs (100% des individus de la classe, p.value < 0.001), ayant une densité nulle de trichomes supérieurs (100% des individus de la classe, p.value < 0.001) et inférieurs (86% des individus de la classe, p.value < 0.001) et ne montrant pas de nervure en relief (56% des individus de la classe, p.value < 0.01).

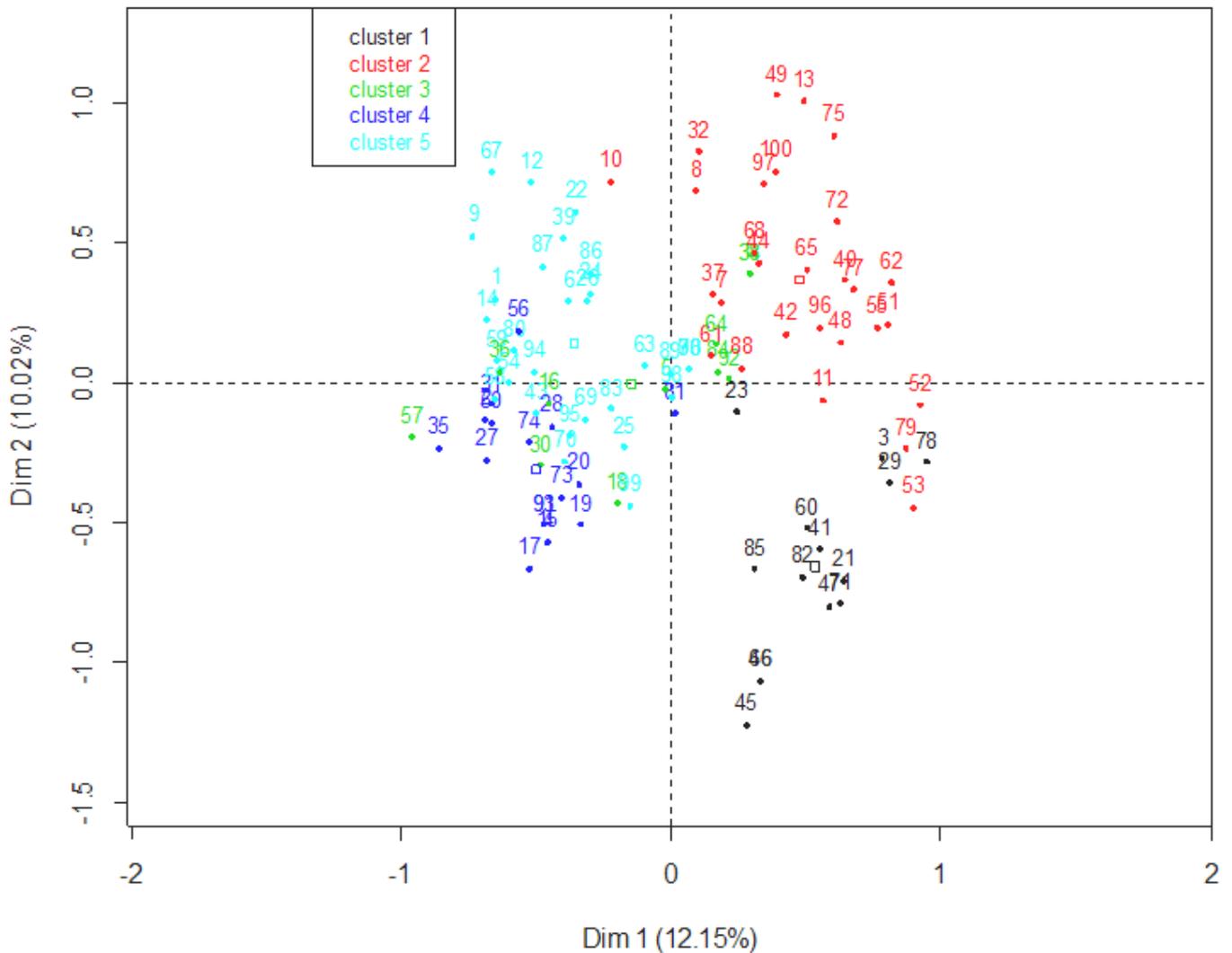


Figure 4 : Classification ascendante hiérarchique obtenue à partir de l'ACM
(Annexe IV : Correspondance individus / noms d'espèces / groupe de la CAH)

V. Discussion et perspectives

Les premiers résultats quant à la richesse spécifique présente dans les vergers d'agrumes réunionnais sous-tendent le potentiel prometteur de lutte biologique par conservation. Ceci est d'une grande importance étant donné les difficultés et impacts pouvant être liés à l'utilisation de produits chimiques d'une part, et à l'introduction d'espèces exogènes d'autre part. Les vergers prospectés révèlent des communautés hétérogènes et mettent en évidence l'influence du climat sur la composition du peuplement végétal. La classification sur les traits d'effet montre un pool d'espèce contenant les caractères recherchés pour l'attraction d'auxiliaires. Les pratiques culturales, par l'intermédiaire des traits de réponses, représentent alors des leviers d'action permettant de manipuler la flore spontanée des vergers d'agrumes afin de les favoriser.

A. Richesse spécifique en vergers d'agrumes

Les vergers d'agrumes inventoriés à la Réunion s'insèrent dans des écologies variées. L'est et le nord de l'île sont généralement plus arrosés que les régions sud et ouest. Les zones littorales et la région de Saint-Pierre connaissent des niveaux d'ensoleillement supérieurs aux territoires centraux de l'île. Enfin, l'altitude est à l'origine de la mise en place d'un gradient de température qui entraîne la perte d'un degré Celsius tous les 100 mètres verticaux et une pluviométrie plus accrue dans les hauts. Considérant la période de prospection, les espèces végétales recensées sont a priori représentatives de la flore subtropicale rencontrée en saison sèche. Ces contextes météorologiques contrastés permettent l'établissement de communautés végétales diversifiées composées de 154 espèces, 100 ayant été rencontrées fréquemment et 54 pouvant être qualifiées d'espèces rares en vergers d'agrumes. Les espèces les plus redondantes sont donc peu exigeantes en termes d'écologie et sont susceptibles de se développer aisément à travers le couvert si les pratiques de gestion leur sont adaptées. Cependant, aucune ne semble adaptable à la totalité des écologies.

Le nombre d'espèces relevées dans chaque parcelle montre une hétérogénéité de richesse spécifique d'un verger à un autre. Celle-ci varie du simple au triple. On compte 20 et 22 espèces chez Mr. HOAREAU et Mr. BARRET contre 60 espèces inventoriées chez Mr. LUGUY. Chez Mr. HOAREAU et Mr. BARRET ce manque de diversité semble être la réponse aux pratiques culturales actuelles. En effet, le verger 1 de Mr. HOAREAU a été implanté récemment et dans l'attente d'une récolte de fruits satisfaisante, des cultures intercalaires occupent les inter-rangs (**Annexe VII** : Parcelle 1 de Mr. HOAREAU). De même, Mr. BARRET veille à limiter le développement d'une flore adventice dans des parcelles où s'alternent agrumes et papayers. La suppression de la flore par l'utilisation

d'herbicides ou d'outils de désherbage participe à l'appauvrissement spécifique du verger. Chez Mr. GRONDIN, dans la parcelle 3 de Mr. MOREL et la parcelle 2 de Mr. HOAREAU certaines espèces, appartenant notamment à la famille des Poacées, ont une propension à supplanter les autres espèces. Ce phénomène semble s'observer suite au passage répétitif de la débroussailleuse (**Annexe VIII** : Synthèse des pratiques agricoles). De plus, ces 5 parcelles se trouvent dans des zones relativement sèches et les conditions pluviométriques pourraient jouer un rôle dans le développement d'une flore diversifiée. En effet, les vergers de Mr. LUGUY, Mr. BOXE et Mr. RIVIERE reçoivent au moins 2500 mm d'eau par an et compte respectivement 60, 47 et 43 espèces. Ces vergers sont enherbés donc la flore adventice ne se trouve pas limitée dans son développement (**Annexe IX** : Parcelle de Mr. LUGUY).

Finalement, 100 espèces sont régulièrement rencontrées au sein de la communauté végétale sans qu'aucune ne semble dominer les autres ou ne se retrouve dans la totalité des vergers prospectés. Ceci conforte l'intérêt d'une approche par les traits fonctionnels inhérent à la communauté et non à l'individu car aucune espèce n'est mobilisable sur l'ensemble des sites.

B. Description par les traits fonctionnels

L'analyse statistique de l'absence ou la présence des traits fonctionnels portés par chacune des espèces a permis de mettre en évidence le partage des traits fonctionnels d'intérêts par l'ensemble de la communauté, aucune espèce ne disposant de tous les traits. L'apparition de 2 axes sur l'ACM témoigne de la multitude de combinaisons en traits fonctionnels que peuvent présenter les individus, certains ayant tendance à être favorables au service « ressource » et d'autres au service « refuge », mais aucun ne pouvant répondre à la totalité des critères. L'identification et la localisation des espèces jugées « favorables » sur l'ACM confirment la présence d'un gradient horizontal le long duquel s'échelonnent des espèces plus ou moins aptes à l'hébergement d'auxiliaires et un gradient SSO vers NNE mettant en avant les espèces adaptées aptes à la fourniture de nourriture alternative. La classification ascendante hiérarchique établit ensuite 5 groupes d'espèces discriminés selon leurs traits fonctionnels. Le groupe 4 semble regrouper de nombreuses espèces « favorables » mais reste assez hétérogène. Les groupes adjacents renferment également des individus aux caractères recherchés. Une sélection supplémentaire a alors été réalisée en excluant les espèces envahissantes, arbustives ou lianescentes. Celles-ci vont à l'encontre d'une diversification de la communauté végétale ou peuvent entraver les pratiques culturales. De même, les plantes hôtes de ravageurs et/ou celles dont la représentativité dans les parcelles est limitée ont été écartées.

Finalement, 8 individus paraissent intéressants à promouvoir pour les traits fonctionnels qu'ensemble ils détiennent. *Desmanthus virgatus*, et *Trifolium repens* se révèlent bons candidats pour la fourniture de ressources. *D. virgatus* produit par exemple du nectar extra floral. *T. repens* est une légumineuse bien acceptée des producteurs et ayant la capacité de créer un couvert de qualité dans des écologies humides. *Lapsana communis*, *Raphanus raphanistrum*, *Sida acuta*, *Bidens pilosa*, *Solanum nigrum* et *Plantago lanceolata* sont 6 espèces qui, de manière complémentaire, partagent l'intégralité des traits fonctionnels d'intérêt (excepté les domaties). Elles appartiennent toutes au cluster 4.

C. Promouvoir les espèces d'intérêt

L'importance de l'influence de chaque individu sur le fonctionnement de l'écosystème au sein de la communauté repose ensuite sur l'hypothèse du « mass-ratio » (Grime, 1998). Grime (1998), suggère que chaque espèce contribue au fonctionnement de l'écosystème en proportion de sa contribution à la biomasse totale (i.e. de son abondance relative). Les traits des espèces dominantes en biomasse seraient en majorité responsables des processus écosystémiques. Les traits de réponses, déterminant la réponse de la plante face à une perturbation, sont alors les caractères à analyser pour appréhender l'évolution de la communauté (**Annexe X** : Etudes des traits de réponses pour quelques individus). Les pratiques culturales deviennent les leviers d'action participant à la mise en place de la communauté recherchée, communauté qui porterait l'ensemble des traits fonctionnels souhaités.

Les pratiques culturales du verger doivent être en accord avec la phénologie de la plante (durée du cycle de développement) et les caractères relatifs à la colonisation du milieu (mode de multiplication des individus) afin de pérenniser la communauté souhaitée. Certains outils de gestions de l'enherbement sont déjà apparus comme ayant des effets notoires sur la faculté des espèces à coloniser le milieu. Ils influent dans un premier temps sur la mobilisation de la banque de graines après perturbation mais aussi sur la capacité des espèces à se rétablir après perturbation. Des premiers travaux menés au CIRAD ont montré que les outils de travail superficiel du sol (Cover-crop) participent à la remobilisation du stock semencier, et que les outils de taille (barre de fauche ou broyeur mécanique) favoriseraient la repousse de certaines espèces, celles à croissance végétative particulièrement. De même, suite aux inventaires, il a été relevé que la débroussailluse avait tendance sur le long-terme à favoriser le développement des poacées.

La variabilité des réponses entre individus repose sur les différentes stratégies reproductives et de croissance que les espèces ont élaborées. Les espèces au cycle de

développement court, pouvant fleurir plusieurs fois par an, se reproduisant de manière végétative ou dont la dissémination des graines est peu contraignante (autochorie ou anémochorie) seront a priori favorisées, car elles sont aptes à reformer rapidement un couvert dense. Cependant, une diversité de durée de cycle permettrait l'alternance des stades végétatifs et une pérennisation de la floraison au cours de l'année. De même, pour les espèces pérennes ligneuses, une différenciation dans l'espace, par implantation en périphérie de parcelle, permettrait de les exploiter durablement. Enfin, pour pallier au manque de représentativité, l'introduction par semence d'espèces autochtones au sein du couvert serait envisageable. Suite à la sélection des espèces « favorables », un suivi phénologique permettra de mieux caractériser les espèces choisies et d'en prédire les variations et donc l'efficacité sur l'année.

VI. Conclusion

Les inventaires floristiques réalisés dans 14 vergers d'agrumes de l'île de la Réunion ont permis d'apprécier les communautés végétales spontanées s'établissant dans divers contextes écologiques. Le climat représente un facteur responsable des variations de richesses spécifiques, les écologies humides apparaissant plus favorables. De même, les pratiques culturales influencent très probablement la population végétale, par la fréquence des interventions de gestion du couvert ou l'emploi de traitement herbicides. Post-inventaires, les espèces retenues, issues de l'analyse de leurs traits d'effet, constituent un échantillon de 8 espèces très favorables.

En parallèle, sont étudiés les traits de réponse de ces espèces face aux changements environnementaux et aux pratiques culturales. Pour promouvoir les espèces jugées favorables, des adaptations peuvent être envisagées par changement de la gestion de l'enherbement, par la création de zones différenciées entre le couvert et les bordures de parcelles ou par l'introduction d'espèces indigènes dans un verger.

Le projet s'oriente également vers la mise en place d'un réseau de producteurs afin de suivre les évolutions de la flore in-situ sur le long terme et permettre l'accompagnement des producteurs engagés. Le suivi d'indicateurs biologiques, comme le comptage des auxiliaires et des ravageurs aidera à apprécier la qualité des enherbements choisis et à orienter les changements de stratégie de gestion du couvert si nécessaire. De manière générale, la biodiversité présente dans les enherbements témoigne du potentiel des vergers d'agrumes réunionnais. De même, la volonté des producteurs de s'affranchir des produits phytosanitaires devrait porter le projet dans une dynamique favorable, ceux-ci étant plus aptes à envisager des pratiques nouvelles, conduisant progressivement leur exploitation vers un système de culture agro-écologique.

Bibliographie

- Albert, C.H., Grassein, F., Schurr, F.M., Vieilledent, G., Violle, C., 2011. When and how should intraspecific variability be considered in trait-based plant ecology? *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 13, 217–225. doi:10.1016/j.ppees.2011.04.003
- Altieri, M.A., 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74, 19–31. doi:10.1016/S0167-8809(99)00028-6
- Arim, M., Marquet, P.A., 2004. Intraguild predation: a widespread interaction related to species biology. *Ecol. Lett.* 7, 557–564. doi:10.1111/j.1461-0248.2004.00613.x
- Attie, M., Baret, S., Strasberg, D., 2005. Phytophagous insects associated to non-native invasive plants at Reunion Island (Mascareignes). *Rev. Ecol.- Terre Vie* 60, 107–125.
- Autrey, J.-C., Bossier, J., Ferguson, I.K., 2008. Flore des Mascareignes: La Réunion, Maurice, Rodrigues,. Institut de recherche pour le développement ; Mauritius sugar industry research institute ; the Royal botanic gardens, Paris; [Port-Louis]; Kew.
- Begum, M., Gurr, G.M., Wratten, S.D., Nicol, H.I., 2004. Flower color affects tri-trophic-level biocontrol interactions. *Biol. Control* 30, 584–590. doi:10.1016/j.biocontrol.2004.03.005
- Bentley, B.L., 1976. Plants Bearing Extrafloral Nectaries and the Associated Ant Community: Interhabitat Differences in the Reduction of Herbivore Damage. *Ecology* 57, 815–820. doi:10.2307/1936195
- Bianchi, F.J.J.A., Booij, C.J.H., Tscharrntke, T., 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 273, 1715–1727. doi:10.1098/rspb.2006.3530
- Bolognesi, C., 2003. Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. *Mutat. Res. Mutat. Res.* 543, 251–272. doi:10.1016/S1383-5742(03)00015-2
- Bolognesi, C., Morasso, G., 2000. Genotoxicity of pesticides: potential risk for consumers. *Trends Food Sci. Technol.* 11, 182–187. doi:10.1016/S0924-2244(00)00060-1
- Cetintas, R., McAuslane, H., 2009. Effectiveness of Parasitoids of Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) on Cotton Cultivars Differing in Leaf Morphology. *Fla. Entomol.* 92, 538–547. doi:10.1653/024.092.0402
- Cortesero, A.M., Stapel, J.O., Lewis, W.J., 2000. Understanding and Manipulating Plant Attributes to Enhance Biological Control. *Biol. Control* 17, 35–49. doi:10.1006/bcon.1999.0777
- Croft, B.A., 1982. Arthropod Resistance to Insecticides: A Key to Pest Control Failures and Successes in North American Apple Orchards. *Entomol. Exp. Appl.* 31, 88–110. doi:10.1111/j.1570-7458.1982.tb03121.x
- Desouhant, E., Driessen, G., Amat, I., Bernstein, C., 2005. Host and food searching in a parasitic wasp *Venturia canescens*: a trade-off between current and future reproduction? *Anim. Behav.* 70, 145–152. doi:10.1016/j.anbehav.2004.10.015
- Diaz, S., Cabido, M., 1997. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *J. Veg. Sci.* 8, 463–474. doi:10.2307/3237198
- Epstein, D.L., Zack, R.S., Brunner, J.F., Gut, L., Brown, J.J., 2000. Effects of Broad-Spectrum Insecticides on Epigeal Arthropod Biodiversity in Pacific Northwest Apple Orchards. *Environ. Entomol.* 29, 340–348. doi:10.1093/ee/29.2.340
- Étienne, J., Quilici, S., Marival, D., Franck, A., 2001. Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadeloupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae). *Fruits* 56, 307–315. doi:10.1051/fruits:2001131

- Ferreira, J.A.M., Eshuis, B., Janssen, A., Sabelis, M.W., 2008. Domatia reduce larval cannibalism in predatory mites. *Ecol. Entomol.* 33, 374–379. doi:10.1111/j.1365-2311.2007.00970.x
- Freemark, K., Boutin, C., 1995. Impacts of agricultural herbicide use on terrestrial wildlife in temperate landscapes: A review with special reference to North America. *Agric. Ecosyst. Environ.* 52, 67–91. doi:10.1016/0167-8809(94)00534-L
- Gaba, S., Fried, G., Kazakou, E., Chauvel, B., Navas, M.L., 2014. Agroecological weed control using a functional approach: A review of cropping systems diversity. *Agron. Sustain. Dev.* 34, 103–119. doi:10.1007/s13593-013-0166-5
- Garnier, E., Navas, M.L., 2012. A trait-based approach to comparative functional plant ecology: Concepts, methods and applications for agroecology. A review. *Agron. Sustain. Dev.* doi:10.1007/s13593-011-0036-y
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tscharrntke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Oñate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hänke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W., Inchausti, P., 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic Appl. Ecol.* 11, 97–105. doi:10.1016/j.baae.2009.12.001
- Géneau, C.E., Wäckers, F.L., Luka, H., Daniel, C., Balmer, O., 2012. Selective flowers to enhance biological control of cabbage pests by parasitoids. *Basic Appl. Ecol.* 13, 85–93. doi:10.1016/j.baae.2011.10.005
- Giger, A., Srinivasan, M., 1997. Honeybee vision: analysis of orientation and colour in the lateral, dorsal and ventral fields of view. *J. Exp. Biol.* 200, 1271–1280.
- Godfray, H.C.J., 1994. *Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology*. Princeton University Press.
- Goulson, D., 1999. Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 2, 185–209. doi:10.1078/1433-8319-00070
- Grevstad, F.S., Klepetka, B.W., 1992. The influence of plant architecture on the foraging efficiencies of a suite of ladybird beetles feeding on aphids. *Oecologia* 92, 399–404. doi:10.1007/BF00317466
- Grime, J.P., 1998. Benefits of plant diversity to ecosystems: Immediate, filter and founder effects. *J. Ecol.* doi:10.1046/j.1365-2745.1998.00306.x
- Grostal, R., O’Dowd, D.J., 1994. Plants, mites and mutualism: leaf domatia and the abundance and reproduction of mites on *Viburnum tinus* (Caprifoliaceae). *Oecologia* 97, 308–315. doi:10.1007/BF00317319
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., 1999. FORUM “Integrated biological control”: A proposal for enhancing success in biological control. *Int. J. Pest Manag.* 45, 81–84. doi:10.1080/096708799227851
- Hodge, M.A., 1999. The Implications of Intraguild Predation for the Role of Spiders in Biological Control. *J. Arachnol.* 27, 351–362.
- Hu, J., Wang, C., Wang, J., You, Y., Chen, F., 2010. Monitoring of resistance to spiropdiclofen and five other acaricides in *Panonychus citri* collected from Chinese citrus orchards. *Pest Manag. Sci.* 66, 1025–1030. doi:10.1002/ps.1978
- Inbar, M., Gerling, D., 2008. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. *Annu. Rev. Entomol.* 53, 431–448. doi:10.1146/annurev.ento.53.032107.122456
- Interactions insectes-plantes, 2013. . Editions Quae.

- Ives, A. r., Klug, J. l., Gross, K., 2000. Stability and species richness in complex communities. *Ecol. Lett.* 3, 399–411. doi:10.1046/j.1461-0248.2000.00144.x
- João A. M. Ferreira, D.F.S.C., 2011. Leaf domatia reduce intraguild predation among predatory mites. *J. Peripher. Nerv. Syst. - J PERIPHER NERV SYST* 36, 435–441. doi:10.1111/j.1365-2311.2011.01286.x
- Juste, F., Sanchez, S., Ibañez, R., Val, L., Garcia, C., 1990. Measurement of spray deposition and efficiency of pesticide application in citrus orchards. *J. Agric. Eng. Res.* 46, 187–196. doi:10.1016/S0021-8634(05)80125-8
- Karban, R., English-Loeb, G., Walker, M.A., Thaler, J., 1995. Abundance of phytoseiid mites on *Vitis* species: effects of leaf hairs, domatia, prey abundance and plant phylogeny. *Exp. Appl. Acarol.* 19, 189–197. doi:10.1007/BF00130822
- Kennedy, G.G., 2003. TOMATO, PESTS, PARASITOIDS, AND PREDATORS: Tritrophic Interactions Involving the Genus *Lycopersicon*. *Annu. Rev. Entomol.* 48, 51–72. doi:10.1146/annurev.ento.48.091801.112733
- Khan, B.S., Afzal, M., Bashir, M.H., 2008. Effects of some morphological leaf characters of some vegetables with incidence of predatory mites of the genus *Agistemus* (Stigmaeidae : Acarina). *Pak. J. Bot.* 40, 1113–1119.
- Krips, O.E., Kleijn, P.W., Willems, P.E.L., Gols, G.J.Z., Dicke, M., 1999. Leaf hairs influence searching efficiency and predation rate of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 23, 119–131. doi:10.1023/A:1006098410165
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M., 2000. Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45, 175–201. doi:10.1146/annurev.ento.45.1.175
- Landis, D.A., Wratten, S.D., Gurr, G.M., 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45, 175–201. doi:10.1146/annurev.ento.45.1.175
- Lavorel, S., Garnier, E., 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Funct. Ecol.* 16, 545–556. doi:10.1046/j.1365-2435.2002.00664.x
- Lavorel, S., McIntyre, S., Landsberg, J., Forbes, T.D.A., 1997. Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends Ecol. Evol.* 12, 474–478. doi:10.1016/S0169-5347(97)01219-6
- Limburg, D.D., Rosenheim, J.A., 2001. Extrafloral Nectar Consumption and Its Influence on Survival and Development of an Omnivorous Predator, Larval *Chrysoperla plorabunda* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.* 30, 595–604. doi:10.1603/0046-225X-30.3.595
- Lundgren, J.G., 2009. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. *Biol. Control, Trophic Ecology of the Coccinellidae* 51, 294–305. doi:10.1016/j.biocontrol.2009.05.016
- Machado, I.C., 2004. Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Ann. Bot.* 94, 365–376. doi:10.1093/aob/mch152
- Mailloux, J., Le Bellec, F., Kreiter, S., Tixier, M.-S., Dubois, P., 2010. Influence of ground cover management on diversity and density of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in Guadeloupean citrus orchards. *Exp. Appl. Acarol.* 52, 275–290. doi:10.1007/s10493-010-9367-7
- McLaughlin, A., Mineau, P., 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agric. Ecosyst. Environ.* 55, 201–212. doi:10.1016/0167-8809(95)00609-V

- Mcmurtry, J.A., De Moraes, G.J., Sourassou, N.F., 2013. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst. Appl. Acarol.* 18, 297–320.
- Mussia, S.D., 2012. La filière fruits et légumes à la Réunion en bref [En ligne]. Date de mise à jour : 11/01/2012. Disponible sur <http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/Les-paysparticipants/France-Reunion/Filieres-agricoles/La-filiere-fruits-et-legumes-a-la-Reunion-en-bref>
- Niblett, C.L., Genc, H., Cevik, B., Halbert, S., Brown, L., Nolasco, G., Bonacalza, B., Manjunath, K.L., Febres, V.J., Pappu, H.R., Lee, R.F., 2000. Progress on strain differentiation of Citrus tristeza virus and its application to the epidemiology of citrus tristeza disease. *Virus Res.* 71, 97–106. doi:10.1016/S0168-1702(00)00191-X
- Nicolson, S.W., Nepi, M., Pacini, E., 2007. *Nectaries and Nectar*. Springer Science & Business Media.
- Noba, K., Ba, A.T., Caussanel, J.-P., Mbaye, M.S., Barralis, G., 2004. Weed flora of the crops of the South Bassin arachidier (Senegal). *Webbia* 59, 293–308.
- Norris, R.E., 2005. Ecological bases of interactions between weeds and organisms in other pest categories. *Weed Sci.* 53, 909–913. doi:10.1614/WS-04-048R1.1
- Norris, R.F., Kogan, M., 2000. Interactions between weeds, arthropod pests, and their natural enemies in managed ecosystems. *Weed Sci.* doi:10.1614/0043-1745(2000)048[0094:IBWAPA]2.0.CO;2
- Norton, A.P., English-Loeb, G., Belden, E., 2001. Host plant manipulation of natural enemies: leaf domatia protect beneficial mites from insect predators. *Oecologia* 126, 535–542. doi:10.1007/s004420000556
- Parrón, T., Requena, M., Hernández, A.F., Alarcón, R., 2014. Environmental exposure to pesticides and cancer risk in multiple human organ systems. *Toxicol. Lett., Environmental contaminants and target organ toxicities* 230, 157–165. doi:10.1016/j.toxlet.2013.11.009
- Patt, J.M., Hamilton, G.C., Lashomb, J.H., 1997. Foraging success of parasitoid wasps on flowers: Interplay of insect morphology, floral architecture and searching behavior. *Entomol. Exp. Appl.* 83, 21–30. doi:10.1023/A:1002936210051
- Pemberton, R.W., Turner, C.E., 1989. Occurrence of Predatory and Fungivorous Mites in Leaf Domatia. *Am. J. Bot.* 76, 105–112. doi:10.2307/2444779
- Perez-Harguindeguy, N., Diaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M.S., Cornwell, W.K., Craine, J.M., Gurvich, D.E., Urcelay, C., Veneklaas, E.J., Reich, P.B., Poorter, L., Wright, I.J., Ray, P., Enrico, L., Pausas, J.G., de Vos, A.C., Buchmann, N., Funes, G., Quetier, F., Hodgson, J.G., Thompson, K., Morgan, H.D., ter Steege, H., van der Heijden, M.G.A., Sack, L., Blonder, B., Poschlod, P., Vaieretti, M. V., Conti, G., Staver, A.C., Aquino, S., Cornelissen, J.H.C., 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Aust. J. Bot.* 61, 167–234. doi:10.1071/BT12225
- Peter, A.J., Shanower, T.G., 1998. Plant glandular trichomes. *Resonance* 3, 41–45. doi:10.1007/BF02837613
- Polis, G.A., Myers, C.A., Holt, R.D., 1989. The Ecology and Evolution of Intraguild Predation: Potential Competitors That Eat Each Other. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 20, 297–330.
- Quilici, S., Franck, A., Vincenot, D., Montagneux, B., 1995. Un nouveau ravageur des agrumes a la Reunion. La mineuse #Phyllocnistis citrella#. *Phytoma - Def. Veg.* 37–40.
- Quilici, S., Langlois, A., 1993. Bioecological survey of weevils damaging fruit crops in Reunion island. *IOBCWPRS Bull.* 16, 30–40.

- Quilici, S., Vincenot, D., Franck, A., 2003. Les auxiliaires des cultures fruitières à l'île de la Réunion. Editions Quae.
- Rasmy, A.H., El-Banhawy, E.M., 1974. Behaviour and bionomics of the predatory mite, *Phytoseius plumifer* [Acarina: Phytoseiidae] as affected by physical surface features of host plants. *Entomophaga* 19, 255–257. doi:10.1007/BF02371050
- Ratnadass, A., Fernandes, P., Avelino, J., Habib, R., 2011. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 32, 273–303. doi:10.1007/s13593-011-0022-4
- Reichenberger, S., Bach, M., Skitschak, A., Frede, H.-G., 2007. Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground- and surface water and their effectiveness; A review. *Sci. Total Environ.* 384, 1–35. doi:10.1016/j.scitotenv.2007.04.046
- Richards, L.A., Coley, P.D., 2011. Domatia morphology and mite occupancy of *Psychotria horizontalis* (Rubiaceae) across the Isthmus of Panama. *Arthropod-Plant Interact.* 6, 129–136. doi:10.1007/s11829-011-9161-4
- Roda, A., Nyrop, J., English-Loeb, G., 2003. Leaf pubescence mediates the abundance of non-prey food and the density of the predatory mite *Typhlodromus pyri*. *Exp. Appl. Acarol.* 29, 193–211.
- Schaffer, B., Peña, J.E., Colls, A.M., Hunsberger, A., 1997. Citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in lime: Assessment of leaf damage and effects on photosynthesis. *Crop Prot.* 16, 337–343. doi:10.1016/S0261-2194(97)00003-3
- Schmidt, R. a, 2014. Leaf structures affect predatory mites (Acari: Phytoseiidae) and biological control: a review. *Exp. Appl. Acarol.* 62, 1–17. doi:10.1007/s10493-013-9730-6
- Sivinski, J., Wahl, D., Holler, T., Dobai, S. Al, Sivinski, R., 2011. Conserving natural enemies with flowering plants: Estimating floral attractiveness to parasitic Hymenoptera and attraction's relationship to flower and plant morphology. *Biol. Control* 58, 208–214. doi:10.1016/j.biocontrol.2011.05.002
- Symondson, W.O.C., Sunderland, K.D., Greenstone, M.H., 2002. Can Generalist Predators Be Effective Biocontrol Agents?1. *Annu. Rev. Entomol.* 47, 561–594. doi:10.1146/annurev.ento.47.091201.145240
- Tian, D., Tooker, J., Peiffer, M., Chung, S.H., Felton, G.W., 2012. Role of trichomes in defense against herbivores: comparison of herbivore response to woolly and hairless trichome mutants in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Planta* 236, 1053–1066. doi:10.1007/s00425-012-1651-9
- Tilney, P.M., van Wyk, A.E., van der Merwe, C.F., 2012. Structural Evidence in *Plectroniella armata* (Rubiaceae) for Possible Material Exchange between Domatia and Mites. *Plos One* 7, e39984. doi:10.1371/journal.pone.0039984
- Urbaneja, A., Pascual-Ruiz, S., Pina, T., Abad-Moyano, R., Vanaclocha, P., Montón, H., Dembilio, O., Castañera, P., Jacas, J.A., 2008. Efficacy of five selected acaricides against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and their side effects on relevant natural enemies occurring in citrus orchards. *Pest Manag. Sci.* 64, 834–842. doi:10.1002/ps.1572
- Wäckers, F.L., van Rijn, P.C.J., Bruin, J., 2005. *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: A Protective Mutualism and its Applications.* Cambridge University Press.
- Wagner, G.J., 1991. Secreting Glandular Trichomes: More than Just Hairs. *Plant Physiol.* 96, 675–679. doi:10.1104/pp.96.3.675
- Walter, D.E., 1996. Living on leaves: Mites, tomenta, and leaf domatia. *Annu. Rev. Entomol.* 41, 101–114. doi:10.1146/annurev.en.41.010196.000533

- Westoby, M., Falster, D.S., Moles, A.T., Vesk, P.A., Wright, I.J., 2002. Plant Ecological Strategies: Some Leading Dimensions of Variation Between Species. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33, 125–159. doi:10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150452
- Wilby, A., Thomas, M.B., 2002. Natural enemy diversity and pest control: patterns of pest emergence with agricultural intensification. *Ecol. Lett.* 5, 353–360. doi:10.1046/j.1461-0248.2002.00331.x
- Yang, Y., Huang, M., C. Beattie, G.A., Xia, Y., Ouyang, G., Xiong, J., 2006. Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama, a major pest of citrus: A status report for China. *Int. J. Pest Manag.* 52, 343–352. doi:10.1080/09670870600872994

Table des annexes

| | |
|---|----|
| Annexe I : interface de saisie des données que présente la base de données BD-Traits face à son utilisateur..... | 38 |
| Annexe II : Inventaire exhaustif des espèces relevées sur 14 parcelles de producteurs d'agrumes, entre le 28 octobre 2014 et le 9 janvier 2015, à l'Ile de la Réunion..... | 37 |
| Annexe III : Sorties R décrivant les pourcentages d'inertie attribués aux différentes dimensions de l'ACM et les variables étant corrélées aux axes de dimension 1 et 2..... | 41 |
| Annexe IV : Individus de l'ACM associés aux noms des espèces et leur appartenance aux groupes de la CAH..... | 42 |
| Annexe V : Sorties R décrivant les classes de l'ACM par les modalités considérées..... | 43 |
| Annexe VI : Sorties R décrivant les classes de l'ACM par les individus..... | 44 |
| Annexe VII : Parcelle 1 de Mr. HOAREAU..... | 45 |
| Annexe VIII : Synthèse des pratiques agricoles employées par chaque agriculteur..... | 46 |
| Annexe IX : Parcelle de Mr. LUGUY..... | 45 |
| Annexe X : Etudes des traits de réponses pour quelques individus..... | 48 |

**Annexe I : Interface de saisie des données que présente la base de données
BD-Traits face à son utilisateur.**

| | | | |
|------------|---|------------------|---|
| Espèce | Achyranthes aspera L. | | |
| Famille | Amaranthaceae | Lieu de collecte |  |
| Synonyme | | Lieu | Yebo Luguy - Piton Bloc |
| NomCommun1 | Herbe d'Eugène | latitude | -21.312747 |
| NomCommun2 | | longitude | 55.575182 |
| NomCommun3 | | altitude | 978 |
| IDAO_lien | http://idao.cirad.fr/S | | |

| | | | |
|-------------------|-------------|----------------|-------|
| Surface foliaire | 14601,15525 | _Observé | |
| Biomasse | 540 | _Observé | |
| SLA | 27,04 | | |
| Hauteur cm | 82,035 | _Observé | |
| Pds 1000 graines | 4,07 | Kew Royal Bot | |
| Mode dispersion | zoo | IDAO CIRAD | |
| Multiplication | sexuée | IDAO CIRAD | |
| Type biologique | Annuelle | IDAO CIRAD | |
| Port | dressé | _Observé | |
| Domaties | Non | _Observé | |
| Dens trichom Sup | Forte | _Observé | |
| Dens trichom Inf | Forte | _Observé | |
| Trichome gland | Non | _Observé | |
| Type feuille | marge lisse | _Observé | |
| Nervure en relief | Oui | _Observé | |
| Recouvrement | Moyen | _Observé | |
| Gde fleur O/N-mm | Non | | 0,548 |
| Couleur fleur | verdatre | _Observé | |
| Grande inflo | Oui | _Observé | |
| Nectar extraflo | Non | _Ajouter une r | |

Actualiser

[fiche complète](#)

| Bioagresseur | précision |
|--------------|-----------|
| PUCERON | |
| ACARIEN | |
| * | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| Auxiliaire | précision |
|-------------|-----------|
| CHRYSOPE | |
| PARASITOIDE | |
| * | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

fermer

Annexe II : Inventaire exhaustif des espèces relevées sur 14 parcelles de producteurs d'agrumes, entre le 28 octobre 2014 et le 9 janvier 2015, à l'Île de la Réunion.

| Nom de l'espèce | Nom de l'espèce |
|---|---|
| <i>Achyranthes aspera</i> L. | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. |
| <i>Adiantum raddianum</i> C. Presl. | <i>Cyperus rotundus</i> L. |
| <i>Agapanthus campanulatus</i> var <i>albinus</i> | <i>Daucus carota</i> L. |
| <i>Agapanthus praecox</i> Willd. | <i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd. |
| <i>Ageratina riparia</i> (Regel) R.M. King et H. Rob. | <i>Desmodium incanum</i> DC. |
| <i>Ageratum conyzoides</i> L. | <i>Desmodium intortum</i> (Mill.) Urb. |
| <i>Amaranthus dubius</i> Mart. ex Thell. | <i>Dichrocephala integrifolia</i> (L.f.) O.Kuntze |
| <i>Amaranthus spinosus</i> L. | <i>Digitaria radicata</i> (Presl.) Miq. |
| <i>Amaranthus viridis</i> L. | <i>Dimocarpus longan</i> Lour. |
| <i>Anagallis arvensis</i> L. | <i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. |
| <i>Arachis pintoi</i> Krapov. & W.C. Greg. | ex Roem. & Schult. |
| <i>Artemisia vulgaris</i> L. | <i>Duchesnea indica</i> (Andrews) Focke. |
| <i>Asclepias curassavica</i> L. | <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. |
| <i>Asystasia gangetica</i> (L.) T.Anderson | <i>Erigeron karvinskianus</i> DC. |
| <i>Begonia cucullata</i> Willd. | <i>Euphorbia heterophylla</i> L. |
| <i>Bidens pilosa</i> L. | <i>Euphorbia hirta</i> L. |
| <i>Boehmeria penduliflora</i> Wedd. ex D.G. Long. | <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L. |
| <i>Boerhavia diffusa</i> L. | <i>Euphorbia peplus</i> L. |
| <i>Boerhavia repens</i> L. | <i>Fumaria muralis</i> (Andrews) Focke. |
| <i>Briza</i> sp. | <i>Galinsoga parviflora</i> Cav. |
| <i>Cajanus scarabaeoides</i> (L.) Millsp. | <i>Geranium carolinianum</i> L. |
| <i>Canna indica</i> L. | <i>Gladiolus dalenii</i> Van Geel. |
| <i>Cardamine hirsuta</i> L. | <i>Heliotropium amplexicaule</i> Vahl. |
| <i>Cardispermum halicacabum</i> L. | <i>Hubertia ambavilla</i> Bory. |
| <i>Cenchrus echinatus</i> L. | <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser. |
| <i>Centella asiatica</i> (L.) Urb. | <i>Hypochoeris radicata</i> L. |
| <i>Chenopodium album</i> L. | <i>Hypoxis angustifolia</i> Lam. |
| <i>Chloris barbata</i> (L.) Sw. | <i>Impatiens flaccida</i> Arn. |
| <i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don. | <i>Indigofera hendecaphylla</i> Jacq. |
| <i>Commelina benghalensis</i> L. | <i>Ipomoea indica</i> (Burm.) Merr. |
| <i>Commelina diffusa</i> Burm.f. | <i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth |
| <i>Commelina</i> sp. | <i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker Gawl. |
| <i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E.Walker | <i>Kyllinga elata</i> Steud. |
| <i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm. | <i>Kyllinga</i> sp. |
| <i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore | <i>Lantana camara</i> L. |
| <i>Crotalaria retusa</i> L. | <i>Laphangium luteoalbum</i> (L.) Tzvelev. |
| <i>Cuscuta campestris</i> Yunck. | <i>Lapsana communis</i> L. |
| <i>Cyathea</i> sp. | <i>Lens culinaris</i> Medik. |
| <i>Cyclosporum leptophyllum</i> (Pers.) | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. |
| Sprague ex Britt. & Wilson | <i>Ligustrum robustum</i> Sensus Thw. |

| Nom de l'espèce | Nom de l'espèce |
|---|---|
| <i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. Rob. | <i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult. |
| <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H.Raven. | <i>Sida acuta</i> Burm.f. |
| <i>Luzula campestris</i> (L.) DC. | <i>Siegesbeckia orientalis</i> L. |
| <i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb. | <i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav. |
| <i>Malva parviflora</i> L. | <i>Solanum lycopersicum</i> L. |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke | <i>Solanum mauritianum</i> Scop. |
| <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka | <i>Solanum nigrum</i> L. |
| <i>Mimosa pudica</i> L. | <i>Sonchus arvensis</i> L. |
| <i>Momordica charantia</i> L. | <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill. |
| <i>Nothoscordum gracile</i> (Aiton) Stearn. | <i>Sonchus oleraceus</i> L. |
| <i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton. | <i>Sorghum arundinaceum</i> (Desv.) Stapf |
| <i>Orobanche minor</i> Sm. | <i>Spergula arvensis</i> L. |
| <i>Oxalis corniculata</i> L. | <i>Spermacoce alata</i> Aubl. |
| <i>Oxalis latifolia</i> Kunth. | <i>Spermacoce</i> sp. |
| <i>Panicum maximum</i> Jacq. | <i>Sporobolus indicus</i> (Linnaeus) R.Brown |
| <i>Parthenium hysterophorus</i> L. | <i>Stachys arvensis</i> L. |
| <i>Paspalum dilatatum</i> Poir. | <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> Gardn. |
| <i>Paspalum paniculatum</i> L. | <i>Stellaria media</i> L. |
| <i>Paspalum</i> sp. | <i>Stenotaphrum dimidiatum</i> (L.) Brongn. |
| <i>Persicaria chinensis</i> (L.) H.Gross. | <i>Stylosanthes</i> sp. |
| <i>Persicaria senegalensis</i> (Meisn.) Soják. | <i>Syzigium jambos</i> (L.) Alston. |
| <i>Phyllanthus amarus</i> Thonn. | <i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn. |
| <i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb. | <i>Taraxacum vulgare</i> sensu auct. non Schrank. |
| <i>Phytolacca americana</i> L. | <i>Teramnus labialis</i> (L. f.) Spreng. |
| <i>Pilea microphylla</i> (L.) Liebm. | <i>Tradescantia fluminensis</i> Vell. |
| <i>Plantago lanceolata</i> L. | <i>Trianthema portulacastrum</i> L. |
| <i>Polytrichastrum formosum</i> (Hedw.) G.L.Sm. | <i>Tribulus cistoides</i> L. |
| <i>Portulaca oleracea</i> L. | <i>Tridax procubens</i> L. |
| <i>Psidium cattleianum</i> Sabine. | <i>Trifolium repens</i> L. |
| <i>Pterocypsela indica</i> (L.) C.Shih | <i>Tristemma mauritianum</i> J.F. Gmel. |
| <i>Pycreus polystachyos</i> (Rottb.) P.Beauv. | <i>Tropaeolum majus</i> L. |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> L. | <i>Urena lobata</i> L. |
| <i>Rubus alceifolius</i> Poir. | <i>Verbena bonariensis</i> L. |
| <i>Rubus fraxinifolius</i> Poir. | <i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less. |
| <i>Rubus rosifolius</i> Sm. | <i>Veronica persica</i> Poir. |
| <i>Rumex abyssinicus</i> Jacq. | <i>Vicia sativa</i> L. |
| <i>Rumex crispus</i> L. | <i>Youngia japonica</i> (L.) DC. |
| <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi. | |

Pour quelques espèces, pour cause d'incertitude, l'identification s'arrête au genre.

Annexe III : Sorties R décrivant les pourcentages d'inertie attribués aux différentes dimensions de l'ACM et les variables étant corrélées aux axes de dimension 1 et 2.

```

> summary(res100, nbelements=10)

Call:
MCA(adv100[, 12:20])

Eigenvalues
      Dim.1  Dim.2  Dim.3  Dim.4  Dim.5  Dim.6  Dim.7  Dim.8  Dim.9  Dim.10  Dim.11  Dim.12
Variance   0.257  0.212  0.196  0.176  0.155  0.144  0.126  0.120  0.109  0.105  0.095  0.083
% of var.  12.153 10.021  9.293  8.318  7.334  6.810  5.952  5.678  5.177  4.967  4.522  3.924
Cumulative % of var. 12.153 22.174 31.467 39.785 47.119 53.928 59.881 65.559 70.735 75.702 80.224 84.148
      Dim.13  Dim.14  Dim.15  Dim.16  Dim.17  Dim.18  Dim.19
Variance   0.072  0.064  0.061  0.050  0.039  0.035  0.013
% of var.   3.428  3.051  2.870  2.371  1.869  1.644  0.619
Cumulative % of var. 87.576 90.627 93.496 95.867 97.736 99.381 100.000

> res <- dimdesc(res100, axes=1:2, proba=0.05)

> res
$`dim 1`
$`dim 1`$quali
      R2      p.value
Trichomes.inf 0.6733343 3.087893e-23
Trichomes.sup 0.6230300 2.877946e-20
Relief.nervure 0.3646036 2.925710e-11
Feuille       0.2436585 1.804777e-07
Couleur       0.3089350 4.164672e-06

$`dim 1`$category
      Estimate      p.value
Relief.nervure_oui 0.3228262 2.925710e-11
Trichomes.inf_Forte 0.4415814 4.805563e-10
Trichomes.sup_Modérée 0.3550864 1.665291e-07
marge non lisse 0.2525160 1.804777e-07
Trichomes.sup_Forte 0.3357859 1.003687e-05
Trichomes.inf_Modérée 0.2890584 5.470240e-05
jaune 0.3054339 9.929655e-03
violet 0.4016117 1.106290e-02
bleu -0.7571794 2.508497e-02
verdatre -0.2779598 3.670600e-04
marge lisse -0.2525160 1.804777e-07
Relief.nervure_Non -0.3228262 2.925710e-11
Trichomes.sup_Nulle -0.5640412 2.625922e-17
Trichomes.inf_Nulle -0.5199557 1.108947e-17

$`dim 2`
$`dim 2`$quali
      R2      p.value
Trichomes.sup 0.39137217 2.230300e-10
Trichomes.inf 0.35287164 4.033733e-09
Couleur 0.34695675 3.724901e-07
Recouvrement 0.24151416 1.504710e-06
Grande.inflorescence 0.16842099 2.228308e-05
Feuille 0.15553647 4.905861e-05
Nectar.extrafloral 0.09716013 1.594533e-03
Grande.fleur 0.07999906 4.353866e-03
Relief.nervure 0.07011507 7.760093e-03

$`dim 2`$category
      Estimate      p.value
fort 0.3150778 1.449456e-06
Trichomes.inf_Modérée 0.4041656 2.012160e-06
Grande.inflorescence_Non 0.2179584 2.228308e-05
blanc 0.3364069 2.471074e-05
marge non lisse 0.1831979 4.905861e-05
Trichomes.sup_faible 0.3599877 7.516586e-04
Nectar.extrafloral_oui 0.2131517 1.594533e-03
Grande.fleur_oui 0.1502166 4.353866e-03
Relief.nervure_Non 0.1285495 7.760093e-03
Relief.nervure_Oui -0.1285495 7.760093e-03
Grande.fleur_Non -0.1502166 4.353866e-03
Nectar.extrafloral_Non -0.2131517 1.594533e-03
Moyen -0.2501740 1.096412e-04
marge lisse -0.1831979 4.905861e-05
Grande.inflorescence_oui -0.2179584 2.228308e-05
Trichomes.inf_Forte -0.4466718 8.207938e-07
verdatre -0.3765726 5.168222e-08
Trichomes.sup_Forte -0.6107230 3.836313e-10

```

Annexe IV : Individus de l'ACM associés aux noms des espèces et leur appartenance aux groupes de la CAH (classés par ordre d'entrée dans la base de données).

| N° | Espèces | Gr. N° | Espèces | Gr. |
|----|---|--------|---|-----|
| 1 | <i>Trifolium repens</i> L. | 5 | 51 <i>Ageratum conyzoides</i> L. | 2 |
| 2 | <i>Euphorbia heterophylla</i> L. | 4 | 52 <i>Verbena bonariensis</i> L. | 2 |
| 3 | <i>Tridax procumbens</i> L. | 1 | 53 <i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. | 2 |
| 4 | <i>Amaranthus viridis</i> L. | 4 | 54 <i>Persicaria senegalensis</i> (Meisn.) Soják. | 5 |
| 5 | <i>Parthenium hysterophorus</i> L. | 3 | 55 <i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E.Walker | 2 |
| 6 | <i>Senna occidentalis</i> (L.) Link | 5 | 56 <i>Polytrichastrum formosum</i> (Hedw.) G.L.Sm. | 4 |
| 7 | <i>Melochia pyramidata</i> (L.) Britt. | 2 | 57 <i>Agapanthus praecox</i> Willd. | 3 |
| 8 | <i>Bidens pilosa</i> L. | 2 | 58 <i>Begonia cucullata</i> Willd. | 5 |
| 9 | <i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker Gawl. | 5 | 59 <i>Oxalis latifolia</i> Kunth | 5 |
| 10 | <i>Cardiospermum halicacabum</i> L. | 2 | 60 <i>Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton | 1 |
| 11 | <i>Euphorbia hirta</i> L. | 2 | 61 <i>Tropaeolum majus</i> L. | 2 |
| 12 | <i>Coccinia grandis</i> (L.) J. Voigt | 5 | 62 <i>Lapsana communis</i> L. | 2 |
| 13 | <i>Sida acuta</i> Burm. f. | 2 | 63 <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser. | 5 |
| 14 | <i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd | 5 | 64 <i>Galinsoga parviflora</i> Cav. | 3 |
| 15 | <i>Cyperus rotundus</i> L. | 4 | 65 <i>Asystasia gangetica</i> (L.) T.Anderson | 2 |
| 16 | <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka | 3 | 66 <i>Paspalum paniculatum</i> Walt. | 1 |
| 17 | <i>Panicum maximum</i> Jacq. | 4 | 67 <i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex R. & S. | 5 |
| 18 | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd. | 3 | 68 <i>Desmodium incanum</i> DC. | 2 |
| 19 | <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. | 4 | 69 <i>Phytolacca americana</i> L. | 5 |
| 20 | <i>Cenchrus biflorus</i> Roxb. | 4 | 70 <i>Kyllinga elata</i> Steud. | 5 |
| 21 | <i>Acanthospermum hispidum</i> DC. | 1 | 71 <i>Heliotropium amplexicaule</i> Vahl | 1 |
| 22 | <i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers. | 5 | 72 <i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke | 2 |
| 23 | <i>Desmodium intortum</i> (Mill.) Urb. | 1 | 73 <i>Amaranthus dubius</i> Mart. ex Thell. | 4 |
| 24 | <i>Teramnus labialis</i> (L.f.) Spreng. | 5 | 74 <i>Stenotaphrum dimidiatum</i> (L.) Brongn. | 4 |
| 25 | <i>Boerhavia diffusa</i> L. | 5 | 75 <i>Centella asiatica</i> (L.) Urban | 2 |
| 26 | <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L. | 5 | 76 <i>Sonchus oleraceus</i> L. | 5 |
| 27 | <i>Sorghum arundinaceum</i> (Desv.) Stapf | 4 | 77 <i>Momordica charantia</i> L. | 2 |
| 28 | <i>Chloris barbata</i> (L.) Sw. | 4 | 78 <i>Siegesbeckia orientalis</i> L. | 1 |
| 29 | <i>Lantana camara</i> L. | 1 | 79 <i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less. | 2 |
| 30 | <i>Digitaria radicata</i> (Presl.) Miq. | 3 | 80 <i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm. | 5 |
| 31 | <i>Paspalum dilatatum</i> Poir. | 4 | 81 <i>Sonchus arvensis</i> L. | 4 |
| 32 | <i>Ipomoea eriocarpa</i> R.Brown | 2 | 82 <i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don | 1 |
| 33 | <i>Argemone mexicana</i> L. | 5 | 83 <i>Impatiens flaccida</i> Arn. | 5 |
| 34 | <i>Solanum torvum</i> Swartz | 3 | 84 <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl | 3 |
| 35 | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | 4 | 85 <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven | 1 |
| 36 | <i>Commelina benghalensis</i> L. | 3 | 86 <i>Trianthema portulacastrum</i> L. | 5 |
| 37 | <i>Nicandra physaloides</i> (L.) Gaertn. | 2 | 87 <i>Portulaca oleracea</i> L. | 5 |
| 38 | <i>Solanum nigrum</i> L. | 3 | 88 <i>Tribulus cistoides</i> L. | 2 |
| 39 | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit | 5 | 89 <i>Indigofera hendecaphylla</i> Jacq. | 5 |
| 40 | <i>Raphanus raphanistrum</i> L. | 2 | 90 <i>Pterocypsela indica</i> (L.) C.Shih | 5 |
| 41 | <i>Solanum mauritianum</i> Scop. | 1 | 91 <i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roemer & J.A. Schultes | 4 |
| 42 | <i>Plantago lanceolata</i> L. | 2 | 92 <i>Boerhavia repens</i> L. | 3 |
| 43 | <i>Euphorbia peplus</i> L. | 5 | 93 <i>Pycneus polystachyos</i> (Rottb.) P.Beauv. | 4 |
| 44 | <i>Oxalis corniculata</i> L. | 2 | 94 <i>Fumaria muralis</i> Sond. ex Koch | 5 |
| 45 | <i>Achyranthes aspera</i> L. | 1 | 95 <i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn. | 5 |
| 46 | <i>Rumex crispus</i> L. | 1 | 96 <i>Artemisia vulgaris</i> L. | 2 |
| 47 | <i>Hypochoeris radicata</i> L. | 1 | 97 <i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke | 2 |
| 48 | <i>Ipomoea indica</i> (Burm. f.) Merr. | 2 | 98 <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill | 5 |
| 49 | <i>Veronica persica</i> Poir. | 2 | 99 <i>Crococmiacrococsmiiflora</i> (Lemoine) N.E.Br. | 5 |
| 50 | <i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br. | 4 | 100 <i>Malva parviflora</i> L. | 2 |

Annexe V : Sorties R décrivant les classes de l'ACM par les modalités considérées

```

> res.hcpc$desc.var
$test.chi2

```

| | p.value | df |
|----------------------|--------------|----|
| Trichomes.sup | 1.786359e-31 | 12 |
| Trichomes.inf | 9.804342e-27 | 12 |
| Couleur | 2.924638e-09 | 24 |
| Grande.fleur | 1.626089e-06 | 4 |
| Feuille | 4.617816e-04 | 4 |
| Relief.nervure | 4.623137e-03 | 4 |
| Recouvrement | 1.148062e-02 | 8 |
| Grande.inflorescence | 1.825082e-02 | 4 |

```

$category
$category$`1`

```

| | Cl a/Mod | Mod/Cl a | Global | p.value | v.test |
|---|-----------|-----------|--------|--------------|-----------|
| Couleur=verdatre | 62.500000 | 88.235294 | 24 | 5.772620e-10 | 6.196517 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Nulle | 34.782609 | 94.117647 | 46 | 8.577278e-06 | 4.450244 |
| Grande.fleur=Grande.fleur_Non | 48.000000 | 70.588235 | 25 | 1.549079e-05 | 4.321591 |
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_Nulle | 28.000000 | 82.352941 | 50 | 3.670357e-03 | 2.905185 |
| Feuille=marge lisse | 26.315789 | 88.235294 | 57 | 3.785974e-03 | 2.895465 |
| Grande.inflorescence=Grande.inflorescence_Oui | 21.333333 | 94.117647 | 75 | 4.106662e-02 | 2.042857 |
| Grande.inflorescence=Grande.inflorescence_Non | 4.000000 | 5.882353 | 25 | 4.106662e-02 | -2.042857 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Modérée | 0.000000 | 0.000000 | 19 | 1.931510e-02 | -2.339393 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Forte | 0.000000 | 0.000000 | 21 | 1.201828e-02 | -2.511607 |
| Feuille=marge non lisse | 4.651163 | 11.764706 | 43 | 3.785974e-03 | -2.895465 |
| Couleur=blanc | 0.000000 | 0.000000 | 29 | 1.557566e-03 | -3.163739 |
| Grande.fleur=Grande.fleur_Oui | 6.666667 | 29.411765 | 75 | 1.549079e-05 | -4.321591 |

```

$category$`2`

```

| | Cl a/Mod | Mod/Cl a | Global | p.value | v.test |
|-------------------------------------|-----------|------------|--------|--------------|-----------|
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_Nulle | 60.000000 | 100.000000 | 50 | 1.604544e-12 | 7.065140 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Nulle | 56.521739 | 86.666667 | 46 | 6.768109e-08 | 5.397221 |
| Grande.fleur=Grande.fleur_Oui | 40.000000 | 100.000000 | 75 | 2.661958e-05 | 4.200611 |
| Relief.nervure=Relief.nervure_Non | 50.000000 | 56.666667 | 34 | 2.521729e-03 | 3.020722 |
| Couleur=rose | 72.727273 | 26.666667 | 11 | 2.780546e-03 | 2.991012 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_faible | 7.142857 | 3.333333 | 14 | 4.097325e-02 | -2.043801 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Modérée | 10.526316 | 6.666667 | 19 | 3.737025e-02 | -2.081696 |
| Couleur=verdatre | 8.333333 | 6.666667 | 24 | 6.116520e-03 | -2.741469 |
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_Forte | 0.000000 | 0.000000 | 14 | 4.373549e-03 | -2.849882 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Forte | 4.761905 | 3.333333 | 21 | 2.756050e-03 | -2.993713 |
| Relief.nervure=Relief.nervure_Oui | 19.696970 | 43.333333 | 66 | 2.521729e-03 | -3.020722 |
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_Modérée | 0.000000 | 0.000000 | 17 | 1.184627e-03 | -3.242556 |
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_faible | 0.000000 | 0.000000 | 19 | 4.796993e-04 | -3.491843 |
| Grande.fleur=Grande.fleur_Non | 0.000000 | 0.000000 | 25 | 2.661958e-05 | -4.200611 |

```

$category$`3`

```

| | Cl a/Mod | Mod/Cl a | Global | p.value | v.test |
|---|------------|------------|--------|--------------|-----------|
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_faible | 71.428571 | 90.909091 | 14 | 6.129642e-10 | 6.187061 |
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_faible | 36.842105 | 63.636364 | 19 | 6.873099e-04 | 3.394592 |
| Recouvrement=Moyen | 21.951220 | 81.818182 | 41 | 5.211096e-03 | 2.793687 |
| Couleur=bleu | 100.000000 | 18.181818 | 2 | 1.111111e-02 | 2.539185 |
| Grande.inflorescence=Grande.inflorescence_Oui | 14.666667 | 100.000000 | 75 | 3.458474e-02 | 2.113187 |
| Grande.inflorescence=Grande.inflorescence_Non | 0.000000 | 0.000000 | 25 | 3.458474e-02 | -2.113187 |
| Recouvrement=Fort | 0.000000 | 0.000000 | 26 | 2.951231e-02 | -2.176575 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Nulle | 2.173913 | 9.090909 | 46 | 9.124199e-03 | -2.607365 |

```

$category$`4`

```

| | Cl a/Mod | Mod/Cl a | Global | p.value | v.test |
|---|-----------|-----------|--------|--------------|-----------|
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_Modérée | 88.235294 | 53.571429 | 17 | 1.505621e-08 | 5.660922 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Modérée | 78.947368 | 53.571429 | 19 | 3.193290e-07 | 5.111667 |
| Feuille=marge non lisse | 48.837209 | 75.000000 | 43 | 7.266012e-05 | 3.967403 |
| Couleur=violet | 63.636364 | 25.000000 | 11 | 1.148137e-02 | 2.527696 |
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_faible | 52.631579 | 35.714286 | 19 | 1.309890e-02 | 2.481069 |
| Grande.inflorescence=Grande.inflorescence_Non | 48.000000 | 42.857143 | 25 | 1.482758e-02 | 2.436563 |
| Relief.nervure=Relief.nervure_Oui | 34.848485 | 82.142857 | 66 | 3.390438e-02 | 2.121207 |
| Relief.nervure=Relief.nervure_Non | 14.705882 | 17.857143 | 34 | 3.390438e-02 | -2.121207 |
| Couleur=rose | 0.000000 | 0.000000 | 11 | 2.133933e-02 | -2.301926 |
| Grande.inflorescence=Grande.inflorescence_Oui | 21.333333 | 57.142857 | 75 | 1.482758e-02 | -2.436563 |
| Recouvrement=Moyen | 14.634146 | 21.428571 | 41 | 1.340664e-02 | -2.472781 |
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_Forte | 0.000000 | 0.000000 | 14 | 6.762729e-03 | -2.708308 |
| Couleur=verdatre | 4.166667 | 3.571429 | 24 | 1.566042e-03 | -3.162159 |
| Feuille=marge lisse | 12.280702 | 25.000000 | 57 | 7.266012e-05 | -3.967403 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Nulle | 6.521739 | 10.714286 | 46 | 5.925396e-06 | -4.529034 |
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_Nulle | 6.000000 | 10.714286 | 50 | 5.574170e-07 | -5.005415 |

```

$category$`5`

```

| | Cl a/Mod | Mod/Cl a | Global | p.value | v.test |
|------------------------------------|------------|------------|--------|--------------|-----------|
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_Forte | 100.000000 | 100.000000 | 14 | 2.263112e-17 | 8.479424 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Forte | 57.142857 | 85.714286 | 21 | 2.122759e-08 | 5.601687 |
| Relief.nervure=Relief.nervure_Oui | 19.696970 | 92.857143 | 66 | 1.923847e-02 | 2.340878 |
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_faible | 0.000000 | 0.000000 | 19 | 4.126306e-02 | -2.040877 |
| Relief.nervure=Relief.nervure_Non | 2.941176 | 7.142857 | 34 | 1.923847e-02 | -2.340878 |
| Trichomes.inf=Trichomes.inf_Nulle | 0.000000 | 0.000000 | 46 | 7.344642e-05 | -3.964836 |
| Trichomes.sup=Trichomes.sup_Nulle | 0.000000 | 0.000000 | 50 | 2.122450e-05 | -4.251604 |

Annexe VI : Sorties R décrivant les classes de l'ACM par les individus

```
> res.hcpc$desc.ind
$para
data.clust[, ncol(data.clust)]: 1
  28      73      15      4      20
0.2890464 0.3455849 0.3815156 0.3815156 0.3874729
-----
data.clust[, ncol(data.clust)]: 2
  94      43      1      83      86
0.3263571 0.3342623 0.3432299 0.3451903 0.3641452
-----
data.clust[, ncol(data.clust)]: 3
  5      84      64      92      16
0.4895852 0.5185210 0.5363644 0.5837092 0.6515355
-----
data.clust[, ncol(data.clust)]: 4
  96      40      62      7      42
0.2675749 0.4542802 0.4677453 0.5109711 0.5238393
-----
data.clust[, ncol(data.clust)]: 5
  71      47      85      41      82
0.2808258 0.3403656 0.3933377 0.4043457 0.4600898

$dist
data.clust[, ncol(data.clust)]: 1
  31      2      4      15      20
1.261727 1.218090 1.205022 1.205022 1.175171
-----
data.clust[, ncol(data.clust)]: 2
  22      39      67      24      12
1.477970 1.404901 1.404770 1.353338 1.349277
-----
data.clust[, ncol(data.clust)]: 3
  36      57      64      18      16
2.165974 1.395073 1.314267 1.261243 1.233825
-----
data.clust[, ncol(data.clust)]: 4
  75      32      51      55      79
1.701134 1.584019 1.490462 1.381452 1.380494
-----
data.clust[, ncol(data.clust)]: 5
  46      66      47      82      71
1.424097 1.424097 1.414626 1.333290 1.314364
```

Annexe VII : Parcelle 1 de Mr. HOAREAU



Annexe IX : Parcelle de Mr. LUGUY



Annexe VIII : Synthèse des pratiques agricoles employées par chaque agriculteur

| Producteur | Age du verger | Gestion enherbement | Fréquence fauche | Durée de l'itinéraire | Mécanisation | Traitements | Fertilisation | Irrigation | Ombrage | Autre |
|-------------------------|--|---|---|---|--|---|---|--|---|--|
| BOXE Jackson | Premiers arbres plantés entre 95 et 98, puis 2007 | mise en place enherbement fin 2014, fauche au tracteur + débroussailluse entre les arbres | novembre 2014 puis février 2015 | reprise de la gestion du verger récemment (fin 2014) qui était abandonné depuis 4 ans, passage en bio | tracteur + débroussailluse Achat futur : broyeur autoporté. | Diminution des traitements phytosanitaires depuis 4 ans, observation régulation par les auxiliaires, utilisation de Cu et S contre chancre citrique si besoin, prévoit de mettre des pièges à phéromones contre mouches des fruits | aucune en 2014, prévoit 3 apports organiques (le 1er en août 2015, puis décembre et mars) | non car 1 seule canalisation à proximité et pluviométrie suffisante (petite sécheresse en novembre décembre) | important | arrachage orangers prévu (car pas de jus), relief difficile, roches, sec, dépierrage manuel réalisé fin 2014. Femme qui reprend le verger après une formation. |
| GRONDIN Emmanuel | 6 ans | Habituellement fauche régulière, mais depuis 1 an désherbage chimique suite aux fortes pluies. | tous les 3 mois environ | | Débroussailluse | Produit phytosanitaire en application locale si nécessaire | Engrais chimique en granule après les pluies, Essai de compost une fois mais attraction d'escargots donc non renouvelé. | oui en goutte à goutte | faible | sol rocailleux, arrachage de plusieurs arbres pour dépierrage et nouvelles plantations d'agrumes |
| HOAREAU Roland | 40 ans pour les plus vieux (parcelle 2), 1,5 à 3 ans pour les plus jeunes (parcelle 1) | Fauche de la parcelle 2 à une hauteur de 30 cm, parcelle 1 en culture intercalaire en attendant la production d'agrumes, puis enherbement | 1 fois par mois en été, tous les 2 à 3 mois l'hiver | fauche pratiquée depuis 8 ans, auparavant désherbage chimique | Débroussailluse | Oui sur mouches, cochenilles, pucerons quand il y en a, 1 fois par mois pour les acariens | Engrais soluble dans goutte à goutte | oui en goutte à goutte | faible pour la parcelle 1, important pour la parcelle 2 | passage d'une rivière au milieu de la parcelle 2, vexions produit phytosanitaires |
| BENARE Janick | 2,5 à 3,5 ans | Parcelle enherbée, fauche régulière | tous les 3 mois environ | en agrume depuis 3 ans, avant parcelle d'ananas | Girobroyeur | Oui sur pucerons et acariens | Engrais en granule et fumier de bovin 1 fois par an | Non, zone non irrigable | Faible | 2,5ha |

| Producteur | Age du verger | Gestion enherbement | Fréquence fauche | Durée de l'itinéraire | Mécanisation | Traitements | Fertilisation | Irrigation | Ombrage | Autre |
|--------------------------------|----------------|--|--|---|-------------------------------|--|--|------------------------------|-----------|--|
| BEGUE Alain | 5 ans | une partie du verger en "trainasse" (<i>Stenotaphrum dimidiatum</i>) et une autre en enherbement naturel | En été tous les 1 à 2 mois, en hiver 1 fois sur les 6 mois | En conversion bio depuis 1 an, auparavant agriculture raisonnée | Débrousailluse et tondeuse | Piège pour ravageurs, traitements au S et Cu si besoin et huile (produit homologué en bio) | Engrais biologique en granule au pied des arbres | Non, pluviométrie suffisante | Faible | Densité 6 x 4 m d'espacement entre les arbres, surface : 2 ha en agrumes |
| LEPINAY René-Paul | Planté en 1992 | Enherbement naturel, fauche régulière | 3 fois par an environ | reprise de la gestion du verger depuis 4 ans, auparavant location mais très peu entretien de la part du locataire | Girobroyeur | Produits phytosanitaires en fonction des prédateurs, 1 à 2 fois par an | Non depuis 2012 | Non | important | Mauvaise récoltes les années passées, prévoit de remettre en ordre en 2015 |
| LUGUI Yebo | Planté en 1992 | Enherbement naturel, fauche régulière | tous les 3 mois environ | Depuis le cyclone de 2007, enherbement naturel | Tondeuse autoportée | Produits phytosanitaires de manière localisée les grosses attaques, mais très rare | Engrais et poudre de sang et de plume de poulet | Non | Moyen | Objectif de planter des agrumes sur l'ensemble des parcelles et suppression des produits phytosanitaires |
| MOREL Doris | Planté en 1995 | Enherbement naturel, fauche régulière | tous les 3 mois environ | | Débrousailluse | En cas de grosses attaques uniquement | Engrais et poudre de sang et de plume de poulet, 2 fois par an | Oui, sous la frondaison | Moyen | |
| RIVIERE Patrick Antoine | Planté en 1989 | Enherbement naturel, fauche régulière | 3 fois par an | | Girobroyeur et débrousailluse | En cas de grosses attaques uniquement, avec des petites applications de produits phytosanitaires | Engrais granule 2 fois par an | Non | Important | |
| BARRET René-Claude | Planté en 1991 | Passage de désherbant chimique régulièrement | Pas de fauche | Réorientation progressive vers un enherbement des vergers | Pulvérisateur | Traitements insecticides suivant les attaques, environ 4 fois par an | Engrais et fumier de poule 1 fois par an | Oui sous la frondaison | Moyen | Plantation de nouveaux agrumes à venir (200 citrons et 100 citrons caviar) |

Annexe X : Etudes des traits de réponses pour quelques individus

| Espèce | Photo | Cycle de vie / Multiplication | Pérennité | Réponse aux pratiques | Ecologie | Autre | Représentativité chez les producteurs |
|------------------------------|---|---|--|--|---|--|---|
| <i>Raphanus raphanistrum</i> |  | Gémination toute l'année, 1 à 12 graines par silique, persistance moyenne du stock semencier, faible dormance, espèce moyennement invasive, croissance rapide | espèce annuelle, bisannuelle à pérennante selon le milieu, | Racine pivotante, affectée par le labour | large répartition mondiale, aime lumière, texture argileuse/limoneuse, sol riche, pH acide, frais, ne tolère pas la salinité, | | BENARE GRONDIN LEPINAY LUGUY |
| <i>Sida acuta</i> |  | se propage par graine, capsule de 5 à 8 méricarpes | pérenne qui fleurit toute l'année | pivot robuste, si elle est coupée sous le collet (transition racine-tige) elle ne repousse pas | distribution pantropicale, pousse entre 0 et 800 m en conditions sèches et sableuses, | | BARRET BEGUE BENARE BOXE HOAREAU-2 MOREL-1 RIVIERE |
| <i>Verbena bonariensis</i> |  | repro par graines et de manière végétative, germination possible sans prétraitement | plante vivace | peut repartir végétativement si elle est coupée | aime le soleil, les sols riches, drainé, pH neutre, frais humide | il est souvent touché par les pucerons (nouriture alternative), attire les pollinisateurs, sensible au mildiou | BEGUE BENARE BOXE GRONDIN LEPINAY LUGUY RIVIERE |
| <i>Melochia pyramidata</i> |  | 1 à 2 graines par cellule, 5 cellules par capsule, fleurit toute l'année en milieu tropical | espèce annuelle, pérennisante en milieu tropical | pivot profond | espèce pantropicale, pousse de 0 à 1150 m | | X |
| <i>Cynodon dactylon</i> |  | reproduction sexuée exceptionnel, majoritairement végétative (stolons) | espèce vivace | rhizome profond, développement favorisé par outil de fragmentation du rhizome (labour), | aime les sols sablonneux, aride, lumière, humidité riche en matière organique. | | BARRET BEGUE BENARE HAOREAU-2 LEPINAY LUGUY MOREL-1 MOREL-3 MOREL-4 RIVIERE |
| <i>Achyranthes aspera</i> |  | repro sexuée uniquement, 1 graine par fruit, | espèce annuelle | Racine pivotante | répartition pantropicale, pousse entre 0 et 900 m, milieu humide, sols limono-sableux, drainés, riche en matière organique | | BOXE GRONDIN LEPINAY LUGUY RIVIERE |

| Espèce | Photo | Cycle de vie / Multiplication | Pérennité | Réponse aux pratiques | Ecologie | Autre | Représentativité chez les producteurs |
|----------------------------------|---|---|--|---|--|---|---|
| <i>Heliotropium amplexicaule</i> |  | reproduction sexuée et végétative | espèce vivace | travail du sol entraîne éclatement de souche, risque d'invasion de la parcelle de 70 à 85% de recouvrement, le non travail du sol favorise aussi cette espèce à souche pérenne, port étalé qui peut empêcher le développement des autres espèces, | cote ouest et sud ouest de l'île, n'aime pas trop l'humidité, pousse à basse et moyenne altitude. | | MOREL-1 MOREL-2 |
| <i>Desmanthus virgatus</i> |  | colonise facilement zone rudérales, reproduction par graines, fleurit toute l'année | plante pérenne, ligneuse | résiste à la sécheresse grâce à sa racine principale, peut ramifier avec les pratiques, | se développe à toutes les altitudes, partout sur l'île, pousse dans des milieu variés, mais jamais trop abondamment, | | BOXE |
| <i>Boerhavia diffusa</i> |  | multiplication par graine ou fragmentation rhizome | plantes herbacée annuelle, pérenne en milieu humide, | racine pivotante, fragmentation rhizome par opération culturales | ouest et sud de l'île en zone rudérale, aime azote, humidité, soleil, peut supporter sécheresse | port décombant, ramifiée dès la base | BARRET |
| <i>Boerhavia repens</i> |  | se multiplie par graine, capable de germer tout au long de la saison des pluies, cycle court, | espèce annuelle | cycle court qui lui permet de se reproduire entre 2 opérations culturale | commune en région tropicale, avec pluviométrie comprise entre 600 et 800 mm, sols, espèce rudérale, | | BARRET |
| <i>Acanthospermum hispidum</i> |  | se multiplie uniquement par graine (zoochorie), dormance très marquée, pourcentage de germination très faible | espèce annuelle | viabilité des graines diminue fortement si elles sont enfouies à plus de 7cm de profondeur, racine pivotante, | adventice rare et jamais abondante sur l'île | port dressé, forme buissonnante à cause de la base ramifiée | X |
| <i>Ageratum conyzoides</i> |  | reproduction sexuée uniquement (zoochorie et anémochorie), germination rapide après dissémination. | espèce annuelle | racine pivotante, espèce adventice avec un taux de recouvrement moyen, mais peut devenir très contraignante pour les cultures maraichères, plus ou moins maîtrisée avec herbicides, | bien représentée partout sur l'île, de 0 à 1700 m, espèce rudérale, pas de préférence en terme de sol, mais besoin d'humidité et de lumière. | | BENARE BOXE GRONDIN HOAREAU-1 LEPINAY LUGUY MOREL-1 MOREL-2 MOREL-3 MOREL-4 |

| Espèce | Photo | Cycle de vie / Multiplication | Pérennité | Réponse aux pratiques | Ecologie | Autre | Représentativité chez les producteurs |
|-----------------------------------|---|--|--------------------------------------|--|---|-------|--|
| <i>Trifolium repens</i> |  | reproduction par graine et végétativement | herbacées vivace | espèce envahissante de niveau 3/5 | pousse dans les hauts de l'île, aime la lumière et les milieux riches, sol argileux | | GRONDIN LUGUY |
| <i>Lapsana communis</i> |  | multiplication par graine, faible longévité | annuelle ou pérenne selon le milieu | racine pivotante, ramification au moment de la floraison, contient du latex mais non toxique | naturalisé à la Réunion au dessus de 700m surtout, jusqu'à 2000 m. | | BOXE HOAREAU-2 LUGUY RIVIERE |
| <i>Bidens pilosa</i> |  | Reproduction par graines qui germent immédiatement après la dispersion. Les graines germent 3 à 4 jours dans les couches superficielles. | Espèce annuelle, 5 à 6 cycles par an | | Pousse de 0 à 1000 m sur l'île, Tolère de nombreux types d'environnement mais préfère les zones humides et les sols lourds. | | HOAREAU-1 |
| <i>Plantago lanceolata</i> |  | Reproduction par graines ou de manière végétative. Un plant vit 12 ans | Annuelle à pérenne | Repart végétativement après une fauche. | Résiste à la sécheresse, ne tolère pas les sols alcalins. Plante bioindicatrice des sols riche en azote | | BENARE BOXE GRONDIN LEPINAY LUGUY MOREL-1 MOREL-2 MOREL-3 MOREL-4 |
| <i>Solanum nigrum</i> |  | Repro que par graine, transportées par oiseaux ou animaux ayant mangé les fruits | Annuelle | Peut repartir végétativement si elle est coupée | Lieux cultivés, tous les endroits frais et ombragés. Altitude : 1000 m. Bien adaptée aux sols très fertiles, riche en azote et phosphore. | | BEGUE BENARE HOAREAU-2 LUGUY RIVIERE MOREL-1 MOREL-2 MOREL-4 |
| <i>Senna occidentalis</i> |  | Il faut que les graines soient scarifiées. Germination entre 5 et 36 jours. | Annuelle à péri-annuelle | | 0 à 300 m dans les zones basses de l'île. Infeste principalement la canne à sucre. | | X |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> |  | se reproduit par graines, 90% de germination après scarification | annuelle | racine pivotante, | espèce pantropicale, pousse le long des routes, en parcelle cultivée, individus nombreux mais disséminés, résiste bien à la sécheresse | | BARRET BEGUE MOREL-1 MOREL-2 MOREL-4 |

