



HAL
open science

Utilisation de plantes de service pour lutter contre les pucerons (et les thrips) en culture de fraises et d'aubergines : REGULEG

Hélène Minet

► **To cite this version:**

Hélène Minet. Utilisation de plantes de service pour lutter contre les pucerons (et les thrips) en culture de fraises et d'aubergines : REGULEG. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01963595

HAL Id: dumas-01963595

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01963595>

Submitted on 21 Dec 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Mémoire de stage

Présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, option Inter-Etablissement

Protection des Plantes et Environnement

Sur le thème

Utilisation de plantes de service pour lutter contre les pucerons (et les thrips) en culture de fraises et d'aubergines : **REGULEG**

Par

Hélène MINET

Ecole de rattachement : Agrocampus Ouest, centre de Rennes

Stage réalisé à :

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA VIENNE
1 rue des cyprès, 86 110 Mirebeau

Sous la direction de : Geoffrey MONNET

Soutenu le 26 septembre 2018 à Montpellier, devant le jury composé de :

- Présidente du jury : Marie-Stéphane Tixier
- Manuel Plantegenest
- Laurent Gomez



Engagement de non plagiat

1 Principes

- Le plagiat se définit comme l'action d'un individu qui présente comme sien ce qu'il a pris à autrui.
- Le plagiat de tout ou parties de documents existants constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée
- Le plagiat concerne entre autres : des phrases, une partie d'un document, des données, des tableaux, des graphiques, des images et illustrations.
- Le plagiat se situe plus particulièrement à deux niveaux : Ne pas citer la provenance du texte que l'on utilise, ce qui revient à le faire passer pour sien de manière passive. Recopier quasi intégralement un texte ou une partie de texte, sans véritable contribution personnelle, même si la source est citée.

2 Consignes

- Il est rappelé que la rédaction fait partie du travail de création d'un rapport ou d'un mémoire, en conséquence lorsque l'auteur s'appuie sur un document existant, il ne doit pas recopier les parties l'intéressant mais il doit les synthétiser, les rédiger à sa façon dans son propre texte.
- Vous devez systématiquement et correctement citer les sources des textes, parties de textes, images et autres informations reprises sur d'autres documents, trouvés sur quelque support que ce soit, papier ou numérique en particulier sur internet.
- Vous êtes autorisés à reprendre d'un autre document de très courts passages *in extenso*, mais à la stricte condition de les faire figurer entièrement entre guillemets et bien sûr d'en citer la source.

3 Sanction

En cas de manquement à ces consignes, la DEVE/le correcteur se réservent le droit d'exiger la réécriture du document sans préjuger d'éventuelles sanctions disciplinaires.

4 Engagement :

Je soussigné Héléna Minet
Reconnait avoir lu et m'engage à respecter les consignes de non plagiat
A Mirebeau, le 07/09/2018
Signature :



Résumé :

L'utilisation de plantes de service afin d'augmenter la diversité d'auxiliaires au sein des cultures peut être un bon recours pour améliorer le contrôle des ravageurs, pucerons et thrips, et réduire leurs dégâts sur la production. Pour tester l'efficacité d'un tel aménagement sur le contrôle de ces deux ravageurs en culture de fraises et d'aubergines, il a été mis en place 3 plantes ressources, la tanaïs (*Tanacetum vulgare* L.), l'achillée (*achillea millefolium* L.) et le sarrasin (*Fagopyrum esculentum* Moench) et 2 plantes banques, l'asclépias (*asclepias* L.) et le blé (*Triticum* L.). Les plantes ressources sont des plantes qui apportent du nectar ou du pollen aux auxiliaires en phase adulte, les plantes banques, quant à elles, apportent des proies alternatives (pucerons spécifiques) pour installer plus précocement ces ennemis naturels dans la culture. Le nombre moyen de ravageurs et d'auxiliaires a été compté sur les plantes de la culture et les plantes de service d'avril à fin juillet 2018, chez 2 producteurs de fraises et 2 producteurs d'aubergines. Ces résultats ont été comparés entre une parcelle avec le dispositif fleuri et une parcelle témoin. Ils n'ont pas montré de différence significative du nombre de ravageurs et d'auxiliaires par rapport au témoin. Cependant quelques plantes ont montré un effet positif sur les auxiliaires comme, par exemple, le sarrasin qui attire les syrphes, et d'autres ont eu l'effet d'attirer le thrips comme la tanaïs par exemple.

Mots-clés : lutte biologique, auxiliaires, maraîchage, agroécologie, bioagresseurs, protection des cultures

Abstract :

Using plants' services to increase diversity of natural enemies within crops might be a good way to improve pests control, aphids and thrips population, and reduce damages. Even more so since various resistances to pesticides have been discovered and the availability of those products have been reduced. In order to test the efficiency of this system on pests control on strawberries and eggplants cultures, we settled 3 resource plants, tansy (*Tanacetum vulgare* L.), yarrow (*achillea millefolium* L.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and 2 banker plants, milkweed (*asclepias* L.) and wheat (*Triticum* L.). Resource plants are plants which provide nectar or pollen to adults natural enemies and banker plants provide alternatives preys, as specific aphids, to settle natural enemies earlier in the culture. The average number of pests and natural enemies have been counted on plants cultures and service plants from April to late July on 2 sites of strawberries production and 2 sites of eggplants production. The results didn't show any differences between plants system and the control. The aphids number was not lower on the plants culture with service plants than on the plants culture with no service plants. Thrips were not significantly present in the culture to prove anything. However, despite lack of efficiency, some plants showed to be attractive to natural enemies, for example buckwheat on syrphids population. However others, like tansy, are attracting thrips population.

Keywords : biological control, natural enemies, market gardening, agroecology, pests, crops protection

AUTORISATION DE DIFFUSION DU MEMOIRE

1. Identification du rapport et de l'auteur

Nom et Prénom de l'auteur : Minet Hélène

Titre du mémoire : Utilisation de plantes de service pour lutter contre les pucerons (et les thrips) en culture de fraises et d'aubergines : REGULEG

Ecole d'inscription : Agrocampus Ouest, centre de Rennes

2. Autorisation de diffusion par l'Auteur

Par la présente, je déclare être titulaire du droit d'auteur pour le mémoire mentionné ci-dessus. J'autorise sans limitation de temps la Bibliothèque à diffuser ce mémoire dans un format électronique adapté et à effectuer toutes éventuelles modifications techniques nécessaires à une amélioration de la diffusion (modification du format) Si ce mémoire est confidentiel, la confidentialité sera respectée dans les mêmes conditions pour les exemplaires électroniques que pour les exemplaires papiers.

Signature de l'Auteur :



Date : 05/09/2018

3. Autorisation de diffusion par le Maître de stage

J'autorise par la présente l'auteur à diffuser le mémoire mentionné ci-dessus:

Intranet	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON <input checked="" type="checkbox"/>	Prêt	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON <input checked="" type="checkbox"/>
Internet	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON <input checked="" type="checkbox"/>	Prêt entre bibliothèques	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON <input checked="" type="checkbox"/>
Après une période de confidentialité	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON <input checked="" type="checkbox"/> Durée:	Résumé diffusable	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON <input checked="" type="checkbox"/>
Consultation en bibliothèque	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON <input checked="" type="checkbox"/>	Reproduction	OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON <input checked="" type="checkbox"/>

Signature du Maître de stage:



Date: 5/9/18

4. Autorisation de diffusion par le Tuteur

J'autorise par la présente l'auteur à diffuser le mémoire mentionné ci-dessus:

Intranet	OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>	Prêt	OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>
Internet	OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>	Prêt entre bibliothèques	OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>
Après une période de confidentialité	OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Durée:	Résumé diffusable	OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>
Consultation en bibliothèque	OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>	Reproduction	OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>

Signature du Tuteur Enseignant:

Date:

CONCLUSIONS:

Confidentialité absolue:

OUI

NON

Durée exigée:

Remerciements :

Je remercie Geoffrey Monnet, mon maître de stage, qui m'a guidée, accompagnée et enseignée tout au long de ma période de stage. J'ai pu apprendre de nombreuses choses sur le domaine et devenir autonome dans mon travail.

Je remercie aussi toute l'équipe de l'agence de Mirebeau qui m'a bien accueillie et intégrée au sein de l'équipe. Ils m'ont conseillée et ont partagé les connaissances de leur métier.

Je remercie également les producteurs qui ont pris de leur temps pour ce projet et pour partager leur métier.

Sommaire

Introduction	9
Contexte	10
Matériel et Méthodes	18
Résultats	27
Discussion	47
Conclusion	50

Introduction :

Les exploitations doivent faire face à de nombreuses pressions extérieures, que ce soit les adventices, les maladies ou les ravageurs. D'autant plus que, ces exploitations, sont de plus en plus spécialisées ce qui provoque des déséquilibres importants entre les ravageurs des cultures et les ennemis naturels présents naturellement dans l'environnement. La diversité présente est appauvri par cette spécialisation.

De nos jours, de plus en plus d'exploitations maraîchères se dirigent vers la protection intégrée, et ce pour plusieurs raisons. D'une part, parce que les molécules chimiques disponibles sont de moins en moins nombreuses, et d'autre part, parce qu'elles sont de moins en moins efficaces, à cause de l'apparition de résistances, surtout contre la problématique thrips.

Les principaux ravageurs des cultures d'aubergines et de fraises sont le puceron et le thrips. Ils peuvent provoquer des pertes de rendements assez importantes. Une bonne gestion est donc primordiale pour assurer la pérennité de la production, d'autant plus que ces parasites peuvent être à l'origine de déformations sur les fruits et que l'aspect visuel est l'un des critères principaux, en production de fruits et légumes, pour leur commercialisation (Villeneuve *et al.*, 2017).

Les populations de pucerons peuvent pulluler rapidement en cas de pics de température et être présents tout au long de la saison de production, ce qui complique leur gestion.

L'objectif sur les années à venir est de diminuer l'utilisation des pesticides. Pour cela des réseaux DEPHY se sont développés afin d'innover en ce sens et développer diverses techniques. Une des techniques utilisées est l'apport de plantes de service au sein de la culture afin de favoriser les ennemis naturels et les maintenir tout au long de la saison de production. Il existe trois types de plantes de service, les plantes banques, les plantes ressources et les plantes pièges. Les premières ont pour action d'attirer précocement des proies pour les auxiliaires (pucerons spécifiques de ces plantes par exemple) (Frank, 2010). Les secondes ont pour but de fournir des ressources supplémentaires (nectar, pollen) aux auxiliaires qui sont souvent indispensables pour les formes adultes, et de permettre de les maintenir dans l'environnement de la culture. Ainsi, ces deux plantes ont le potentiel d'augmenter et de conserver le nombre d'ennemis naturels présents et donc de maintenir le contrôle biologique. Enfin, les dernières reposent sur la différence d'attractivité de différentes plantes par rapport à un ravageur. Une plante-piège sera plus attractive pour ce ravageur que la culture elle-même (AREXHOR, 2011).

L'utilisation de ces plantes de service repose sur une balance bénéfices/désavantages qu'il faut prendre en compte. En effet les plantes utilisées pour attirer ces auxiliaires, et les maintenir sur place, peuvent aussi attirer les ravageurs.

De nombreuses recherches ont été menées sur l'utilisation de ces plantes de service mais très peu en conditions réelles de production.

L'utilisation de plantes de service en culture de fraises et d'aubergines est-elle efficace pour lutter contre les pucerons (et les thrips)? Ce système est-il exploitable en conditions de production ?

Contexte :

La culture de fraises, en France, représente une production de 60 000 tonnes environ et une importation de 80 000 tonnes (FranceAgriMer, 2016). La demande est donc très forte et les enjeux économiques sont grands. Cette production s'étale de mars, pour les plus précoces, à octobre/novembre, pour les plus tardives, avec un pic de production d'avril à juin. La plante appartient à la famille des rosaceae.

La culture d'aubergines quant à elle représente une production d'environ 30 000 tonnes (Agreste, 2017). On peut en trouver toute l'année mais son pic de production est de juin à septembre. La plante appartient à la famille des solanaceae.

Il existe environ 4 000 espèces de pucerons réparties dans le monde dont 600 présentes en France (Lascaux, 2010). Ces ravageurs touchent toutes les plantes d'intérêt agricole, des grandes cultures jusqu'aux cultures maraîchères, en passant par les plantes ornementales. De par leurs différents modes de reproduction (figure 1), les pucerons peuvent s'adapter facilement et se multiplier très rapidement dans différents milieux. Le cycle annuel des pucerons comporte une reproduction sexuée et une ou des reproductions asexuées (ou parthénogénétiques). Les reproductions asexuées ont lieu au cours du printemps et permettent d'engendrer plusieurs générations rapidement pour coloniser le milieu. Ces individus sont toutes des femelles. Durant l'automne, la présence d'individus sexupares mâles et femelles permet la reproduction sexuée et création d'une nouvelle femelle fondatrice pour la fin de l'hiver prochain (Fraval, 2006).

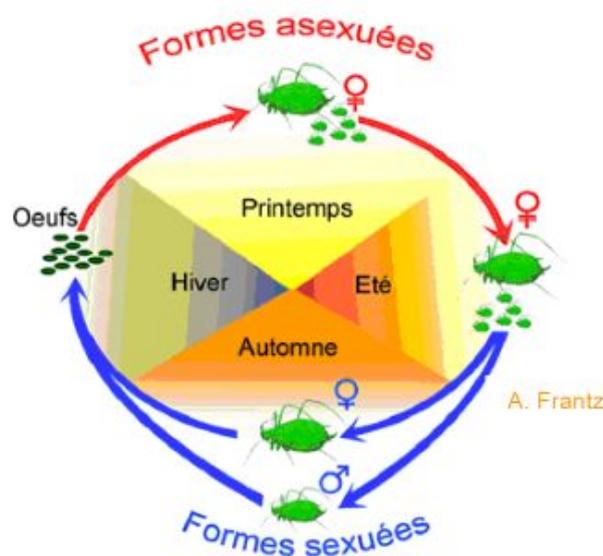


Figure 1 : schéma d'un cycle annuel de puceron (Simon *et al.*, 2006).

De plus, la multitude d'espèces s'attaquant à une seule et même culture complique leur gestion. Les principales espèces que l'on retrouve en culture de fraises sont *Acyrtosiphon malvae rogersii* Mosley, *Aphis gossypii* Glover, *Aphis fabae* Scopoli, *Aulacorthum solani* Kaltenbach, *Chaetosiphon fragaefolii* Cockerell, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, *Macrosiphum rosae* Linnaeus, *Myzus persicae* Sulzer et *Rhodobium porosum* Sanderson (Trottin *et al.*, 2014). Ces pucerons créent des dégâts à cause de leur miellat qui peut provoquer l'apparition de champignons ou fumagine limitant alors la photosynthèse et dépréciant les fruits. Ils provoquent aussi le rabougrissement des feuilles et peuvent transmettre des virus (Trottin *et al.*, 2014). Le seuil de nuisibilité varie selon l'espèce de puceron et le type de culture et est plus ou moins bien connu, mais en moyenne on retiendra un seuil de 5 pucerons pour 10 feuilles en fraises (FREDON). Les thrips avec environ 5600 espèces (INRA) sont, quant à eux, de très petits insectes (quelques millimètres). Ils peuvent entraîner des viroses, des dépréciations de fruits, des souillures, diminuant ainsi les qualités organoleptiques des fruits et empêchant parfois leur commercialisation (e-phytia). Les deux espèces majeures sont *Thrips tabaci* Lindemann et *Frankliniella occidentalis* Pergande (BIOBEST). Le seuil de nuisibilité pour cet insecte en fraises et aubergines est de 2 individus par fleur (DRAAF). Cependant le seuil d'acceptation producteur peut énormément varier d'un producteur à l'autre.

Ainsi, pour lutter contre ces ravageurs, la majorité des systèmes de production intensifs actuels ont recours aux produits phytosanitaires. Ces exploitations ont donc souvent une forte dépendance à ces molécules. Or, ces dernières années, une importante diminution du nombre de produits de protections des plantes disponibles est à constater suite aux interdictions de leur utilisation. Les possibilités pour lutter contre les ravageurs des cultures maraichères et notamment thrips et pucerons deviennent donc de plus en plus limitées. (Picault *et al.*, 2018) Les molécules les plus utilisées actuellement pour lutter contre les pucerons, appartiennent à la famille des néonicotinoïdes. Les néonicotinoïdes sont des insecticides agissant sur le système nerveux des insectes. Sept molécules existent sur le marché (acétamipride, clothianidine, dinotéfurane, imidaclopride, nitenpyrame, thiaclopride et thiaméthoxam) et sont les insecticides les plus utilisés au monde (ASEF). Cette famille de molécule sera interdite d'utilisation, en France, (loi du 8 août 2016 sur la reconquête de la biodiversité (Gouvernement), en septembre 2018 pour l'ensemble des cultures que ce soit en enrobage, en pulvérisation ou autres. Cependant des dérogations seront possible jusqu'en 2020 s'il n'existe pas d'alternative (ASEF ; Gouvernement). Cette interdiction intervient car ces molécules sont des composés peu biodégradables qui ont des effets toxiques et se diffusent facilement dans l'environnement (sol et eau). Ils peuvent toucher les espèces non ciblées comme les oiseaux, les rongeurs, les vers de terre et les auxiliaires prédateurs mais aussi les abeilles (ASEF ; Gouvernement). De plus l'ANSES (agence national de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) recommande leur réduction, notamment pour le thiaclopride, suite aux incertitudes liées aux possibles expositions cumulées à d'autres produits.

En plus de cette diminution du nombre de molécules disponibles, les résistances aux insecticides sont en augmentation. Ce moyen de lutte contre les ravageurs est donc de moins en moins efficace. L'augmentation de l'utilisation des néonicotinoïdes a entraîné une forte pression de sélection chez les ravageurs (Bass *et al.*, 2015). Le premier cas de résistance a été rapporté en 1996, sur mouche blanche du coton en Espagne sous serre (*Bemisia tabaci* Gennadius) (Bass *et al.*, 2015). Depuis, plus de 500 cas ont été rapportés, notamment chez *B.*

tabaci, *M. persicae*, *A. gossypii* et *Nilaparvata lugens* Stal. Ils présentent des résistances variées. Par exemple chez *A. gossypii*, 96% des individus collectés présentaient des résistances (Bass *et al.*, 2015).

Immaraju *et al.* (1992) ont testé, aux Etats-Unis, les résistances de 4 populations de *F. occidentalis* à différents insecticides sur chrysanthèmes. Les insecticides testés sont : les pyréthriinoïdes, l'abamectine, les organophosphates et le méthomyl. Les thrips testés ont été récoltés dans différentes zones des Etats-Unis. Les résultats, en laboratoire, montrent un haut taux de résistance des populations de thrips aux pyréthriinoïdes. Celle-ci est plus ou moins importante selon la provenance de la souche de *F. occidentalis*. Cette différence pourrait venir de la variation de fréquence d'utilisation de ces molécules dans les divers sites de récoltes des thrips, donc de la pression de sélection exercée sur la population. Aussi Immaraju *et al.* ont observé une résistance très haute à l'abamectine, faible aux organophosphates et moyenne à haute pour le méthomyl. Ceci montre bien la problématique de la gestion des thrips en culture.

Ces aspects réglementaires et de résistances ont conduit à une prise de conscience des agriculteurs et à une volonté de limitation de l'utilisation des produits phytosanitaires. Cette tendance est aussi encouragée par le plan ECOPHYTO du gouvernement visant à réduire de 25 % l'utilisation des produits phytosanitaires d'ici à 2020 puis de 50 % d'ici à 2025 (Ministère de l'agriculture).

Que ce soit en agriculture conventionnelle ou en agriculture biologique, les traitements curatifs sont moins efficaces (Lascaux, 2010). Il s'agirait donc de multiplier les techniques de lutte, allant de la prévention à la gestion à long terme, et de bien observer sa culture. En combinant les méthodes telles que l'utilisation d'insecticides, de phéromones, de pièges, mais aussi en favorisant la conservation des auxiliaires sur le site de la culture et en utilisant des méthodes culturales, la lutte deviendrait plus efficace (Lascaux, 2010). Ainsi, l'usage d'auxiliaires peut être efficace pour la lutte contre les ravageurs. Les principales familles d'insectes utilisées pour lutter contre les ravageurs sont les coccinellidae, les syrphidae, les cecidomyiidae, les névroptères et les hyménoptères parasitoïdes (Lascaux, 2010). Pour exemple, un chrysope est capable de consommer 300 à 400 pucerons sur toute la durée de son stade de développement (Lascaux, 2010). Autant dire qu'il existe un potentiel énorme de contrôle de ces ravageurs par les auxiliaires.

Par exemple, Vasquez *et al.* (2006) ont testé l'efficacité de *Aphidius colemani* Viereck, un hyménoptère parasitoïde, sur le contrôle d'*A. gossypii* sous serres en culture de chrysanthèmes. L'avantage d'*A. colemani* est qu'il n'est pas spécifique d'une seule espèce de pucerons. Ils ont donc comparé l'utilisation d'*A. colemani* (3 lâchers par semaine) avec l'application d'imidaclopride (1 application) pour lutter contre *A. gossypii*, soit ce qui est recommandé pour une action efficace. Les deux traitements ont montré une efficacité significative pour contrôler le puceron et sans différences significatives entre les deux traitements. Cependant, la lutte biologique peut être moins efficace en fonction des conditions environnementales notamment de la température et de l'humidité.

La lutte biologique contre les thrips est aussi possible mais souvent moins efficace. Il faut dans tous les cas trouver les ennemis naturels qui seront les plus adaptés. En effet un auxiliaire efficace dans une région peut ne pas l'être dans une autre, car les conditions environnementales ne sont pas les mêmes ou tout simplement parce que la conduite de la culture diffère. C'est pourquoi, Van Houten *et al.* (2005) ont voulu tester la lutte contre les thrips, en culture de poivrons au sud de l'Europe, en utilisant différents acariens prédateurs

comme *Amblyseius cucumeris* Oudemans, *Iphiseius degenerans* Berlese, *Amblyseius andersoni* Chant et *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot. *A. cucumeris* est efficace, voir très efficace pour contrôler le thrips aux Pays-Bas mais son efficacité est limitée au sud de l'Europe, pour des raisons encore incertaines, mais sûrement dû aux températures plus élevées et à l'humidité inférieure. Van Houten *et al.* ont donc testé des acariens indigènes. Ils ont réalisé, au moment de la floraison du poivron, un lâcher de thrips et de différents acariens et de manières différentes (sachets, vracs). Les résultats ont montré que les acariens les plus efficaces à s'installer dans la culture sont *I. degenerans* et *A. swirskii*. Les plus efficaces, en sachet, étaient *A. swirskii* puis *A. cucumeris*. *A. swirskii* est efficace pour contrôler *T. tabaci* même avec des lâchers moins importants que les autres, il montre donc un potentiel intéressant dans la gestion du thrips.

La lutte biologique à l'aide de lâchers d'auxiliaires est prometteuse mais reste coûteuse et dépendante des conditions environnementales qui influent fortement sur l'établissement des ennemis naturels dans la culture. Ainsi de nombreux auxiliaires montrent un gros potentiel dans la lutte contre le thrips et les pucerons. Il s'agit donc de trouver le moyen d'allonger leur temps de présence à l'intérieur de la culture.

Pour cela, Van Rijn *et al.* (1999) se sont aussi intéressés au contrôle du thrips en culture de concombres grâce aux acariens prédateurs. Le contrôle du thrips dans cette culture nécessite de nombreux lâchers car l'établissement des acariens est difficile. Ils ont alors testé l'ajout de ressources alimentaires alternatives comme le pollen de quenouille. Ils ont appliqué ce pollen sur la culture et réalisé des lâchers de *I. degenerans* et *Amblydromalus limonicus* Garman & Mc Gregor, deux acariens prédateurs de thrips. En présence de pollen, la population de *I. degenerans* a augmenté alors que sans, elle a diminué dès les premières semaines suivant le lâcher. Aussi en présence de pollen et d'*I. degenerans*, il y a 20 fois moins de thrips dans la culture et avec pollen et *A. limonicus* 3 à 6 fois moins. La ressource alternative de pollen n'a pas plus attiré le thrips et a permis une meilleure gestion de celui-ci en culture de concombre avec les acariens prédateurs.

Une bonne méthode pour améliorer la durée de résidence des auxiliaires dans les cultures, est l'aménagement de leur environnement afin de favoriser la biodiversité au sein de l'exploitation. La mise en place d'une lutte biologique par conservation efficace repose sur plusieurs facteurs. Premièrement, la diversité et l'abondance des prédateurs disponibles autour des champs et potentiellement mobilisables contre les ravageurs. Deuxièmement, la colonisation des cultures par les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels et le niveau de prédation et donc de contrôle biologique durant la saison de culture. L'efficacité dépend aussi des dégâts occasionnés, plus ou moins importants, par les ravageurs (Lascaux, 2010). Cette lutte se définit comme "l'aménagement à long terme d'un environnement favorable aux ennemis naturels des ravageurs des cultures. Il s'agit de leur fournir des lieux de ponte et de refuge, mais aussi des ressources alimentaires (pollen, nectars floraux et extra-floraux) indispensables pour les adultes de certaines espèces (chrysopes, syrphes, parasitoïdes) ainsi que des proies secondaires. Les auxiliaires ainsi attirés peuvent contribuer à contrôler les populations de ravageurs présents sur les cultures."(INRA)

Cette manipulation de l'environnement doit ainsi permettre de favoriser la survie, la fécondité, la longévité des ennemis naturels mais aussi d'augmenter l'efficacité du contrôle des ravageurs (Landis *et al.*, 2000). L'utilisation de plantes, appelées "plantes de service", au sein de la culture est donc une des solutions pour fournir ressources et proies secondaires aux

auxiliaires. On distingue donc les plantes banques, permettant de fournir des proies alternatives aux auxiliaires et donc de les installer précocement dans la culture et les plantes ressources qui fournissent pollen et nectar aux formes adultes de certains auxiliaires. Ces plantes ont donc pour but d'augmenter et de conserver le contrôle biologique au sein de la culture (Frank, 2010).

Les plantes de service sont étudiées depuis un certain temps pour lutter contre les arthropodes ravageurs. En effet, les premiers documents les mentionnant datent de 1977. Il s'agissait de lutter contre la mouche blanche en culture de tomates à l'aide d'*Encarsia formosa* Gahan, installé au sein de la culture à l'aide d'autres plants de tomates (Frank, 2010). Par la suite, d'autres espèces ont été utilisées comme le blé ou l'orge avec *Rhopalosiphum padi* L., un puceron spécialiste des céréales, qui permettaient d'attirer *A. colemani* un hyménoptère parasitoïde des pucerons (Frank, 2010).

L'idée principale dans la sélection de plantes de services, est d'utiliser les bonnes plantes fournissant les ressources ou hôtes alternatifs adaptés aux auxiliaires que l'on veut installer dans la culture (Fiedler *et al.*, 2008). Par exemple pour les plantes ressources, il s'agit d'utiliser des plantes avec des fleurs facilement accessibles telles que la famille des apiaceae (ombellifères) dont le nectar est bien exposé (Baggen *et al.*, 1999). Il faut aussi une plante sélective c'est à dire qui est bénéfique à l'ennemi naturel mais pas ou peu aux ravageurs (Baggen *et al.*, 1999). De nombreuses études ont été menées afin de trouver les plantes adéquates. Ainsi entre 1989, où l'intérêt pour l'aménagement de l'habitat a augmenté, et 2010, 34 études ont été publiées sur le sujet. Les plantes les plus étudiées sont *Phacelia tanacetifolia* Benth, *Fagopyrum esculentum* Moench, *lobularia maritima* L. Desv et *Coriandrum sativum* L.. C'est leur efficacité montrée dans les premières publications qui a permis leur utilisation accrue mais cela a créé un déficit d'étude de plantes natives qui pourraient être aussi efficaces et plus adaptées à l'environnement étudié (Fiedler *et al.*, 2008).

Ambrosino *et al.* (2006) eux ont travaillé sur l'attrait de certaines plantes pour les ennemis naturels et notamment les syrphes. Ils ont testé en parcelles de brocolis, l'alyse (*L. maritima*), la coriandre (*C. sativa*), le sarrasin (*F. esculentum*) et la phacélie (*P. tanacetifolia*). Ils ont compté le nombre de visite des ennemis naturels sur ces plantes et ont donc pu montrer que le sarrasin et l'alyse étaient les plantes les plus visitées parmi celles testées.

Jervis *et al.* (1993) ont testé 53 plantes d'espèces différentes sur le nombre de visites par des hyménoptères parasitoïdes. Au final, 33 plantes sur 53 ont été visitées par des parasitoïdes dont 32 ont été utilisées pour leur nourrissage. Ceci montre donc la grande diversité de plantes servant de ressources à cette classe d'insecte. Cependant la plupart de ces hyménoptères n'utilisent qu'une ou deux de ces espèces de plantes, la spécialisation est donc assez forte. Il faudrait alors envisager d'utiliser plusieurs espèces de plantes afin d'attirer le plus de ces hyménoptères au sein de la culture.

Il faut là aussi s'intéresser aux mécanismes et aux interactions qui ont lieu entre les plantes et les insectes mais aussi entre les insectes eux-mêmes car en augmentant la diversité au sein de la culture, il pourrait y avoir un effet négatif en attirant plus les ravageurs ou du moins en les favorisant.

Pineda & Marcos-Garcia (2008) une autre équipe a travaillé sur l'amélioration du temps de résidence d'*E. balteatus* au sein des cultures d'aubergines. Ils ont joué, cette fois, sur l'apport de ressources pour individus adultes, donc en apportant des plantes fournissant du pollen et du

nectar, appelées plantes ressources. Dans cet essai, ils ont utilisé la coriandre (*C. sativum*) et l'alyse (*L. maritima*). Les résultats ont montré un effet mitigé n'ayant pas suffi pour contrôler efficacement les populations de pucerons.

Pineda & Marcos-Garcia (2013) ont testé l'utilisation de certaines plantes pour la lutte contre les pucerons en culture de poivrons. Les plantes mises en place étaient la coriandre (*C. sativum*) et l'alyse (*L. maritima*) placées sous 2 serres et 2 serres étaient utilisées comme témoin c'est à dire sans plantes de service. Les pucerons ont été dénombrés sur les plants de poivrons et ces plants ont été classés sur une échelle de sévérité de 1 à 4 en fonction du nombre de pucerons. Aussi un lâcher d'*A. colemani* a été effectué dans les 4 serres. Le puceron *M. persicae* était présent sous toutes les serres. Les larves de syrphes et adultes de 5 espèces différentes mangeant les pucerons étaient significativement plus présents dans les serres aménagées que les serres contrôles. Malgré cette présence significativement importante, la gestion des pucerons au sein des serres aménagées était insuffisante.

Un autre exemple de contrôle biologique à travers un système de plantes banques est la lutte contre *M. persicae* et *A. gossypii*. Ces deux ravageurs sont des pucerons qui, entre autre, s'attaquent aux cultures d'aubergines. Dans ce système, l'installation de plantes banques a permis de limiter le nombre d'individus de pucerons présents grâce à l'augmentation du nombre d'auxiliaires (Andorno & Lopez, 2014). Pineda & Marcos-Garcia (2008) ont aussi étudié l'installation de céréales en tant que plantes banques pour installer *Episyrphus balteatus* De Geer, un auxiliaire contre les pucerons. Ils ont pu observer qu'en installant de l'orge 3 mois avant le lâcher de syrphe puis en installant *R. padi* 2 mois avant, le nombre de syrphes adultes, présent était plus important au sein des cultures que dans celles sans plantes banques. Par ailleurs, ces syrphes ne provenaient pas tous du lâcher artificiel. La création d'un réservoir de pucerons a permis d'augmenter naturellement le nombre de syrphes présent.

Baggen *et al.* (1999) se sont intéressés particulièrement aux plantes idéales pour lutter contre *Phthorimaea operculella* Zeller, un lépidoptère s'attaquant à la culture de pommes de terre. Ils ont ainsi testé la longévité et le taux d'oviposition de *Copidomosa koehleri* Blanchard, hyménoptère parasitoïde parasitant *P. operculella*, en présence d'aneth (*Anethum graveolens* L.), de fève (*Vicia faba* L.), de phacélie (*P. tanacetifolia*), de capucine (*Tropaeolum majus* L.) ou de sarrasin (*F. esculentum*). Les résultats montrent que l'aneth, le sarrasin et la fève ont permis d'augmenter la longévité de *P. operculella* et que l'aneth a aussi permis d'augmenter son taux d'oviposition.

En terme de lutte biologique, les hyménoptères parasitoïdes ont un plus gros potentiel de contrôle des pucerons que les prédateurs, car leur population peut s'accroître plus rapidement (Van Driesche *et al.*, 2008). Une des limites de leur utilisation, est le coût des lâchers, qu'il faut renouveler pour avoir une efficacité. Afin de limiter ces lâchers, Van Driesche *et al.* (2008) ont testé l'utilisation de plantes banques (*Viola tricolor hortensis* De Candolle et *Argyranthemum hybrid* Webb) pour faciliter l'installation d'*A. colemani*. Cet essai a montré un effet significatif sur la taille des populations de pucerons, c'est à dire qu'en présence des plantes, la population des pucerons était moins importante que sans. Cependant, le contrôle de *M. persicae* n'était pas suffisant même avec les plantes banques.

Le contrôle des pucerons avec l'aide de plantes de service dépend donc de plusieurs paramètres comme la densité des plantes banques implantées dans la culture, du taux de lâchers d'ennemis naturels, de l'environnement et du climat (Frank, 2010). Les différents auxiliaires peuvent aussi entrer en compétition et la présence de l'un peut gêner l'action de

l'autre. Pineda *et al.*, (2007) ont travaillé sur le comportement d'évitement de l'oviposition sur les colonies de pucerons par *E. balteatus*. Ils ont voulu observer si la présence d'*A. colemani*, un hyménoptère parasitoïde ennemi naturel de pucerons, pouvait être à l'origine d'un comportement d'évitement vis-à-vis d'*E. balteatus* ou si d'autres causes pouvaient en être à l'origine. Il semblerait donc, d'après cet essai, qu'*E. balteatus* pondre plus d'oeufs proches des colonies de pucerons non parasités que parasités ou momifiés. Aussi, il y a plus de pontes sur feuilles induites de miellat provenant de pucerons non parasités ou induites d'extrait aqueux de pucerons non parasités. Ces résultats montrent qu'*E. balteatus* est capable d'identifier les colonies les plus prometteuses en terme de ressources disponibles pour ses larves. Ceci pourrait poser problème dans le système des plantes de service. En effet les plantes sont mises en place pour attirer et maintenir divers ennemis naturels au sein de la culture et pourraient donc créer des effets antagonistes entre ces différents auxiliaires et limiter leur efficacité. En augmentant le nombre d'espèces d'auxiliaires présent, celles-ci entreraient en compétition au risque de faire diminuer l'action de contrôle biologique de certaines espèces sur les ravageurs.

Aussi, un des problèmes principaux de l'utilisation de plantes est que les plantes banques et les plantes ressources implantées peuvent potentiellement aussi attirer les ravageurs et/ou être infestés de maladies (Frank, 2010). Il s'agit donc de bien choisir les plantes afin de sélectionner les proies/hôtes alternatifs idéaux pour installer les auxiliaires adaptés. Ceci est important car cela influencera le temps de développement, le taux de naissance, de mortalité, le sexe ratio, l'oviposition et le nourrissage des auxiliaires, donc le temps et taux de renouvellement de ces derniers. Aussi, il ne faut pas que l'hôte/la proie alternative des auxiliaires visés ne soit préférée au ravageur. Il s'agit donc d'attirer un large spectre d'ennemis naturels pas trop spécifique afin qu'ils puissent prédateur/parasiter un large spectre de ravageurs à différents stades (Frank, 2010) afin d'optimiser le contrôle.

Il faut cependant aussi s'intéresser aux coûts de ce type de système car cela peut vite devenir cher à mettre en place (prix des plantes, prix des lâchers, entretien ...) il faut donc réfléchir à ces coûts. Par exemple, Vasquez *et al.*, (2006), ont comparé le coût de différentes méthodes de lutte en culture de chrysanthèmes contre *A. gossypii*. Cela revient à 0,76 dollars par pot pour une lutte avec *A. colemani* et 0,16 dollars avec l'imidaclopride.

Ici, pour notre projet, nous allons nous intéresser à l'utilisation à la fois de plantes banques et de plantes ressources afin de lutter principalement contre les populations de pucerons en culture de fraises et d'aubergines. Nous nous sommes aussi intéressés aux populations de thrips sur ces cultures en raison du partage d'un certain nombre d'auxiliaires (*Orius* sp. entre autres) des populations de puceron. Ce projet s'inspire du projet AGATH, qui a permis de sélectionner les plantes utilisées.

Pour le projet AGATH, l'utilisation de plantes de service a été testée pour gérer les populations de pucerons et de thrips en culture de poireaux et melon (Picault *et al.*, 2018). Les principaux ravageurs de ces cultures sont *A. gossypii* et *T. tabaci*. Ces essais ont montré des résultats mitigés. En effet, le dispositif de plantes était efficace en culture de melon pour lutter contre les pucerons mais pas contre les thrips en poireaux.

Du côté des plantes utilisées, les pimprenelles et les soucis ont montré une attractivité plus importante pour *A. gossypii* que pour le melon. Les essais ont démontré une certaine

répulsivité de *T. tabaci* vis-à-vis de la marjolaine, la menthe, la tanaisie et la coriandre. Ces plantes de service ont aussi pour but d'attirer les auxiliaires permettant de contrôler les ravageurs. *Aeolothrips intermedius* Bagnall, par exemple, l'un des principaux prédateur de thrips semble, d'après cet essai, apprécier l'achillée millefeuille. *Orius sp.* Wolff lui aussi prédateur de thrips, semble également être attiré par l'achillée millefeuille et la tanaisie. Quant aux syrphes, coccinelles et chrysopes, ils sont principalement attirés par leurs proies, donc les plantes hébergeant ces parasites sont les plus efficaces pour favoriser leur installation dans la culture. Ainsi, la féverole et la vesce leur sont favorables. Les coccinelles apprécient aussi la marjolaine et la tanaisie, les syrphes la marjolaine, l'achillée et l'amarante ou encore le mélilot pour les chrysopes. Cependant, certaines plantes utiles pour les auxiliaires peuvent aussi attirer les ravageurs, par exemple, le charme, le laurier, le lierre, l'achillée et les chrysanthèmes attirent les thrips. Il est donc indispensable de bien choisir les plantes de service adaptées à la culture et aux ravageurs et auxiliaires visés. Il est possible d'effectuer des tests d'antibiose, d'acceptations d'hôtes et de transmission virale pour s'assurer de l'efficacité de ces plantes. Dans cet essai, les plantes testées ont été, le bleuet, la gesse, la marjolaine, la pimprenelle et le sainfoin contre les pucerons en melon. Ceci a montré la présence plus importante d'ennemis naturels en parcelle bordée par les plantes que non bordée.

Pour notre essai nous allons donc tester l'utilisation de 2 plantes banques et de 3 plantes ressources afin de viser les syrphes, les coccinelles, les chrysopes et hémérobes, les anthocoridae et les aeolothripidae.

Matériel et Méthodes :

Les 4 parcelles producteurs utilisées se situent en région Poitou-Charentes. Les 4 producteurs sont engagés dans le réseau DEPHY donc avec un objectif de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires. Leurs localisations sont :

- Site n°1 fraises : Les Jardins de La Frolle en Vienne, à La Frolle près de Poitiers.
- Site n°2 fraises : Le logis de Mortier en Charente, à Anville près d'Angoulême.
- Site n°1 aubergines : Les Serres de la Guittière en Deux-Sèvres, à Pamproux.
- Site n°2 aubergines : Les Jardins de la Belle en Deux-Sèvres, à Celles-sur-Belle.

Les aménagements de l'essai ont été adaptés à chaque site de production, mais sur chaque site se trouve une parcelle aménagée et une parcelle témoin. Les plantes de service sont les mêmes et elles sont disposées de la même façon sur l'ensemble des sites. Il y a 2 lignes de plantes de service sur chaque parcelle aménagée. Ces plantes ont été mises en place dans des sacs de cultures hors sol afin de faciliter leur installation et de limiter l'invasion en tant qu'adventices.

Description des sites :

- **Site n°1 fraises : Les Jardins de La Frolle :**

L'exploitation est, à l'origine, spécialisée en pépinière et arboriculture. Elle s'est diversifiée en petits fruits rouges (fraises et framboises) sous abris froids. Les fraises sont cultivées sous tunnels et serre en hors sol afin de faciliter la cueillette par le client et le travail sur la culture.

L'essai a été mis en place en sein de la grande serre où se trouvent 15 lignes de gouttières de fraises de la variété cirafine, une variété remontante (production étalée). La culture a été installée en mars 2017. Les fraisiers reçoivent un apport d'engrais de kristallon orange ($\frac{1}{2}$) et nitrate de calcium ($\frac{1}{2}$).

La protection des cultures de fraises est raisonnée avec recours aux lâchers d'auxiliaires pour la gestion des ravageurs (thrips et pucerons) et aux produits biologiques pour la gestion des maladies (oïdium). La culture est irriguée au goutte à goutte. Il y a maintien de l'enherbement sous les gouttières avec aspersion afin de maintenir une certaine humidité dans la serre.

Les 2 lignes de plantes de service ont été disposées sous 2 lignes de gouttières d'un côté de la serre (en rouge foncé sur le plan de la figure 3) et le témoin (rouge clair sur le plan) se trouve à l'opposé de cette même serre (Figure 2). Les dates de semis des plantes de l'essai sont données tableau 1.

Modalité	Plantes	Date de semis
Témoin	Fraisiers	Mars 2017
Aménagée	Fraisiers	Mars 2017
	Blé	10 mars
	Asclépias	20 mars
	Sarrasin	10 mars
	Achillée	20 mars
	Tanaisie	18 avril

Tableau 1 : Dates de semis des plantes de l'essai sur le site n°1 fraises.

Plan d'organisation de la parcelle aménagée :

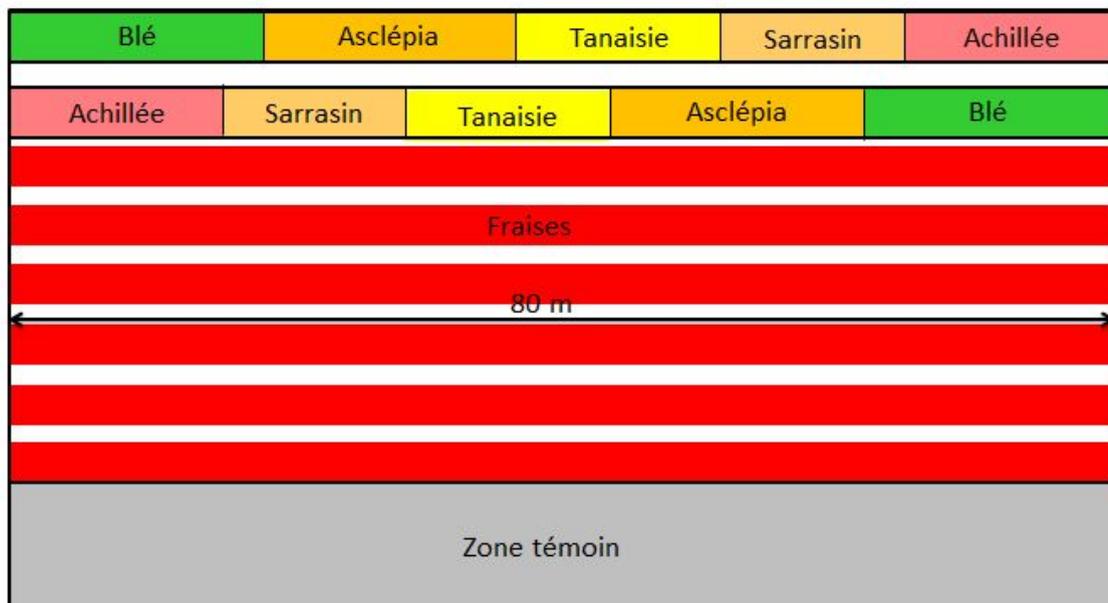


Figure 2 : Plan de l'aménagement de l'essai des Jardins de La Frolle, Serre.

La serre de fraises se situe à côté de champs de grandes cultures, d'arbres fruitiers et de plantes ornementales de l'exploitation ainsi que d'un bois (Figure 3).

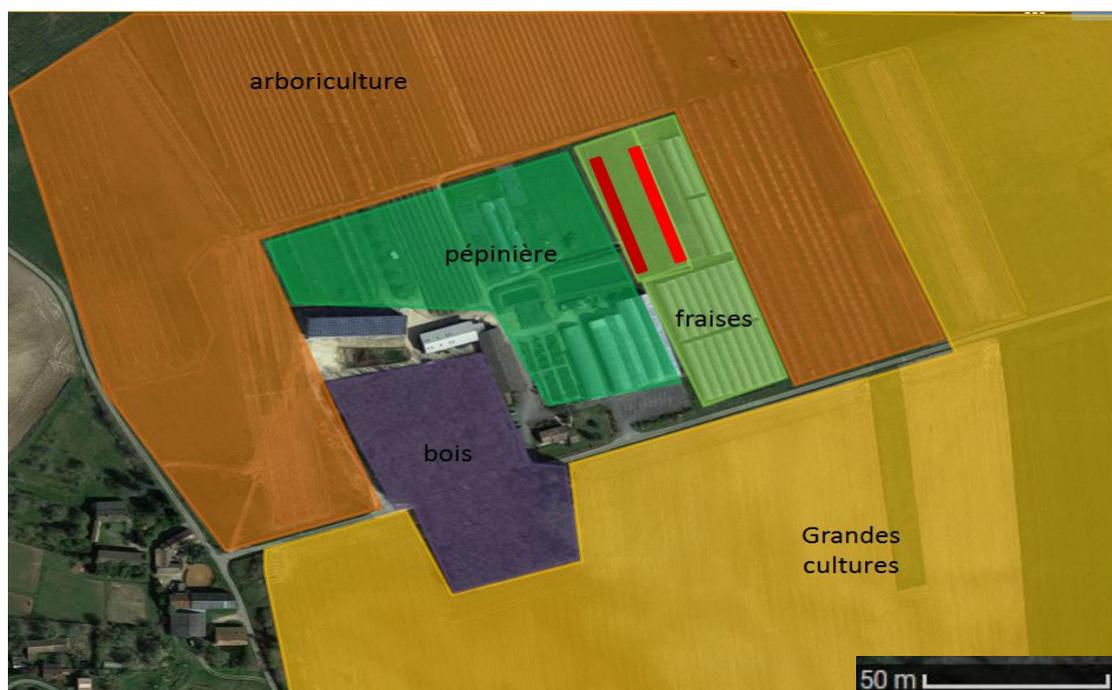


Figure 3 : Environnement des Jardins de La Frolle (google maps).

- **Site n°2 fraises, Le Logis de Mortier :**

L'exploitation produit principalement de la fraise sous abris et de la vigne pour le cognac (cépage ugni blanc), mais aussi une diversité de légumes pleins champs et sous abris pour alimenter le magasin de la ferme.

La culture de fraises s'effectue sous abris froids (tunnels et multichapelles) en hors sol irrigué en goutte à goutte. La variété de fraises de l'essai est la charlotte (variété remontante) qui a été mise en place en février 2018. Il y a un maintien de l'enherbement au sol.

Les traitements de la culture sont limités au possible avec recours au chimique en cas d'infestation importante. La gestion des ravageurs (thrips et pucerons) est permise grâce à de la PBI (protection biologique intégrée) si l'infestation n'est pas trop importante. Sur les 2 tunnels de l'essai, aucun traitement chimique n'a été réalisé et seuls des lâchers d'auxiliaires et produits biologiques visant le thrips, principale problématique du producteur cette année, ont été réalisés. Il y a eu des lâchers d'acariens (*A. swirskii* et *N. cucumeris*) et application d'un champignon entomopathogène spécifique du thrips (naturalis).

L'essai a été mis en place dans 2 tunnels de l'exploitation côte à côte (en rouge foncé pour le tunnel aménagé et rouge clair pour le témoin sur la figure 5). Ainsi, les 2 lignes de plantes de service se trouvent en bordure intérieure du tunnel aménagé au dessous des 2 lignes extrêmes de gouttière (Figure 4). Les dates de semis des plantes sont données dans le tableau 2.

Modalité	Plantes	Date de semis
Témoin	Fraisiers	Février 2018
Aménagée	Fraisiers	Février 2018
	Blé	2 avril
	Asclépias	2 avril
	Sarrasin	2 avril
	Achillée	2 avril
	Tanaisie	18 avril

Tableau 2 : Dates de semis des plantes de l'essai sur le site n°2 fraises.

Plan d'organisation de la parcelle aménagée :

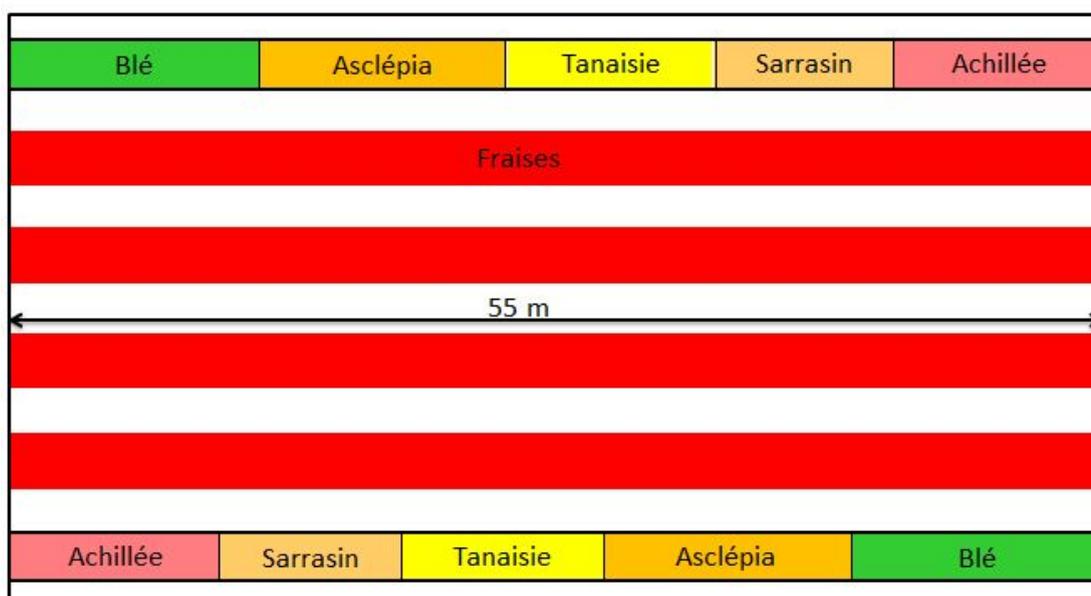


Figure 4 : Plan de l'aménagement de l'essai au Logis de Mortier, tunnel aménagé.

Les tunnels de fraises de l'essai juxtaposent des champs (grandes cultures), un bois, des vignes et d'autres cultures légumières de l'exploitation (tomates, aubergines, courgettes ...) (Figure 5).



Figure 5 : Environnement du Logis de Mortier (Google maps).

- **Site n°1 aubergines, Les Serres de la Guittière :**

L'exploitation est à l'origine un producteur pépiniériste, qui s'est diversifié en production de légumes et fruits en plein champs et sous abris.

Cette année, la culture d'aubergines se trouve sous multichapelle. Il y a 2 lignes d'aubergines de variété Mileta et 3 lignes de poivrons. Elles ont été installées le 26 mars (semaine 13). La culture est irriguée par goutte à goutte et il y a de l'aspersion afin de maintenir l'humidité.

Les traitements sont limités et la gestion des ravageurs s'effectue à l'aide de PBI donc par des lâchers ou avec du savon noir en cas d'infestation importante. L'aspersion permet de limiter l'infestation par les acariens.

Les plantes de service ont été installées (dates données tableau 3) au bord de la culture d'aubergines/poivrons (Figure 6). La parcelle aménagée (en rouge foncée sur le plan de la figure 7) et la parcelle témoin (rouge clair) se trouvent au sein de la même serre.

Modalité	Plantes	Date de semis
Témoin	Aubergines	26 mars
Aménagée	Aubergines	26 mars
	Asclépias	2 avril
	Blé	2 avril
	Sarrasin	2 avril
	Achillée	2 avril
	Tanaisie	17 avril

Tableau 3 : Dates de semis des plantes de l'essai sur le site n°1 aubergines.

Plan d'organisation de la parcelle aménagée :

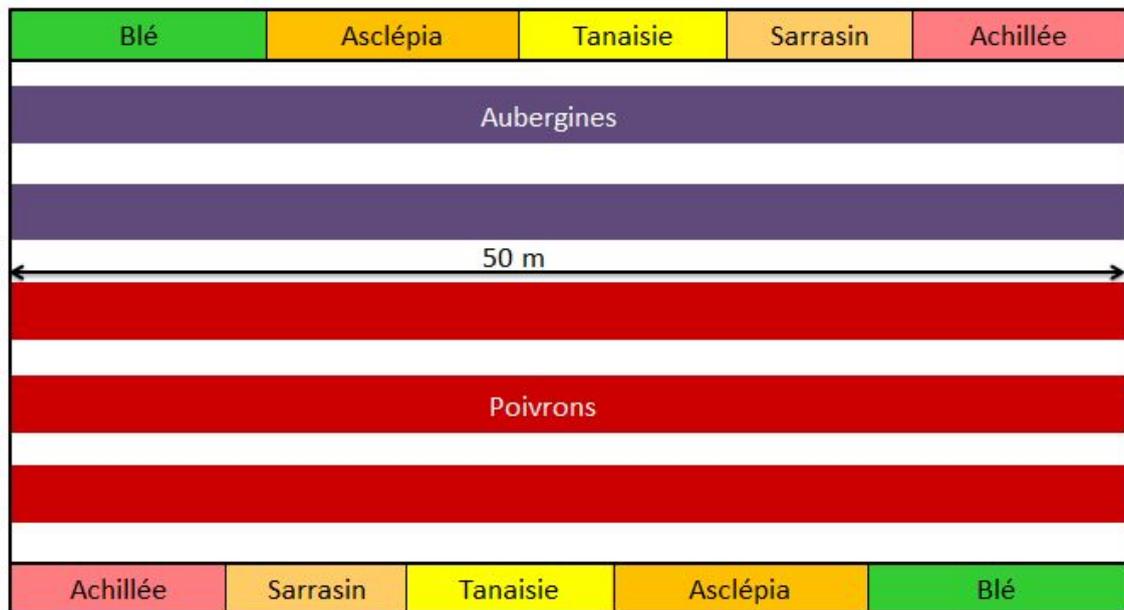


Figure 6 : Plan de l'aménagement de l'essai aux Serres de la Guittière, multichapelle aménagée.

L'exploitation se trouve proche de champs de grandes cultures et il existe une grande diversité de légumes produits sur l'exploitation et donc chaque culture de légumes se trouvent à côté d'autres cultures (figure 7). Cette année, l'aubergine a été plantée à côté des salades d'hiver et en face des premiers plants de tomates.



Figure 7 : Environnement des Serres de la Guittière (Google maps).

- **Site n°2 aubergines, Les Jardins de la Belle :**

L'exploitation produit poivrons, aubergines et concombres hors sol et fait ses propres plants. On retrouve une rotation sur 3 années poivrons/aubergines/sorgho et solarisation sous abri froids (tunnels). Les cultures se répartissent sur 3 rangs de tunnels (1 pour chaque culture) avec 41 tunnels (5x60 m) dans chaque rang.

Pour l'aubergine, chaque tunnel est composé de 6 lignes d'aubergines (3x2) de plants greffés. Elles ont été installées le 11 avril (semaine 15). Les plants sont irrigués au goutte à goutte et un système d'aspersion vient compléter pour maintenir l'humidité.

Les traitements chimiques ont été limités au strict nécessaire. 2 fongicides ont été appliqués en raison de la forte pression fongique (botrytis et sclérotinia) dûe aux conditions climatiques très humides de cette année. Aucun traitement contre les ravageurs n'a été appliqué que cela soit chimique ou non.

Les 2 lignes de plantes de service se trouvent entre 2 bordures de tunnels accolés. le tunnel témoin et le tunnel dit "aménagé" (figure 8) sont espacés de 10 tunnels. Les plantes de service ont été installées fin mars sauf la tanaïs, mi avril (tableau 4).

Modalité	Plantes	Date de semis
Témoin	Aubergines	11 avril
Aménagée	Aubergines	11 avril
	Asclépias	22 mars
	Blé	22 mars/2 mai
	Sarrasin	22 mars/2 mai
	Achillée	22 mars/ 17 avril
	Tanaïs	17 avril

Tableau 4 : Dates de semis des plantes de l'essai sur le site n°2 aubergines.

Plan d'organisation du tunnel aménagé :

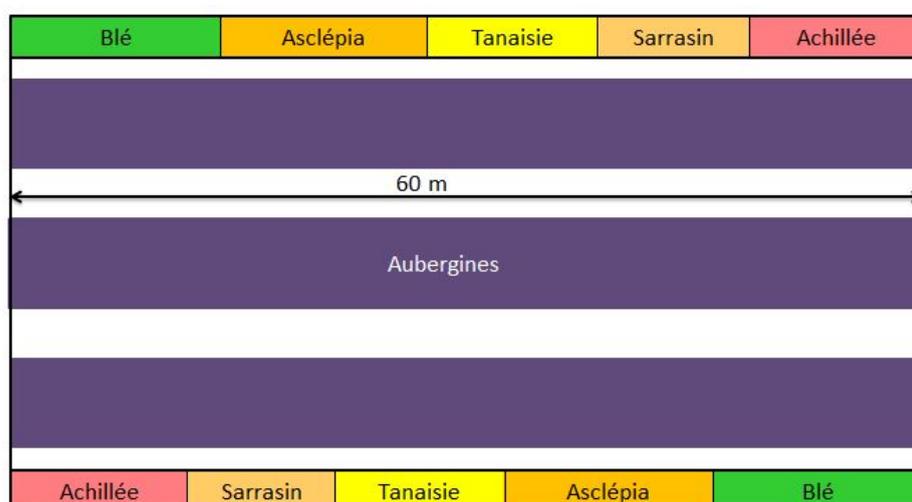


Figure 8 : Plan de l'aménagement de l'essai aux Jardins de la Belle, tunnel aménagé.

Le site de production est entourée d'une haie composée principalement de charme. Des champs de grandes cultures se trouvent aux alentours proches du site (figure 9). Celui-ci est donc relativement bien isolé et la haie peut fournir une barrière aux ravageurs comme un refuge aux auxiliaires.



Figure 9 : Environnement des Jardins de la Belle (Google maps).

Plantes sélectionnées :

Les plantes sélectionnées sont, pour les plantes banques :

- Le blé (*triticum* L.) semé à 200 kg/ha, est implanté pour attirer précocement des pucerons spécifiques des céréales (*R. padi*) et ainsi fournir des hôtes/proies alternatifs aux auxiliaires comme les hyménoptères parasitoïdes.
- L'asclépias (*asclepias* L.) avec 2 pieds par sac de culture hors sol de 1 m de long, est implantée pour attirer précocement des pucerons spécifiques (*Aphis nerii* Fonscolombe) et ainsi fournir des hôtes/proies alternatifs aux auxiliaires comme les hyménoptères parasitoïdes.

pour les plantes ressources :

- Le sarrasin (*F. esculentum*) semé à 40 kg/ha, fournit des ressources aux ennemis naturels et est notamment bénéfique aux syrphes et coccinelles.
- L'achillée millefeuille (*Achillea millefolium* L.) semée à 1 g/m², fournit des ressources aux ennemis naturels et est notamment attractif pour les syrphes, *Orius sp.* (une punaise prédatrice) et *Aeolothrips intermedius* (un thrips prédateur). Elle peut cependant attirer aussi les thrips.
- La tanaisie (*Tanacetum vulgare* L.) avec 2 plants par sac de culture hors sol de 1 m, elle est surtout bénéfique à *Orius sp.* et aux coccinelles. Elle a tendance aussi à provoquer un comportement d'évitement chez le thrips (Picault *et al.*, 2018).

Les 3 différentes plantes ressources ont été choisies pour leur potentiel bénéfique pour les auxiliaires et aussi car elles fleurissent à des moments différents. Ainsi, le sarrasin fleurira le premier puis la tanaïs et enfin l'achillée, ce qui permettra d'avoir des fleurs disponibles tout au long de la saison de production et donc disponibles pour les auxiliaires le plus longtemps possible.

Le protocole a été adapté aux producteurs pour que le système ne nécessite que très peu d'entretien et ne prenne pas la place de la culture. Pour cela, les plantes sélectionnées ont été installées en hors-sol, sont non envahissantes et ont été placées en bordure de la culture d'aubergines ou sous les gouttières de fraises.

Les plantes de service ont été semées ou plantées de mi mars à début avril alors que les fraisiers étaient déjà en place et 15 jours avant l'implantation des plants d'aubergines.

Mesures :

Un comptage a été réalisé 1 fois par semaine à partir du 10 avril et jusqu'au 1^{er} août afin de relever chaque pic de pression tout au long de la saison de production. Les comptages consistaient en une estimation visuelle du nombre de pucerons, thrips et auxiliaires présents sur les plants et plantes de service.

Pour les plantes de service, il a été effectué un dénombrement du nombre de thrips, de pucerons et d'auxiliaires (à l'état adulte et larvaire) sur 15 plants d'asclépiade, 15x4 talles de blé, 15x4 talles de sarrasin, 15 plants d'achillée et 15 plants de tanaïs. Pour les plantes de la culture, le comptage a eu lieu sur 25 plantes.

Pour les fraises, le comptage était effectué sur toute la plante. Pour les aubergines, le comptage a été réalisé sur les têtes et sur 6 feuilles réparties sur la plante (2 sur la partie haute, 2 au milieu et 2 en partie basse de la plante).

Régulièrement, une reconnaissance visuelle des espèces de pucerons présentes a été effectuée afin de connaître les espèces principales de chaque site.

Un suivi des températures et de l'humidité a été réalisé à l'aide d'une sonde Tinytag Explorer sur chaque site dans les abris de la parcelle aménagée. Les mesures ont été prises toutes les 30 minutes.

Analyses statistiques :

Les résultats ont été analysés à l'aide d'une ACP (analyse en composantes principales) pour étudier la corrélation entre les plantes de service et les ennemis naturels et un test de wilcoxon (données ne suivant pas la loi normale) afin de comparer le nombre de pucerons et de thrips par plante de la culture entre la parcelle aménagée et le témoin de chaque site.

Résultats :

Gestion des pucerons et des thrips :

La pression globale des pucerons, cette année, en culture de fraises et d'aubergines, était inférieure aux années précédentes et est donc restée assez faible sur tous les sites de l'essai et tout au long de la période de l'essai. Celle des thrips, quant à elle, était très faible et toujours inférieure au seuil de nuisibilité (2 thrips/fleur). Sur les 4 sites de l'essai, la pression pucerons était inégale et plus forte en début de saison (mars/avril) que cela soit en production d'aubergines ou en production de fraises.

Sur le site n°1 de fraises, le nombre moyen de pucerons par plante de la culture s'étend de 0 à 21,3 alors que sur le site n°2 il s'étend de 0 à seulement 2,1 (tableau 5).

Pucerons :

Date	site n°1 fraises		site n°2 fraises	
	parcelle aménagée	parcelle témoin	parcelle aménagée	parcelle témoin
semaine 1	12,2	32,5	NA	NA
semaine 2	21,3	22,3	NA	NA
semaine 3	15,6	26	0	0
semaine 4	12,3	16,6	0,3	2,1
semaine 5	13,7	8,6	0,1	0,1
semaine 6	6,3	5,4	0	0
semaine 7	3,6	10	0	0,1
semaine 8	4,7	12,7	0	0
semaine 9	4,3	6,5	0	0
semaine 10	3,7	7,1	0	0
semaine 11	3,2	4,7	0	0,3
semaine 12	4,5	2,4	0	0,1
semaine 13	1,1	0,2	0,1	0,1

semaine 14	0,9	0,1	1,7	0,1
semaine 15	0	0	0	0,1
semaine 16	5,3	0,1	0	0,6
Moyenne	7,1	9,7	0,2	0,3

Tableau 5 : Nombre moyen de pucerons par plante de la culture sur les sites de production de fraises (du 18 avril au 1er août).

En Aubergines, de même que pour les fraises, le site n°1 a été plus infesté par les pucerons (0 à 141,6 pucerons/plante) que le site n°2 (0 à 4,68 pucerons/plante) (tableau 6).

	site n°1 aubergines		site n°2 aubergines	
	parcelle aménagée	parcelle témoin	parcelle aménagée	parcelle témoin
semaine 1	NA	NA	NA	NA
semaine 2	NA	NA	NA	NA
semaine 3	13,8	7,1	0	0
semaine 4	55,6	13,3	0	0
semaine 5	21,6	21,5	0,2	0,1
semaine 6	31,8	34,5	0,4	0
semaine 7	141,6	33,8	1,6	0,1
semaine 8	62,6	27,7	4,7	0
semaine 9	34,6	26,3	0,6	0
semaine 10	10,8	13,3	0	0
semaine 11	5,3	0,3	0,4	0
semaine 12	0,7	0	1,3	0
semaine 13	0	0	2	0

semaine 14	0	0	1	0
semaine 15	0	0	1,9	0,1
semaine 16	0	0	2	0,1
Moyenne	27	12,7	1,2	0,01

Tableau 6 : Nombre moyen de pucerons par plante sur les sites de production d'aubergines (du 2 mai au 31 avril).

Sur le premier site fraises, la pression était la plus importante les 6 premières semaines et s'est maintenu par la suite à un nombre d'individus très faible sur les plantes de la culture. Avec un nombre moyen de 9,7 pucerons/plante sur la parcelle témoin contre 7,1 sur la parcelle aménagée, la pression était donc légèrement supérieure sur la parcelle témoin (tableau 5).

Sur le second site fraises, la pression était très faible. Quelques pucerons se trouvaient sur la culture mais pas de colonies importantes comme on a pu trouver sur le site n°1. En moyenne on a dénombré 0,3 pucerons/plante sur la parcelle témoin contre 0,2 en aménagée. Cette infestation est négligeable car inférieure au seuil de nuisibilité en fraises (5 individus pour 10 feuilles).

D'après le test de wilcoxon, la différence du nombre de pucerons/plante entre la parcelle témoin et la parcelle aménagée, n'était pas significative (p-value pour le site n°1 et n°2 respectivement de 0,53 et 0,11).

En aubergines, on observe, à l'inverse, une présence supérieure de pucerons sur les plantes de la culture dans la parcelle aménagée, sur les deux sites.

Sur le site n°1, tout comme en fraises, la pression était la plus importante dans les premières semaines. En moyenne il y avait 27 pucerons/plante sur la parcelle aménagée contre 12,7 sur la témoin (tableau 6).

Sur le site n°2, de même que sur le site n°2 fraises, la pression était négligeable. En moyenne, 1,2 pucerons/plante en parcelle aménagée contre 0,01 en témoin.

Une nouvelle fois, d'après le test de wilcoxon, la différence du nombre de pucerons/plante entre la parcelle témoin et la parcelle aménagée n'est pas significative sur le premier site (p-value de 0,41). Cette différence est par contre significative sur le deuxième site (p-value de 0,0006) mais l'infestation était négligeable .

Les résultats sont très hétérogènes et ne montrent pas une différence significative du nombre moyen de pucerons par plante de la culture entre la parcelle aménagée et témoin, que ce soit en aubergines ou en fraises. Les plantes que nous avons utilisées en tant que plantes de service

n'ont donc pas été suffisamment efficaces pour contrôler les populations de pucerons sur les deux types de culture.

Thrips :

La pression thrips est restée contrôlée pendant toute la durée de l'essai, et était légèrement supérieure sur les parcelles aménagées de tous les sites sauf sur le site n°2 d'aubergines. Cependant, il n'y a pas de différence significative du nombre de thrips/plante de la culture entre les parcelles témoins et aménagées (p-value site 1 fraises : 0,15 ; p-value site 2 fraises : 0,34 ; p-value site 1 aubergines : 0,27 ; p-value site 2 aubergines : 0,39). De plus l'infestation, sur tous les sites, n'a pas dépassé le seuil de nuisibilité (2 thrips/fleur).

L'efficacité des plantes de service n'a donc pas pu être démontré sur le contrôle des populations de thrips, sur les deux cultures, étant donné la faible infestation.

La gestion de ce ravageur est plus délicate et cet essai visait plus particulièrement les auxiliaires des pucerons qui s'avèrent être aussi, pour certains, utiles pour lutter contre les thrips (surtout *Orius sp.* et *A. intermedius*). Les principaux prédateurs sont les acariens (phytoseiidae notamment) et ont été utilisés par lâchers par les producteurs que ce soit sur la parcelle témoin et sur la parcelle aménagée mais n'ont pas été dénombrés.

Auxiliaires :

Si l'on prend en compte seulement les auxiliaires présents sur les plantes de la culture, il n'y a pas significativement plus d'ennemis naturels sur les plants de la parcelle aménagée que sur la parcelle témoin (p-value > 0,05 pour tous les sites). Cependant un certain nombre de ces ennemis naturels étaient présents sur les plantes de service et donc susceptible d'être disponible en cas d'infestation de pucerons sur la culture. En prenant en compte les auxiliaires sur les plantes de service, sur les sites n°1 aubergines et fraises, là où l'infestation de pucerons était plus importante, la présence d'auxiliaires était plus importantes là où il y avait des pucerons. Sur les sites où l'infestation de pucerons est très faible, la présence d'auxiliaires est plus importante sur la parcelle aménagée avec les plantes de service.

Évolutions des populations sur les sites de production de fraises :

Nous allons donc maintenant observer l'évolution des populations de pucerons, thrips et d'ennemis naturels présents sur les sites. Ceci est important pour essayer de comprendre les dynamiques entre les auxiliaires, les ravageurs et les plantes.

◆ Sur le site n°1, la figure 10-a représente le nombre des ravageurs et auxiliaires présents aux différentes dates de relevés sur la parcelle aménagée et la figure 10-b sur la parcelle témoin.

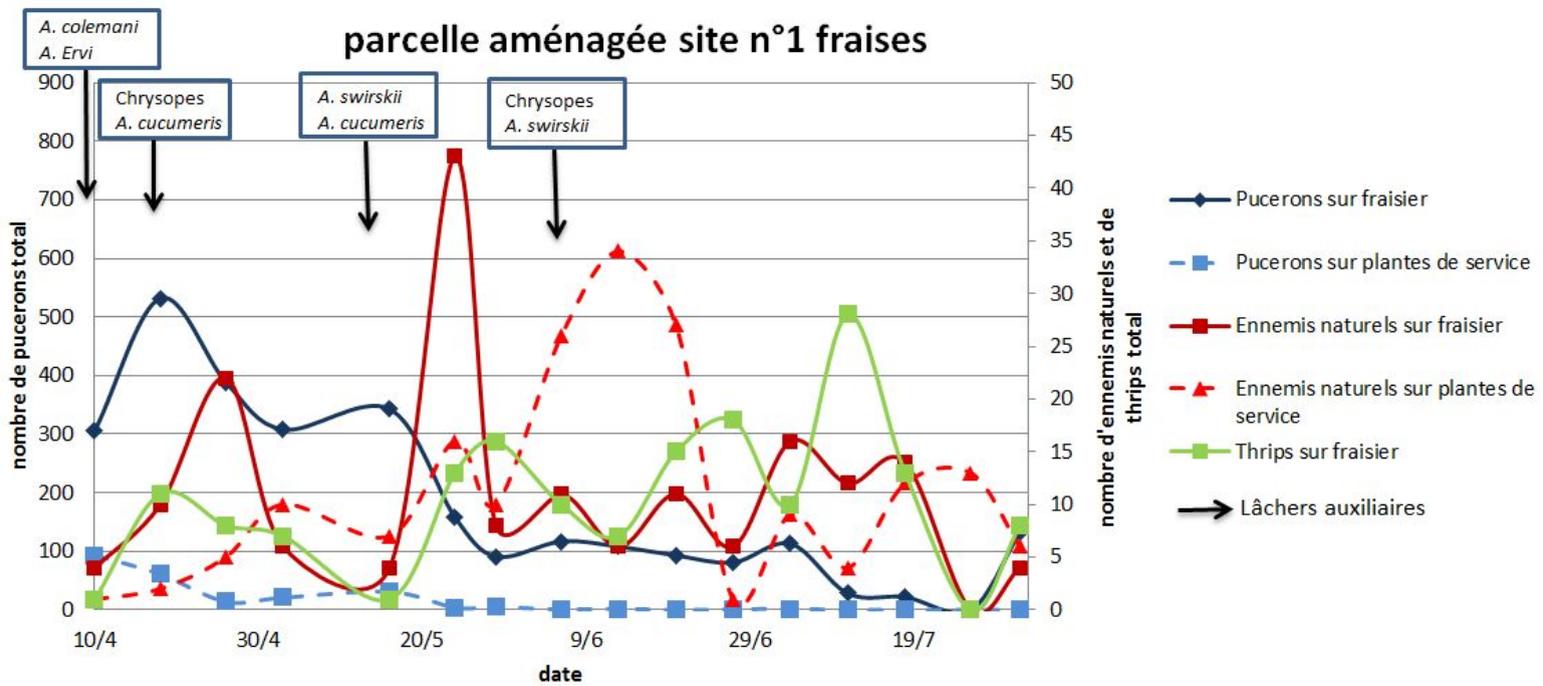


Figure 10-a : Nombre de pucerons, de thrips et d'ennemis naturels totaux sur fraisiers et plantes de service de la parcelle aménagée du site n°1 de fraises.

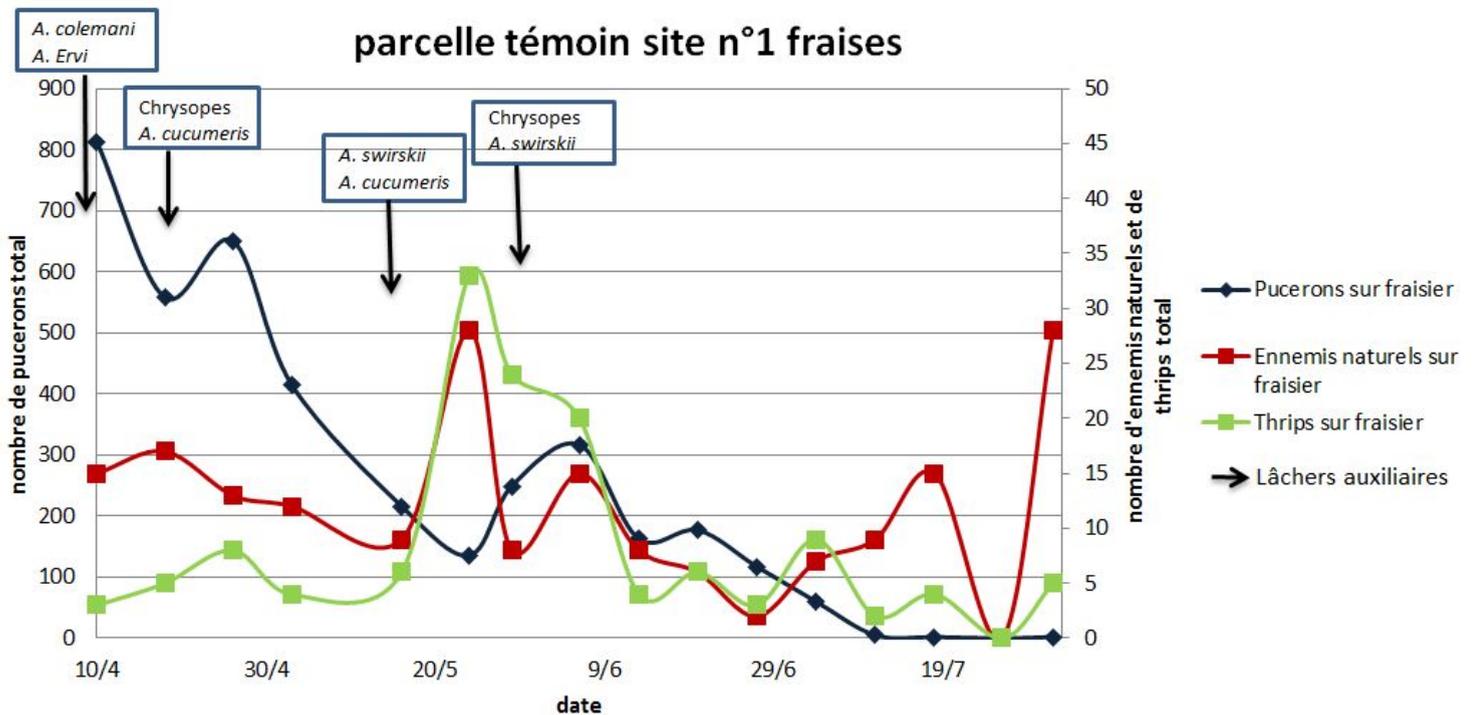


Figure 10-b : Nombre de pucerons et d'ennemis naturels totaux sur fraisiers de la parcelle témoin du site n°1 de fraises.

Une identification visuelle a aussi été réalisée afin de connaître les auxiliaires présents à chaque période. Celui-ci est donnée sur le graphique suivant (Figure 11).

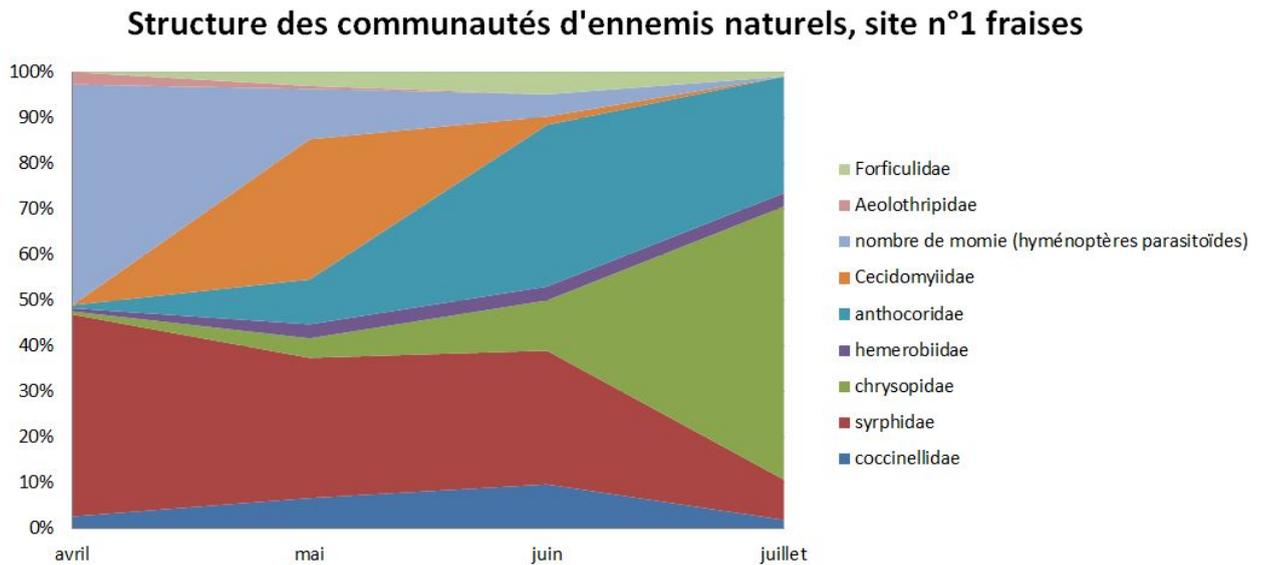


Figure 11 : structure des communautés total d'ennemis naturels sur le site n°1 fraises.

Enfin pour ce site, la pression de pucerons ayant été suffisante sur la culture, une identification visuelle des pucerons présents sur la culture a été réalisée à plusieurs dates sur les deux parcelles (Figure 12).

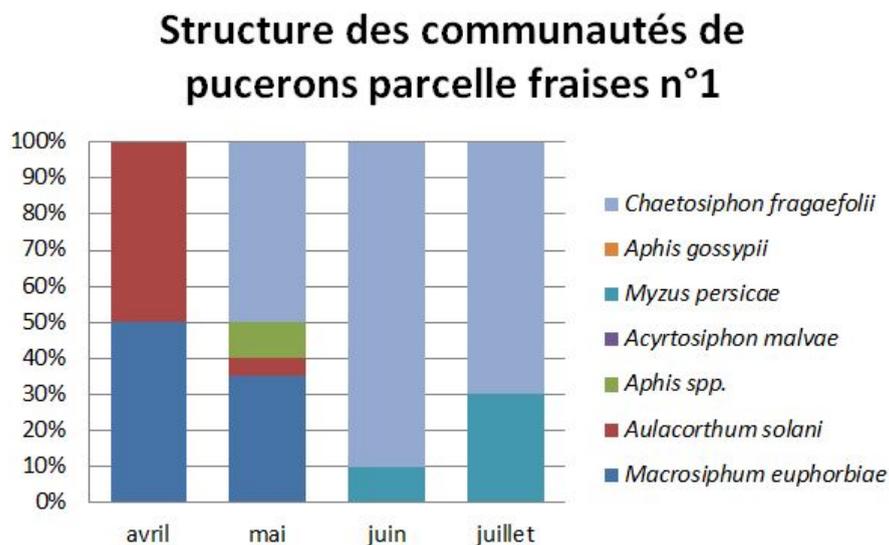


Figure 12 : Structure des communautés de pucerons, site n°1 fraises.

Pucerons :

Pour ce premier site, on constate un premier pic d'invasion de pucerons très tôt en saison, dès début/mi-avril, alors que les plantes de service ont été installées il y a peu de temps (mi-mars). Au total, lors du premier comptage, il y avait 800 pucerons sur la parcelle témoin contre 300 en aménagée. On retrouve à cette période *Macrosiphum euphorbiae* et *Aulacorthum solani* (figure 12) deux pucerons qui peuvent apparaître dès le début du printemps (INRA-a).

Sur la parcelle aménagée, à ce moment, peu d'auxiliaires étaient présents, sur les plantes de service et sur fraisiers, moins de dix au total, majoritairement des syrphes. Le nombre d'hyménoptères parasitoïdes n'a cependant pas été pris en compte et n'apparaît pas sur le graphique car leur dénombrement était impossible mais leur présence a pu être repéré par la présence de pucerons parasités (visible sur la figure 11). A ce moment là donc, les auxiliaires présents étaient les syrphes et les hyménoptères parasitoïdes principalement. Ces derniers sont en parti présents suite au lâcher effectué par le producteur. Par la suite, le nombre d'ennemis naturels augmente sur les plantes de la culture comme sur les plantes de service mais plus rapidement et en plus grande quantité sur ces premières. On peut donc observer un attrait de ces auxiliaires par les pucerons de la culture. Ensuite, le nombre de pucerons continue d'augmenter puis diminue lentement et progressivement. Les auxiliaires présents ont certainement contribué à un ralentissement de la croissance de la population de pucerons mais n'étaient pas suffisamment nombreux pour la limiter efficacement.

Sur la parcelle témoin, le nombre initial de pucerons était plus important ainsi que le nombre d'auxiliaires, environ 15, pour la majorité des syrphes, que sur la parcelle aménagée. Ceci peut s'expliquer par un attrait fort de ces auxiliaires par les population de pucerons. Cependant, même si le nombre de pucerons diminue ensuite, celui des auxiliaires aussi contrairement à la parcelle aménagée.

Par la suite, l'infestation globale de pucerons diminue, avec quelques petites hausses, que ce soit en parcelle aménagée ou témoin. Le nombre d'auxiliaires quant à lui semble fluctuer en fonction du nombre de pucerons présents. Le nombre total de ces auxiliaires augmente sur la parcelle aménagée que ce soit sur la culture ou les plantes de service, avec un pic important aux alentours du 20 mai. Les auxiliaires semblent donc agir sur la diminution du nombre de pucerons présent. Ces ennemis naturels ont permis la diminution du nombre de pucerons, bien qu'assez tardive en début de saison, et un maintien à une population faible par la suite, que cela soit en parcelle aménagée, ou témoin.

On peut remarquer aussi, qu'à partir du moment où l'infestation de pucerons est faible et stable sur la culture, les ennemis naturels semblent transiter vers les plantes de service sur la parcelle aménagée. Ce déplacement des auxiliaires semble corrélér l'utilité des plantes de service, et notamment les plantes ressources, quant à leur utilisation par ces auxiliaires et de permettre leur maintien au sein ou proche des cultures.

On peut constater le peu de pucerons présents tout au long de la saison sur les plantes de service et notamment sur les plantes banques. Cette non infestation par des pucerons spécifiques, comme l'on s'y attendait, a donc vraisemblablement empêché l'installation plus précoce et en plus grand nombre des ennemis naturels. Ce qui pourrait expliquer la lente diminution des populations de pucerons en début de saison par manque d'auxiliaires.

Thrips :

La pression thrips n'a pas posé de problème sur la culture car elle est toujours restée inférieure à 2 individus/fleur. Le maintien à une population faible ne peut être corrélé à l'apport d'auxiliaires par les plantes de service car hormis *Orius sp.* et *A. intermedius*, les autres auxiliaires, bien que pouvant consommer des thrips, s'attaquent préférentiellement aux pucerons. De plus, leurs principaux ennemis naturels sont les acariens phytoseiidae qui ont été apportés par des lâchers artificiels et n'ont pas été dénombrés.

◆ Sur le site n°2, il y a eu très peu de pucerons, les figures 13-a et b donnent le nombre total de ravageurs et d'ennemis naturels respectivement sur la parcelle aménagée et témoin.

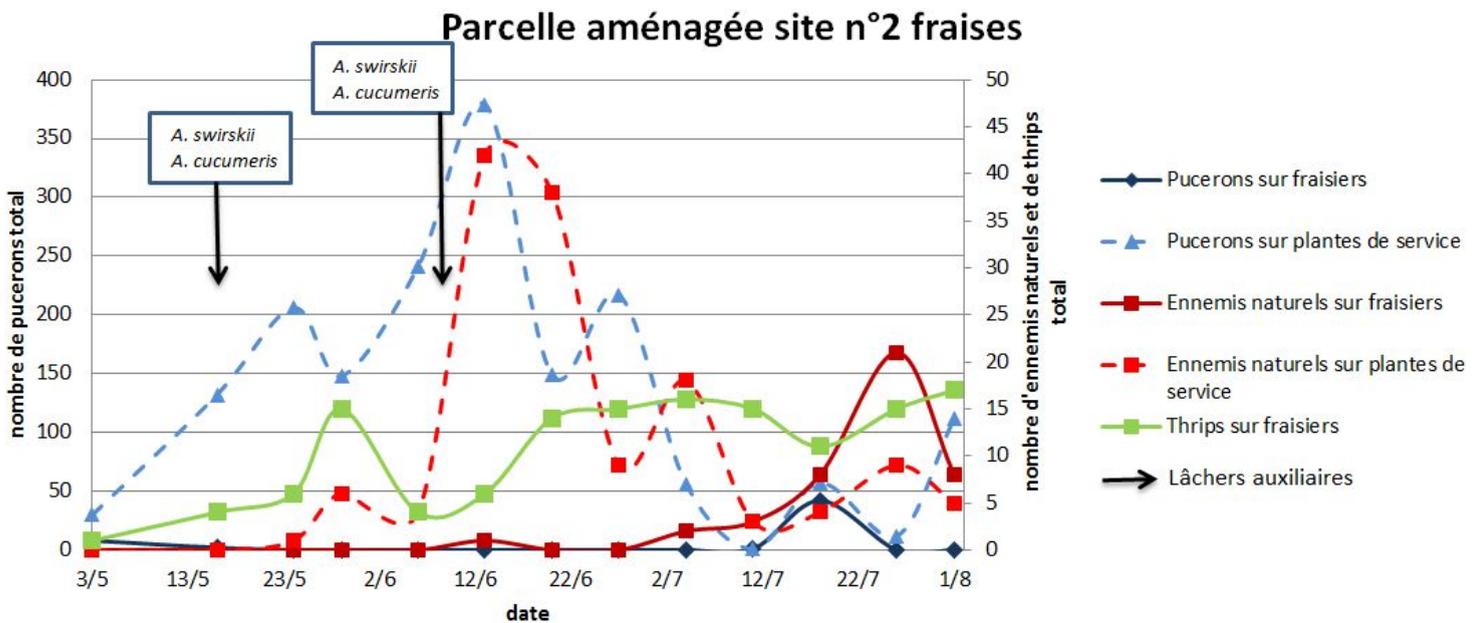


Figure 13-a : Nombre de pucerons et d'ennemis naturels totaux sur fraisiers et plantes de service de la parcelle aménagée du site n°2 de fraises.

Parcelle témoin site n°2 fraises

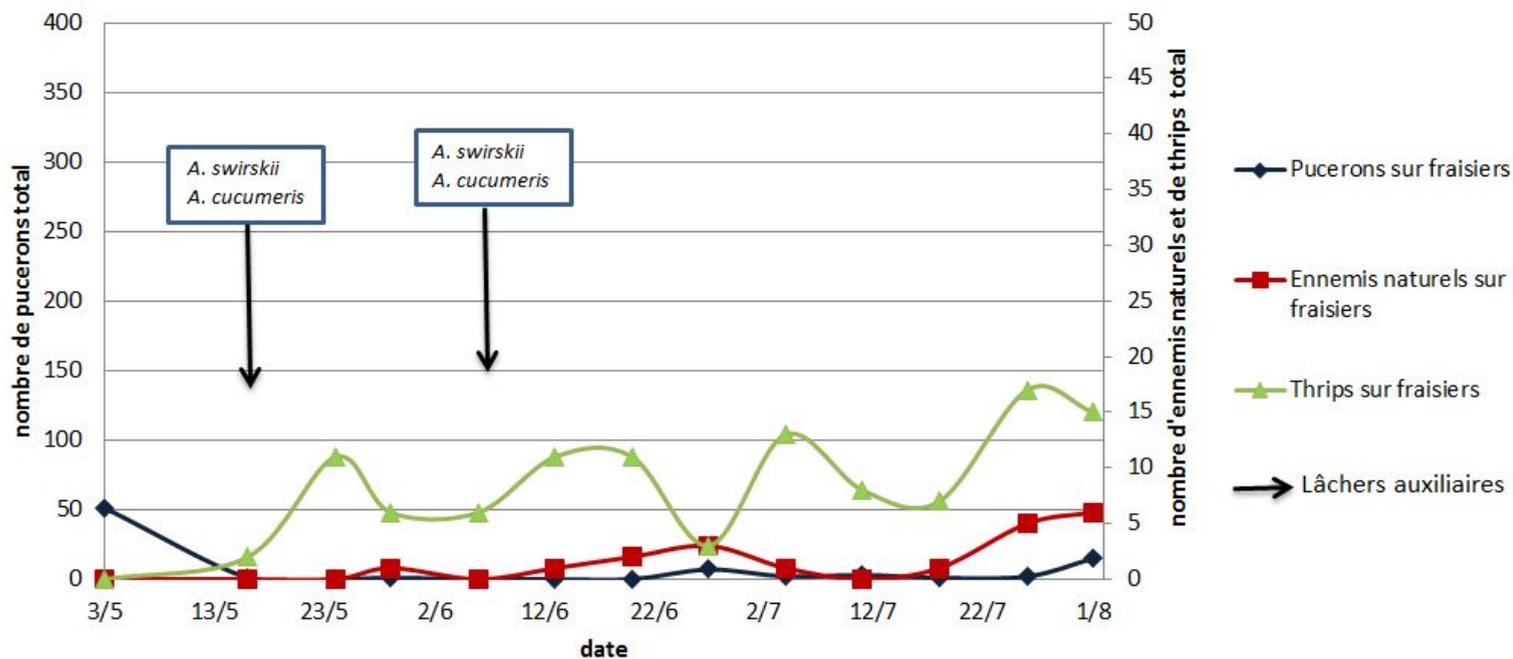


Figure 13-b : Nombre de pucerons et d'ennemis naturels totaux sur fraisières de la parcelle témoin du site n°2 de fraises.

Structure des communautés d'ennemis naturels, site n°2 fraises

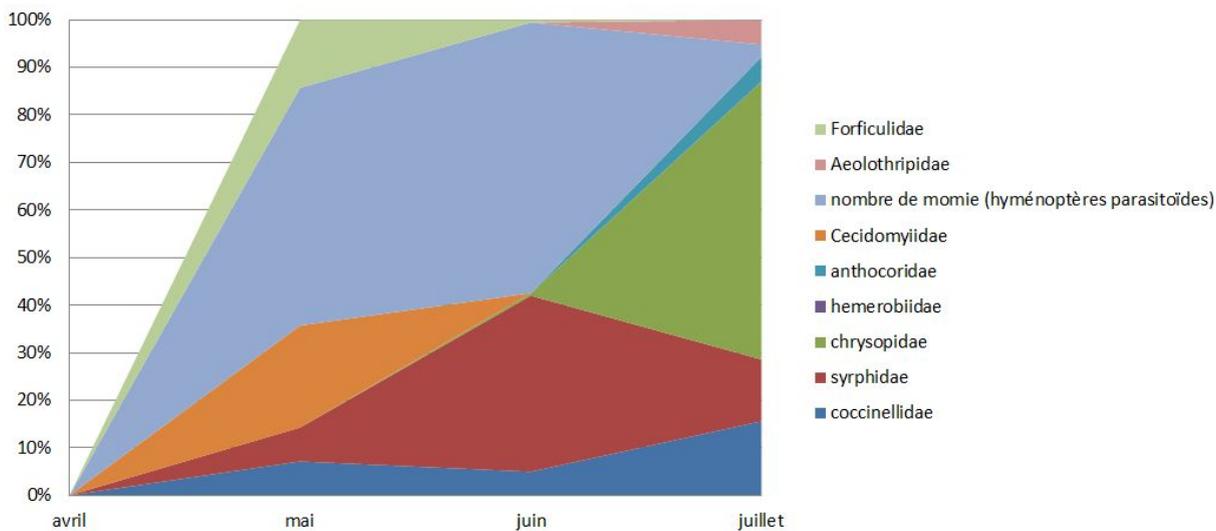


Figure 14 : structure des communautés total d'ennemis naturels sur le site n°2 fraises.

Pucerons :

Sur ce site, l'infestation de pucerons sur la culture a été quasiment nulle, que ce soit sur la parcelle aménagée ou la parcelle témoin.

Néanmoins, on peut constater la même dynamique que sur le site précédent mais sur les plantes de service. En effet, on remarque que sur ces plantes, un pic d'infestation de pucerons est suivi d'un pic du nombre d'auxiliaires. Ce qui une fois encore, laisse penser que les auxiliaires sont avant tout attirés par les pucerons. Ces derniers se trouvaient sur blé et tanaïsie principalement. Au moment de l'infestation de pucerons ce sont les syrphes et les hyménoptères parasitoïdes qui étaient les plus présents (Figure 14). Ces derniers ont alors permis une décroissance de la population de pucerons.

Ici, les plantes de service ont pu servir de réservoir d'auxiliaires. Cependant une fois que la population de pucerons a été réduite, les auxiliaires ne sont pas restés sur les plantes de service.

Thrips :

Sur ce site, la principale problématique du producteur était la présence de thrips en très grande quantité (jusqu'à plus de 6 thrips par fleur). Néanmoins, sur les tunnels de l'essai, cette pression est restée inférieure au seuil de nuisibilité (moins de 1 à 2 individus par fleur). Ceci est sans doute explicable par le fait que ces tunnels ont été nouvellement installés et qu'ils n'y avait donc pas de fraises à cette endroit l'année précédente. Les thrips n'étaient donc pas présent sous forme hivernal dans les environs directs. Les lâchers d'acariens prédateurs réalisés par le producteur ont donc certainement suffi à leur contrôle car peu d'*A. intermedius* et d'anthocoridae étaient présents naturellement pour leur contrôle.

Malgré une infestation différente sur les deux sites de production de fraises, on remarque des dynamiques assez similaires entre les ravageurs et les ennemis naturels. Ceci montre un attrait des auxiliaires majoritairement par les populations de pucerons et non les plantes de service directement.

Evolutions des populations sur les sites de production d'aubergines :

◆ Site n°1, les pucerons ont infestés tôt en saison la culture, tout comme sur le site n°1 de fraises. Les figures 15-a et b donnent le nombre total de ravageurs et d'ennemis naturels respectivement sur la parcelle aménagée et témoin.

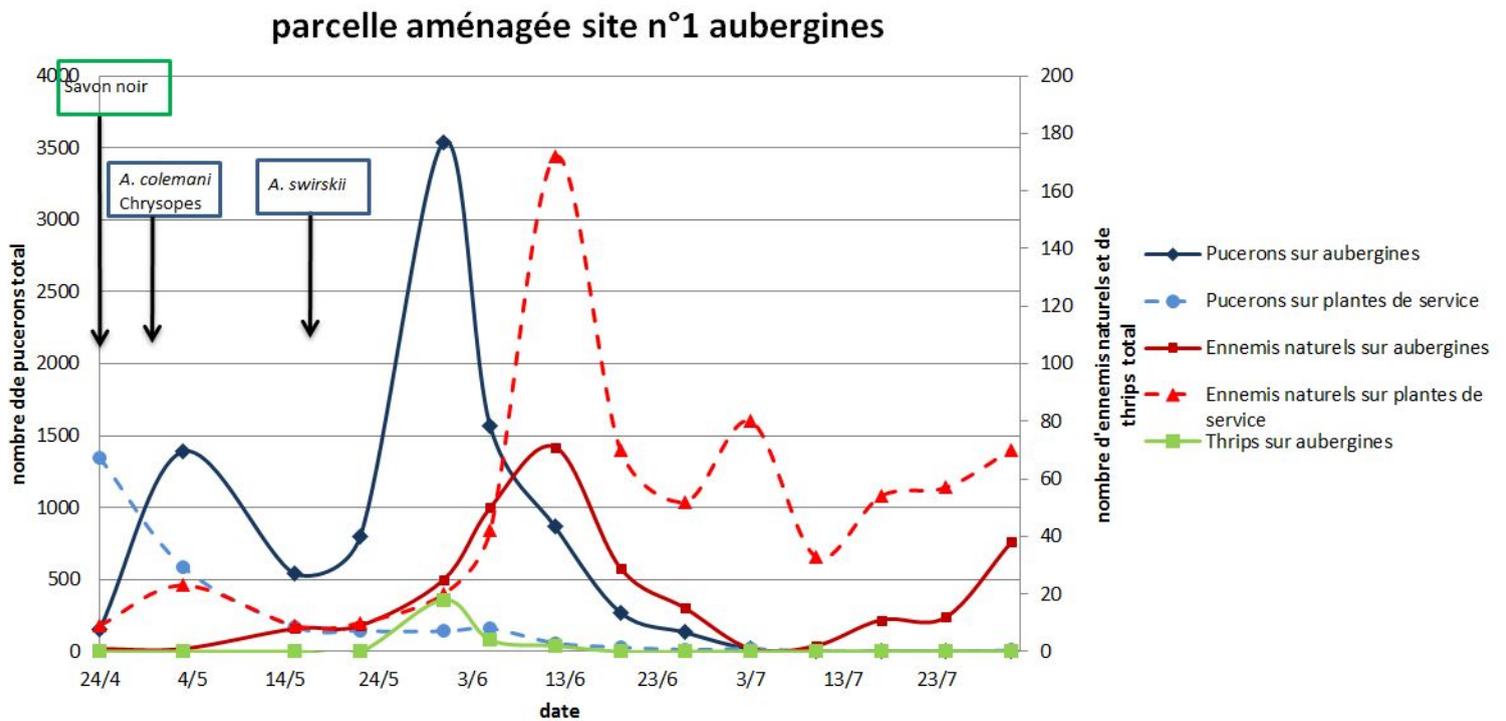


Figure 15-a : Nombre de pucerons et d'ennemis naturels totaux sur aubergines et plantes de service de la parcelle aménagée du site n°1 d'aubergines.

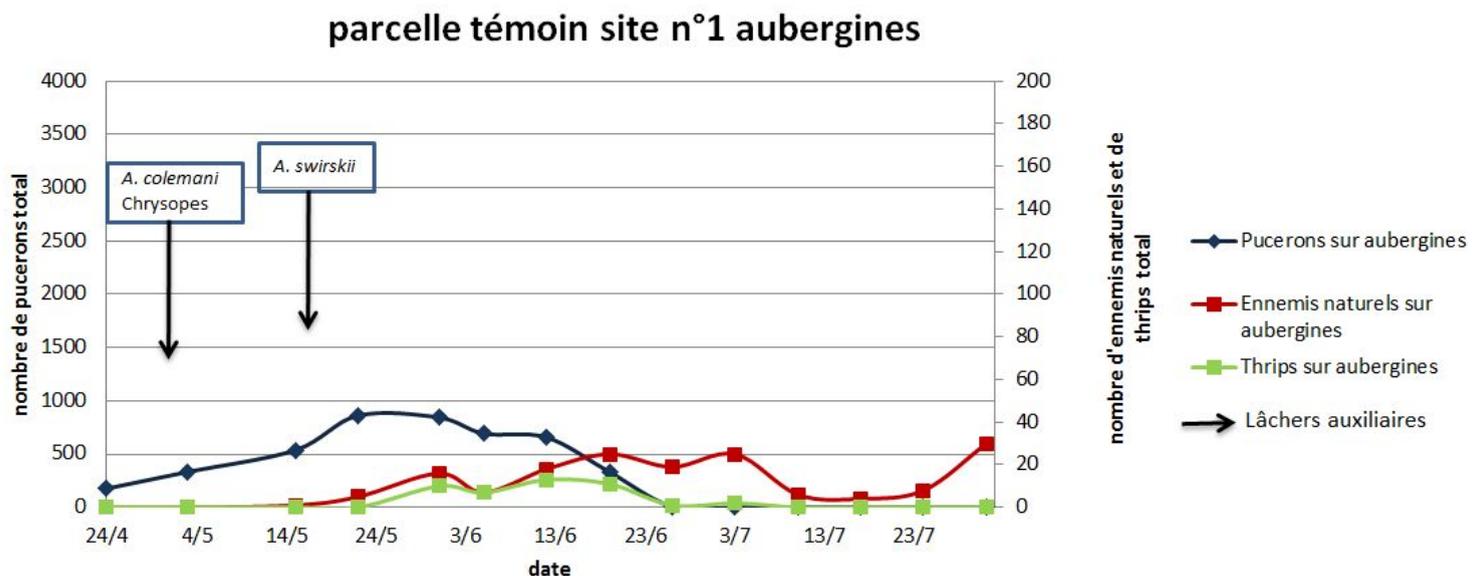


Figure 15-b : Nombre de pucerons et d'ennemis naturels totaux sur aubergines de la parcelle témoin du site n°1 d'aubergines.

Structure des communautés d'ennemis naturels, site n°1 aubergines

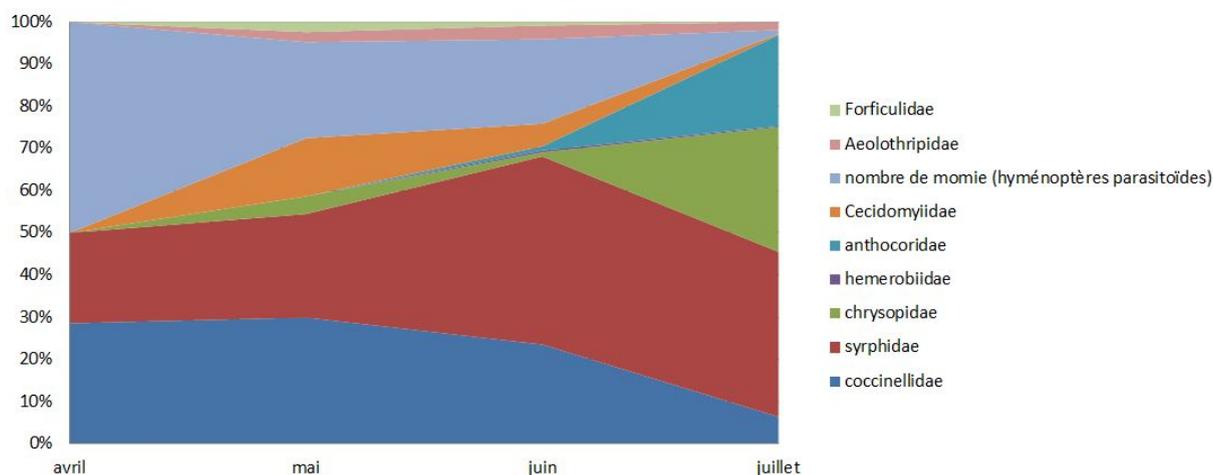


Figure 16 : structure des communautés total d'ennemis naturels sur le site n°1 fraises.

Structure des communautés de pucerons parcelle aubergines n°1

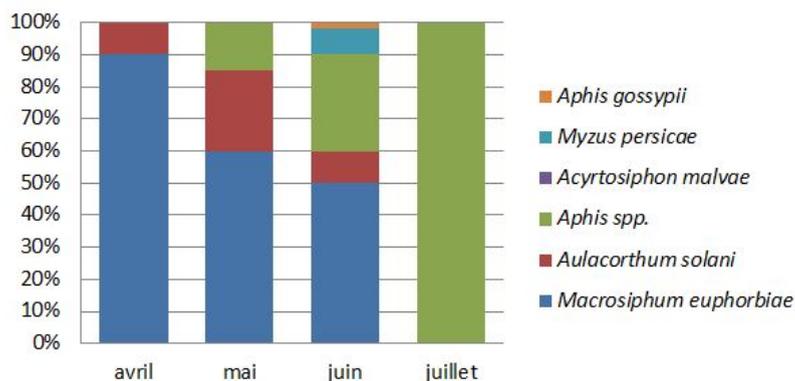


Figure 17 : Structure des communautés de pucerons, site n°1 aubergines.

Pucerons :

Ici, ce sont les plantes de service qui ont été infestées les premières mais contrairement à ce qui était souhaité, ces pucerons n'étaient pas spécifiques de ces plantes et ce sont ces populations qui ont infestées la culture d'aubergines quelques jours après. Ce sont les pucerons *Macrosiphum euphorbiae* et *Aulacorthum solani* (figure 17), tels qu'on a pu trouver sur la culture de fraise, qui ont migré sur la culture d'aubergines dès le début de saison. Cette dynamique est à mettre en parallèle avec une infestation d'une fin de culture de salades juxtaposée à celle d'aubergines. Il y a donc eu un transfert des salades aux plantes de service se trouvant entre les deux cultures, puis un transfert sur aubergines.

Les auxiliaires arrivent aussi après le début de l'infestation par les pucerons malgré le fait que ces pucerons étaient déjà présents dans l'environnement de la serre. Le nombre de pucerons a

alors ensuite diminué au fur et à mesure. En fin de saison, lorsqu'il n'y avait plus de pucerons, les auxiliaires ont migré sur les plantes de service tout comme sur le site n°1 fraises.

Les auxiliaires ont donc bien pu gérer les pucerons de la culture mais encore une fois assez tard après le début de l'infestation. Cependant on remarque qu'ici aussi les plantes de service ont permis le maintien des ces ennemis naturels dans la culture alors qu'il n'y avait plus de pucerons, pour la plupart des syrphes (figure 16) sur sarrasin comme précédemment en culture de fraises.

Thrips :

Le nombre de thrips est resté très bas et n'a donc posé de problème à la culture que ce soit en parcelle aménagée ou en témoin.

◆ Site n°2, la population de pucerons, ici est restée faible. Les figures 18-a et b donnent le nombre total de ravageurs et d'ennemis naturels respectivement sur la parcelle aménagée et témoin.

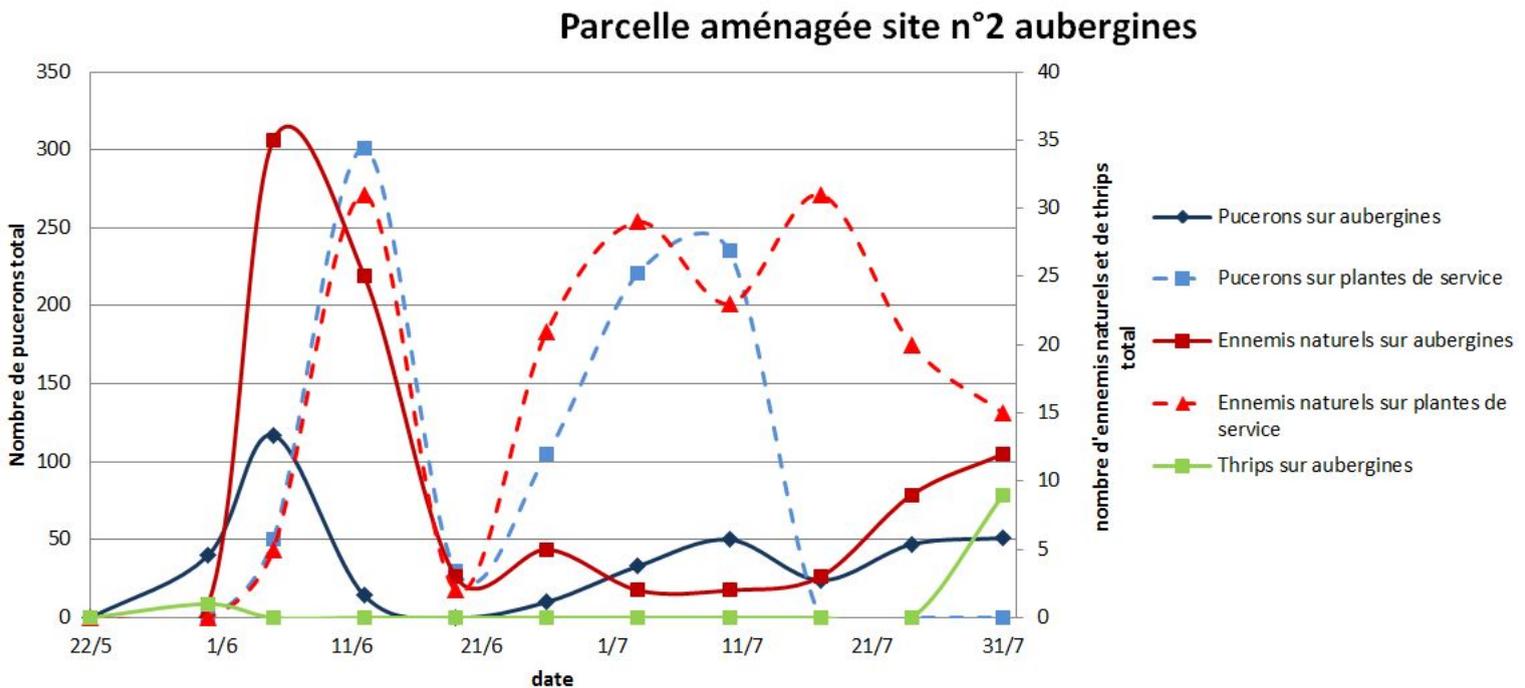


Figure 18-a : Nombre de pucerons et d'ennemis naturels totaux sur aubergines et plantes de service de la parcelle aménagée du site n°2 d'aubergines.

Parcelle témoin site n°2 aubergines

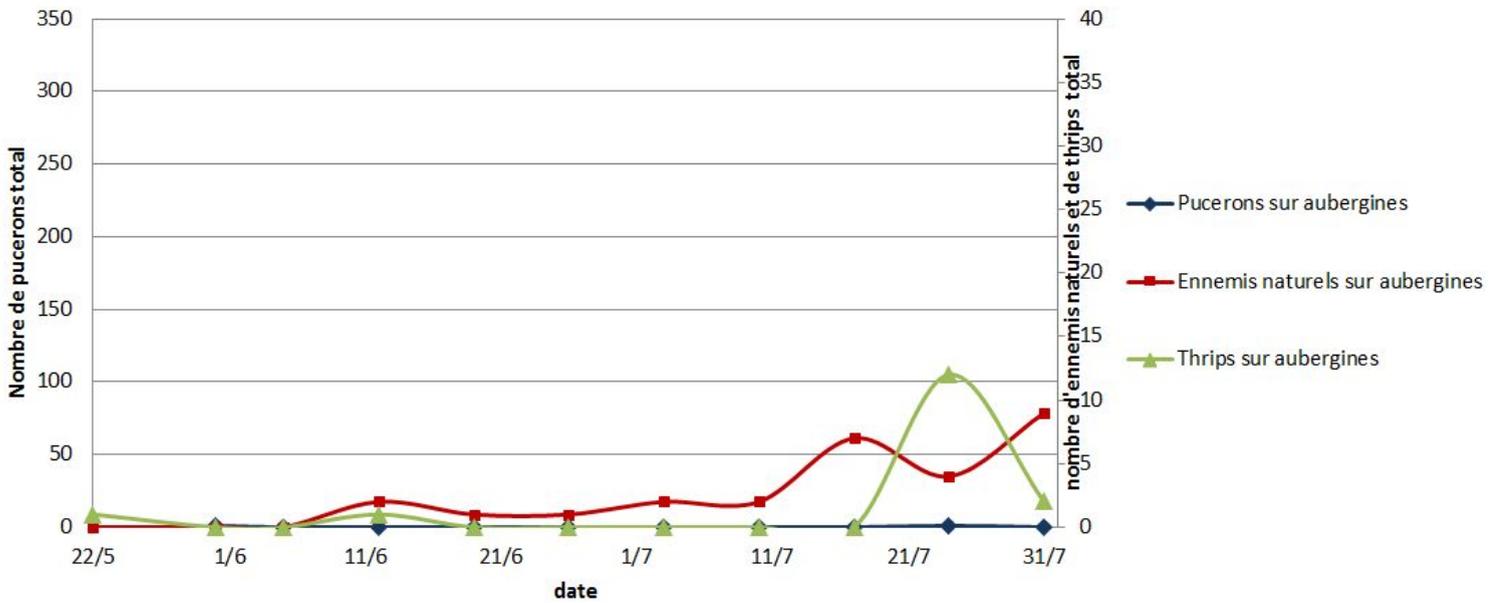


Figure 18-b : Nombre de pucerons et d'ennemis naturels totaux sur aubergines de la parcelle témoin du site n°2 d'aubergines.

Structure des communautés d'ennemis naturels, site n°2 aubergines

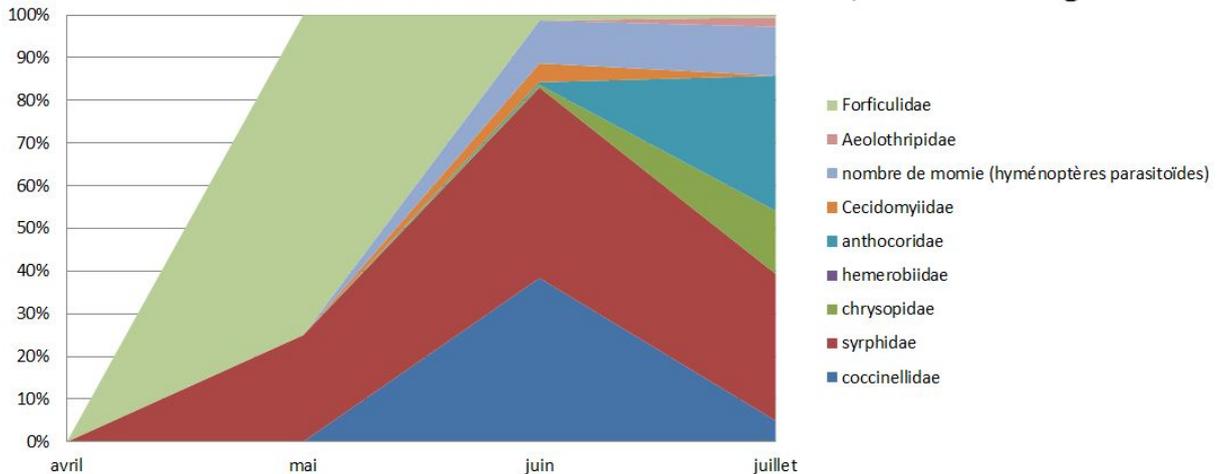


Figure 19 : structure des communautés total d'ennemis naturels sur le site n°2 aubergines.

Pucerons :

Sur ce site, on constate une dynamique différente des 3 précédents sites. Hormis le fait que la pression de pucerons était supérieur sur la parcelle aménagée mais d'une manière général très faible, on remarque que la courbe prédateurs précède légèrement la courbe proie. C'est ce que nous recherchons en terme de dynamique afin que les pucerons quand ils arrivent soient

rapidement contrôler par ces auxiliaires. On remarque alors à ce moment que la population de pucerons n'augmente pas énormément (moins de 125 en tout sur les 25 plantes de la culture au maximum). Cependant il est difficile de savoir si ce sont vraiment les auxiliaires qui ont pu à ce moment là prendre en charge ces pucerons et limiter à eux seuls leur croissance car sur la parcelle témoin très peu de pucerons étaient présents et cette croissance faible peut aussi être due à cette pression limitée.

Les auxiliaires présents étaient de la famille des forficulidae et syrphidae au début puis coccinellidae et anthocoridae ont remplacé les forficulidae (figure 19).

Ce site est protégé par des haies ce qui pourrait expliquer la faible infestation par des pucerons et la présence d'auxiliaires assez précoce comparé aux autres sites.

Thrips :

Ici aussi il n'y a pas eu ou très peu de thrips sur la culture, le producteur n'a donc pas eu besoin de réaliser de lâchers.

Etant donnée la complexité de tels systèmes, c'est la multiplicité des essais sur différents sites qui peut nous apporter des pistes de compréhension et d'amélioration.

Ici, d'une manière générale, on constate toujours (sauf sur le deuxième site aubergine) que la courbe prédateurs suit la courbe proies. Les résultats montrent donc que ce sont les ravageurs qui attirent les auxiliaires et que donc les plantes de service n'ont pas eu d'effet attractif sur ces ennemis naturels mais qu'elles ont pu, pour certaines, les maintenir plus longtemps dans la culture.

Ce que nous souhaiterions est l'inversement de ces courbes afin que les auxiliaires soient présent dès l'arrivée des premiers pucerons sur la culture et que leur prise en charge soit donc plus rapide. Pour cela, afin que les auxiliaires soient présents en grand nombre dès le début de la saison et des premières infestations, il faudrait une nette infestation des plantes banques par des pucerons spécifiques en tout début de saison, ce qui n'a pas été le cas cette année. Aussi les températures restent fraîches en début de saison, même sous abris, ce qui peut expliquer le retard et le faible nombre d'ennemis naturels à cette période car ces derniers sont plus sensibles aux températures que les pucerons (INRA-b). Ces derniers, ont une température minimale de développement de 4/5°C et leur température optimale est de 22°C. Les auxiliaires, quant à eux, ont besoin d'un minimum de 10 à 15°C pour leur développement, ce qui explique ce décalage. Par exemple, *Episyrphus balteatus* cesse de se reproduire à 15°C jour et le développement de l'oeuf à l'adulte n'est plus possible en dessous de 7,5°C. Pour les coccinelles, *Scymnus spp.*, entre en diapause dès une température inférieure à 16°C. Pour le chrysope, il peut survivre entre 10 à 35 °C. Quant aux cécidomyies, elles peuvent se reproduire à partir de 16 °C (ephytia).

Sur tous les sites, on a observé une assez grande diversité d'ennemis naturels même sans y avoir été lâchés artificiellement sur les différents sites, ce qui est déjà positif car c'est cette diversité d'auxiliaires qui va permettre de contrôler la multitude d'espèces de pucerons posant problème à la culture.

Le dispositif global n'a pas été suffisant pour contrôler la population de pucerons, cependant, nous pouvons nous intéresser individuellement à chaque plante apportée et aux auxiliaires attirés afin d'observer des corrélations éventuelles entre ceux-ci. Nous pourrions alors déterminer si toutes les plantes ont été utiles ou si au contraire certaines n'ont pas été idéales en tant que plante de service.

Plantes de service et auxiliaires :

Malgré la non suffisance du contrôle des pucerons en début de saison par les ennemis naturels, on peut observer un certain attrait des auxiliaires pour les plantes ressources. Les plantes banques quant à elles n'ont pas été infestées par les pucerons désirés (*R. padi* et *A. nerii*) et n'ont donc pas pu prouver leur utilité dans le contrôle des pucerons et des thrips.

Parmi les plantes ressources, l'achillée a eu des difficultés à émerger (semences très fines, conditions météo et emplacement entre les tunnels, par exemple, non favorables). Par conséquent l'achillée n'était présente que sur 1 site et demi et les conclusions sont donc moins évidentes.

On a réalisé une ACP afin de remarquer les corrélations existantes entre les plantes de service et les auxiliaires des pucerons (et thrips). Les résultats sont donnés ci-dessous (Figures 20-a et b, 21-a et b) :

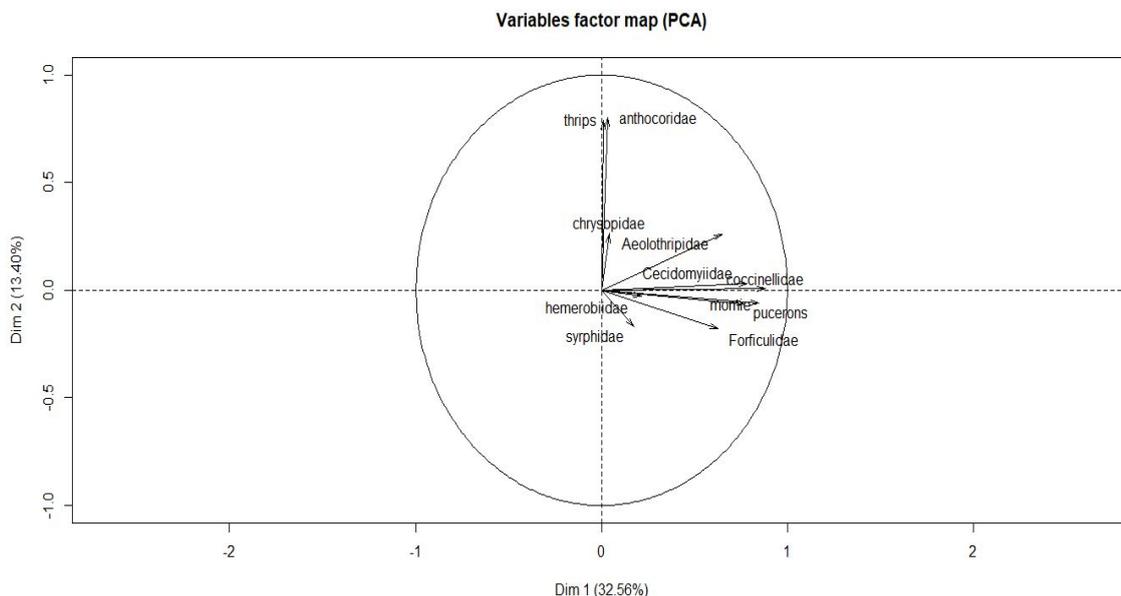


Figure 20-a : cercle de corrélation des variables sur la dimension 1 et 2 (sortie R de l'ACP).

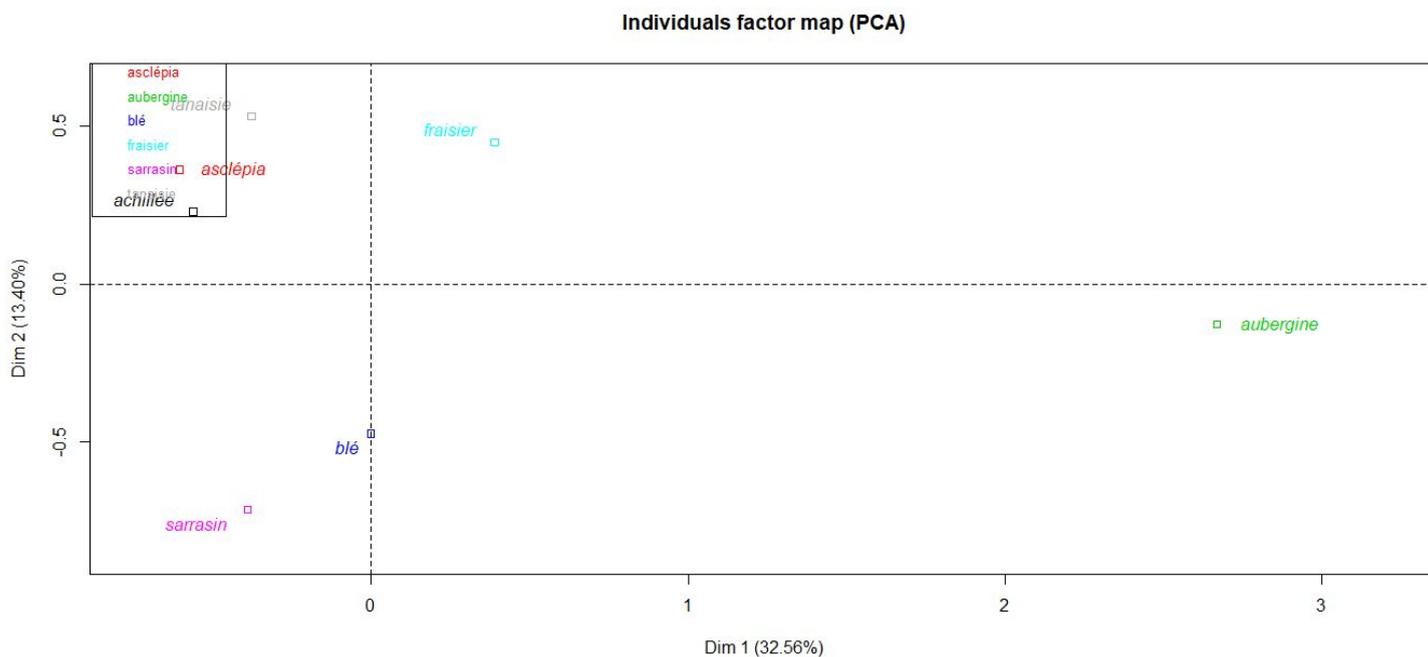


Figure 20-b : graphique des individus sur la dimension 1 et 2 (sortie R de l'ACP).

Dans un premier temps, on peut remarquer que les auxiliaires de la famille des coccinellidae, des cecidomyiidae et des hyménoptères parasitoïdes (repérés ici par la présence d'individus parasités ou momies) sont corrélés avec la présence de pucerons et donc se trouvent principalement sur les plantes de la culture. Les ennemis naturels de ces familles semblent donc être principalement attirés par la présence de leurs proies et c'est pourquoi l'apport de plantes banques qui seraient infestées par des pucerons pourrait potentiellement être intéressant pour ces familles d'auxiliaires.

Les thrips et anthocoridae (*orius sp.*), quant à eux, sont principalement corrélés aux plantes telles que la tanaïsie, l'asclépias, l'achillée et les plants de fraisiers. Il est difficile de dire si les anthocoridae sont attirés par les plantes en elles mêmes ou s'ils sont attirés par la présence des thrips dont il est un des principal prédateur car là où se trouve des anthocoridae, il y a des thrips. Cependant Pour l'achillée il semble y avoir un certain attrait des anthocoridae par la plante elle-même car les thrips n'ont que très peu été retrouvés sur celle-ci. Ce dernier résultat est à modérer car l'achillée n'était présente que sur 2 sites sur 4.

D'après Picault (2017), tous ces résultats ne sont pas en accord car ils avaient trouvé, à l'inverse d'ici, que l'achillée était attractive pour les thrips alors que la tanaïsie peu. Par contre, l'achillée et la tanaïsie étaient attractive pour les anthocoridae tout comme ici .

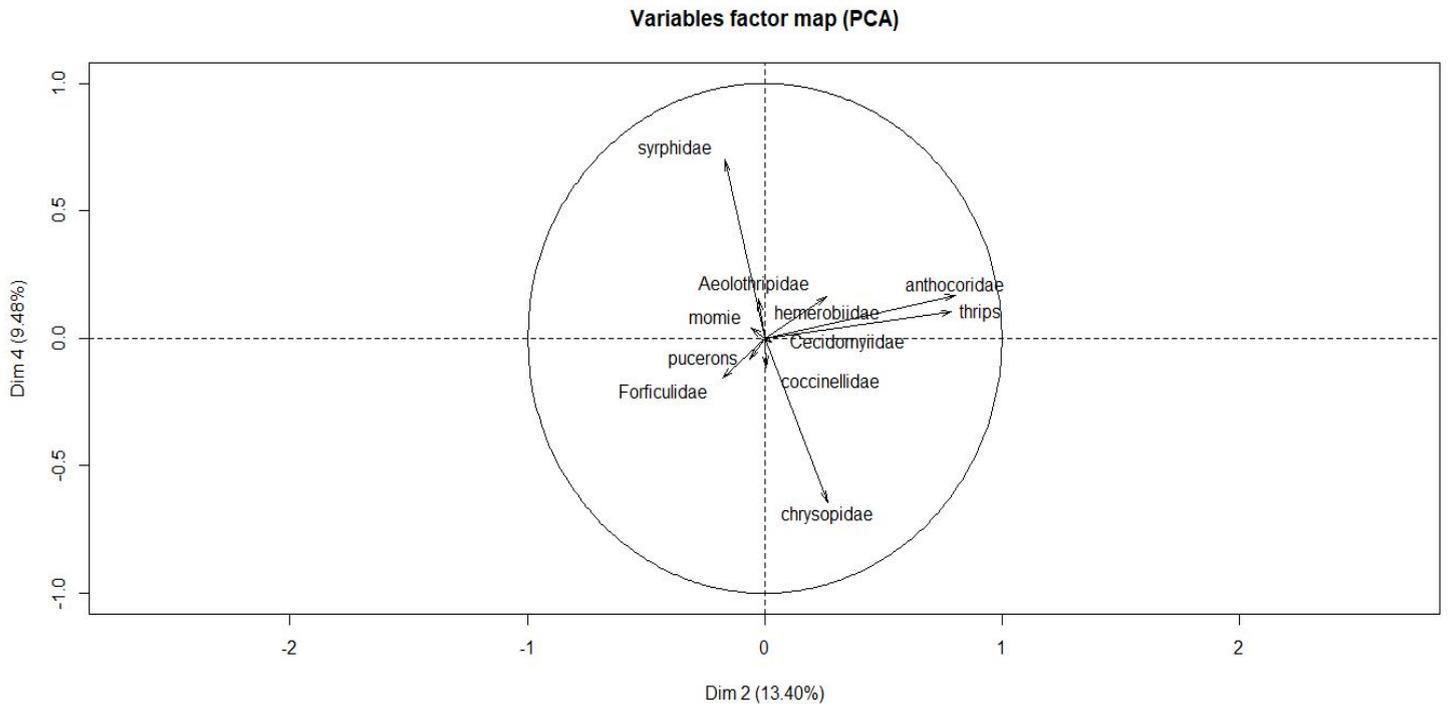


Figure 21-a : cercle de corrélation des variables sur la dimension 2 et 4 (sortie R de l'ACP).

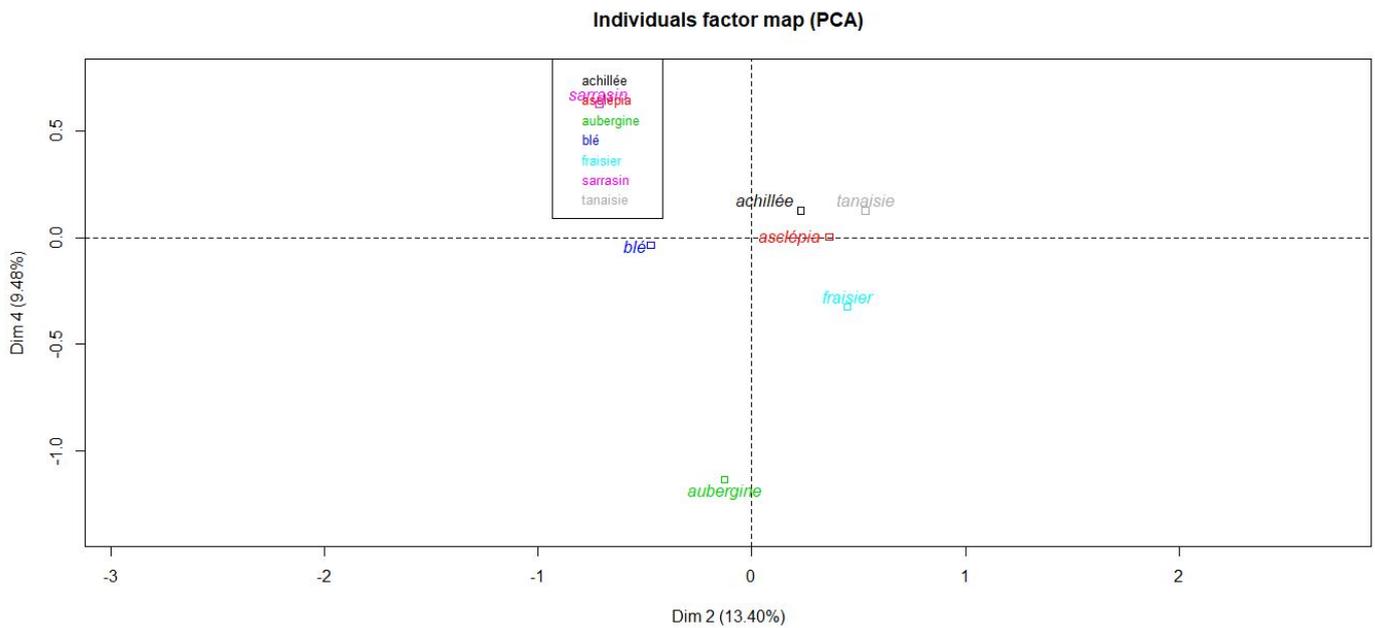


Figure 21-b : graphique des individus sur la dimension 2 et 4 (sortie R de l'ACP).

Avec cet autre plan on remarque qu'il y a une corrélation entre les syrphidae et le sarrasin. Ce qui confirme les déductions précédemment faites sur l'attrait des syrphes pour le sarrasin en fleur une fois la population de pucerons limitée sur la culture. Ils peuvent donc être favorisés par la présence de cette plante ressource au sein de la culture et donc se maintenir plus longtemps dans celle-ci.

Quant aux chrysopidae, on a pu les retrouver au sein de la culture en saison plus tardive (juillet) sur les plantes de la culture.

Globalement, toutes les plantes une fois arrivées à floraison ont hébergé le thrips, ce qui n'est pas étonnant car c'est une espèce floricole qui se nourrit de nectar et de pollen. Cependant, la plante la plus problématique vis-à-vis de ce ravageur semble être la tanaïsie car par rapport au nombre d'orïus présent sur cette plante aussi, le nombre de thrips était bien supérieur.

Seul le sarrasin a donc réellement prouvé son efficacité quant au maintien des syrphes dans la culture.

Coûts de la méthode :

Un point important pour la mise en place de cette méthode de lutte par les producteurs, autre que l'efficacité indispensable de la méthode, est le coût de ce système. Celui-ci doit être supportable par le producteur.

Ici, la mise en place des bandes fleuries coûte 7,8 €/m linéaire. Par rapport aux installations de l'essai, en fonction du nombre de mètres de bandes fleuries installées, ceci représente environ au coût d'environ 29 000 €/ha. Celui-ci est trop important. Cependant, il faudrait connaître la quantité de bandes fleuries nécessaire en fonction de la taille de la culture. Cela n'a pas été testé ici.

En culture de fraises, par exemple, les coûts de lutte contre les ravageurs (pucerons, thrips et acariens) varient de 1 000 à 5 000 €/ha en conventionnel contre 7 000 à 18 000 €/ha en stratégies raisonnées. (Dubon, 2018)

D'un côté, le coût peut être diminué en installant directement les plantes à même le sol et non plus dans des sacs de culture dont le prix est assez élevé (environ 2,50 €).

D'un autre côté, si les auxiliaires ne colonisent pas les bandes fleuries naturellement, le producteur devra lui-même réaliser des lâchers artificiels d'ennemis naturels afin de les installer. Cela augmenterait le coût de ce système et il ne serait alors plus très intéressant étant donné qu'ils réalisent déjà ce genre de lâchers.

Avis des producteurs :

Globalement les producteurs sont satisfaits du peu d'entretien que le dispositif nécessite, une fois les sacs en place, et l'irrigation installée, ils n'ont plus besoin d'intervenir sur les plantes elles-mêmes. Ils peuvent gérer de la même façon leurs lâchers d'auxiliaires en fonction de la pression présente de pucerons. Toutefois, certaines plantes étant annuelles (blé, sarrasin), il faut les semer chaque année, ce qui pour eux est un coût supplémentaire.

Un point négatif est que, surtout en culture d'aubergine, certaines plantes (tanaïs notamment), deviennent trop envahissantes et gênent l'accès à la planche de culture juste à côté. Le passage est donc difficile et cela pose des problèmes lors de la récolte (gêne pour le passage de la machine quand la récolte est faite par le producteur ou limite le passage des clients quand elle est en faite en cueillette libre). Aussi, la gestion de l'enherbement est rendue beaucoup plus difficile voir impossible à cause des sacs de culture qui gênent cette gestion. Ils souhaiteraient donc des plantes vivaces surtout et qui soient concurrentielles vis-à-vis des adventices qu'ils pourraient planter directement au sol.

Un autre point est qu'ils veulent surtout une solution pour gérer l'infestation précoce par les pucerons et donc améliorer la résidence et l'attrait des auxiliaires en début de saison (mars/avril).

Dans le choix des plantes, les producteurs (surtout en fraises) s'inquiètent de l'attractivité de certaines plantes pour les thrips même si leur présence ne semble pas avoir augmenté la pression thrips sur la culture.

Dans l'état, le dispositif n'est donc pas applicable et utilisable par les producteurs. Le dispositif n'est pas efficace, trop coûteux et présente trop d'inconvénients pour les producteurs.

Discussion :

La présence de plantes de service n'a pas permis un meilleur contrôle des populations de pucerons et de thrips sur les parcelles des producteurs. Le nombre de ces ravageurs n'était donc pas significativement différent entre la parcelle aménagée et la parcelle témoin. Il faut toutefois penser que la pression pucerons et thrips n'a pas été très élevée. Seules 2 sites ont été infestés, ce qui limite les cas où l'on a pu observer une réelle dynamique ravageurs/auxiliaires. De plus, les parcelles témoins et aménagées se trouvaient trop proches l'une de l'autre sauf sur un site (site n°2 aubergines) et ce site n'a pas été infesté. Cette proximité entre les parcelles biaise l'effet réelle du témoin car les auxiliaires étant mobiles Il est donc possible que les auxiliaires présents sur la parcelle témoin aient été attirés par les plantes de service. L'éloignement de ces deux parcelles est difficile à mettre en place car il est nécessaire de les mettre en place sur le même site afin qu'il y ait des conditions identiques de productions et le même environnement afin de pouvoir les comparer.

Il faut aussi se rappeler que la gestion des pucerons est rendu difficile par la diversité d'espèces pouvant s'attaquer à une même culture et à plusieurs cultures différentes. Surtout dans le cas des cultures de maraîchages où souvent différentes productions se trouvent assez proches. Ce système de plantes de service est difficile à mettre en place et à analyser de par les nombreux facteurs qui entre en jeux dans la dynamique d'infestation par les ravageurs et l'arrivée des auxiliaires. En effet, chaque site de production est différent, environnement varié, itinéraires techniques différents, acceptation de seuils de nuisibilité différentes. Il semble donc difficile de mettre en place un seul et même système chez tous les producteurs.

Dans l'ensemble, le dispositif global nécessite encore des améliorations afin qu'il puisse bénéficier aux agriculteurs. Un des soucis principaux de ces derniers est le contrôle des infestations de pucerons en début de saison (mars/avril), il faudrait donc améliorer le dispositif en ce sens.

Pour cette première infestation, il est important de s'intéresser à la prophylaxie. Il s'agit de réfléchir aux rotations et au plan de cultures afin de ne pas transmettre les populations de pucerons de culture en culture comme on a pu le voir sur le site n°1 d'aubergines. Bien que cela puisse servir de réservoir à auxiliaires et agir comme attrait de la même manière que les plantes banques, la période étant peu propice aux ennemis naturels, il faut limiter les transmissions possibles.

De la même manière, une partie importante de la gestion des thrips doit se faire en amont. En effet gérer les populations d'une année sur l'autre est l'une des actions les plus importantes pour éviter une pullulation trop importante d'année en année. Un vide sanitaire est souvent nécessaire. Aussi, une installation précoce d'auxiliaires en prévention permet de garder une population en dessous du seuil de nuisibilité (Dubon, 2018).

Le système globale n'est pas efficace, mais on peut s'interroger sur chacune des plantes du système afin de s'intéresser à l'utilité de chacune et aux améliorations que l'on peut leur apporter afin d'optimiser le dispositif.

Les plantes sélectionnées :

Toutes les plantes installées dans cet essai ne semblent pas avoir eu les effets escomptés. Elles n'ont notamment pas été plantées/semées assez tôt (fin mars/début avril) surtout en culture de fraises où les plantes peuvent être en place depuis un an. Les attaques thrips et pucerons peuvent intervenir dès février/mars si les conditions environnementales sont bonnes. Il est donc indispensable de gagner en précocité et notamment pour les plantes banques qui sont censées attirer des pucerons spécifiques précocement afin d'attirer des auxiliaires avant les premières infestations de pucerons sur la culture.

Les plantes banques :

Que ce soit le blé ou l'asclépias, aucune des deux plantes n'a été infestée par des pucerons spécifiques ne permettant donc pas de savoir si leur rôle est réellement effectif. Cependant afin d'étudier l'efficacité des plantes banques il serait envisageable d'infester artificiellement ces plantes avec *R. padi* et *A. nerii*, des pucerons spécifiques de ces deux plantes qui ne s'attaquent pas aux cultures d'aubergines et de fraises, dès mars en cas de non infestation naturelle. Ceci permettrait d'observer ou non si ce dispositif permet l'attrait d'auxiliaires dans la culture plus précocement.

Un autre point est que l'asclépias héberge le thrips une fois à floraison, ceci est problématique pour les producteurs surtout en production de fraises où ce ravageur est redouté. En effet, ce ravageur est très contraignant pour cette production car ses dégâts sont importants et que les solutions pour lutter contre celui-ci sont assez peu efficaces. Cependant, l'asclépias a été installée en tant que plante banque. Ce ne sont donc pas les ressources nectarifères et polliniques apportées par ses fleurs qui nous intéressent, mais son potentiel à héberger des pucerons spécifiques. Or, les thrips qui semblent être attirés par cette plante le sont à partir du moment de la floraison, cette plante pourrait donc être maintenue dans le système mais en la taillant avant l'arrivée à floraison.

De plus l'asclépias n'était pas très dense (peu ramifiée et pas très haute) sûrement à cause du système en sac hors sol dont le milieu est très asséchant et qui n'est pas forcément adapté à cette plante. En terre, cette plante est plus vigoureuse (c'est ce qui a été fait sur les essais du CTIFL), cependant les producteurs ne sont pas favorables car la plante peut devenir envahissante.

L'infestation artificielle n'est pas le seul point pour améliorer la précocité. En effet à cette période les auxiliaires ne sont pas encore beaucoup présents, premièrement car les premiers pucerons arrivent seulement, mais aussi parce que les auxiliaires sont plus sensibles aux températures. Une idée serait d'apporter des auxiliaires au moment de l'infestation artificielle de pucerons ou si les pucerons ont infesté naturellement ces plantes banques. Les syrphes et les hyménoptères parasitoïdes sont parmi les plus présents dès le début. On pourrait donc réaliser des lâchers de ces auxiliaires mais en apposant un voile P17 sur les plantes afin d'augmenter de quelques degrés la température et favoriser leur implantation jusqu'à l'arrivée des premiers pucerons de la culture.

Pour optimiser ces lâchers, il faut aussi penser au moment idéal pour infester artificiellement les plantes banques avec des pucerons spécifiques, si nécessaire. En effet, si l'on veut attirer

des auxiliaires, grâce aux pucerons des plantes banques qui soient disponible pour gérer les pucerons de la culture, il ne faut pas que ces auxiliaires soient indisponibles. C'est à dire, qu'ils ne soient pas accaparés par les pucerons des plantes banques et délaissent ceux de la culture au moment où ceux-ci s'installent. Il faut qu'au moment de l'infestation de la culture par les pucerons, que les pucerons des plantes banques ne soient plus présents ou quasiment plus. L'infestation des plantes banques doit aussi être suffisante pour attirer un nombre important d'ennemis naturels, mais pas trop importante pour ne pas accaparer ceux-ci.

Les plantes ressources :

L'achillée arrive à floraison bien trop tardivement (mi-juillet). Les attaques de pucerons à ce moment là sont assez peu nombreuses et peu impactantes sur la fin de production. Un semis plus précoce pourrait permettre une floraison plus avancée. De plus dès le départ, l'achillée a présentée des difficultés de levée. Les semis de cette plante étant très fins, ils ont soit été balayé par les intempéries (surtout lorsqu'ils se trouvaient au niveau des entre tunnels) ou consommés par des nuisibles. Il suffirait alors de semer ces plantes à l'abri (autre serre ou en intérieur) ou de les protéger avec un filet le temps de la levée et d'ensuite apporter ces plantes à leur place sur la parcelle. Un avantage de cette plante est qu'elle est assez compétitive vis-à-vis des adventices et il pourrait être envisagé de l'implanter directement au sol. Ceci permettrait de s'affranchir de sacs et donc de limiter les coûts. Cependant elle peut aussi devenir assez envahissante.

Le sarrasin a été très bénéfique au maintien des auxiliaires dans la culture, surtout pour les syrphes, une fois arrivé à floraison. On pourrait, pour favoriser et étaler la présence des auxiliaires semer le sarrasin à plusieurs dates afin d'étaler la date de floraison de cette dernière et ainsi avoir des fleurs le plus longtemps possible et permettre de conserver les syrphes sur un plus grand laps de temps.

La tanaisie a attiré de nombreux thrips une fois à floraison. De plus, elle devient assez haute et s'étale, ce qui pose quelques problèmes de gênes durant la récolte en aubergines et dépasse les hauteurs des gouttières en fraises. Cette plante n'est donc pas satisfaisante pour les producteurs et devrait donc être retirée de ce système à cause des risques qu'elle présente d'attirer les thrips et le fait qu'elle soit trop imposante.

Une autre plante qui pourrait être bénéfique pour les auxiliaires de thrips en remplacement de la tanaisie par exemple serait l'alyse. En effet, pour *Orius spp.*, cette plante montre de bons résultats pour favoriser son installation (Dubon, 2018). Pour les acariens prédateurs (phytoseiidae), quant à eux, qui sont les auxiliaires les plus performants pour lutter contre le thrips, il est possible de favoriser leur installation avec des plantes dont les feuilles présentes une forte pilosité.

Conclusion :

Les résultats montrent que l'utilisation conjointe des 3 plantes ressources, tanaïs, achillée et sarrasin et des 2 plantes banques, blé et asclépias, n'a pas permis de contrôler les pucerons et les thrips en culture de fraises et d'aubergines dans les conditions des producteurs.

Les résultats montrent aussi un attrait des coccinellidae, des cecidomyiidae et des hyménoptères pour les pucerons. Les syrphidae, quant à eux, sont attirés par le sarrasin fleuri. Les anthocoridae montrent une attraction pour les thrips sur tanaïs, achillée et asclépias une fois à floraison.

Cependant on a pu aussi constater que le thrips est attiré par la tanaïs, l'asclépias et l'achillée, dans une moindre mesure, lorsqu'elles étaient fleuries. Pour l'asclépias cela ne pose pas de grosse problématique car cette plante a été implantée en tant que plante banque et nous ne sommes pas intéressés par ses fleurs. Elle pourrait donc être taillée. Pour la tanaïs et l'achillée cette attraction est donc plus problématique, le ravageur étant difficile à contrôler. La tanaïs qui a été la plante la plus attractive vis-à-vis de ce ravageur ne sera donc pas réaménagée pour les prochains essais.

Malgré cette non efficacité cette année, le système des plantes de service semble porteur car certaines plantes sont attractives pour les auxiliaires. Les plantes banques dont l'efficacité n'a pas pu être démontrée cette année pourrait aussi être efficace dans l'apport d'auxiliaires en cas d'infestation de pucerons. En effet quelques auxiliaires ont montré leur attrait pour ce ravageur.

Le choix des plantes est l'une des principales clés pour la bonne réussite du dispositif. La difficulté reste de proposer un aménagement à l'aide de ces plantes qui permette une bonne gestion des ravageurs dès le début de la production et qui soit efficace jusqu'à la fin. Il faut aussi que ces plantes offrent une balance avantages/inconvénients positive et donc qu'elles permettent l'implantation et la conservation des auxiliaires sans que ceux-ci les préfèrent et que ces plantes n'attirent pas d'avantages les ravageurs.

Que ce soit pour le thrips ou les pucerons, la gestion reste difficile et leur contrôle doit être méticuleux en multipliant la prévention, les actions de lutte et en gérant à long terme sa population pour ne pas se retrouver envahi.

Il reste cependant de nombreuses améliorations et recherches à faire pour pouvoir proposer un aménagement utile et performant en système de production. Les contraintes étant grandes et les moyens limités.

Il faut aussi une bonne compréhension des interactions ravageurs/auxiliaires/plantes pour répondre à toutes les contraintes qui peuvent être rencontrées pour la mise en place de ces bandes fleuries au sein des cultures.

Bibliographie

Ambrosino M. D. Luna J. M. Jepson P. C. Wratten S. D., 2006. Relative Frequencies of Visits to Selected Insectary Plants by Predatory Hoverflies (Diptera: Syrphidae), Other Beneficial Insects, and Herbivores. *Environmental Entomology* **35**, 394–400.

Andorno A.V. & Lopez S.N., 2014. Biological control of *M. persicae* (Hemiptera : Aphididae) through banker plant system in protected crops. *Biological Control* **78**, 9-14.

Baggen L.R. Gurr G.M. Meats A., 1999. Flowers in tri-trophic systems : mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **91**, 155-161.

Bass C. Denholm I. Williamson M.S. Nauen R., 2015. The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology* **121**, 78-87.

Dubon G., 2018. Réussir fruits&légumes 384, 3-6.

Fiedler A.K. Landis D.A. Wratten S.D., 2008. Maximizing ecosystem services from conservation biological control : The role of habitat management. *Biological Control* **45**, 254-271.

Frank S.D., 2010. Biological control of arthropod pests using banker plant systems : past, progress and future direction. *Biological Control* **52**, 8-16.

Fraival A., 2006. Les pucerons 1ère partie. *Insectes* **141**, 3-8.

Immaraju J.A. Paine T.D. Bethke J.A. Robb K.L. Newman J.P., 1992. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal california greenhouses. *Journal of Economic Entomology* **85**, 9-14.

Jervis M.A. Kidd N.A.C. Fitton M.G. Huddleston T. Dawah H.A., 1993. Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. *Journal of Natural History* **27**, 67-105.

Landis D.A. Wratten S.D. Gurr G.M., 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* **45**, 175-201.

Lascaux E., 2010. Lutte biologique contre les pucerons : auxiliaires, stratégies et perspectives en cultures maraichères et en fraise. Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques (14 & 15 déc.), Angers.

Picault S. Fouyer L. Demoisson V. Banon A. Labanca H., 2015. Effet d'un système de plantes-relais à base de pois et de blé sur la colonisation d'une culture de courgette sous abri par le puceron *A. gossypii*. CTIFL.

Picault S., 2017. Protection des cultures de poireaux contre les thrips-Des plantes de service pour attirer les ennemis naturels. Infos CTIFL **334**.

Picault S. Quennesson S. Roy G. Davy M. Torres M. Ginez A. Schoeny A. Lambion J. Lavigne D. Bouvard D., 2018. AGATH : Utilisation de plantes de service et de kaolin pour

- gérer les populations de pucerons et de thrips en culture légumières. *Innovations Agronomiques* **63**, 385-397.
- Pineda A. Morales I. Marcos-Garcia M.A. Fereres A., 2007. Oviposition avoidance of parasitized aphid colonies by the syrphid predator *E. balteatus* mediated by different cues. *Biological Control* **42**, 274-280.
- Pineda A. & Marcos-Garcia M.A., 2008-a. Evaluation of several strategies to increase the residence time of *E. balteatus* releases in sweet-pepper greenhouses. *Annal of Applied Biology* **152**,
- Pineda A. & Marcos-Garcia M.A., 2008-b. Introducing barley as aphid reservoir in sweet-pepper greenhouses : effects on native and released hoverflies (Diptera : syrphidae). *European Journal of Entomology*.
- Pineda A. & Marcos-Garcia M.A., 2013. Use of selected flowering plants in greenhouses to enhance aphidophagous hoverfly population (diptera : syrphidae). *International Journal of Entomology* **44**, 487-492.
- Pommier J-J., 2018. DEPHY Fraise : Vers une protection biologique intégrée des cultures de fraises sous abris. *Ecophytopic, Invenio*.
- Simon J.C. Jaubert S. Rispe C. Tagu D., 2006. La vie sexuée et asexuée des pucerons. *Biofutur* **268**, 53-56.
- Trottin Y. Leyre J-M. Turquet M., 2014. Les pucerons en cultures de fraisier sous abris. *Le Point sur les maladies et ravageurs (CTIFL)* **4**.
- Van Driesche R.G. Lyon S. Sanderson J.P. Bennett K.C. Stanek E.J. Zhang Ruitao, 2008. Greenhouse Trials of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) Banker Plants for Control of Aphids (Hemiptera: Aphididae) in Greenhouse Spring Floral Crops. *The Florida Entomologist* **91**, 583-591.
- Van Houten Y.M. Ostlie M.L. Hoogerbrugge H. Bolckmans K., 2005. Biological control of western flower thrips on sweet pepper using the predatory mites *amblyseius cucumeris*, *Iphiseius degenerans*, *A. andersoni* and *A. swirskii*. *IOBC/wprs Bulletin* **28**, 283-286.
- Van Rijn P.C.J. Van Houten Y.M. Sabelis M.W., 1999. Pollen improves thrips control with predatory mites. *IOBC/wprs Bulletin* **22**, 209-212.
- Vasquez G.M. Orr D.B. Baker J.R., 2006. Efficacy Assessment of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) for Suppression of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) in Greenhouse-Grown Chrysanthemum. *Journal of Economic Entomology* **99**, 1104-1111.
- Villeneuve F. Picault S. Trottin-Caudal Y. Delporte M., 2017. La maîtrise des bio-agresseurs dans un contexte de réduction des produits phytopharmaceutiques : focus sur l'utilisation des plantes de service. *Innovations Agronomiques* **61**, 5-24.

Sitographie

Agreste, <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/saa2018T5bspca.pdf>, consulté le [16/08/2018].

ANSES,
<https://www.anses.fr/fr/content/travaux-de-l%E2%80%99anses-sur-les-n%C3%A9onicotino%C3%AFdes>, consulté le [10/04/2018].

AREXHOR,
http://arexhor-pl.monsite-orange.fr/controledesravageurs/FP1_PP_ponsettia_V2.pdf, consulté le [16/04/2018].

ASEF,
<http://www.asef-asso.fr/production/les-neonicotinoides-ou-en-est-on-la-synthese-de-lasef/>, consulté le [10/04/2018].

Biobest, <http://www.biobestgroup.com/fr/biobest/ravageurs-et-maladies/les-thrips-5025/>, consulté le [16/04/2018].

E-phytia, <http://ephytia.inra.fr/fr/C/20052/Biocontrol-Degats-generaux>, consulté le [10/08/2018].

EURACTIV,
<https://www.euractiv.fr/section/agriculture-alimentation/news/commission-readies-further-restrictions-to-neonicotinoids/>, consulté le [10/04/2018].

FranceAgriMer,
<http://www.franceagrimer.fr/content/download/54724/529440/file/chiffres%20cl%C3%A9s%20FL2016.pdf>, consulté le [16/08/2018].

FREDON,
<http://www.fredon-aquitaine.fr/fredon/wp-content/uploads/BSV/Pomme%20de%20terre/Archives/2010/17-bsv%20Mara%C3%AEchage-PDT-Fraise-2010.09.30.pdf>, consulté le [06/09/2018].

Gouvernement,
<https://www.gouvernement.fr/partage/9271-communique-sur-l-interdiction-de-l-utilisation-de-s-neonicotinoides>, consulté le [10/04/2018].

INRA-a, Encyclopédie des ravageurs européens, <https://www7.inra.fr/hyppz/pa.htm>, consulté le [10/08/2018].

INRA-b, Encyclop'Aphid, <https://www6.inra.fr/encyclopedie-pucerons/>, [16/08/2018].

Ministère de l'agriculture, http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/151022_ecophyto.pdf, consulté le [10/04/2018].

Utilisation de plantes de service pour lutter contre les pucerons (et les thrips) en culture de fraises et d'aubergines : REGULEG

Résumé :

L'utilisation de plantes de service afin d'augmenter la diversité d'auxiliaires au sein des cultures peut être un bon recours pour améliorer le contrôle des ravageurs, pucerons et thrips, et réduire leurs dégâts sur la production. Pour tester l'efficacité d'un tel aménagement sur le contrôle de ces deux ravageurs en culture de fraises et d'aubergines, il a été mis en place 3 plantes ressources, la tanaïs (*Tanacetum vulgare* L.), l'achillée (*achillea millefolium* L.) et le sarrasin (*Fagopyrum esculentum* Moench) et 2 plantes banques, l'asclépias (*asclepias* L.) et le blé (*Triticum* L.). Les plantes ressources sont des plantes qui apportent du nectar ou du pollen aux auxiliaires en phase adulte, les plantes banques, quant à elles, apportent des proies alternatives (pucerons spécifiques) pour installer plus précocement ces ennemis naturels dans la culture. Le nombre moyen de ravageurs et d'auxiliaires a été compté sur les plantes de la culture et les plantes de service d'avril à fin juillet 2018, chez 2 producteurs de fraises et 2 producteurs d'aubergines. Ces résultats ont été comparés entre une parcelle avec le dispositif fleuri et une parcelle témoin. Ils n'ont pas montré de différence significative du nombre de ravageurs et d'auxiliaires par rapport au témoin. Cependant quelques plantes ont montré un effet positif sur les auxiliaires comme, par exemple, le sarrasin qui attire les syrphes, et d'autres ont eu l'effet d'attirer le thrips comme la tanaïs par exemple.

Mots-clés : lutte biologique, auxiliaires, maraîchage, agroécologie, bioagresseurs, protection des cultures

Abstract :

Using plants' services to increase diversity of natural enemies within crops might be a good way to improve pests control, aphids and thrips population, and reduce damages. Even more so since various resistances to pesticides have been discovered and the availability of those products have been reduced. In order to test the efficiency of this system on pests control on strawberries and eggplants cultures, we settled 3 resource plants, tansy (*Tanacetum vulgare* L.), yarrow (*achillea millefolium* L.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and 2 banker plants, milkweed (*asclepias* L.) and wheat (*Triticum* L.). Resource plants are plants which provide nectar or pollen to adults natural enemies and banker plants provide alternatives preys, as specific aphids, to settle natural enemies earlier in the culture. The average number of pests and natural enemies have been counted on plants cultures and service plants from April to late July on 2 sites of strawberries production and 2 sites of eggplants production. The results didn't show any differences between plants system and the control. The aphids number was not lower on the plants culture with service plants than on the plants culture with no service plants. Thrips were not significantly present in the culture to prove anything. However, despite lack of efficiency, some plants showed to be attractive to natural enemies, for example buckwheat on syrphids population. However others, like tansy, are attracting thrips population.

Keywords : biological control, natural enemies, market gardening, agroecology, pests, crops protection