

Réduction des intrants phytosanitaires en verger de kiwi et de clémentines en Corse

Dubreuil N.¹, Ottomani M-M.¹, Tison G.², Kreiter P.³

¹ AREFLEC, Corsic'Agropole, route de Pianicce 20230 San Giulianu

² INRA Citrus, route de Pianicce 20230 San Giulianu

³INRA, Unité ISA, UMT - Fiorimed, - CREAT - 458, route de Gattières, 06610 La Gaude

Avec la collaboration de : Martin P. (AREFLEC), Ciccolini G. (CRVI), Salva G. (CRVI), Cabau J-L (LPA Borgo), Bénaouf G. (Inter Bio Corse), Lecat M. (Fredon), Giuntini C. (Chambre régionale d'Agriculture), Kreiter S. (Montpellier SupAgro), Tuminelli R. (Service Phytosanitaire de Sicile)

Correspondance : dubreuil.areflec@gmail.com

Résumé :

Le plan Ecophyto a mobilisé l'ensemble des partenaires de la région Corse au travers d'un projet DEPHY EXPE, visant à réduire les intrants phytopharmaceutiques sur trois cultures majeures pour la Corse, la clémentine, le kiwi et la vigne. Cet objectif passe par la recherche et la mise en place de méthodes alternatives dont l'efficacité est testée dans une approche système et par l'établissement d'indicateurs de suivi. Dans cet article, la réduction d'intrants chimiques sur le kiwi et la clémentine est présentée. Au cours de cette étude, des leviers ont été évalués dans un verger de clémentiniers du lycée de Borgo et dans verger de kiwi à l'AREFELEC. La possibilité de réduire les intrants est réelle même dans un verger à faible niveau d'intrants. Des indicateurs de performance sont présentés afin de valider ces observations.

Mots-clés : bio-agresseurs, indicateurs, auxiliaires, gestion de l'enherbement, service écosystémique, IFT

Abstract: reduction of phytosanitary inputs in kiwi and clementine orchards in Corsica

The Ecophyto project mobilized all partners in the Corsica region through a project called Déphy EXPE, aimed at reducing plant protection inputs on three major crops for Corsica, clementine, kiwi and vines. This objective involves researching and implementing alternative methods whose effectiveness is tested in a system approach and by establishing monitoring indicators. In this paper, the reduction of chemical inputs on kiwifruit and clementine is presented. During this study, levers are evaluated in an orchard of Clementine High School Borgo and in an orchard of AREFLEC's kiwifruits. The possibility of reducing inputs is real even in a low-input orchard. Performance indicators are presented.

Keywords: pests, indicators, natural enemies, weeds management, ecosystem service, IFT

Introduction

Par sa position géographique insulaire qui favorise les échanges commerciaux et touristiques, la Corse est très exposée à des risques phytosanitaires liés à des introductions accidentelles de bioagresseurs. Depuis 2004, une trentaine d'espèces exotiques ont été introduites sur le territoire Corse, tous végétaux confondus. Si la plupart n'ont pas de conséquences économiques notables à l'heure actuelle, certaines causent d'importants dégâts sur des cultures ou/et des plantes d'ornement (Rimbault et Rossignol, 2014). La protection des cultures est donc un enjeu essentiel pour l'agriculture corse et se traduit majoritairement par des traitements chimiques. La prise de conscience globale des problématiques écologiques et sociétales de l'agriculture est à l'origine de l'évolution des systèmes agricoles vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement pouvant s'inscrire dans une politique de développement durable. Etabli à la suite du Grenelle de l'environnement de 2007, le plan Ecophyto constitue une déclinaison française de la directive européenne 2009/128/CE sur l'utilisation durable des produits agro-pharmaceutiques et représente l'engagement de l'Etat français dans cette voie. Il vise à réduire le recours aux produits chimiques de synthèse présentant des dangers pour la santé humaine et l'environnement, tout en maintenant une agriculture à haute performance économique.

Ce projet Cors'Expé, mené de 2012 à 2017, s'inscrit dans un réseau DEPHY EXPE qui s'étend sur toute la France et sur de nombreuses filières agricoles, notamment en Corse sur clémentiniers, kiwis et vigne et cherche à établir des systèmes de culture plus économes en évitant d'impacter la production. L'objectif du projet était, dans un premier temps, d'atteindre une réduction de cinquante pour cent par rapport aux systèmes de culture traditionnels consommateurs de produits phytosanitaires ayant un fort impact sur l'environnement. Ce projet a donc été basé sur une recherche de leviers visant à réduire les pesticides sur des parcelles de production et d'indicateurs permettant de mesurer la santé économique et écologique des parcelles « expérimentales » dans les trois cultures.

1. Le contexte

1.1. *Les kiwis en Corse*

Avec une Surface Agricole Utilisée de 172 594 hectares en 2015, la région Corse représente seulement 0,6 % de la Surface Agricole Utile (SAU) française et possède une grande diversité de systèmes de production. L'essentiel de cette zone, la plus agricole, se situe sur le département de la Haute-Corse (65 %) avec des systèmes spécialisés notamment en arboriculture et viticulture. Malgré un effondrement de la culture du kiwi dans les années 2000 en Corse (5 à 6 % de la production nationale en 2016), ce dernier connaît un nouvel intérêt depuis ces dernières années et notamment grâce à l'APRODEC (Association pour la Promotion et la Défense de la Clémentine Corse) qui ambitionne une obtention du label Indication Géographique Protégée (IGP) pour le kiwi corse, d'ici 2020. Un dossier a été déposé à l'INAO (Institut National de l'Origine et de la Qualité) en 2017. La réduction d'intrants phytosanitaires engagée par l'AREFLEC (Association de Recherche et d'Expérimentation sur Fruits et Légumes en Corse) représente un pilier non négligeable pour l'obtention de cette IGP.

1.2. *Les clémentines en Corse*

En 2015, le clémentinier représentait 1628 hectares en Corse, ce qui constitue la principale production arboricole. La majorité de la production est destinée à l'export vers les régions continentales françaises et est reconnue grâce à un label de qualité IGP obtenu en 2007 qui garantit l'origine et la qualité des fruits suivant un cahier des charges (Curk *et al.*, 2014). La réduction des pesticides pourrait faire évoluer ce label de qualité vers un produit également économe en intrants.

2. Matériels et méthodes

2.1. Les parcelles

La parcelle de kiwis est située sur le domaine de l'AREFLEC à San Giuliano (2B). La variété est Hayward. Ces kiwis ont été plantés en juin 2004. La densité de plantation est de 4 m x 5 m. La surface de la parcelle est d'un hectare. Elle est bordée d'une haie de casuarinas (*Casuarina equisetifolia* L).

La parcelle expérimentale de clémentiniers se situe sur l'exploitation du lycée professionnel agricole de Borgo (2B). La variété est une clémentine de saison (récoltée en décembre) SRA85, greffée sur *Citrangé carrizo*. Elle a été plantée en 1993 à une densité de 6 m x 4 m. Cette parcelle est irriguée en microjet au sol et en microjet pendulaire. L'exploitation est engagée dans la démarche « IGP Clémentine de Corse » et une démarche de réduction d'intrants depuis 2009 (Action 16¹ du plan Ecophyto).

2.2. Les modalités ou SdC (système de culture)

Les parcelles ont été séparées en deux modalités, une conduite en lutte chimique raisonnée (modalité CH) et l'autre où nous avons envisagé une conduite en réduction de 20 à 50 % des intrants chimiques en compensant ces derniers par l'emploi de leviers alternatifs à la lutte chimique (modalité 50 %). Les leviers qu'ils soient chimiques ou alternatifs sont actionnés par des observations dans le verger ou par le Bulletin de Santé du Végétal. Dans la modalité CH, les produits phytosanitaires sont utilisés à leur dose homologuée. Le seuil d'intervention est généralement limité à la simple présence du ravageur ou à un stade précis de développement de ce dernier, et la gestion de la flore adventice sur le rang est chimique. Ce système de culture constitue la référence chimique. Dans la modalité 50 %, les méthodes alternatives sont privilégiées, mais des traitements chimiques peuvent être réalisés en cas de débordement ou d'inefficacité du levier déclenché sur les deux cultures. Sur les deux SdC, les inter-rangs sont enherbés (flore spontanée) et fauchés régulièrement dès que les adventices atteignent une hauteur gênant le passage des opérateurs.

2.3. Les indicateurs de performances

Afin d'évaluer les différents systèmes de culture et de les comparer, des indicateurs ont été retenus en 2012 et ont évolué au fil du projet en fonction de leur pertinence et du coût de ces derniers. On classe ces indicateurs dans différentes catégories : socio-économique, agronomique, environnementale.

2.3.1. Les indicateurs socio-économiques

Le temps de travail pour la gestion des bioagresseurs et de l'enherbement est quantifié :

$$\sum \text{Nombre d'heures (en h/ha)}$$

Les coûts de production sont « simplifiés » (pour l'essai sur kiwi uniquement) :

$$\text{Prix des produits phytosanitaire (€/ha)} + [\text{coût de la main d'œuvre (€/ha)} \times \text{temps de travail}]$$

2.3.2. Les indicateurs agronomiques

Sur les deux systèmes de culture de chaque culture, un « point zéro » de la pression des ravageurs a été effectué en 2012. Une observation de tous les arbres et une quantification des populations de ces bioagresseurs ont été réalisées à l'aide d'un système de notation par classe d'abondance (Tableau 1). Cette observation a été reprise en 2017.

¹ Action qui vise à engager les exploitations de l'enseignement et du développement agricoles à jouer systématiquement un rôle moteur dans la généralisation des itinéraires techniques et des systèmes de culture innovants.

Tableau 1 : exemple d'équivalence entre l'échelle de notation et les estimations de populations de ravageurs

Ravageurs	Echelle de notation					
	0	1	2	3	4	5
Cochenilles (toutes espèces)	0	1-20	21-500	501-3000	3001-6000	>6000
Pucerons	Absence	Présence	/	/	/	/
Metcalfa	0	1-50	51-200	>200	/	/

Les écarts de triage sont calculés :

$$\sum (\text{en kg/ha}) \text{ des fruits impropres à la vente (malformés, petits calibres, ou encore traces d'arthropodes)}$$

Ainsi que la production nette :

$$\text{Récolte totale de la parcelle (t/ha)} - \text{Ecart de triage}$$

Le rendement de la récolte est ramené à l'hectare.

A l'échelle du fruit, les caractéristiques physico-chimiques ont été mesurées tous les ans (teneur en sucre, niveau d'acidité, teneur en jus, calibre moyen). Un lot de 30 fruits a été prélevé chaque année, aléatoirement, sur les systèmes de culture. Le poids de cette récolte est enregistré puis les fruits sont centrifugés. Le poids du jus ainsi obtenu est consigné afin de pouvoir établir une proportion de jus. Une petite quantité en est prélevée et passée au réfractomètre pour mesurer sa teneur en sucre et dans un titrateur pour mesurer son acidité.

2.3.3. Les indicateurs environnementaux

Un indicateur environnemental permet d'évaluer la pression des systèmes de culture sur l'environnement. La biodiversité de la faune auxiliaire fait partie intégrante de l'environnement du verger et peut être largement impactée par la toxicité des produits phytosanitaires.

Les acariens prédateurs

Les acariens Phytoseïdes, qui sont des prédateurs d'acariens phytophages naturellement présents dans les vergers corses, ont été choisis comme un indicateur environnemental depuis 2012. Des prélèvements de feuilles de kiwis et de clémentines ont été effectués tous les ans et les acariens Phytoseïdes sont ensuite récoltés puis envoyés à l'équipe d'acarologie de Montpellier SupAgro pour identification et dénombrement.

$$\text{Indicateur retenu : } \sum \text{ nombre d'acariens prédateurs / nombre de feuilles / nombre de prélèvements}$$

Les coccinelles

Les coccinelles sont connues pour être particulièrement sensibles aux insecticides à tous les stades de leur vie, leur sensibilité moyenne étant presque aussi élevée que celle des insectes ciblés par les produits (Hodek & Honek, 2013). L'observation et le dénombrement des coccinelles ont été réalisés par la méthode du battage. Cette méthode de capture est adaptée à la capture des coccinelles de la strate arborée (Bagnée et Branquart, 2000). Dix arbres ont été sélectionnés dans chaque SdC. Les coccinelles sont identifiées, dès leur capture et relâchées dans la parcelle afin d'éviter de « défauner ». Seules celles de petites tailles ont été emmenées au laboratoire pour un examen plus précis. La détermination s'est faite d'abord sur le terrain, à l'aide de la clé établie par Bagnée et Branquart (2000) et confirmée par l'INRA de Montpellier.

$$\text{Indicateur retenu : } \sum \text{ nombre de coccinelle / arbre échantillonné}$$

Les Indices de Fréquence de Traitement

Les Indices de Fréquence de Traitement (IFT) sont des indicateurs de suivi de l'utilisation des produits de traitements. Ils prennent en compte le nombre de doses de référence utilisées par hectare au cours d'une année de production.

$$IFT = \sum_T [DA_T / DH_T * PPT_T]$$

Où

DA : Dose appliquée par hectare ;

DH : Dose homologuée par hectare ;

PPT : Proportion de la parcelle traitée.

On considère :

- un IFT global qui prend en compte l'ensemble des traitements ;
- un IFT herbicide qui ne considère que les produits herbicides ;
- un IFT fongicide qui ne considère que les produits fongicides ;
- un IFT insecticide qui ne considère que les produits insecticides ;
- un IFT biocontrôle qui ne prend en compte que les produits de biocontrôle. Ceux-ci sont définis comme « des agents et produits utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée contre les ravageurs de culture. Ils comprennent en particulier les macro-organismes et les produits composés de micro-organismes, les médiateurs chimiques et les substances naturelles d'origine végétale, animale ou minérale ». Ces produits sont recensés dans une liste officielle appelée NODU vert (référence).

3. Les itinéraires techniques de gestion des bioagresseurs et les leviers de diminution d'intrants phytosanitaires

Les méthodes alternatives propres au kiwi sont expliquées dans la partie « Sur kiwis », propres à la clémentine dans la partie « Sur clémentines » et les méthodes communes aux deux cultures sont développées par la suite.

3.1. Sur kiwis

Suite au « point zéro », établi en 2012 sur la diversité et l'abondance des ravageurs dans les deux SdC, il en est ressorti que les deux principaux ravageurs de la culture de kiwi étaient le flatide prunieux *Metcalfa pruinosa* Say (Hemiptera, Flatidae), et la cochenille blanche du mûrier, *Pseudaulacaspis pentagona* Targionni-Tozzetti (Hemiptera, Diaspididae). La cochenille a été recensée de manière très localisée dans les deux SdC et les niveaux de populations étaient relativement faibles (pas plus de deux à trois foyers par arbre). Pour la *Metcalfa*, les individus étaient présents sur la totalité des arbres de la parcelle, avec des concentrations d'individus plus importantes sur les bordures. Mais parmi les ennemis de la culture à combattre, on trouve également au premier plan, les adventices.

Dans le SdC 50 %, les méthodes alternatives sont privilégiées. Cependant, dans le cas d'un dépassement de seuil de nuisibilité, des traitements peuvent être appliqués. Le Tableau 2 reprend les itinéraires techniques concernant la gestion des bioagresseurs dans les deux SdC.

Tableau 2 : itinéraires techniques appliqués dans les deux SdC

Bioagresseurs	Moyens de lutte chimique	Nombre moyen d'application réalisé dans le SdC CH	Leviers utilisés dans le SdC 50 %
<i>Pseudaulacaspis pentagona</i>	Reldan (Chlorpiryphos-éthyl)	0	Lâchers <i>Rhizobius lophantae</i> + Auxiliaires locaux Nichoirs forficules (x15) + Nichoires mésanges (x2)
<i>Metcalfa pruinosa</i>	Karaté Zéon (Lamba-cyhalothrine)	1	Lâchers <i>Neodryinus typhlocibae</i>
	Decis (Deltaméthrine)	1	Nichoires forficules (x15) + Nichoires mésanges (x2)
Fumagine	Prev B2 (Terpène d'agrumes)	3	/
Adventices sur le rang	Basta (Glufosinate ammonium)	1	Désherbage mécanique (Naturagriff' + Spedo / brosse +Herbanet) (Figure 1)
	Potomac (Glyphosate)	1	
	Surflan (Oryzalin)	1	



Figure 1 : (de gauche à droite) Natura griff® ; Spedo + brosse ; Herbanet®

Les traitements insecticides ont été appliqués à l'aide d'un tracteur et d'une cuve tractée (Berthoud) de 1000 litres. Les traitements herbicides ont été réalisés à l'aide d'une rampe à désherber. Les auxiliaires lâchés sont tous produits sur place par l'AREFLEC.

3.2. Sur clémentines

Les itinéraires techniques ont été construits en se basant sur les observations du « point zéro ». Douze ravageurs ont été observés dont neuf espèces de cochenilles. Dans le SdC 50 %, les méthodes alternatives sont privilégiées. Cependant, dans le cas d'un dépassement de seuil de nuisibilité, des traitements peuvent être appliqués. Le Tableau 3 reprend les itinéraires techniques concernant la gestion des bioagresseurs dans les deux SdC ainsi que les règles de décisions utilisées pour la lutte chimique pour le SdC CH.

Tableau 3 : itinéraires techniques appliqués sur les deux SdC

Bioagresseurs	Moyens de lutte chimique	Nombre moyen d'application réalisé dans le SdC CH	Règle de décision	Leviers utilisés dans le SdC 50 %
Cochenilles	Movento (Spirotetramat)	1	Lors essaimage	Lâchers <i>Aphytis melinus</i> contre le pou rouge de Californie + nichoires forficules
	Oviphyt (huile blanche)	2	Lors essaimage	Oviphyt (huile blanche)
<i>Metalfa pruinosa</i>	Karaté Zeon (Lambda cyhalothrine)	1	Lors alignement sur le pédoncule des fruits	Lâchers <i>Neodryinus typhlocibae</i> + nichoires mésanges et forficules
Mouche méditerranéenne des fruits	Syneis appat (Spinosad)	1	Monitoring : 8 mouches/piège/jour	Piégeage massif (Decis trap)

Bioagresseurs	Moyens de lutte chimique	Nombre moyen d'application réalisé dans le SdC CH	Règle de décision	Leviers utilisés dans le SdC 50 %
Mineuse des agrumes	/	/	/	Confusion sexuelle (2013 et 2014)
Adventices sur le rang	Katana (Flazasulfuron)	1	Systématique au printemps	2012 et 2014 : Potomac avec diminution de la surface traitée 2013 : désherbage mécanique (Natura griff) 2015 à 2017 : désherbage mécanique (Rotofil)
	Potomac (Glyphosate)	2,5	Systématique au printemps et automne	

Les auxiliaires lâchés ont tous été produits par l'AREFLEC.

Les différents leviers de régulations naturelles, lutte biologique² et lutte biotechnique³, propres à la clémentine sont détaillées ci-dessous.

- La régulation naturelle : compte tenu du fait que le lycée agricole de Borgo est engagé depuis quelques années dans une démarche de réduction d'intrants avec l'Action 16 du plan Ecophyto, depuis 2009, certains ravageurs potentiels n'ont plus été traités, notamment les pucerons et les aleurodes. On constate une prédation et un parasitisme naturel réduisant les populations en deçà du niveau de nuisibilité.

- Les lâchers d'*Aphytis melinus* contre le pou rouge de Californie : la cochenille *Aonidiella aurantii* (pou rouge de Californie) est présente dans toute la plaine orientale en Corse. Toutefois, le verger du lycée de Borgo voit ses populations décroître depuis quelques années. A titre préventif, des lâchers d'*A. melinus* ont été tout de même maintenus, sur les quelques foyers rencontrés.

- Le piégeage massif contre la mouche méditerranéenne des fruits : l'AREFLEC a mis au point une méthode visant à réduire les populations de la mouche méditerranéenne dans les parcelles de clémentiniers (Tison et Bénaouf, 2010). Cette méthode a connu plusieurs évolutions et est aujourd'hui commercialisée sous la forme du piège Decis® trap. C'est un piège composé d'une partie basale contenant les attractifs alimentaires de la mouche méditerranéenne et d'un couvercle enduit de deltaméthrine sur sa face interne. Dès qu'ils sont installés dans les arbres, les pièges attirent les insectes, ces derniers y pénètrent par un orifice prévu à cet effet, et sont neutralisés au contact du couvercle transparent traité. La durée d'attractivité est de 120 jours après sortie du sachet. Dans le SdC 50 %, un dispositif de quadrillage de la parcelle est mis en place à raison de 80 pièges/ha. Dans le SdC CH, des pièges de contrôle sont déposés et relevés de façon hebdomadaire. Dès que 8 mouches sont capturées par jour, le traitement insecticide est déclenché dans la parcelle CH.

- La confusion sexuelle contre la mineuse des agrumes : la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Staiton (Lepidoptera, Gracillariidae) est un insecte provoquant des mines dans le limbe de la feuille. Lors d'une forte infestation, l'attaque peut s'étendre aussi aux jeunes rameaux. Le développement des jeunes arbres atteints s'en trouve ralenti entraînant un retard de deux à trois ans pour la mise à fruits et un rendement réduit. En 2012, deux parasitoïdes ont été introduits dans les parcelles : *Semilacher petiolatus* Girault et *Citrostichus phyllocnistoides* Narayana (Hymenoptera: Eulophidae), mais ces parasitoïdes des larves de stade 2 et 3 arrivent trop tardivement pour protéger la pousse d'été. Nous avons donc entrepris un essai de confusion sexuelle pendant deux ans (2013 et 2014) à l'aide d'une phéromone provenant des Etats-Unis et qui a fait ses preuves aux USA (Lapointe *et al*, 2015). Sur chaque arbre et dans chaque SdC (50 % et CH) une capsule est déposée. Un piège Delta englué muni d'une capsule à phéromones est installé dans chaque parcelle et un contrôle hebdomadaire est effectué afin de contrôler le nombre de mâles piégés. Le témoin chimique n'est plus

² Méthode de lutte contre les bioagresseurs au moyen d'organismes vivants antagonistes.

³ S'appuie sur les interactions chimiques qui peuvent exister entre individus ou espèces (exemple : confusion sexuelle).

alors le SdC CH, afin de ne pas perturber les phéromones émises par les diffuseurs sur l'ensemble des SdC, mais une parcelle située chez un producteur à plus d'un kilomètre de notre expérimentation. Là, des traitements phytosanitaires sont effectués et un contrôle des pièges delta est effectué en même temps que dans la parcelle confusée. L'essai a montré que la méthode a un impact sur les niveaux de populations dans la parcelle. Les pièges de monitoring installés ont permis de suivre les vols des mâles et il est apparu que la pression était beaucoup plus faible dans la parcelle confusée. Cependant, les observations de feuilles n'ont pas permis d'observer une différence au niveau des dégâts. Ceci peut s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment par la capacité de dispersion qui est très forte chez la mineuse et qui a pu permettre à des femelles fécondées ailleurs de venir pondre dans notre parcelle, bien que celle-ci soit assez isolée.

3.3. Leviers communs aux deux cultures

Les méthodes alternatives communes aux deux cultures sont les suivantes :

- Les lâchers de *Neodryinus typhlocibae* contre *Metcalfa pruinosa* : en 2012, des lâchers de *Neodryinus typhlocibae* Ashmead (Hymenoptera, Dryinidea) ont été effectués contre *Metcalfa pruinosa* Say (Hemiptera, Flatidae). Ces lâchers se présentent sous la forme de filets contenant cent feuilles de *Pittosporum tobira* L. sur lesquelles sont accrochés des cocons de *N. typhlocibae*. L'élevage artisanal de ce parasitoïde est réalisé dans les locaux de l'AREFLEC sous serre insect-proof. Les lâchers ont été réalisés un rang sur deux et les filets ont été déposés aussi sur les haies de casuarinas. Les populations s'étant réduites considérablement, les lâchers n'ont pas été récidivés les autres années.

- Les nichoirs à mésanges : afin de créer une dynamique de « nettoyage » des ravageurs et de prévenir l'introduction de nouveaux ravageurs (mouche des fruits, lépidoptères) dans les parcelles, deux nichoirs à mésanges (*Parus* spp.) ont été posés. Ces nichoirs sont en béton de bois de 30 cm de haut, de 12 cm de diamètre et percés d'un trou de 32 mm, pour le passage des mésanges. Ces nichoirs sont accrochés dans le verger à deux mètres de hauteur, avec la porte dirigée vers le Sud-Est. Afin d'éviter qu'un couple ne colonise deux nids, ces nichoirs sont placés dans un rayon de 30 m de distance l'un de l'autre.

- Les nichoirs à forficules : le forficule (*Forficula* spp. L.) (Dermaptera, Forficulidae) est un redoutable agent de limitation des bioagresseurs assez méconnu. Malheureusement, il est parfois lié à des dégâts sur fruits (pêches, abricots, fraises) mais sur kiwi et sur clémentines son activité est plus entomophage que phytophage (Logan et al., 2007). Ses proies préférées sont plutôt des pucerons, mais il peut se nourrir d'autres insectes piqueurs-suceurs comme les cochenilles. Dans le cadre d'une lutte préventive, nous avons installé des nichoirs à forficules confectionnés par nos soins. Les nids à forficules sont réalisés avec du carton ondulé glissé dans un tube en PVC de 10 cm de long et de 40 mm de diamètre. Ces nids sont accrochés dans l'arbre. Les forficules viendront y passer la journée et en sortiront la nuit, pour prédater les différentes sources de protéines animales.

4. Résultats sur la culture de kiwi

4.1. Les indicateurs socio-économiques

4.1.1. Les temps de travaux

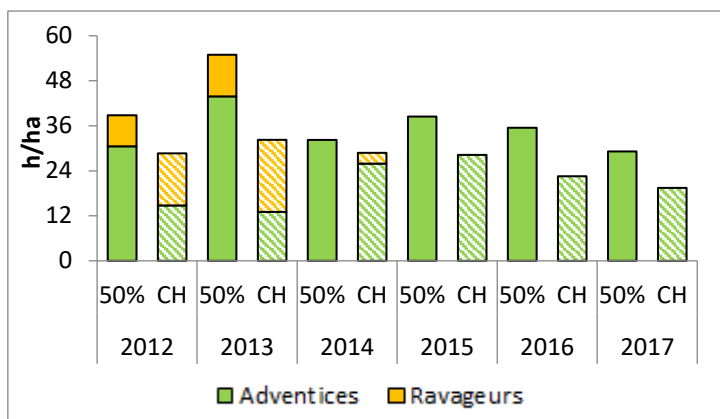


Figure 2 : évolution des temps de travaux par cible

Entre 2012 et 2014, les temps de travaux pour la gestion des ravageurs ont toujours été plus importants dans le SdC CH que dans le SdC 50 %. A partir de 2015, les temps de travaux pour la gestion des ravageurs deviennent nuls car les populations sont restées en dessous des seuils de nuisibilité. Au niveau de la gestion des adventices, l'écart est important entre les deux systèmes en 2012 et 2013. En effet, la gestion mécanique de la flore adventice est plus chronophage que la gestion chimique et multiplie entre 2 et 3 fois les temps de travaux. A partir de 2014, les écarts sont moins importants. En effet, plus de traitements herbicides ont été nécessaires pour gérer les adventices dans le SdC CH. De plus, le nombre de passages dans le SdC 50 % a été relativement limité grâce à l'optimisation des machines à désherber mécaniquement (Figure 2).

4.1.2. Les coûts de production

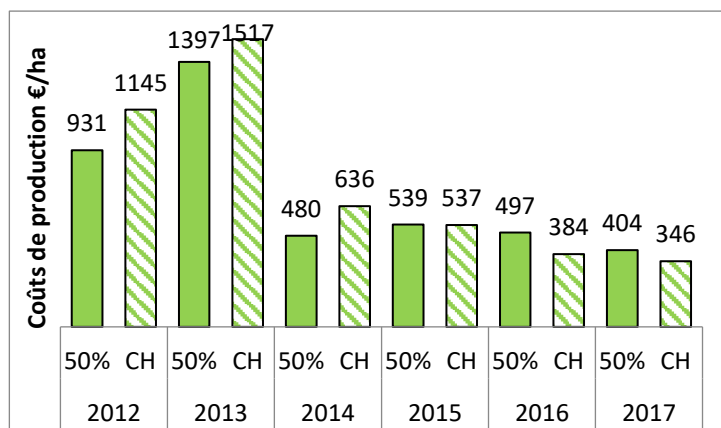


Figure 3 : évolution des coûts de production (€/ha) projet (Figure 3).

Les deux premières années, les coûts de production sont plus élevés que les années qui ont suivi de par l'utilisation du Prev-B2. En effet, ce produit est relativement cher (20 €/L) et est appliqué à raison de 8 L/ha. Les années suivantes, la lutte contre les ravageurs a quasiment disparu ce qui explique la baisse des coûts de production. Hormis en 2014, les coûts ont été plus importants dans le SdC 50 % que dans le SdC CH. Ceci s'explique par des temps de travaux plus importants dans le système en diminution d'intrants causés par le désherbage mécanique (le coût de la main d'œuvre étant plus cher que le coût d'un traitement). Cependant, les écarts restent assez faibles au cours des trois dernières années du

4.2. Les indicateurs agronomiques

4.2.1. Les rendements et écarts de triage

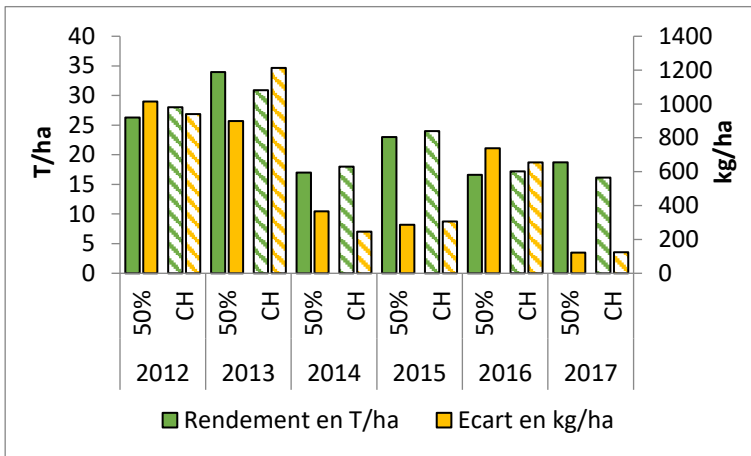


Figure 4 : évolution des rendements et des écarts de triage

Par ailleurs, les écarts ont été composés en majorité de fruits hors calibre (de 20 % et 50 % des déchets) et de fruits malformés (de 30 % à 60 % des déchets) (Figure 4).

4.2.2. La qualité des fruits

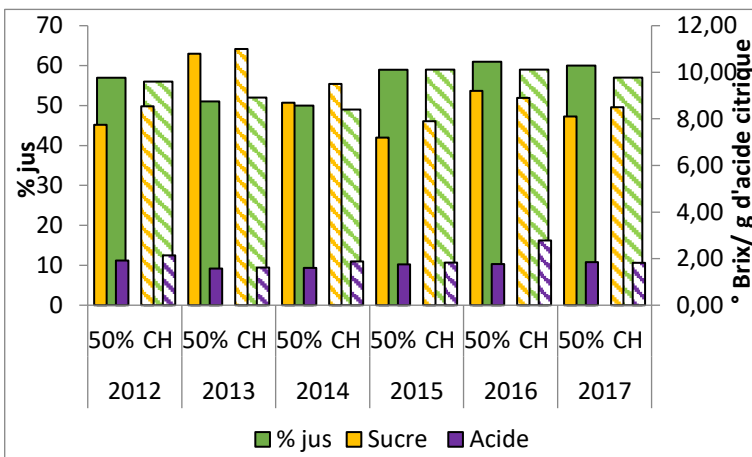


Figure 5 : évolution du % de jus, de la teneur en sucre (°Brix) et de la quantité d'acide (g d'acide citrique)

Les rendements ont été compris entre 16 T/ha et 33 T/ha sur les deux SdC. Au cours des quatre dernières années, les rendements ont été inférieurs, sur les deux SdC, que pendant les années 2012 et 2013. D'une année sur l'autre, il n'y a pas de différence significative de rendements entre les SdC. Au niveau des écarts de triage, le même phénomène s'observe que sur les rendements. Ces derniers diminuent d'année en année (excepté en 2016, où l'on observe une augmentation) et l'on remarque peu de différence entre les SdC.

D'une année sur l'autre, aucune différence n'a été observée entre les systèmes de culture. En fonction des années, les taux de jus ont varié de 52 à 61 %, les teneurs en sucre de 7,20°Brix à 11°Brix et les quantités d'acide de 1,60 g d'acide citrique/100 g de jus à 2,78 g (Figure 5). Il n'y a qu'en 2016 où l'on observe une différence de 1 g d'acide citrique entre les deux SdC. Cependant, il semble que cette différence ne soit pas liée à l'itinéraire technique car le phénomène ne s'est jamais reproduit.

4.3. Les indicateurs environnementaux

4.3.1. Les acariens

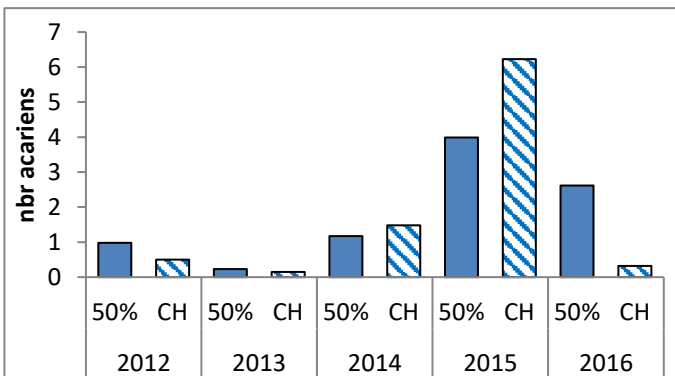


Figure 6 : évolution du nombre d'acariens/feuilles/prélèvement

De 2012 à 2016, quatre espèces de Phytoseïdes ont été observées : *Phytoseius finitimus* Ribaga, *Amblyseius andersoni* (Athias-Henriot), *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot), *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot). L'espèce majoritaire sur la parcelle, quel que soit le SdC, a été *P. finitimus*.

Les trois premières années d'essai, les populations d'acariens ont été relativement faibles. Ceci peut s'expliquer par l'application d'insecticides. A partir de 2015, les insecticides ont été supprimés sur les deux SdC et l'on observe une augmentation importante des populations d'acariens Phytoseïdes. En 2016, les populations ont très fortement diminué notamment dans le SdC CH. Cependant, les pratiques culturales ont été les mêmes qu'en 2015. La baisse pourrait s'expliquer par des variations naturelles des populations (moins de ressources) ou par un échantillonnage différent (nombre de prélèvements différents par année) (Figure 6).

4.3.2. Les coccinelles

Aucune coccinelle n'a été retrouvée dans la strate arborée quel que soit le SdC. Même les *R. lophantae*, lâchés pour lutter contre *P. pentagona* n'ont pas été récoltés. La méthode de battage sur les lianes n'est peut-être pas adaptée.

4.3.3. Les IFT

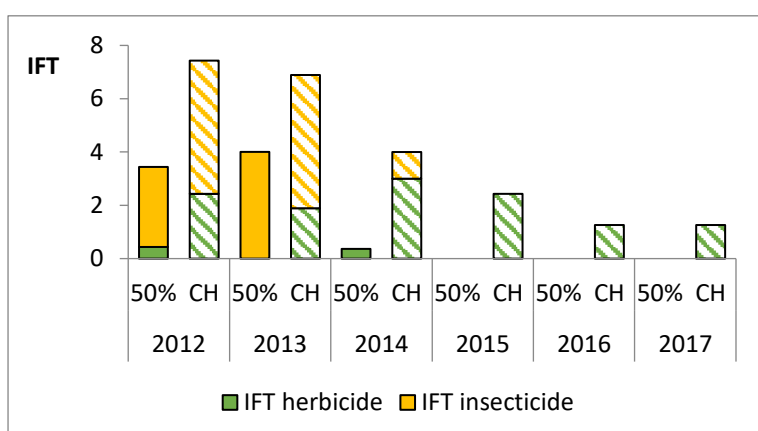


Figure 7 : évolution des IFT herbicide et insecticide
dés herbages chimiques par le désherbage mécanique (Figure 7).

Dès la première année, la diminution de 50 % a été obtenue. A noter que les lâchers de *Neodryinus* et de *Rhyzobius*, de 2012, n'ont pas été comptabilisés car ils n'entrent dans aucune catégorie d'IFT (pas inscrits dans la liste des NODU vert). Un herbicide a été appliqué dans le système en diminution d'intrants en 2012 et 2014 car la pression des adventices était forte. A partir de 2014, les insecticides ont été supprimés dans le SdC 50 % et à partir de 2015 pour le SdC CH. La diminution de 50 % des IFT ne s'obtient plus que par la substitution des

5. Résultats sur la culture de clémentine

5.1. Les indicateurs socio-économiques

5.1.1. Temps de travaux

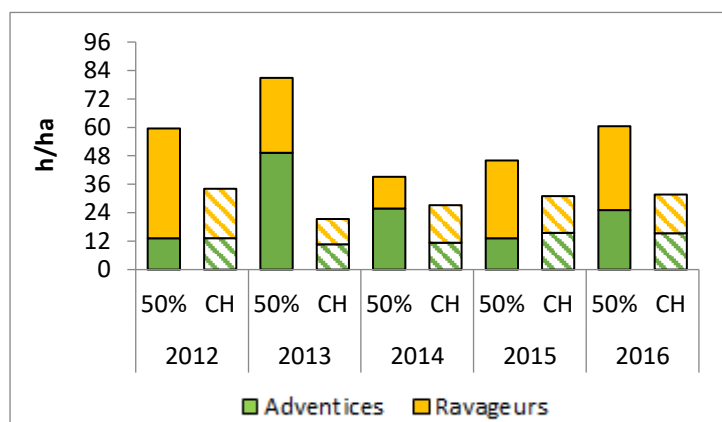


Figure 8 : évolution des temps de travaux (h/ha)

Globalement, les temps de travaux ont toujours été plus importants dans la modalité 50 % que dans la modalité CH. En effet, la gestion mécanique des adventices appliquée en 2013 a multiplié par trois les temps de travaux dans ce système de culture par rapport à l'année précédente. A partir de 2014, une gestion combinée mécanique et chimique a permis de faire diminuer les temps de travaux. En 2016, la gestion mécanique avec le Rotofil® a maintenu des temps de travaux supportables bien que toujours supérieurs à la référence chimique. Au niveau de la gestion des ravageurs et des maladies, les temps de travaux ont toujours été supérieurs dans le système de culture en

diminution d'intrants. En effet, l'utilisation de méthodes de lutte biologique et alternatives ont été plus chronophages que l'application de traitements, notamment la pose et le suivi du piégeage massif (Figure 8).

5.2. Les indicateurs agronomiques

5.2.1. Suivi des bioagresseurs

Sur les cartographies de 2012 et 2017, douze ravageurs ont été recensés sur la parcelle dont sept espèces de cochenilles différentes (*A. aurantii*, *Saissetia olea* Olivier, *Pseudococcus* spp., *Planococcus citri* Risso, *Lediposaphes beckii*, *Icerya purchasi* Maskell, *Ceroplastes sinensis* et *Coccus hesperidum* L.). Les observations ont permis de voir une augmentation des niveaux d'infestation de la cochenille *I. purchasi* sur l'ensemble de la parcelle entre 2012 et 2017, notamment sur le SdC CH. Mais on constate sur la parcelle d'importantes populations de coccinelles prédatrices *Rodolia cardinalis* prédatant *I. purchasi*, en été. *C. hesperidum*, *S. oleae* et les cochenilles farineuses étaient très peu présentes en 2012 et ont significativement augmenté. Pour le moment aucun levier n'a été entrepris contre ces cochenilles car les niveaux de population par arbre demeurent assez bas. En revanche, *C. sinensis* très présente en 2012, a significativement diminué avec moitié moins d'arbres infestés en 2017. En 2012, un traitement à base de savon potassique a été réalisé car les populations étaient très importantes (niveau 5) et le feuillage des charpentières entières étaient recouverts de fumagine et de miellat entraînant d'importants écarts de triage. Ce traitement a permis de réduire considérablement les niveaux de populations. En 2017, le flatide pruineux est significativement moins présent qu'en 2012 où la quasi-totalité des arbres étaient infestés et pouvaient atteindre des niveaux très élevés d'infestation. Son niveau d'infestation ne dépasse pas la classe 1 (50 individus). Les populations de pucerons, bien que relativement importantes en 2012 et 2017, sont largement contrôlées par les auxiliaires présents sur la parcelle et notamment par les parasitoïdes et les forficules logés dans les feuilles recroquevillées. En 2017, malgré deux ans de confusion sexuelle sur l'ensemble des SdC, la mineuse des agrumes demeure présente sur la parcelle (présence sur 100 % des arbres).

5.2.2. Rendements et écarts de triage

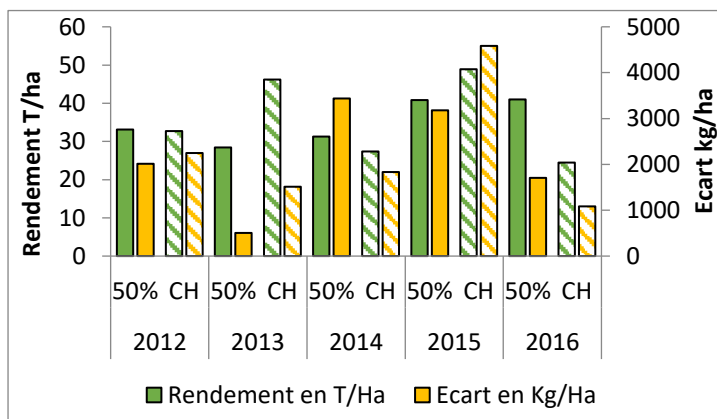


Figure 9 : évolution des rendements (T/ha) et des écarts de triage (kg/ha)

En 2012, les rendements ainsi que les écarts ont été équivalents dans les deux systèmes de culture. En 2016, les rendements se sont stabilisés autour de 40 T/ha dans le SdC 50 %, deux fois plus que sur la référence chimique. Les écarts sont très variables selon les années mais restent globalement acceptables quelles que soient les conditions, le seuil d'acceptabilité étant de moins de 10 % de la production globale. La première année, les écarts ont été en majorité dus à la fumagine présente sur les fruits. La fumagine s'était développée sur le miellat sécrété par *C.*

sinensis. Ces dernières années, les écarts ont surtout été causés par une surmaturité des fruits à la récolte due à des températures trop élevées en fin de saison (Figure 9).

5.2.3. La qualité interne des fruits

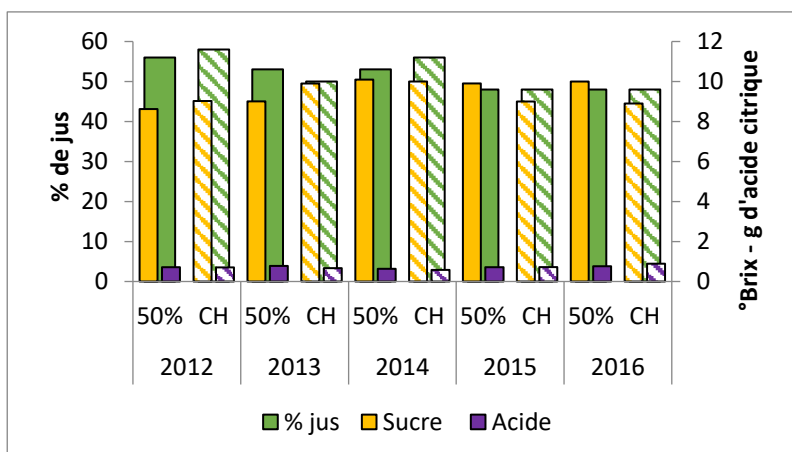


Figure 10 : évolution du % de jus, de la teneur en sucre et de la quantité d'acide

Le cahier des charges de l'IGP Clémentine de Corse impose que les caractéristiques internes des fruits soient comprises entre certaines valeurs, à savoir : taux de jus supérieur à 42 % ; rapport E/A (sucre/acide) compris entre 8 et 17 ; acidité comprise entre 0,65 g d'acide citrique/100 g de jus et 1,4 g.

D'une année sur l'autre, il n'y a pas de différence entre les modalités. Au cours du projet, les pourcentages de jus ont varié de 48 % à 58 % ; les teneurs en sucre de 8,62° à 10° Brix et l'acidité de 0,58 à 0,89 g d'acide citrique pour 100 g

de jus. Il n'y a qu'en 2014 que les valeurs d'acidité ont été inférieures aux recommandations du cahier des charges avec 0,58 g pour le SdC CH et 0,63 g pour le SdC 50 %. Malgré cela, les rapports E/A ont toujours été compris entre 8 et 17 (Figure 10).

5.3. Indicateurs environnementaux

5.3.1. Coccinelles

En 2013 (d'avril à octobre), les populations de coccinelles ont augmenté sur les deux SdC. Par ailleurs, celles-ci ont été plus importantes dans le système de culture en diminution d'intrants que dans le système de référence. En effet, dans le SdC 50 %, les populations sont passées de 3,7 coccinelles en moyenne par arbre à 12 au mois d'octobre. En revanche, sur le SdC CH les populations sont restées relativement basses (de 0,1 à 2 coccinelles en moyenne par arbre).

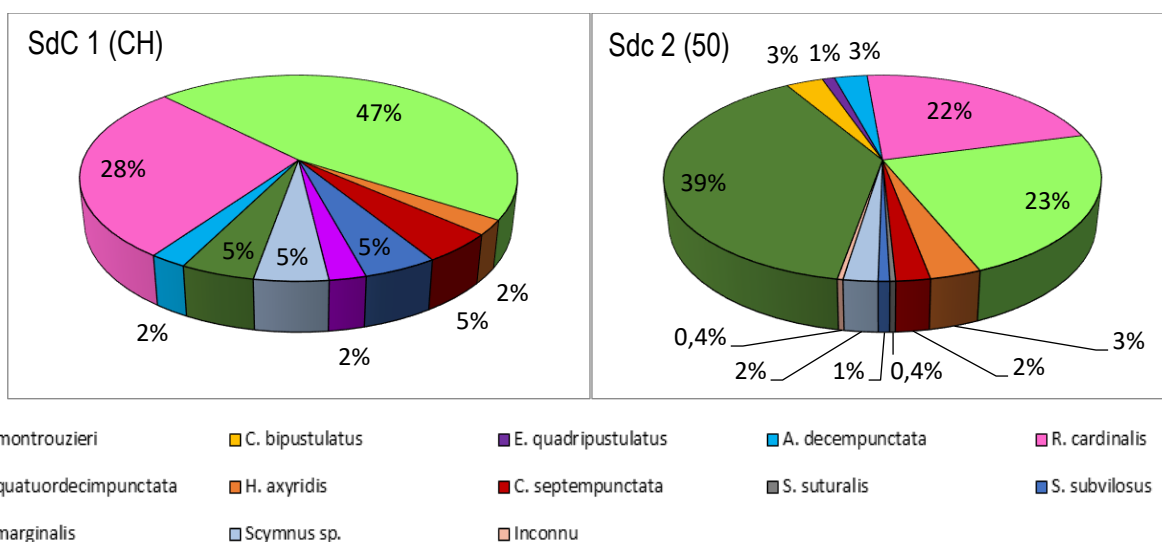
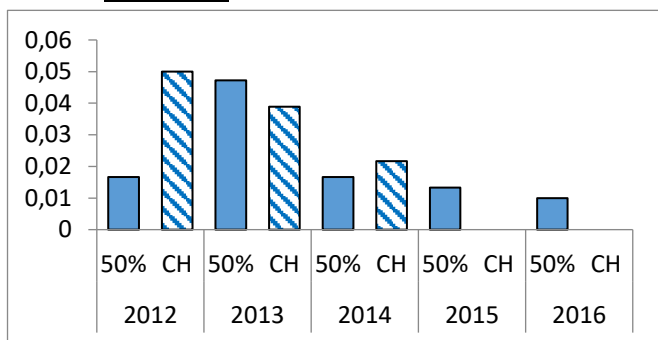


Figure 11 : répartition des espèces retrouvées sur le SdC CH (à gauche) et le SdC 50 % (à droite)

Au niveau de la diversité d'espèces, on observe 11 espèces différentes dans le SdC 50 %. Dans la modalité chimique, seules 8 espèces ont été trouvées. Trois espèces sont particulièrement présentes : *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, *Rodolia cardinalis* Mulsant et *Propylea quatuordecimpunctata* L. (Figure 11).

5.3.2. Acariens



Au cours du projet, cinq espèces d'acariens ont été recensés sur la parcelle : *Euseius stipulatus* (Athias-Henriot), *Amblyseius andersoni* (Chant), *Phytoseius finitimus* Ribaga, *Typhlodromus sp.* Scheuten et *Paraseiulus talbii* (Athias-Henriot).

Les populations d'acariens sur la parcelle ont été très faibles quel que soit le SdC. Au vu de l'évolution des populations d'une année sur l'autre, il ne semble pas avoir eu de corrélation entre la pression phytosanitaire et les niveaux de populations. Les deux dernières années de projet, aucun acarien prédateur n'a été retrouvé sur le SdC CH dans les échantillons envoyés à Montpellier SupAgro (Figure 12).

Figure 12 : évolution du nombre moyen d'acariens/feuille/prélèvement

5.3.3. Evolution des IFT

Sur l'ensemble des systèmes de culture des produits de biocontrôle ont été utilisés. Des traitements à base d'huile blanche, contre les cochenilles, ont été appliqués sur les deux modalités. Sur le SdC 50 %, les autres produits de biocontrôle correspondent aux lâchers d'*A. melinus* (2012 et 2013) et au piégeage massif contre la mouche méditerranéenne des fruits (2012-2016). Seuls les traitements fongiques ont peu variés entre les modalités et les années. En effet, aucune solution alternative n'a encore été éprouvée afin de lutter contre la gommose parasitaire. De plus, l'utilisation des méthodes de lutte chimique a été réduite au minimum. Entre 2012 et 2016, l'IFT hors biocontrôle a été réduit en moyenne de 46 % entre le système de culture en diminution d'intrants et la référence chimique (Figure 13).

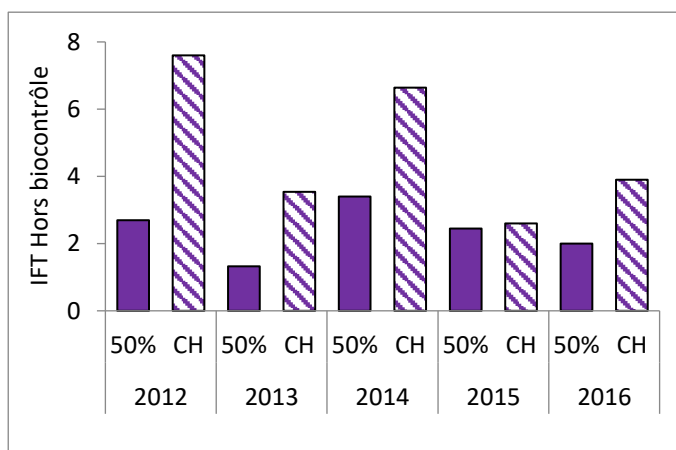
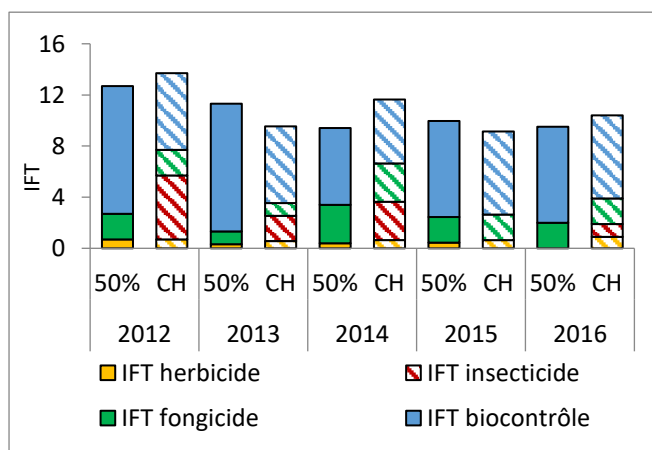


Figure 13 : évolution des IFT herbicide, fongicide, insecticide et biocontrôle (à gauche) et de l'IFT hors biocontrôle (à droite)

6. Discussion

6.1. Sur kiwi

Les résultats démontrent que le passage du « tout chimique » vers une réduction d'intrants est possible. L'apport d'intrants phytosanitaires en verger de kiwi est plutôt orienté vers la gestion des adventices que vers une gestion des ravageurs, seulement deux ayant été recensés. En Corse, seuls quelques cas de *Pseudomonas Syringae* pv *Actinidiae* ont été retrouvés. Notre verger expérimental en est indemne pour le moment.

Bien que difficilement mesurable, l'incidence de niochirs à mésanges et à forficules pourrait être un outil permettant de réduire les populations de ravageurs sans pour autant les éliminer complètement.

Les adventices posent davantage de problème. L'irrigation nécessaire au kiwi entraîne un développement du couvert végétal. Les racines du kiwi n'étant pas très profondes, elles rentrent facilement en compétition avec celles des adventices. Le choix de l'outil de désherbage est donc primordial et demande un réglage de l'appareil et une attention particulière lors du passage de l'appareil sur le rang. En effet, les racines superficielles du kiwi demandent un outil qui ne plonge pas trop profondément. La vitesse du tracteur est aussi essentielle : avec une vitesse trop rapide, on laisse les plants très aoûtés⁴ et avec une vitesse trop lente, le coût du passage devient vite astronomique. C'est une des raisons qui fait que nous avons gardé pendant les deux premières années des traitements à base d'herbicide, en réduisant la surface traitée.

L'évolution des IFT montre que la suppression des insecticides, grâce à des niveaux de populations de ravageurs non préjudiciables pour la culture, et la réduction des herbicides sont possibles. Ceci a permis d'obtenir un IFT de zéro au bout de la troisième année. Toutefois le temps de travail s'en trouve augmenté. Lors des dernières années du projet, l'écart provoqué au niveau du temps de travail a été réduit de manière conséquente. Aujourd'hui, les résultats montrent que l'utilisation du désherbage mécanique de manière raisonnée se justifie pleinement et se montre compétitif par rapport au désherbage chimique. A noter que dans le cadre de notre expérimentation, la fertilisation a été la même sur la totalité de la parcelle. Cette compétitivité se remarque au niveau économique. Les coûts de production des dernières années ont montré peu d'écart entre les deux systèmes de culture.

Au niveau de l'impact sur l'écosystème, l'indicateur « coccinelle » n'est pas adapté à cette culture. Il a été cependant possible d'observer une augmentation des populations d'acariens Phytoséides après la suppression des insecticides sur les deux SdC.

6.2. Sur clémentines

Durant ces cinq années de tests, beaucoup de leviers n'ont pas été concluants. La réduction des IFT semble s'être faite par des renoncements de traitements chimiques, souvent au profit du service rendu par les auxiliaires indigènes. Il semble qu'une grande partie des ravageurs relevés dans la cartographie soient gérés par les prédateurs et parasitoïdes présents dans l'écosystème. Toutefois, lors de dépassement de seuil de tolérance, des leviers ont dû être mobilisés. Certains ont été utilisés sans que l'on soit en mesure d'en vérifier l'incidence, si ce n'est avec le contrôle des ravageurs (pose de niochirs à mésanges ou de forficules). Ces outils ont favorisé l'installation de prédateurs reconnus (Dib et al, 2017), favorisant la biodiversité dans la parcelle. Selon Bouvier et al (2005), les mésanges jouent un rôle primordial dans la protection des vergers. Le forficule affectionne plutôt les pucerons, mais des essais en laboratoire ont démontré que les forficules consomment aussi des cochenilles. La biodiversité fonctionnelle est un atout non négligeable. Au-delà du service écosystémique de régulation, des leviers plus traditionnels ont été utilisés comme le traitement à base

⁴ Se durcir, former une écorce, en parlant des bois de l'année ou d'une plante.

d'huile végétale inscrit au cahier des charges de l'Agriculture Biologique, dont le but est de réduire les populations de cochenilles en hiver.

Les lâchers d'*A. melinus*, sur les petits foyers du pou rouge de Californie, semblent contenir les populations, mais cette méthode n'est supportable par les agriculteurs que tant qu'elle est compensée financièrement par des MAEc (Mesure Agro-Environnementale et climatique). De récents travaux (Correa *et al*, 2016) ont démontrés que les lâchers d'*Aphytis melinus* n'ont pas d'incidence sur les populations des parasitoïdes indigènes contrairement en Espagne où les populations d'*Aphytis chrysomphali* [Hymenoptera : Aphelinidae] se déplacent à cause des lâchers d'*A. melinus* (Ramon Boyero *et al*, 2014). En revanche, l'utilisation du savon potassique contre la cochenille chinoise associée à une huile blanche semble avoir eu une réelle efficacité sur la fumagine qui impactait considérablement la production (écarts de triage), comme l'ont démontré Quesada *et al* en 2017. Les lâchers de *N. typhlocibae* pourraient être considérés comme un levier très positif contre *M. pruinosa*, toutefois ce succès semble lié à un déclin généralisé des populations de *M. pruinosa* sur la plaine orientale corse selon les renseignements pris auprès des techniciens de la Chambre d'Agriculture de Haute-Corse. Le piégeage massif contre la mouche méditerranéenne est certainement le levier le plus efficace en alternative à une lutte chimique, bien que plus consommateur en temps de travail (mise en place des pièges). Cette méthode permet d'éviter de nombreux écarts de triages, ce qui a un impact immédiat sur la récolte.

Malgré le gros investissement d'une machine à désherber, qui a suscité plusieurs réglages, la gestion de des adventices sur le rang demeure un problème car le passage du Rotofil[®] en remplacement de la machine Natura griff[®] est arrivé tardivement dans le projet ce qui nous empêche d'avoir le recul nécessaire. En ce qui concerne la brosse Natrura griff[®], il est apparu qu'elle n'était pas adaptée à un verger implanté en conventionnel depuis de nombreuses années (destruction de jeunes racines nourricières superficielles).

Les indicateurs ont été choisis pour apporter des informations sur les aspects agronomiques, environnementaux et économiques qui sont les piliers du développement durable. La qualité des fruits nous donne un bel aperçu de ce que nous attendions sur un plan gustatif (acidité, taux de sucre). Les indicateurs environnementaux comme les acariens n'ont pas été à la hauteur de nos espérances. Bien que les acariens prédateurs, notamment des Phytoseidae soient reconnus comme indicateurs biologiques, (Le Bellec *et al*, 2010) on a pu constater qu'en Corse, les résultats ne sont pas les mêmes et que très peu de ces acariens se multiplient dans nos parcelles d'agrumes. Les prédateurs sont souvent liés aux populations de proies et, force est de constater que peu d'acariens phytophages sont présents dans les parcelles. Peu d'agriculteurs en Corse traitent contre les acariens phytophages. Il est probable que la proximité des cultures avec le maquis proposant des refuges naturels aux acariens phytoseïdes, joue un rôle important dans la régulation de ces ravageurs qui sont de véritables problèmes dans plusieurs pays méditerranéens. Cette relation prédateurs/proies se retrouve aussi dans le choix de l'indicateur « coccinelles ». Bien que nous ayons trouvé beaucoup plus de coccinelles que de phytoseïdes, leur répartition dépend plus de la disponibilité de nourriture que d'un système de conduite du verger. Toutefois, nous en avons retrouvé plus dans le SdC 50 % que dans la modalité chimique.

De nouveaux leviers devront être testés, pour essayer de réduire encore les produits phytosanitaires dans les parcelles de clémentiniers, peut-être lors d'un nouveau projet Ecophyto, ou dans une expérimentation spécifique pour chaque levier. Des pistes existent comme le piégeage massif à l'aide de piège du type « attract and kill » contre *P. citrella* qui semble donner de bons résultats, (Navarro-Llopis, 2015), ou par une amélioration de l'efficacité des forficules contre les cochenilles et les pucerons, voire les aleurodes, en augmentant le nombre de nichoirs par arbre ou en établissant la strate adéquate pour exploiter les potentialités trophiques du forficule. De nouveaux produits biologiques à base d'algues semblent prometteurs pour lutter contre les adventices. Avec la disparition progressive du glyphosate, les leviers permettant une gestion des adventices devraient apparaître sur le marché.

Conclusion

La réduction d'intrants phytosanitaires en verger de kiwi peut encore évoluer vers du « zéro phyto », sans pour autant se contraindre à un système de culture biologique qui verrait aussi une fertilisation uniquement organique. La réduction des herbicides ou la recherche de nouveaux leviers de gestion des adventices, aujourd'hui d'actualité avec la disparition programmée du glyphosate, devrait être bénéfique et encourager par le même temps une évolution vers une IGP « Kiwi de Corse ». Mais tout ceci ne pourra être durable que si aucun autre nouveau bioagresseur ne fait son entrée en Corse qui est tout de même en proie, par sa position géographique, à de nouvelles introductions sur son territoire pouvant provenir de l'ensemble du pourtour méditerranéen. Une lutte chimique contre un nouveau bioagresseur pourrait déstabiliser l'équilibre dans une culture, et *a fortiori*, dans un système de culture à bas intrants. A l'heure actuelle, cette culture bénéficie en Corse que de peu de ravageurs et les interventions pourraient être encore plus réduites, si la gestion des adventices est maîtrisée.

La réduction d'intrants semble possible en verger de clémentiniers en Corse de façon générale. En effet, nos travaux se sont déroulés dans une exploitation qui était déjà engagée dans une démarche de diminution des intrants, ce qui a rendu la tâche plus compliquée. Toutefois, nous avons réussi, bien que le coût de la main d'œuvre reste plus élevé, à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires de 46 % en moyenne. Des leviers méritent d'être étudiés plus en profondeur comme ceux concernant la gestion des maladies, ou encore la gestion des adventices. D'autres leviers pourraient être améliorés, notamment l'utilisation des phéromones en parcelles de petites tailles. Une collaboration est en train d'être établie entre l'AREFLEC et la faculté de Corte. Ces six années de travaux ont tout de même permis d'avoir un autre regard sur les moyens alternatifs de lutte, et ont permis de montrer aux exploitants que d'autres solutions alternatives existent.

Références bibliographiques

- Bagnée, J.Y. et Branquart, E. 2000. Clef de terrain pour la reconnaissance des principales coccinelles de Wallonie (Chilocorinae, Coccinellinae et Epilachninae). Jeunes & Nature - Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 43 p.
- Bopape, M. J.; Nofemela, R. S.; Mosiane, M. S. – 2014 - Effects of a selective and a broad-spectrum insecticide on parasitism rates of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) and species richness of its primary parasitoids - AFRICAN Entomology, 22, 1, 115-126.
- Bouvier J. C., Toubon J.F., Boivin T., 2005. Effects of apple orchard management strategies on the great tit (*Parus major*) in southeastern France. *Environmental Toxicology and chemistry*, 24, 11, 2846-2852.
- Correa M. C. G., Palero F., Dubreuil N., Kreiter P., Ullak M., Tison G., Ris N., 2016. Molecular characterization of parasitoids from armored scales infesting citrus orchards in Corsica, France, *Biocontrol*, 6, 6, 639-647.
- Curk F., Heuzet M., Jacquemond C., 2014. *Les clémentiniers et autres petits agrumes*. Editions Quae, 368 p.
- Dib H., Sauphanor B., Capowiez Y., 2017. Report on the life history traits of the generalist predator *Forficula auricularia* (Dermaptera: Forficulidae) in organic apple orchards in southeastern France. *Canadian Entomologist*, 149, 1, 56-72.
- Hatt, S., Lopes, T.; Boeraeve, F., 2017 - Pest regulation and support of natural enemies in agriculture: Experimental evidence of within field wildflower strips *ECOLOGICAL Engineering* , 98, 240-245.
- Hodek I, Honek A., 2013. Ecology of Coccinellidae. Springer Science & Business Media. Ed. 464 p.
- Lapointe, S. L., Keathley, C. P.; Stelinski, L.L., 2015 - Disruption of the leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in citrus: effect of blend and placement height, longevity of disruption and emission profile of a new dispenser. *Florida Entomologist*, 98, 2, 742-748.

Le Bellec F., Mailloux J., Dubois P., Rajaud A., Kreiter S., Bockstaller C , Tixier M.S., 2010, Phytoseiid mites (Acari) are bio-indicators of agricultural practice impact on the agroecosystem functioning : the case of weed management in citrus orchards - Agro, the XI ESA Congress, Montpellier 2 , Malézieux E. 157-158.

Logan D. P., Maher B. J., Connolly P. G., Pettigrew M. J., 2007. Effect of cardboard shelter traps on predation on diaspidid scale insects by European earwigs, *Forficula auricularia*, in kiwifruit. New Zealand Plant Protection, 60, 241.

Navarro-Llopis V., Primo J., Vacas S., 2013. Efficacy of attract-and-kill devices for the control of *Ceratitis capitata*. Pest management science, 69, 4, 478-482

Quesada C. R., Sadof, C. S., 2017. Efficacy of horticultural oil and insecticidal soap against selected armored and soft scales. Horttechnology, 27, 5, 618-624.

Ramon B. J., Miguel V. J., Wong E. 2014. Displacement of *Aphytis chrysomphali* by *Aphytis melinus*, parasitoids of the California red scale, in the Iberian Peninsula. Spanish Journal of agricultural research, 12, 244-25.

Rimbault L., Rossignol R., 2014. Retour sur dix ans de surveillance du territoire en région corse. AFPP. Colloque Ravageurs et Insectes Invasifs et Émergents. Montpellier, 21 Octobre 2014, 1-11.

Tison G., Benaouf G., 2010. Lutte contre la Cératite par piégeage massif. Ater Agri, 104 : 17-18.