

2016-2017

Mention Biologie et Technologie du Végétal



# Stratégie de lutte biologique contre la cochenille farineuse sur *Choisya Ternata* (Oranger du Mexique)

Utilisation d'auxiliaires

**Kenza Danbir** |

Sous la direction de M. JAHAN |

Membres du jury

MONTRICHARD Françoise | Président du Jury

JAHAN Philippe | Maître de stage

VERONESI Christophe | Tuteur

AK2 | Auditeur



Soutenu publiquement le :  
28 Juin 2017



**L'auteur du présent document vous autorise à le partager, reproduire, distribuer et communiquer selon les conditions suivantes :**



- Vous devez le citer en l'attribuant de la manière indiquée par l'auteur (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'il approuve votre utilisation de l'œuvre).
- Vous n'avez pas le droit d'utiliser ce document à des fins commerciales.
- Vous n'avez pas le droit de le modifier, de le transformer ou de l'adapter.

**Consulter la licence creative commons complète en français :**  
**<http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/2.0/fr/>**

Ces conditions d'utilisation (attribution, pas d'utilisation commerciale, pas de modification) sont symbolisées par les icônes positionnées en pied de page.



# REMERCIEMENTS

Merci à mon enseignant tuteur Christophe VERONESI, d'avoir pris le temps de répondre très rapidement à mes questions et également de m'avoir conseillé sur les étapes de mon expérimentation. Je remercie également les membres du jury pour la lecture de mon rapport et leur présence à ma soutenance.

Merci à Jean-Marc Auray, gérant de la Pépinière du Val D'Erdre, et ses proches, de m'avoir très bien accueillis dans l'entreprise.

Merci à mon Maître de stage, Philippe JAHAN, de m'avoir conseillé, encouragé et soutenu lors de mon étude.

Merci à Guillaume, responsable de production, de m'avoir fait découvrir le bon fonctionnement de l'entreprise ainsi que toutes les étapes de production.

Merci à Emilien, pour sa passion du métier, pour son savoir, et également d'avoir enrichi mes connaissances en entomologie en me cédant les relevés d'observation hebdomadaires, sur Choisya Buis et Rosier.

Je remercie également toutes les personnes de la production pour leur gentillesse.

Merci à Noémie Jacquemin de l'épidémiosurveillance de FREDON et également à Ludivine Chambellant sa stagiaire, d'avoir répondu à mes appels et à mes questionnements lors de nouvelles trouvailles.

Merci à l'équipe du BHR de m'avoir enseigné des techniques de reconnaissance entomologique. Et également à Charlotte Fourmy de m'avoir transféré par mail les résultats de Philippe Kreiter de l'INRA concernant nos échantillons.

Merci à Alain Ferre d'Astredhor d'avoir accepté d'identifier les échantillons.

Merci à tous les stagiaires et apprentis de m'avoir soutenu.

Je remercie également toutes les personnes du bureau : Caroline, Christelle, Gabriel, Julien, Florent, Brigitte, de m'avoir accompagné et également déstressé pendant la rédaction de mon rapport. Merci à Alysson de me prendre sous son aile pour que je devienne la meilleure productrice de macaron. Merci à Florian, dixit « Madame Cochenille », pour son sourire et sa joie de vivre.

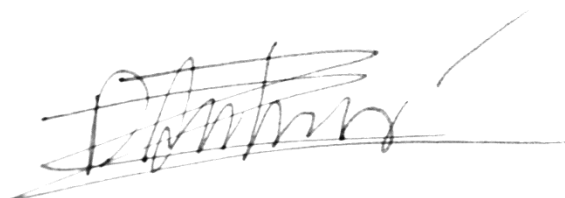
Merci à ma Famille de m'avoir soutenu et conseillé, merci ma Maman de m'avoir donné des conseils pour la mise en place de mon expérimentation.

Et enfin merci à William d'être toujours présent pour moi et d'avoir lu et corrigé mon rapport un soir de canicule.

# ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné(e) **Kenza Danbir**  
déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une  
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,  
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.  
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées  
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le **20 / 06 / 2017**



**Cet engagement de non plagiat doit être signé et joint  
à tous les rapports, dossiers, mémoires.**

Présidence de l'université  
40 rue de rennes – BP 73532  
49035 Angers cedex  
Tél. 02 41 96 23 23 | Fax 02 41 96 23 00





# Glossaire

**Anthocyane** : Pigments naturels des feuilles, des pétales et des fruits.

**Apode** : Qui n'a pas de patte.

**Aptère** : Qui n'a pas d'aile.

**Auxiliaire** : Insecte utilisé en lutte biologique permettant d'aider à la diminution de la population des ravageurs. La plupart du temps l'auxiliaire est prédateur ou parasite du ravageur.

**BIOBEST** : Entreprise de lutte biologique

**Bouillie sulfocalcique** : Insecticide et fongicide, issue d'un mélange chaux et de soufre créé en 1860 utilisé contre les cochenilles.

**Bouture semi-aoutée** : Bouture issue d'une tige en phase intermédiaire, présentant à la fois une partie ligneuse (bois dur) et herbacée (bois vert). Ce phénomène se produit lors du mois d'Aout.

**Cire** : Substance sécrétée par la cochenille formant une couche de cire blanche permettant une protection.

**Cultivar** : Fait référence à une variété de plante présentant une caractéristique propre.

**Diapause** : Phase génétiquement déterminée dans le développement d'un organisme où il diminue l'intensité de ses activités métaboliques.

**Dimorphisme sexuel** : Morphologie différente selon le sexe d'une même espèce.

**Endoparasite** : L'insecte peut parasiter en pondant à l'intérieur de son hôte. La larve en se développant se nourrit de l'hôte et finira par le tuer.

**Étamine** : Une étamine est l'organe mâle de la reproduction chez les plantes à fleurs.

**Feuilles sessiles** : Feuille dépourvu d'attache apparente à la tige.

**Fongicide** : Un fongicide est une substance conçue pour éliminer ou limiter le développement des champignons parasites des végétaux.

**Fumagine** : La fumagine est une maladie cryptogamique provoquée par des moisissures noires dues à diverses espèces de champignons ascomycètes et saprophytes, qui se développent grâce au miellat sécrété par des insectes piqueurs-suceurs.

**Hémiptère** : Ordre caractérisé par la présence d'ailes ou d'élytres courts.

**Humifère** : Terre constituée d'une importante couche de végétaux en décomposition

**Hydrophobe** : Qui n'aime pas l'eau.

**Imidaclopride** : Substance active à effet insecticide appartenant à la famille des néonicotinoides.

**KOPPERT** : Entreprise de contrôle biologique et pollinisation naturelle.

**Ligneux** : Tige résistante composée de bois.

**Limbe** : Partie principale, élargie et étalée, généralement riche en chlorophylle, de la feuille.

**Lutte biologique** : Méthode de lutte utilisant des organismes vivants antagonistes, appelés agent de lutte biologique contre les ravageurs de culture (insectes, acariens, nématodes).

**Macro** : programmation informatique permettant d'insérer un test quelconque.

**Mandibules** : Os formant le squelette de la mâchoire inférieure.

**Marcottage** : Mode de multiplication végétative par enracinement des rameaux d'un plant-mère sans que ceux-ci ne se séparent de ce dernier permettant d'obtenir suite à l'enracinement, des clones.

**Maxilles** : Pièces buccales situées en arrière des mandibules.

**Miellat** : Liquide épais et visqueux excrété par des insectes, riche en sucre et en acide aminés

**Néonicotinoïdes** : Les néonicotinoïdes sont une classe d'insecticides agissant sur le système nerveux central des insectes avec une toxicité inférieure chez les mammifères.

**Néoténique** : Persistance de formes larvaires.

**Nymphe** : Forme, souvent immobile, prise par les insectes supérieurs juste avant leur éclosion sous la forme adulte ; dernière forme larvaire.

**Organophosphate** : Pesticide utilisé contre les insectes. Type de composé organique comportant au moins un atome de phosphore lié directement à un carbone

**Ovisac** : Sac permettant de transporter les œufs à l'arrière de leurs corps.

**Parasitoïde** : Un parasitoïde est un organisme qui se développe sur ou à l'intérieur d'un autre organisme, en pondant les œufs à l'intérieur de l'hôte.

**Phloème** : Tissu conducteur de la sève élaborée composé de sucre et de nutriment.

**Photosynthèse** : Biosynthèse consistant à transformer l'énergie lumineuse en composés organiques.

**Phytophage** : Qualifie un organisme dont le régime alimentaire est constitué de toute partie du végétal.

**Plante Bleue** : Certification horticole Française, elle mesure les performances environnementales des entreprises sur la base de critères quantitatifs et d'indicateurs de résultats.

**Produit phytosanitaire** : Désigne les produits utilisés pour protéger les végétaux.

**Résidus** :

**Senescence** : Processus physiologique qui entraîne une lente dégradation des fonctions de l'organisme.

**Sève brute** : Sève formée d'eau et de sels minéraux qui monte depuis les racines, appelée xylème.

**Sève élaborée** : Contient de l'eau et les sucres synthétisés par les parties aériennes de la plante lors de la photosynthèse.

**Stylet** : Pièce buccale piqueuse en forme de soie rigide insérée au niveau du rostre.

**Tétranyque** : Espèce d'acariens de la famille des Tetranychidae, parasite de nombreuses espèces végétales.

**Thrips** : Insectes parasites de nombreuses plantes, l'ordre des thysanoptères.

**Trophobiose** : Association symbiotique entre deux organismes dont l'un fournit la nourriture à l'autre.

## Liste des abréviations

BHR : Bureau Horticole Régional basé à Angers.

FREDON : Fédération REgionale de Défense contre les Organismes Nuisibles

GLRa-V3 : Grapevine leafroll-associated virus, maladie de l'enroulement de la vigne du genre vitus.

# TABLE DES MATIERES

## STRATEGIE DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA COCHENILLE FARINEUSE SUR CHOISYA TERNATA (ORANGER DU MEXIQUE)

GLOSSAIRE .....

LISTE DES ABREVIATIONS .....

TABLE DES FIGURES .....

TABLE DES TABLEAUX .....

### 1. INTRODUCTION ..... 1

1.1. <i>Choisya</i> .....	2
1.1.1. Plante hôte .....	2
1.1.2. Le ravageur .....	2
a) Morphologie .....	2
b) Nutrition .....	3
c) Biologie .....	3
d) Dégâts .....	4
1.1.3. Les méthodes de lutte directe .....	4
a) Lutte chimique .....	4
b) Lutte biologique .....	5

### 2. MATERIEL ET METHODES..... 7

2.1. <i>Matériel végétal</i> .....	7
2.2. <i>Elevage</i> .....	8
2.2.1. Cochenille .....	8
2.2.2. <i>C. montrouzieri</i> .....	8
2.2.3. <i>L. dactylopii</i> .....	8
2.3. <i>Test de prédation</i> .....	8
2.4. <i>Test de préférence variétale</i> .....	9
2.5. <i>Expérimentation sous serre</i> .....	9
2.5.1. Matériel végétal .....	9
2.5.2. Combinaison de <i>C. montrouzieri</i> et <i>L. dactylopii</i> .....	9
2.5.3. Chrysopes .....	9
2.5.4. Témoin .....	10

### 3. RESULTATS..... 10

3.1. <i>Elevage</i> .....	10
3.1.1. Cochenille farineuse .....	10
3.1.2. <i>C. montrouzieri</i> .....	10
3.1.3. <i>L. dactylopii</i> .....	10
3.2. <i>Test de prédation</i> .....	10
3.2.1. <i>C. montrouzieri</i> .....	10

3.2.2.	L. dactylopii .....	11
3.2.3.	Chrysopes .....	11
3.2.4.	Analyse statistiques .....	11
3.3.	<i>Test de préférence variétale</i> .....	12
3.4.	<i>Expérimentation sous serre</i> .....	13
3.4.1.	Grille expérimentale .....	13
a)	Lot n°2 : Montrouzieri + dactylopii .....	13
b)	Lot n°3 : Chrysope .....	13
3.4.2.	Témoin .....	13
<input checked="" type="checkbox"/>	Analyse statistique .....	13
<b>4.</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>14</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>21</b>
6.1.	<i>Ouvrages</i> .....	21
6.2.	<i>Sitographie :</i> .....	24
.....		<b>25</b>

## Table des figures

Figure 1 : Fleurs de <i>Choisya ternata</i> .....	2
Figure 2 : Différentes espèces des cochenilles farineuses .....	2
Figure 3 : Quatre stades de la Cochenille farineuse ( <i>Pseudococcus maritimus</i> ) .....	2
Figure 4 : Cycle de développement des cochenilles farineuses .....	4
Figure 5 : Fumagine .....	4
Figure 6 : Larve prédatrice de <i>Cryptolaemus</i> en action. ....	5
Figure 7 : Cycle de développement de <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> .....	5
Figure 8 : Cycle de développement de <i>Chrysoperla carnea</i> .....	6
Figure 9 : Cycle de développement de <i>L. dactylopii</i> .....	6
Figure 10 : Différents cultivars de <i>Choisya</i> .....	7
Figure 11 : Identification de <i>P. maritimus</i> .....	8
Figure 12 : <i>Cryptolaemus Montrouzieri</i> .....	8
Figure 13 : <i>Leptomastix Dactylopii</i> .....	8
Figure 14 : Organisation de la boîte de pétri lors du test de prédation avec <i>C. montrouzieri</i> .....	9
Figure 15 : Matériel végétal de l'expérimentation sous serre .....	9
Figure 16 : Témoin recouvert d'un voile d'hivernage .....	10
Figure 17 : Evolution de la population de cochenille pendant 28 jours, soit 4 semaines. ....	10
Figure 18 : Evolution de la vie prédatrice de <i>C. montrouzieri</i> pendant 23 jours. ....	10
Figure 19 : Test de prédation <i>C. montrouzieri</i> .....	10
Figure 20 : Représentation graphique du test parasitaire <i>L. dactylopii</i> .....	11
Figure 21 : Devenir des cochenilles suite à l'inoculation de <i>Dactylopii</i> .....	11
Figure 22 : Test de prédation par les Chrysopes .....	11
Figure 23 : Boxplot sous le logiciel R, <i>Montrouzieri</i> , <i>Carnea</i> et <i>Dactylopii</i> .....	11
Figure 24 : Test de préférence variétal concernant <i>P. maritimus</i> .....	12
Figure 25 : Evolution de la population de cochenilles 16 jours suivant l'inoculation d'auxiliaire (lot n°2). ....	13
Figure 26 : Devenir de la population d'auxiliaires 16 jours après inoculation (Lot n°2) .....	13
Figure 27 : Evolution de la population de cochenilles 16 jours suivant l'inoculation de 20 individus de Chrysopes (Lot n°3) .....	13
Figure 28 : Boxplot sous R représentant le nombre d'amas d'oeufs en fonction du milieu sans voile d'hivernage « a » et le milieu avec voile d'hivernage « b ». ....	13
Figure 29 : Boxplot sous R représentant le nombre de cochenille adultes en fonction du milieu sans voile d'hivernage « a » et du milieu avec voile d'hivernage « b ». ....	14
Figure 30 : Population de cochenille parasitée sur <i>Choisya</i> .....	16
Figure 31 : Caractéristiques morphologiques de l'hyménoptère femelle .....	16
Figure 32 : Caractéristiques morphologiques de l'hyménoptère mâle .....	16
Figure 33 : Ressemblance avec l'espèce indéterminée (femelle) .....	17
Figure 34 : Plan schématique du protocole Azote .....	19

## **Table des tableaux**

Tableau I : Différents stades développement de la cochenille farineuse.....	3
Tableau II : Liste des produits phyto utilisés en direction des cochenilles par la Pépinière depuis 2006 .....	5

## **Liste des Annexes**

Annexe I : Plan Schématique de l'expérimentation	
--	--

# 1. Introduction

La France compte 3611 entreprises de production horticole ornementale ainsi que 15 471 hectares de production dont 1613 hectares couverts. Le chiffre d'affaire s'élève à 1 582 millions d'euros HT (Franceagrimer, 2016). Les bénéfices issus de la production sont synonyme d'une culture saine et sans ravageur. Cependant beaucoup d'entreprise sont soumises à des contraintes dévastatrices entraînant une perte de production, il est donc indispensable d'intervenir. Aujourd'hui les entreprises horticoles doivent lutter contre les ravageurs tout en respectant l'environnement, autrement dit tout en réduisant l'utilisation de produits phytosanitaires\*. De nouvelles pratiques plus respectueuses de l'environnement doivent être adoptées permettant ainsi d'atteindre leurs objectifs de production alliant qualité et rendement.

La Pépinière du Val d'Erdre est une entreprise gérée par Jean-Marc Auray, spécialisé dans le secteur d'activité du développement des plantes jusqu'à la commercialisation. Sur l'année 2015-2016 l'entreprise a réalisé un chiffre d'affaire de 5 648 272 euros HT. Elle compte 3 sites de productions dont un à Saint-Mars-du-Désert comprenant 20 hectares de production hors sol et 40 hectares en pleine terre ainsi qu'un point de vente. Les deux autres sites sont dédiés aux magnolias aux camélias, aux érables japonais et aux sujets contreplantés. L'entreprise compte 35 CDI permanents et une vingtaine de saisonnier variables le long de l'année. L'équipe est expérimentée dans le domaine de la pépinière et dans l'aménagement paysagé. L'entreprise travail avec 80 fournisseurs locaux dont 50 en pays de la Loire. Les jeunes plants sont reçus en motte pour ensuite être rempotés, distancés et taillés. Les principales activités sont : la plantation, le tuteurage, l'arrachage, le désherbage, la taille et le rempotage. Placés sous serre, à l'extérieur, hors sol ou en pleine terre, les plants se développent jusqu'à maturité. La pépinière du Val d'Erdre possède un très grand choix variétal avec plus de 1200 références.

Elle est actuellement engagée dans le développement durable par plusieurs moyens : recyclage à 100% des déchets verts en amendement ; réduction de 20% des prélèvements d'eau dans la nappe phréatique grâce à un système de lagunage ; suppression des désherbants et réduction de 80% des produits phytosanitaires et engrais ; application d'une protection biologique intégrée et installation de ruches afin de préserver la biodiversité. Grâce à cet engagement l'entreprise Val d'Erdre est classé niveau 2 de la certification horticole française Plante Bleue\* depuis 2012, première pépinière certifiée du grand ouest.

Cependant certaines problématiques sont encore présentes au sein de la production ce qui les contraints à utiliser des produits phytosanitaires en dernier lieu, de types fongicides\* ou insecticides. Or la pépinière du Val d'Erdre a pour but d'être indépendant à 100% de ces produits phytosanitaires. De plus, les produits une fois appliqués ne sont pas toujours efficaces, certains ravageurs et parasites s'adaptent et deviennent de plus en plus résistant. Il est donc intéressant de se tourner vers la lutte biologique\* afin de réduire ou supprimer les espèces considérées comme nuisibles. Plusieurs essais ont été réalisés par l'entreprise en direction de la cochenille farineuse infestant pratiquement la totalité des plants de Choisya, mais aucun d'entre eux n'ont fonctionné. Les dégâts provoqués ont un impact esthétique et économique sur l'entreprise il est donc urgent de trouver une solution de lutte biologique par la mise en place de nouvelles expérimentations.





## 1.1. Choisya

### 1.1.1. Plante hôte

*Choisya ternata* ou Oranger du Mexique est une espèce de buisson aromatique, de l'ordre des Sapindales et de la famille des Rutaceae. On l'assimile à l'Oranger car ses fleurs se ressemblent à la fois par la forme, la couleur et par le parfum. C'est une plante d'ornement utilisée en haie ou en massif.

Ternata est un arbuste ligneux\* pouvant dépasser les 2 mètres. Les feuilles sont sessiles\* opposées. Allongé ou ovale, la forme diffère selon les cultivars\*. La couleur varie de vert clair à vert sombre. Les fleurs sont blanches et sont composées de 5 à 7 pétales encerclant les étamines\*, d'une couleur jaune doré et produisant un nectar abondant (Figure 1). La période de floraison se situe entre mai et juin et apprécie une bonne exposition au soleil. Rustique, Ternata est résistante au froid elle peut supporter jusqu'à -10°C. Elle apprécie également un sol drainé, humifère\* et riche contrairement à un sol trop compact. On peut la multiplier par marcottage\* et par bouture semi-aoutée\*.

### 1.1.2. Le ravageur

Il existe trois groupes bien distincts : les cochenilles à carapace où la femelle immobile est fixée à sa carapace, la cochenille à bouclier où la femelle est indépendante de son bouclier, et enfin la cochenille à corps mou où la femelle est libre et mobile (Foldi L. 2003).

Les cochenilles farineuses sont des insectes hémiptères\* parasites des plantes à corps mou et font partie de la famille des Pseudococcidae. Elles sont caractérisées par la sécrétion de cire\* filamenteuse ou farineuse recouvrant les végétaux. Plusieurs genres sont concernés, parmi les plus courants, le genre *Pseudococcus* et *Planococcus* regroupent respectivement *Pseudococcus maritimus* + *Pseudococcus viburni* et *Planococcus citri*. Ce sont des espèces très abondantes et invasives de par leur capacité à s'adapter à de nombreuses espèces de plantes. *Maritimus* présente de courts filaments latéraux et deux longs filaments sur la partie postérieure, contrairement à *viburni* qui possède de plus longs filaments latéraux. *P.citri* se caractérise par des filaments très courts. Il existe également une autre espèce d'un autre genre que l'on retrouve sur les cultures, il s'agit de *Maconellicoccus hirsutus*, caractérisé par sa couleur violacée, (Figure 2). Cette gamme de plantes-hôtes, d'une grande importance économique, est très vaste. Elle comprend à la fois les plantes cultivées tel que l'oranger, le pêcher ou la vigne ; les plantes de jardin, et également les plantes ornementales. La plupart d'entre eux sont considérés comme nuisibles localement invasifs cependant leur écologie reste encore mal connue (Alford, 1994).

#### a) Morphologie

Les cochenilles que l'on trouve sur les plantes peuvent être sous forme d'œufs, de larve ou de femelle adulte (Figure 3). Les œufs sphériques mesurent environ 0.3mm de diamètre, le nombre d'œufs lors d'une ponte varie en fonction des conditions de température. À une température idéale de ponte de 18°C une femelle peut pondre jusqu'à 400 œufs (Goldasteh et al., 2009). Ces derniers sont contenus dans un ovisac\* blanchâtre fixé sur la majeure partie de la plante, qui constitue une protection composée de filaments cireux.



Figure 1 : Fleurs de *Choisya ternata*. Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 13/04/2017.



Figure 2 : Différentes espèces des cochenilles farineuses. (A) *Planococcus citri* (B) *Pseudococcus maritimus* (C) *Pseudococcus viburni* (D) *Maconellicoccus hirsutus*. Photo Lyle Buss, University of Florida

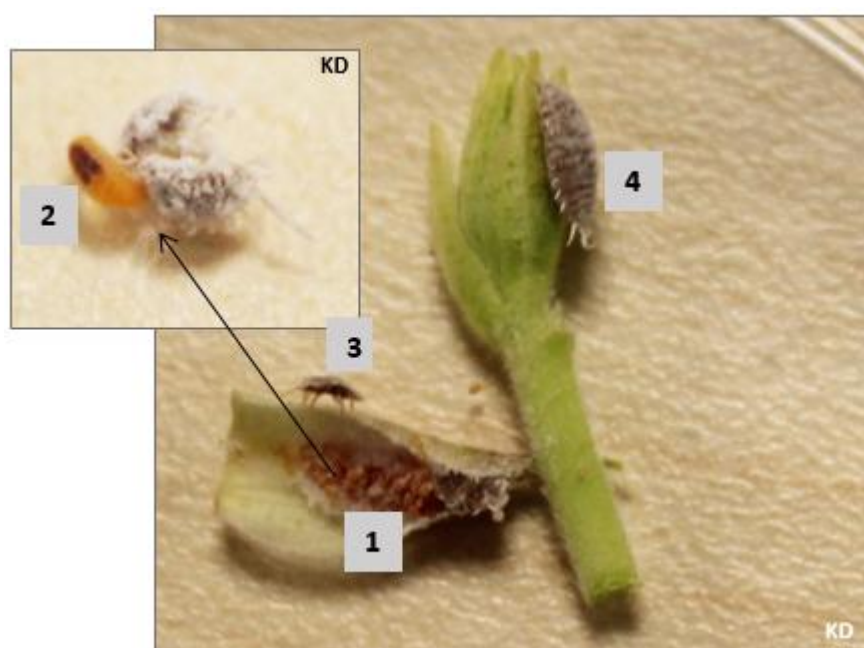


Figure 3 : Quatre stades de la Cochenille farineuse (*Pseudococcus maritimus*).  
 1 = œufs dans l'ovisac ; 2 = premier stade larvaire (orange) découvert de sa couverture de cire ; 3 = Deuxième stade larvaire ; 4 = stade adulte. Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 11/05/2017

Il existe 4 stades de développement chez la femelle : le stade œuf, 2 stades larvaires et le stade adulte. Cependant chez le mâle il existe 6 stades : œufs, 2 stades larvaires, prénymph, nymphe\* et adulte (Germain et Kreiter, 2015) (Tableau I). Les larves du premier stade sont de couleurs jaune orangé et ne possèdent pas d'organe de protection. Les larves du second stade ont une couleur plus foncée. On ne peut identifier le sexe au stade larvaire. Dès le stade adulte, les mâles ne s'alimentent plus et s'envole à la recherche de femelles afin de s'accoupler (Goldasteh et al., 2009).

Leurs tailles diffèrent selon leurs milieux de vie, la taille est plus grande en zones tropicales chaude qu'en zones tempérées. Mais il existe quelques soient leurs milieux de vie un dimorphisme sexuel\* très marqué : les femelles sont aptères\* et parfois apodes\* tandis que les mâles sont ailés. Chez les femelles la tête, le thorax et l'abdomen sont fusionnés, elles sont néoténiques\* c'est-à-dire qu'elles ressemblent aux formes larvaires. À l'œil nu leur corps n'est pas visible, recouvert de sécrétion, ce qui leur confèrent des couleurs et formes variées. Les deux mandibules\* et les deux maxilles\* sont transformées en un fin stylet\* (Germain et Kreiter, 2015). Contrairement aux femelles, les mâles ont un corps structuré, composé d'une tête, d'un thorax et d'un abdomen bien différenciés. La particularité chez les mâles c'est qu'ils ne comportent pas de pièce buccale : en effet, ils ne se nourrissent pas. De plus ils ne sont pas présents sur les plantes hôtes mais servent uniquement à la reproduction.

## **b) Nutrition**

Les cochenilles sont des insectes phytophages\*, elles se nourrissent de la sève brute\* et élaborée\*, ainsi elles peuvent coloniser toutes les parties de la plante hôte. Grâce à leur stylet, ces insectes de type piqueur suceur percent les tissus des végétaux et prélèvent le contenu de la sève. Il existe deux canaux : les sécrétions salivaires sont transportées par le canal salivaire vers les tissus végétaux augmentant la dégradation puis la sève est transportée vers l'œsophage via le canal alimentaire. (Afifi et al., 2010)

Les Pseudococcidés se nourrissent exclusivement dans le phloème\*, une grande quantité de sève est nécessaire en raison d'une trop faible teneur en éléments nutritifs (azote et stérols). La sève est donc triée, le surplus est éliminé par une chambre filtrante, puis excrété par l'anus sous forme d'une goutte de miellat\*.

## **c) Biologie**

Le cycle de développement des cochenilles farineuses varie en fonction des conditions climatiques, la durée du cycle dépend de la température, de l'humidité et de la plante hôte. D'après Goldasteh et al., la température optimale de développement jusqu'à l'adulte est de 15 à 32°C. Des températures inférieures à 10°C et supérieures à 32°C entraînent une mortalité plus élevée. La température influence également la sexualisation, une température trop chaude à 30°C favorise les mâles. Si comprise entre 18 et 25°C elle entraîne une plus grande longévité, enfin les femelles ont une plus grande fécondité à 23°C. La température va donc influencer le développement de l'œuf à l'adulte, alors que l'humidité affecte plus sévèrement les œufs et les larves.

La femelle pond une grande quantité d'œufs suite à la fécondation, pendant 1 à 2 semaines et les protège via un ovisac. S'ensuit ensuite la mort de la femelle pondeuse. Les œufs émergent et se développent au stade larvaire sur une durée allant de 1 à 2 mois selon les conditions de température. Une fois adulte la

Tableau I : Différents stades de développement de la cochenille farineuse

FEMELLE	MALE
ŒUF	ŒUF
LARVAIRE 1	LARVAIRE 1
LARVAIRE 2	LARVAIRE 2
ADULTE	PRENYMPHE
	NYMPHE
	ADULTE

durée de vie de l'insecte diffère selon le sexe : le mâle une fois formé, émerge de son cocon et part à la recherche d'une femelle à féconder, sa durée de vie est de l'ordre de quelques jours. Ils ne se nourrissent pas et ont pour unique but de féconder les femelles. Il est donc difficile de les observer sur la plante hôte (Figure 4). Il n'existe pas de diapause\*, la cochenille passe l'hiver dans le sol au stade larvaire puis lorsque les températures sont favorables, les cochenilles migrent vers la plante hôte (Foldi, 2003).

#### d) Dégâts

Les dégâts provoqués par les cochenilles sont multiples. Il a été observé sur les plants de Choisya que ces insectes piqueurs suceurs entraînent un retard de croissance des plantes, une déformation et un jaunissement des feuilles qui s'ensuit d'une senescence\*. L'absorption de sève diminue la photosynthèse\* et donc le rendement.

De plus, des dégâts secondaires indirects sont, la plupart du temps, observés. Comme dit précédemment, les cochenilles doivent ingérer une grande quantité de sève afin d'assouvir leur besoin, et rejettent le surplus sous forme de miellat. Ces gouttes de miellat ne sont pas sans conséquences, car riche en sucre, elles vont favoriser l'apparition de champignons notamment la fumagine. La fumagine\* regroupe les champignons noirs qui se développent sur le miellat comme *Alternaria spp.* ou *Cladosporium spp.*, c'est donc un bon indicateur car il est toujours relié à la présence d'insectes parasites sur la plante hôte. Elle se caractérise par la présence d'une moisissure souvent noire qui réduit la photosynthèse et constitue également une souillure pouvant interdire la commercialisation de la plante, (Figure 5).

Outre la fumagine, un autre phénomène est observé suite à la présence de miellat, en effet une association mutualiste peut s'instaurer entre les cochenilles et les fourmis, nommé la trophobie\*. La trophobie est basée sur l'échange miellat contre protection, c'est-à-dire qu'elles vont protéger les cochenilles des prédateurs et des parasites en les transportant à un autre endroit ou en leur construisant des abris (Malsch et al., 2001).

La présence d'une seule cochenille peut donc aboutir à la présence d'une colonie, à l'installation de champignon et également à l'invasion de fourmis.

#### 1.1.3. Les méthodes de lutte directe

Il est indispensable de mettre en place des méthodes de lutte afin de limiter la prolifération des cochenilles farineuses, certaines sont plus efficaces que d'autre et plus ou moins respectueuses de l'environnement. Les entreprises s'adaptent selon leurs moyens et selon le seuil de nuisibilité : en effet les cochenilles sont très résistantes. Ces méthodes de lutte peuvent être de nature chimique ou biologique.

##### a) Lutte chimique

Certains recourent aux produits phytopharmaceutiques de la famille des pesticides ciblant tous les organismes vivants incluant : virus, champignons, insectes, bactéries, mauvaises herbes. Des insecticides, ciblant cette fois ci que les insectes nuisibles, sont également utilisés en agriculture. Ces produits sont constitués d'une ou plusieurs substances actives, cette substance détruit ou empêche l'ennemi de la culture de s'installer. Une notification du ministre de l'Agriculture (Article L. 253-I du Code rural) permet la vente, l'utilisation ainsi que la détention par l'utilisateur du produit (Baudet et Béranger, 2016).



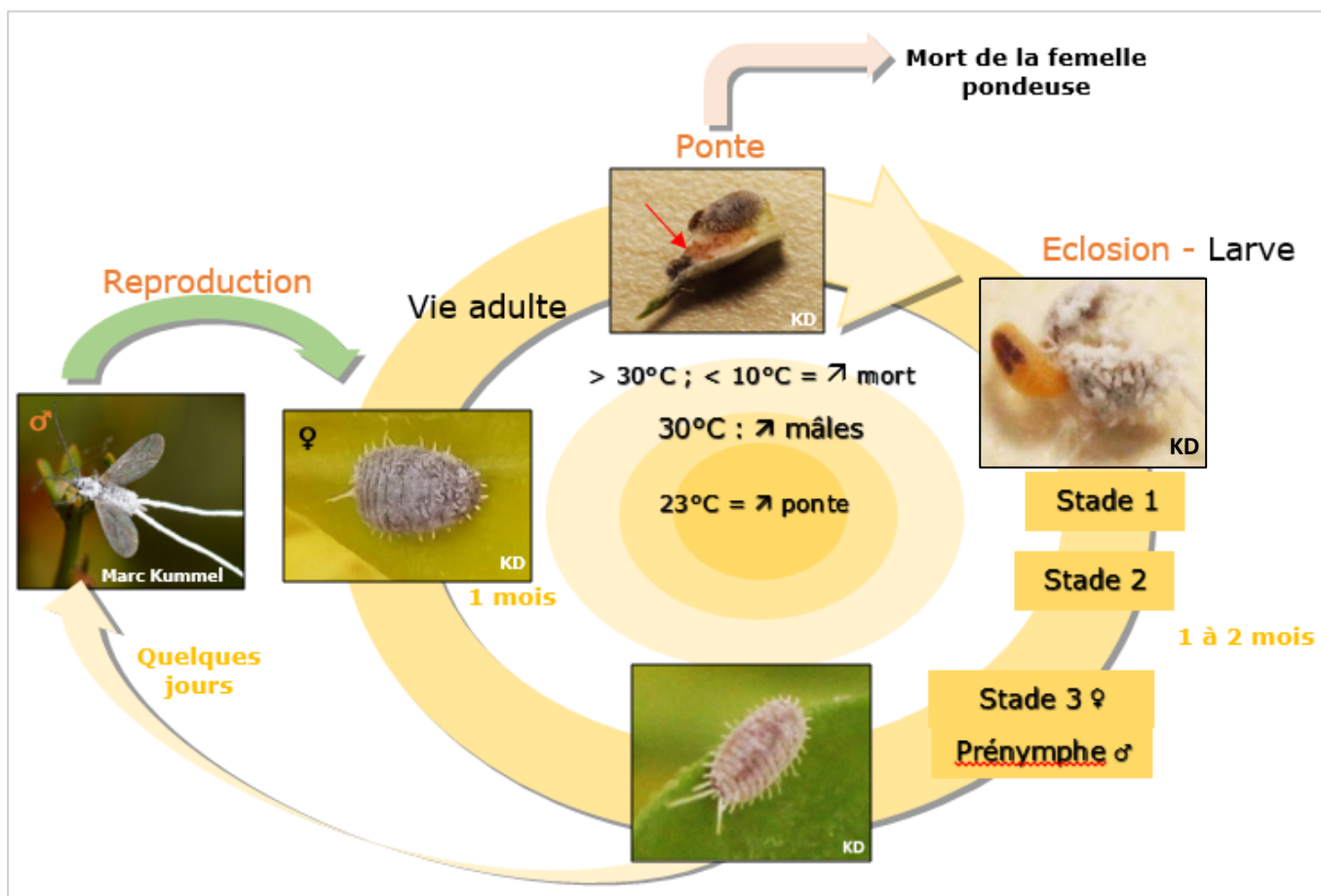


Figure 4 : Cycle de développement des cochenilles farineuses

La ponte entraîne la mort de la femelle pondreuse. La larve se protège sous une couche de cire, puis se place à un endroit propice afin de s'alimenter. S'ensuit le deuxième stade larvaire puis le troisième chez la femelle, ainsi qu'un stade pré-nympe chez le mâle. Il s'écoule 1 à 2 mois selon les conditions de température entre l'éclosion et le début du stade adulte. Une fois adulte la femelle est prête pour la reproduction, elle vivra jusqu'à la ponte de ses œufs. Le mâle vit que quelques jours uniquement pour la reproduction, il ne se nourrit pas. Une température à 23°C entraîne une augmentation de la ponte et à 30°C, une augmentation des mâles. Cependant une température inférieure à 10°C ou supérieure à 30°C entraîne la mort des cochenilles farineuses. Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 11/05/2017



Figure 5 : Développement de la fumagine sur Choisya près des colonies de cochenilles  
Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 05/05/2017

Afin de limiter la propagation des cochenilles, la pépinière a utilisé plusieurs insecticides (tableau II). Certains agissent de façon systémique, caractérisés par leur solubilité dans l'eau, la molécule circule soit dans la sève brute du xylème, soit dans la sève élaborée du phloème, soit les deux ; c'est ce qui caractérise le degré de systémie (Delrot et Bonnemain, 1991). La plante absorbe et stocke la substance active dans ces tissus ainsi que dans ses vaisseaux conducteurs. L'insecte piqueur suceur nuisible ingérera à son tour la substance par ingestion de la plante traitée. D'autre agissent par contact direct ou inhalation (Fredon lorraine, 2013). Leurs actions diffèrent, ils peuvent aboutir à une asphyxie de l'insecte, une inhibition du développement ou de la biosynthèse d'un composé ou encore par une perturbation du système nerveux.

Cependant certains insectes présentent des résistances : l'insecte survie en présence de l'insecticide et rendent ce dernier inefficace. Dans les années 1990 la Nouvelle Zélande a connu plusieurs cas de cochenilles résistantes incluant *P.viburnii*. D'autre cas ont été observés aux États-Unis et en Afrique du Sud, certaines espèces ont développé une résistance aux insecticides de la famille des organophosphates\* (Flaherty et al. 1982). Cette résistance est due à la présence d'une couverture écailleuse blanche et cireuse hydrophobe\*, ce qui leur confèrent une protection contre les insecticides de contact.

## **b) Lutte biologique**

Les insectes sont très présents en lutte biologique, c'est un moyen permettant de réduire les effectifs de l'organisme nuisible en utilisant ses ennemis naturels. Elle est basée sur une relation naturelle entre la cible et l'agent de lutte ou auxiliaire\*, comprenant insectes prédateurs et parasitoïdes\*.

→ *Cryptolaemus Montrouzieri* :

*Cryptolaemus* est une coccinelle prédatrice de nombreuses espèces de cochenilles farineuses. Elle fait partie de l'ordre des Coléoptères et de la famille des Coccinellidae. Elle est actuellement très utilisée pour lutter contre les cochenilles farineuses, on peut se la procurer via de nombreuses entreprises comme Koppert\* ou Biobest\*.

Cet insecte originaire d'Australie est caractérisé par un abdomen noir, un thorax et une tête rouge brique, d'une taille d'environ 3 à 4mm de long. Son cycle de développement dure environ 1 mois à 28°C constant ou de 45 jours à 21°C, et se divise en 4 stades : œufs, larves, nymphe et adulte (Afifi et al. 2010). Le stade larvaire dure environs 2 semaines. De couleurs blanche et filamenteuse, les larves ressemblent fortement à leurs proies cependant leur taille peut atteindre 13mm et sont d'une nature plus mobile que les cochenilles. Les plus jeunes larves consomment préférentiellement les œufs alors que les plus âgés consomment tous les stades (Figure 6). Durant leur vie larvaire, elles peuvent consommer jusqu'à 250 proies (Afifi et al. 2010). Les œufs, jaune orangé, ovales et lisses d'une taille d'environ 1 mm sont déposés à proximité des cochenilles.

La larve subit une métamorphose avant la phase adulte au stade nymphose. Les femelles atteignent leur maturité sexuelle immédiatement contrairement aux mâles qui doivent attendre 5 jours avant de pouvoir se reproduire (Figure 7). Une fois la femelle fécondée, elle dépose ses œufs près des proies. Les mâles comme les femelles peuvent vivre sous cette forme adulte pendant 50 jours selon les conditions de température (INRA - *Cryptolaemus* 2015).



Tableau II : Liste des produits phyto utilisés en direction des cochenilles par la Pépinière depuis 2006

NOMS	COMPOSE CHIMIQUE	FAMILLE	ACTION	MODE D'ABSORPTION
<b>FLASHIP PRO</b>	<u>Thiamethoxam</u>	<u>Neonicotinoides</u>	Bloque le système nerveux central	Systémique
<b>ADMIRAL PRO</b>	<u>Pyriproxyfène</u>	Pyridine	Inhibe le développement et embryogenèse	Contact direct
<b>KLARTAN</b>	<u>Tau-fluvalinate</u>	<u>Pyréthrinoides</u>	Perturbe l'influx nerveux	Contact direct
<b>MOVENTO</b>	<u>Spirotetramat</u>	<u>Kétoénols</u>	Inhibition de la biosynthèse des lipides	Systémique
<b>ALPHASIS EV OVIPRON PLUS</b>	Huile de paraffine	Huile de pétrole	Asphyxie	Contact direct

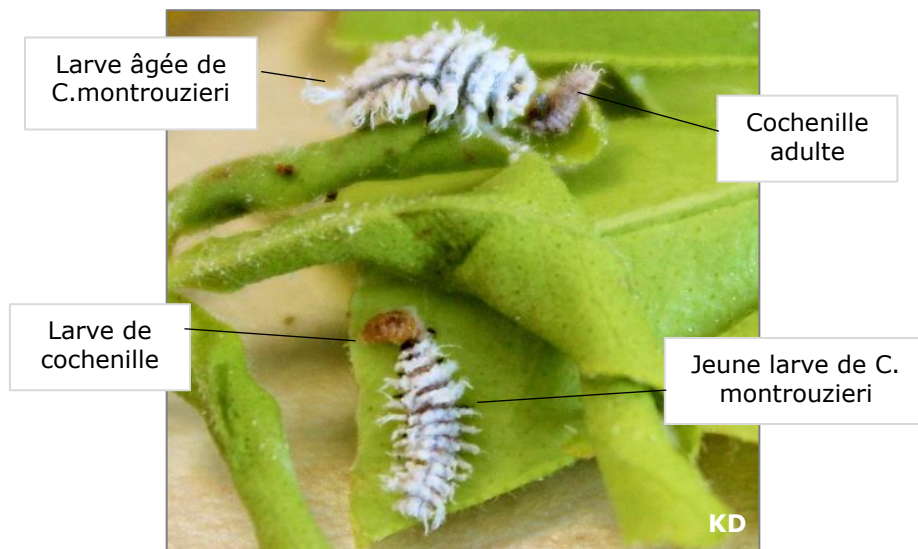


Figure 6 : Larve prédatrice de *Cryptolaemus* en action.  
En bas, une larve plus jeune se nourrissant d'une larve de cochenille. En haut, une larve plus âgée se nourrissant d'une cochenille adulte. Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 24/05/2017

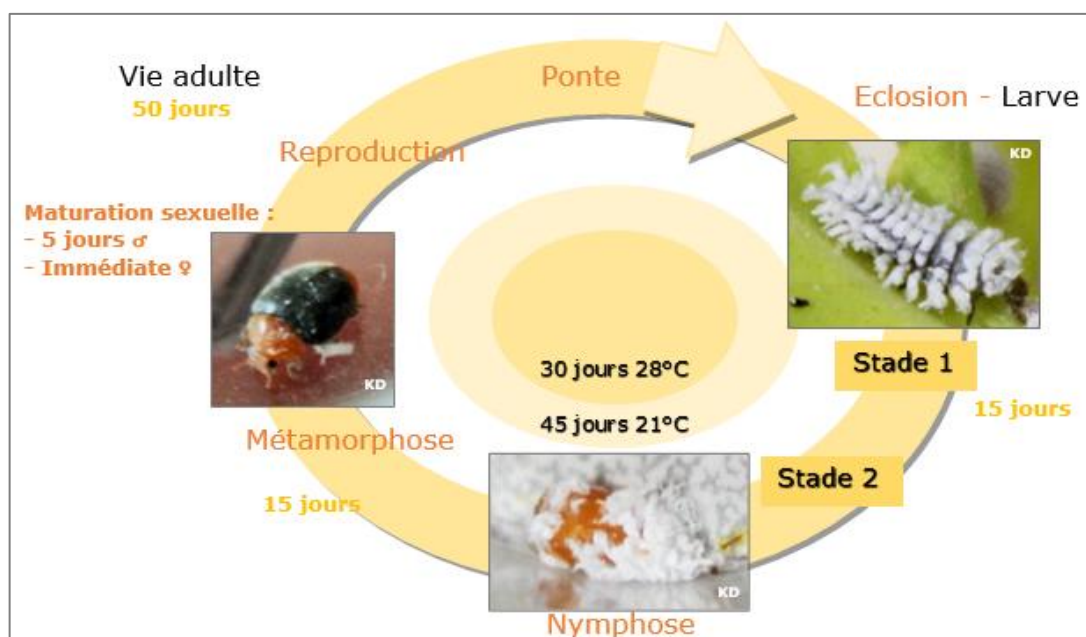


Figure 7 : Cycle de développement de *Cryptolaemus montrouzieri*  
Le cycle de développement dure 30 jours à 28°C et 45 jours à 21°C. Plus la température augmente moins le cycle est long. Suite à la ponte l'éclosion donne naissance à une larve, la larve se développe pendant une quinzaine de jour. La nymphose est le stade précédent la métamorphose. Arrivé à l'adulte une maturation sexuelle est nécessaire chez les mâles contrairement aux femelles qui est immédiate. La vie adulte dure 50 jours.

→ *Chrysoperia carnea* :

*Chrysoperla carnea* autrement appelé demoiselle aux yeux d'or, appartient à l'ordre des néroptères de la famille des Chrysopidés. Elle est connue pour être une prédatrice naturelle de certain ravageur comme les cochenilles et les pucerons.

Les adultes mesurent entre 10 à 15mm et possèdent des ailes transparentes membraneuses de 25mm. Le corps et les nervures sont vertes. Au niveau de la tête les yeux sont dorés et surplombées de longues antennes. Les adultes une fois matures pondent des œufs surélevés par un filet (les maintenant à l'abri des larves cannibales) au voisinage des futures proies. L'incubation dure entre 4 et 10 jours (Figure 8). La larve émergée se développera en trois stades pendant 8 à 18 jours, s'ensuivra ensuite la métamorphose sous forme de nymphe pour une durée de 8 à 12 jours. La durée de vie adulte est de 1 mois pour les femelles et de 1 à 2 semaines pour les mâles (J. poidatz, 2014).

Carnea attrape ses proies grâce à ses mandibules, elle injecte ensuite une substance toxique qui dissout la proie pour pouvoir aspirer le contenu. La larve est prédatrice de tous les stades de développement des cochenilles, contrairement aux adultes qui se nourrissent exclusivement de pollen de miellat et de nectar (Henry et al 2002). Elle est active de mai à septembre, au-delà de cette période elle change couleur, devient brunâtre, et se met dans un état de diapause après avoir trouvé un refuge pour hiverner.

→ *Leptomastix dactylopii* :

Dactylopii est un insecte parasitoïde appartenant à l'ordre des hyménoptères et originaire d'Amérique du Sud. C'est un endoparasite\* de la famille des Encyrtidae, spécifique de la cochenille farineuse, il agit en pondant des œufs à l'intérieur de la cochenille entraînant sa mort. L'adulte est de couleur jaune, aux antennes coudées et mesure environ 3 mm de long. Sa condition optimale de température se situe entre 23 et 27°C. Son cycle de développement est très court, il dure environ 2 semaines. En effet suite à la reproduction, la femelle endoparasite la cochenille en pondant un œuf grâce à son ovipositeur. L'œuf va éclore en larve et consommer la cochenille de l'intérieur. L'hyménoptère se nymphose et l'adulte s'échappe après avoir percé un trou de sortie. Le développement larvaire dure environ 1 semaine et va entraîner la momification de la cochenille (Figure 9). Suite à cela, la métamorphose se met en place et l'adulte émerge pour aller se reproduire. Ils vivront pendant une 20ème de jours (Cloyd et Sadof, 2000). La particularité de *dactylopii* est qu'elle est spécifique des cochenilles farineuses, de plus les femelles non fécondées ne produisent que des descendants mâles. Le nombre de momies est donc indépendant de la reproduction.

Par ailleurs *dactylopii* ne présente pas d'hôte végétal spécifique. En effet une étude publiée en 2000 par Cloyd et Sadof a montré que les caractéristiques morphologiques de la plante hôte abritant les cochenilles, comme la hauteur, le nombre de feuille et la surface sont corrélés négativement avec le taux d'attaque du parasitoïde. Cet insecte peut donc être utilisé sur tous types de plante. De plus les femelles ont été placées dans des boîtes de pétri avec respectivement 1, 8 et 16 cochenilles. Les résultats ont montré qu'une seule cochenille était insuffisante pour déclencher l'endoparasitisme. En effet plus le nombre de cochenilles est grand plus l'activité de ponte de *dactylopii* sera grande. Il faut donc bien réguler la température et s'assurer d'une forte infestation de cochenille pour pouvoir utiliser *dactylopii* comme lutte biologique.

De plus, une autre espèce appartenant également à la famille des Encyrtidae, nommé *Lesptomastidae epona*, est utilisée en complément de *dactylopii*. Cet hyménoptère agit de la même manière mais attaque

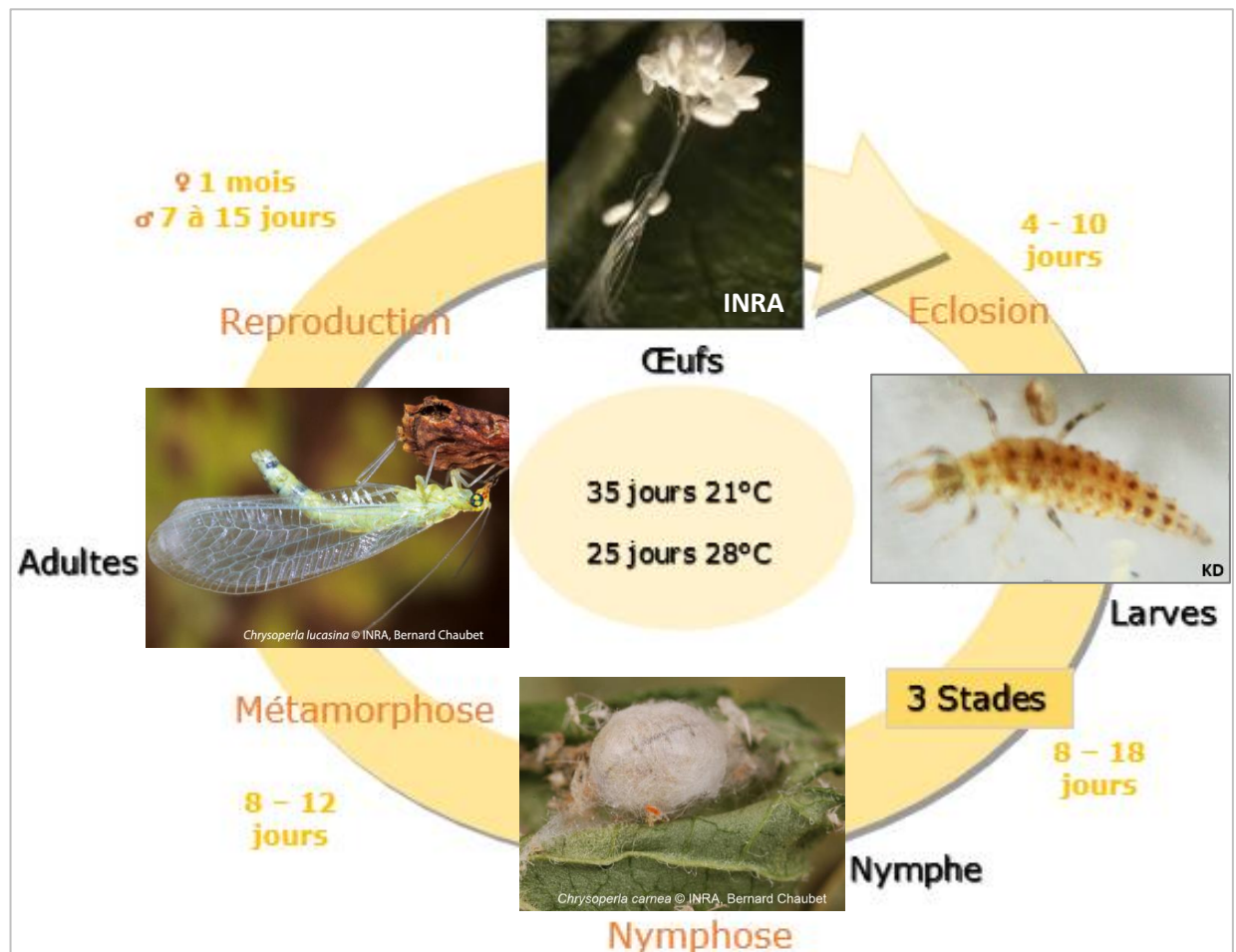


Figure 8 : Cycle de développement de *Chrysoperla carnea*

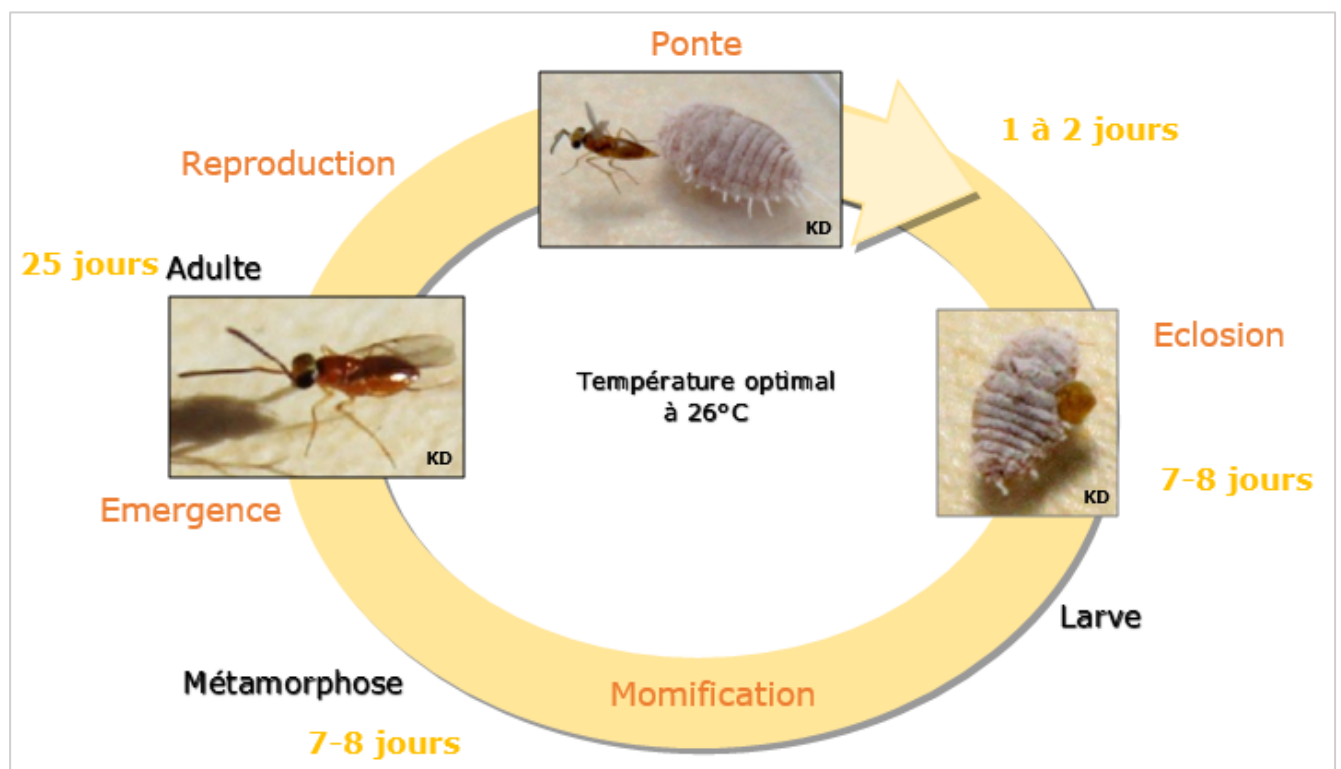


Figure 9 : Cycle de développement de *L. dactylopii*

La température optimale de *L. dactylopii* est de 26°C. La femelle pond à l'intérieur de la cochenille, puis l'éclosion donne naissance à une larve. Elle se développera pendant 7 à 8 jours jusqu'à momification de la cochenille. *L. dactylopii* se métamorphose également pendant 7 à 8 jours et émerge en adulte lui permettant la reproduction. La vie adulte dure environ 25 jours.

également les cochenilles isolées. Leur période de présence et d'activité de ces deux espèces sont situées principalement de mai à juin (Boyer et al, 2017).

Il existe d'autres prédateurs qui permettent de réduire la population de cochenille, comme les Chrysopes appartenant à l'ordre des Neuroptères, et à la famille des Chrysopidés. Les larves s'attaquent aux œufs et aux larves des cochenilles. Ce qui est intéressant c'est qu'elles sont actives plus rapidement que les coccinelles, en effet elles attaquent avant que le seuil de nuisibilité soit atteint. Les Chrysopes sont actifs d'avril à septembre et se nourrissent de nectar de pollen. Les femelles pondent plusieurs centaines d'œufs lors d'une ponte avec 2 à 4 générations par an (Boyer et al 2017). La pépinière a auparavant effectué un lâcher de Crysope sur la culture de Choisya sous serre, malheureusement sans résultat.

Afin de prévenir la venue de ravageurs, de parasites, de maladies et également d'auxiliaires utiles à la lutte biologique, des relevés d'observation hebdomadaires sont effectués et envoyés à FREDON\* Pays de la Loire. Chaque fiche d'observation comprend les maladies et ravageurs spécifiques de l'espèce étudiée ainsi que les auxiliaires présents. FREDON travaille à l'amélioration des pratiques phytosanitaires et à la réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, afin de préserver la santé humaine et l'environnement. Cela permet d'effectuer une estimation rapide du taux d'infestation grâce à un relevé visuel, basé sur une méthode statistique d'échantillonnage. Savoir reconnaître les organismes indésirables est donc indispensable. Ces observations permettent de connaître les ravageurs et les maladies spécifiques de l'espèce étudiée afin de mettre en place une lutte préventive ultérieurement. Elles font l'objet d'un contrôle et d'une anticipation sur les cultures horticoles.

Ce stage à la pépinière du Val d'Erdre consiste donc à évaluer différentes stratégies de lutte biologiques contre la cochenille farineuse de l'oranger du Mexique, à l'aide d'auxiliaires prédateurs et parasites. Le comportement de ces derniers doit être étudié et analysé sérieusement avant de lancer l'expérimentation, grâce à la réalisation d'un élevage et à l'aide de test de prédation. Il consiste également en parallèle à prévenir les nouvelles infestations grâce aux relevés d'observation sur Choisya.

## 2. Matériel et Méthodes

L'étude se décompose en plusieurs parties chronologiques, qui mèneront à l'expérimentation finale sous serre (Voir annexe I). L'entreprise Val d'Erdre ne dispose pas de laboratoire, l'étude s'effectuera donc à la fois sous serre et également au bureau. L'équipement est limité, les conditions ne seront donc pas toujours optimales et les tests seront répétés dans la limite du stock disponible.

### 2.1. Matériel végétal

La serre comprend plusieurs variétés de *Choisya*. Ce sont plants âgés de 2 ans, bouturés en mai 2015, provenant de l'entreprise André Briant jeunes plants. Ils sont contenus dans des godets de 4L. Les espèces Ternata et Aztect comprennent respectivement 3 et 2 cultivars (Figure 10), se distinguant par la forme et la



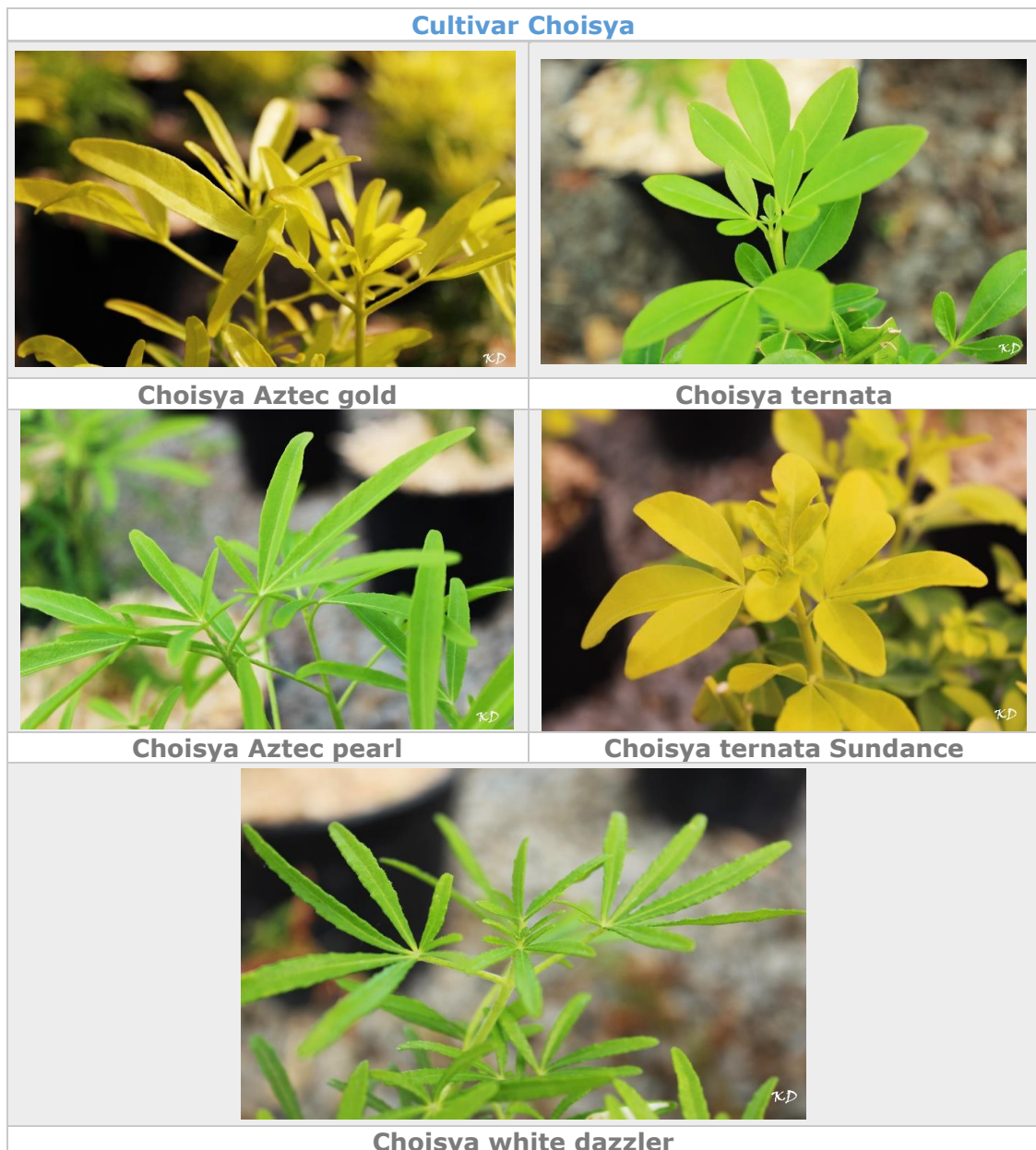


Figure 10 : Différents cultivars de Choisya.  
 Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 01/05/2017

couleur des feuilles : *Choisya Aztec gold*, *Choisya aztect pearl*, *Choisya ternata*, *Choisya ternata Sundance* et *Choisya ternata white dazzler*.

Le substrat est composé d'un terreau enrichi en engrais NPK 18-6-8, autrement dit composé de 18% d'azote, 6% de phosphore et 8% de potassium. L'arrosage automatique est contrôlé grâce à une sonde détectant le taux d'humidité.

## 2.2. Elevage

L'élevage permet d'étudier le comportement des auxiliaires avant leur utilisation, de les adapter à l'environnement, à la présence de proies et également de faciliter la reproduction. Dans cette partie 2 terrariums sont utilisés, dont 1 comprenant une cloison, permettant d'élever deux espèces différentes. L'élevage ne comprend pas les Chrysopes.

### 2.2.1. Cochenille

Prélevées sur *Choisya ternata Sundance* d'une taille de 80cm, une trentaine de cochenilles de tous stades sont capturées et introduit dans un terrarium de 1,5L de dimension 11 x 19 x 14cm. Ce dernier est recouvert d'une moustiquaire et contient plusieurs jeunes pousses de choisya (feuilles et tiges) additionné d'un coton imbibé d'eau. Les cochenilles ont été identifiées et sont principalement de l'espèce *maritimus* (figure 11), en effet ils secrètent un liquide défensif orange-rouge suite à un stress et possèdent deux long filaments basaux écartés, caractéristique de *maritimus*. (Chong et al 2015).

### 2.2.2. *C. montrouzieri*

25 larves de *Cryptolaemus* fournis par l'entreprise Biobest (*Cryptolaemus-System*- larves 25) sont utilisés comme point de départ. Les larves ont été privilégiées aux adultes afin de faciliter la manipulation, d'éviter leur migration, et d'observer dans les délais du stage la métamorphose vers le stade adulte. Ces larves sont habituées à la présence des cochenilles pendant 3 jours dans un terrarium d'une dimension de 15\*15\*10. Le terrarium contient plusieurs jeunes pousses de *Choisya* ainsi qu'une vingtaine de cochenilles et un coton imbibé d'eau. Les cochenilles sont renouvelées tous les jours. Les conditions de températures varient entre 20 et 25°C. Suite à cela 5 larves seront conservés pour l'élevage, les 20 autres seront utilisés pour l'expérimentation. Figure 12

### 2.2.3. *L. dactylopii*

Concernant l'hyménoptère parasitoïde, le produit *Leptomastix-System (dactylopii)* – 25, est fourni par l'entreprise Biobest, correspondant à 25 adultes. L'ensemble de la population est conservé pendant 2 jours dans un terrarium de dimension : 30 x 25 x 17. Les hyménoptères se nourrissent de nectar et de pollen c'est pourquoi des fleurs sont ajoutés. Les 25 adultes seront conservés pendant 2 jours à température ambiante n'allant pas en dessous des 18°C, afin d'être utilisés pour l'expérimentation (Figure 13).

## 2.3. Test de prédation

Ce test permettra de déterminer l'auxiliaire le plus apte et efficace à lutter contre la cochenille farineuse. Il permet de vérifier l'efficacité de *C. montrouzieri*, de *C. carnea* et de *L. dactylopii*.

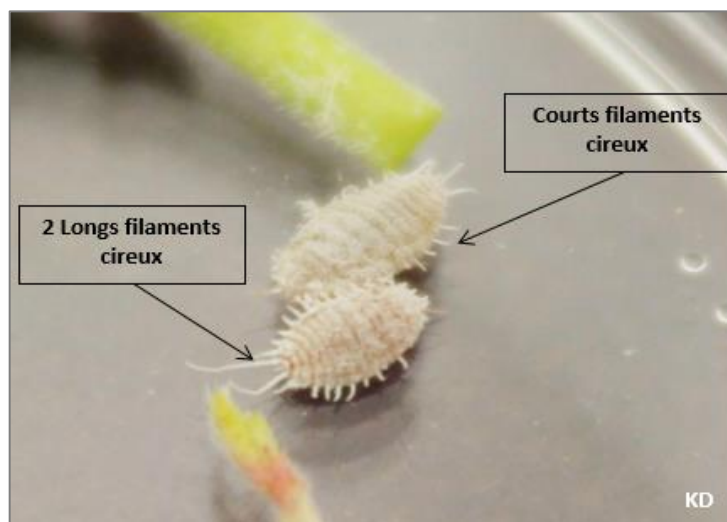


Figure 11 : Identification de *P. maritimus*.

Observation de courts filaments cireux sur la partie latérale du corps de la cochenille, et observation de deux longs filaments cireux sur la partie distal de la cochenille. Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 19/05/2017

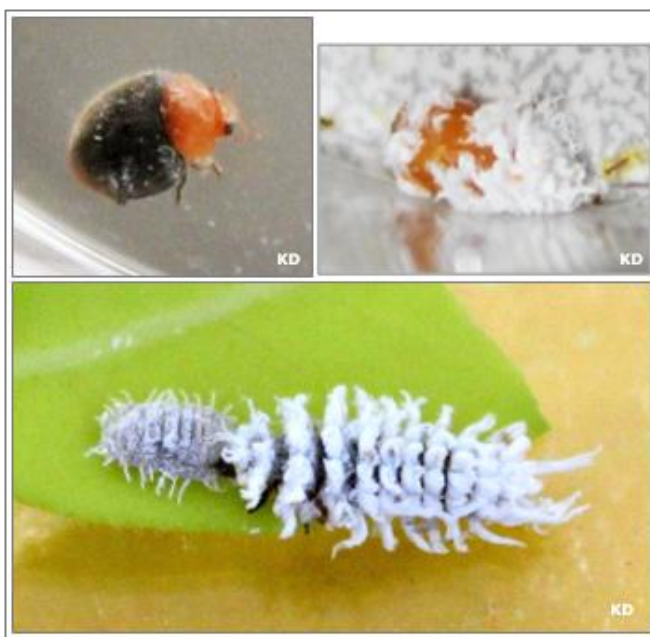


Figure 12 : *Cryptolaemus Montrouzieri*

En haut à gauche : adulte. En haut à droite : métamorphose. En bas : Larve mangeant une cochenille. Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 23/05/2017



Figure 13 : *Leptomastix Dactylopii*

En haut : cochenille parasité. En bas adulte de *Lempomastix dactylopii*. KD, Pépinière du Val d'Erdre, 23/05/2017

Les tests seront réalisés sous boîtes de pétri comprenant 2 ou 3 feuilles de *Choisya* avec tige, 10 cochenilles, et 1 auxiliaire (Figure 14). La boîte est fermée par son opercule laissant passer de l'air. Pour les auxiliaires *C. carnea* et *C. montrouzieri* le test est répété 5 fois avec des individus différents, puis des comptages du nombre de cochenilles consommés sont réalisés toutes les 5 heures pendant 24h.

Concernant *L. dactylopii*, une observation continue est réalisée pendant 20 minutes sous boîte de pétri contenant 10 cochenilles, chaque action de parasitisme est relevée et notée toutes les 4 minutes. Le nombre de cochenilles restantes au bout de 72h est notamment relevé (ce temps à l'œuf d'éclore). Un test statistique sera ensuite réalisé afin de déterminer l'auxiliaire le plus efficace.

## 2.4. Test de préférence variétale

Ce test est réalisé afin de connaître la préférence variétale des cochenilles farineuses. Dans ce test les cochenilles sont soumises à 5 variétés différentes : *Choisya Aztec gold*, *Choisya aztect pearl*, *Choisya ternata ternata*, *Choisya ternata Sundance* et *Choisya ternata white dazzler*. Dans une boîte 10 cochenilles *P.maritimus* sont associées aux 5 variétés pendant 60 min. Un relevé des préférences est effectué au bout de 1, 5, 30 et 60 minutes.

Les résultats de ce test vont permettre de choisir la variété adéquate pour l'expérimentation sous serre avec les auxiliaires.

## 2.5. Expérimentation sous serre

### 2.5.1. Matériel végétal

La variété utilisée sera fonction des résultats obtenus au test de préférence variétale. Ici 4 lots de 20 plants âgés de 2 ans sont utilisés dans 4 expériences et placés sur une grille de dimension 2.20 x 1.70 x 1m. Les plants sont choisis en fonction de la présence de cochenille, de plus, des fleurs sont également ajoutées afin de nourrir *L. dactylopii*. Pour certaine expérience le lot précédent est réutilisé.

En plus des cochenilles déjà présentes d'autres sont rajoutés sur chaque plant, pour obtenir près d'une centaine de cochenille sur chaque lot. L'arrosage est effectué dans la serre automatiquement grâce à une sonde. (Figure 15).

### 2.5.2. Combinaison de *C. montrouzieri* et *L. dactylopii*

Concernant *C. montrouzieri*, 20 larves sont déposées sur le lot 2 manuellement et délicatement sur chaque plante à proximité des cochenilles. Concernant *L. dactylopii*, 20 adultes sont lâchés avant la fermeture de la grille. En effet la grille est recouverte d'un voile d'hivernage très fin et est bâchée au sol évitant ainsi toute perte d'auxiliaires. Le relevé des résultats est effectué au bout de 15 jours.

### 2.5.3. Chrysopes

Les Chrysopes au nombre de 20, sont déposés sur le lot 3 à proximité des cochenilles et recouvert d'un voile d'hivernage. Le nombre exact de cochenille présente avant l'introduction est reporté, puis un relevé des cochenilles restantes est effectué au bout de 15 jours.



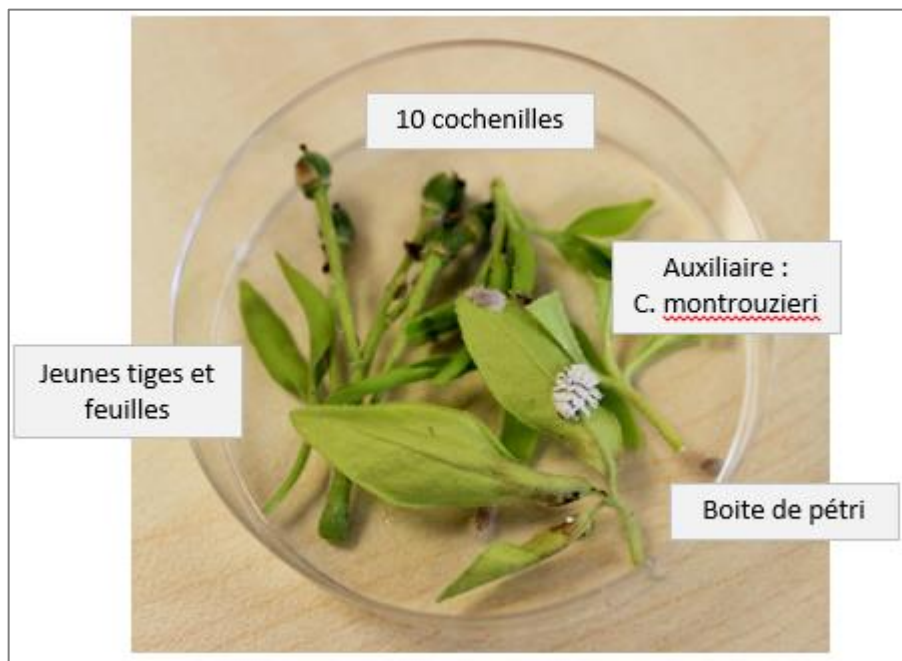


Figure 14 : Organisation de la boîte de pétri lors du test de prédation avec *C. montrouzieri*  
 La boîte de pétri est composée de jeunes pousses, d'un auxiliaire et de 10 cochenilles. KD, pépinière du Val d'Erdre 24/05/2017

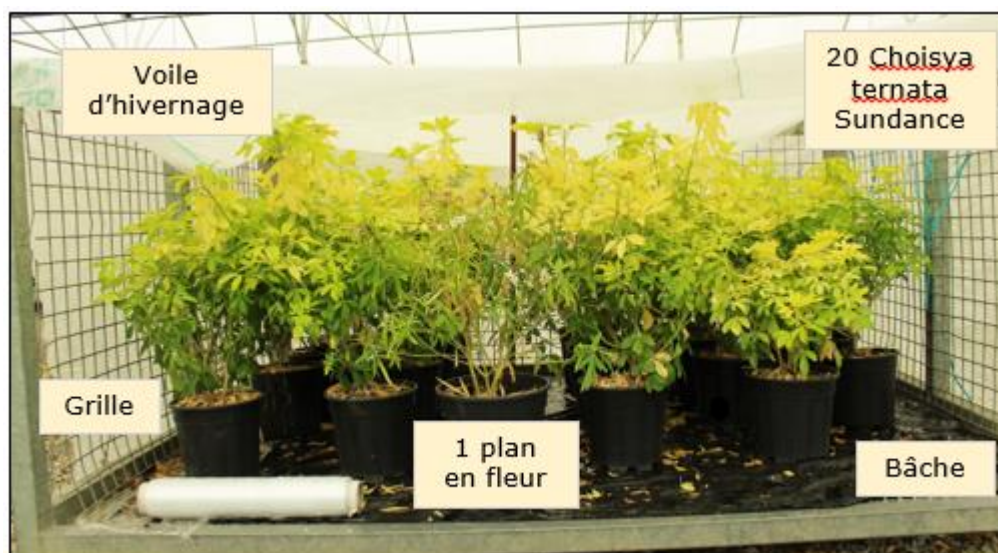


Figure 15 : Matériel végétal de l'expérimentation sous serre  
 Les 20 choisya ternata Sundance sont disposés dans une grille bâchée et recouverte d'un voile d'hivernage. Un plan de Choisya aztec en fleur est disposé au centre afin d'assouvir les besoins de *L. dactylopii*. Photo KD, pépinière du Val d'Erdre 23/05/2017

#### 2.5.4. Témoin

Deux lots sans auxiliaires font office de témoins. Ils sont mis en place afin de s'assurer que le voile d'hivernage n'influence pas le développement des cochenilles. Les deux se composent de 20 plants de *Choisya Sundance* sain sur grille, auxquels 4 cochenilles adultes ont été ajouté par plante, soit un total de 80 cochenilles. Le témoin 0 (lot 0) n'est pas recouvert d'un voile d'hivernage contrairement au témoin 1 (lot 1). Les témoins sont laissés sous serre pendant 15 jours (Figure 16). Puis un test statistique est réalisé afin de déterminer si le confinement joue un rôle sur le développement des cochenilles.

### 3. Résultats

#### 3.1. Elevage

##### 3.1.1. Cochenille farineuse

La figure 17 montre une évolution globale de la population de cochenille en 28 jours. Concernant les amas d'œufs, 16 ont été comptés au bout de 4 semaines. L'évolution est assez constante, la population d'adulte a augmenté de 40% par rapport à la population de départ. Et enfin la population de larve est passée de 1 à 9.

##### 3.1.2. *C. montrouzieri*

Dès leur réception le 23/05, les larves ont montré une forte activité, elles mangent en moyenne 5 cochenilles par jour, jusqu'à leur évolution en nymphe. En effet pendant cette période la larve ne se nourrit plus pendant environ les 3 jours précédant le début de la métamorphose, avec une mobilité très réduite. Une fois fixée grâce à une substance visqueuse sécrétée par l'anus, des tremblements parcourent toute la larve jusqu'à formation de la nymphe (Figure 18). L'activité prédatrice reflète l'évolution morphologique du stade larvaire au stade adulte. La figure 19 montre que pour chaque individu la nymphe se met en place à des jours différents sur une période qui s'étale du 29 Mai au 06 Juin. Le début du stade nymphal peut se prédire par une baisse d'activité prédatrice.

##### 3.1.3. *L. dactylopii*

L'élevage concernant *L. dactylopii* n'a pas été concluant. En effet les 6 adultes ont survécu 7 jours dans le terrarium pour ensuite décéder.

#### 3.2. Test de prédation

##### 3.2.1. *C. montrouzieri*

Le test de prédation par *montrouzieri* (figure 19) montre une diminution du nombre des cochenilles au cours du temps. Cette diminution n'est pas constante on observe des périodes d'activité plus ou moins importante qui s'alternent toutes les 5 heures environ. En effet on a une diminution de la population de cochenille de 7% en moyenne, sur les 5 individus entre T+5h et T+10h. Cette diminution s'ensuit d'une baisse de 15% de la population de cochenille en moyenne, entre T+10h et T+15h. Les larves mangent en moyenne 6 cochenilles sur une durée de 24h.



Figure 16 : Témoin recouvert d'un voile d'hivernage  
20 Témoin Sundance avec cochenilles et recouvert d'un voile d'hivernage. Photo KD, pépinière du Val d'Erdre 23/05/2017

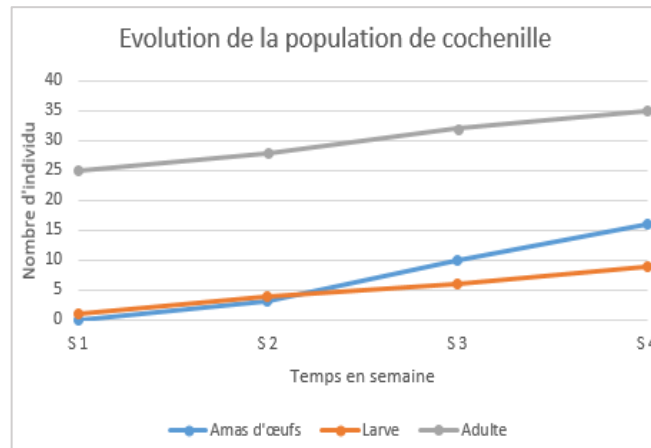


Figure 17 : Evolution de la population de cochenille pendant 28 jours, soit 4 semaines.

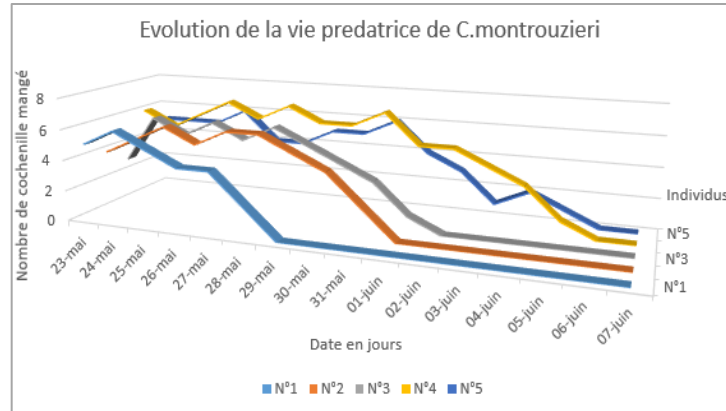


Figure 18 : Evolution de la vie prédatrice de C. montrouzieri pendant 23 jours.

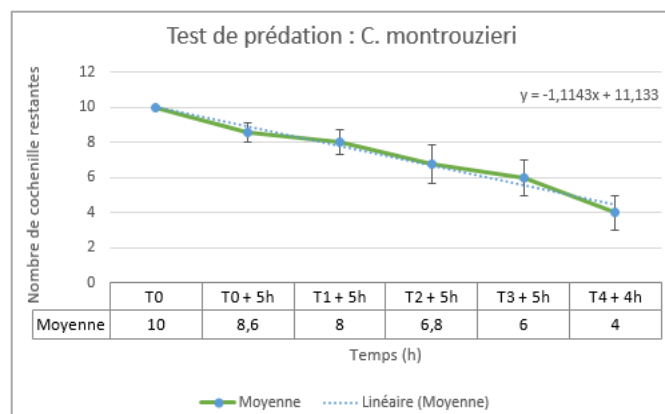


Figure 19 : Test de prédation C. montrouzieri  
Représentation graphique du nombre de cochenilles moyen restantes par 5 individus de C.montrouzieri en fonction du temps

### 3.2.2. L. dactylopii

Le test de parasitisme montre une forte activité de *L. dactylopii*. En effet sur une durée de 20 minutes un individu parasite en moyenne 12 fois (figure 20). Les observations ont montré que *dactylopii* peut pondre plusieurs fois dans la même cochenille. L'évolution des actions parasitaires est constante au cours du temps. Précisons également que la totalité des cochenilles a été parasité. Or une ponte n'aboutit pas forcément à l'éclosion de l'œuf. En effet d'après la figure 21 seul 4% des œufs en moyenne ont éclos sur les 5 lots soit 2 cochenilles sur 50. De plus 12% des cochenilles sont mortes et 84% ont survécu.

### 3.2.3. Chrysopes

Le test de prédation montre une activité plus faible que celle de *Cryptolaemus*, en effet la population de cochenille a diminué de 21% Figure 22.

### 3.2.4. Analyse statistiques

Les données statistiques sont analysées à l'aide du logiciel R. Comme dit précédemment, dans ce test 5 séries ont été réalisées, avec à chaque fois un auxiliaire différent. Le nombre de cochenille vivante est reporté. Un tableau est créé regroupant le nombre de cochenille vivante en fonction de la présence des auxiliaires. La colonne « auxiliaire » regroupe les auxiliaires, soit « M » montrouzieri « C » carnea et « D » *dactylopii*. La colonne « Y » regroupe le nombre de cochenille vivante restante au bout de 24h pour les lignes 'M' et 'C', et au bout de 72h concernant les lignes 'D'.

Notre tableau décrit pour chaque individu une variable quantitative "Y" en fonction d'une variable qualitative ou facteur "M" et "D", qui désignent le traitement. Ainsi pour analyser les résultats on procède donc à une comparaison de moyenne ANOVA a un facteur, avant de procéder le test anova doit remplir toutes les conditions.

Tout d'abord la figure 23 montre au premier regard une plus forte efficacité de l'auxiliaire 'montrouzieri', s'ensuit 'carnea' puis 'dactylopii'.

#Code saisi du tableau#

```
>predation=data.frame(auxiliaire=rep(c('M','C','D'),each=5),Y=c(6,7,6,7,6,8,7,6,7,7,9,10,10,10,9))
```

```
> predation
```

	auxiliaire	Y
1	M	6
2	M	7
3	M	6
4	M	7
5	M	6
6	C	8
7	C	7
8	C	6
9	C	7
10	C	7
11	D	9

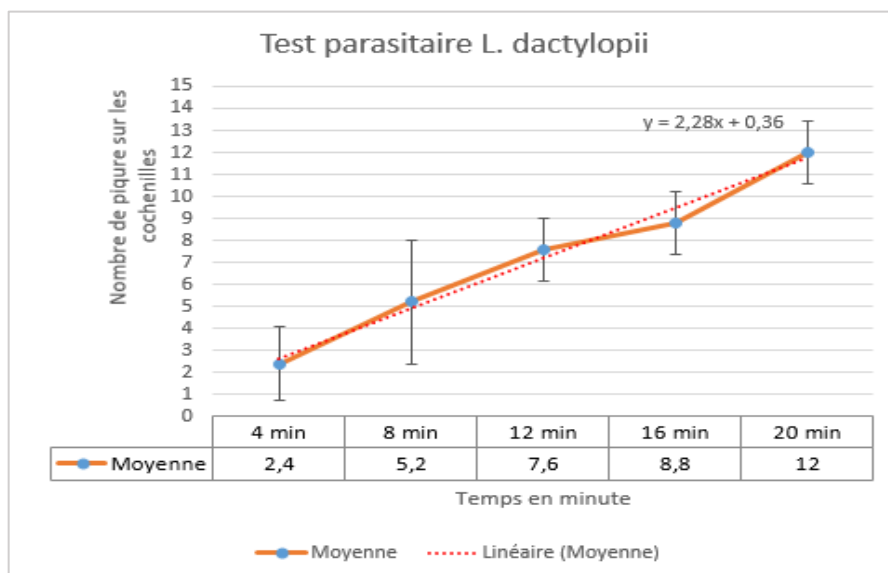


Figure 20 : Représentation graphique du test parasitaire L. dactylopii

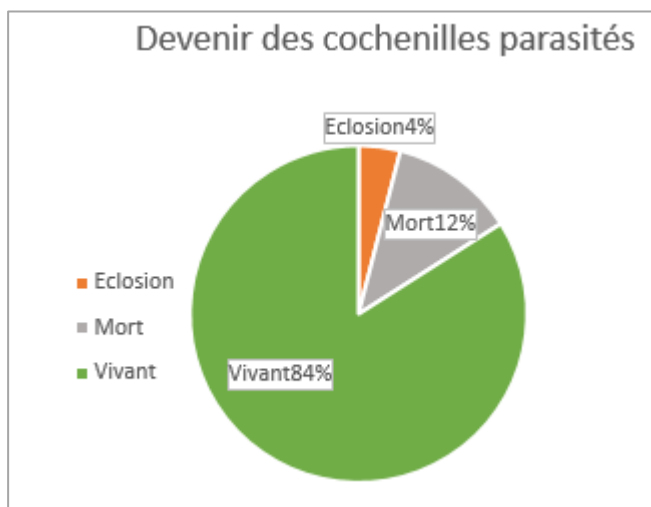


Figure 21 : Devenir des cochenilles suite à l'inoculation de Dactylopii.

Vert : pourcentage de la population de cochenille vivante. Gris : pourcentage de la population de cochenille morte. Orange : Pourcentage de la population de cochenille ayant éclos suite au parasitisme.

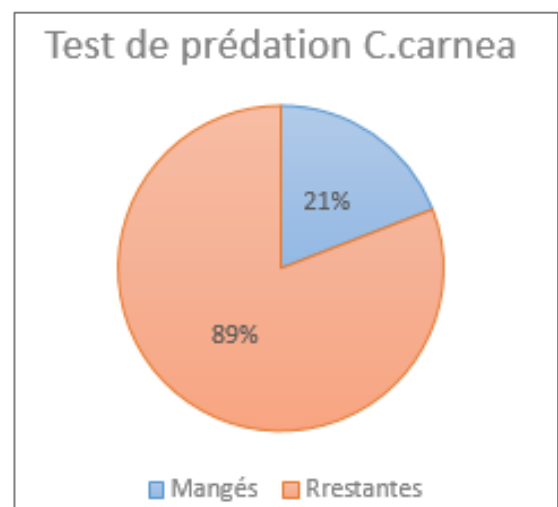


Figure 22 : Test de prédation par les Chrysopes.

Bleu : Pourcentage de la population de cochenille mangé. Rouge : Pourcentage de la population de cochenille restante.

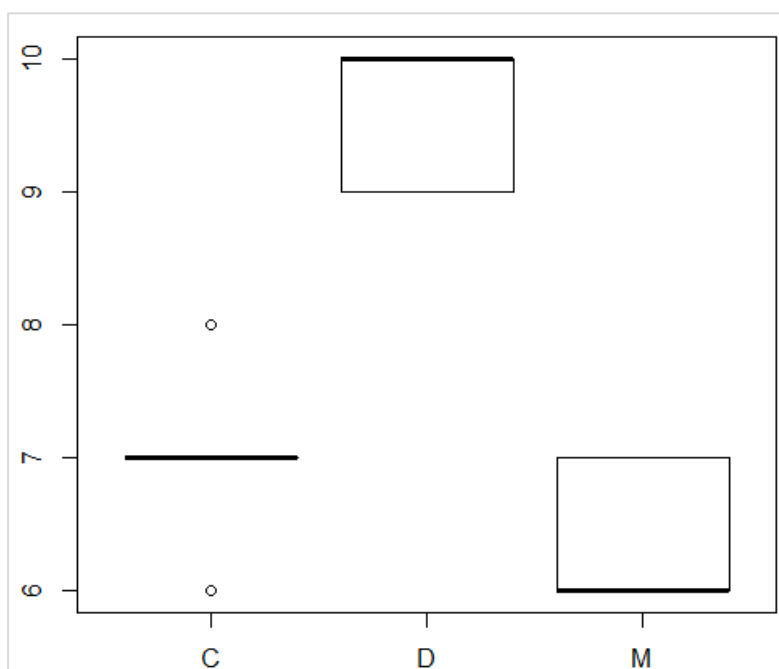


Figure 23 : Boxplot sous le logiciel R, Montrouzieri, Carnea et Dactylopii

Les abscisses correspondent aux trois différents auxiliaires. « C » : Chrysoperla carnea. « M » : Cryptolaemus montrouzieri. « D » : Leptomastix dactylopii. Les ordonnées correspondent aux nombre de cochenilles restantes. La taille des boites montre une variance équivalente dans les 3 populations. « M » montre une plus forte diminution de la population de cochenille contrairement à « C » et « D ». « D » se montre le moins efficace.

```
12      D 10
13      D 10
14      D 10
15      D 9
```

=> On vérifie ensuite la normalité des résidus\* afin de savoir si la distribution suit une loi normale ou non, cela permet de comparer les distributions :

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.9598, p-value = 0.6889

La p-value est supérieure à 5% donc la normalité des résidus est vérifiée.

=> On teste l'égalité des variances :

Bartlett test of homogeneity of variances

data: Y by auxiliaire

Bartlett's K-squared = 0.32827, df = 2, p-value = 0.8486

La p-value est supérieure à 5%, on a bien une égalité des variances. Le test ANOVA remplit toutes les conditions.

On test maintenant l'hypothèse nulle H0 : toutes les moyennes sont égales.

#Code#

Analysis of Variance Table

Response: Y

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
auxiliaire	2	28.933	14.4667	39.455	5.29e-06 ***
Residuals	12	4.400	0.3667		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

La probabilité d'avoir une valeur supérieure à 39.455 est de 5.29e-06, largement inférieur à 5%. On rejette donc l'hypothèse H0 : les moyennes ne sont pas égales.

*Montrouzieri* et *carnea* se montrent efficaces contre les cochenilles, avec une plus forte efficacité pour *montrouzieri*. Cependant *dactylopii* présente des résultats peu convaincants.

### 3.3. Test de préférence variétale

Le résultat de ce test est illustré dans la figure 24, elle représente le nombre de cochenille présente en fonction des 5 variétés différentes. Cette figure montre premièrement une préférence pour la variété Sundance (caractérisée par ses feuilles ovales jaune) suivi de White dazzler. Cette variété est donc plus attractive pour les cochenilles. On remarque que pendant les premières dizaines de minute les cochenilles cherchent encore l'endroit le plus approprié. Cependant les variétés Aztec et Ternata sont beaucoup moins attractives : en effet au bout de 60 minutes, très peu voire aucune cochenilles ne se trouvent sur l'une d'elles.

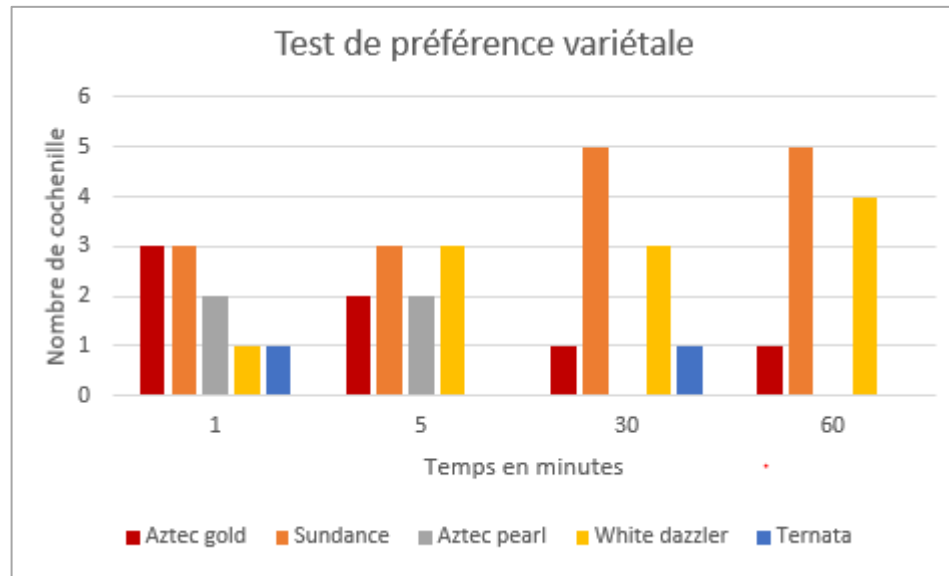


Figure 24 : Test de préférence variétal concernant *P. maritimus*  
 Les ordonnées représentent le nombre de cochenille et les abscisses le temps en minute. Rouge = Aztec gold ; Orange = Sundance ; Gris = Aztec pearl ; Jaune = White dazzler ; Bleu = Ternata. Au bout de 60 minutes la population de cochenilles ont eu une préférence pour la variété Sundance.



### 3.4. Expérimentation sous serre

Suite au résultat du test de préférence variétale, la variété Sundance est choisie pour l'expérimentation.

#### 3.4.1. Grille expérimentale

##### a) Lot n°2 : Montrouzieri + dactylopii

Avant l'inoculation des auxiliaires les plants de Choisya renfermaient une population de cochenille de 114 individus. Suite au lâcher d'auxiliaire la population a diminué de 71% (figure 25) : elle est passée de 114 à 30 individus au bout de 16 jours. Seulement 2 cochenilles parasitées ont été observées. Concernant les auxiliaires, il a été dénombré 10 larves de *Cryptolaemus* et 4 nymphes soit respectivement 50% et 20% de la population d'origine. Cependant aucun hyménoptère n'a été détecté (figure 26).

##### b) Lot n°3 : Chrysope

Suite aux résultats du test de prédation, 3 Chrysopes par plante sont inoculés. Avant l'inoculation des larves des Chrysopes, les plants de Choisya renfermaient une population de cochenille au nombre de 90. Suite au lâcher d'auxiliaire, 31% de la population de départ a été mangé (figure 27), en effet elle est passée de 90 à 75 individus au bout de 16 jours.

#### 3.4.2. Témoin

La question que l'on se pose est : est-ce que le confinement est lié au développement des cochenilles. Pour cela l'expérimentation est coupée en 2 parties, on compare d'une part le milieu avec le nombre d'amas et d'autre par le milieu avec le nombre d'adultes.

##### ☒ Analyse statistique

Le tableau créé est composé de 2 groupes de lignes : avec 'a' le milieu sans voile d'hivernage et 'b' le milieu avec voile d'hivernage, et de 2 colonnes : avec 'amas' le nombre d'amas et 'adultes' le nombre d'adulte. => Comparaison de l'évolution du nombre d'amas :

Les échantillons comparés sont indépendants, mais ne présentent pas d'homogénéité des variances, on peut en effet l'observer sur la figure 28 la taille des boîtes diffère ce qui reflète des variances différentes [bartlett.test (amas~aux)]. Cependant pour le test de normalité la p-value (=0.5147) est supérieure à 0.05, l'hypothèse que l'échantillon suit une loi normale est acceptée (Shapiro-Wilk normality test). Les conditions pour l'ANOVA ne sont donc pas acceptées, on procède alors au test de Kruskal-Wallis avec comme hypothèse  $H_0$  : les moyennes sont égales.

#code#

```
> kruskal.test(amas~aux)
```

Kruskal-Wallis rank sum test

data: amas by aux

Kruskal-Wallis chi-squared = 5.4391, df = 1, p-value = 0.01969



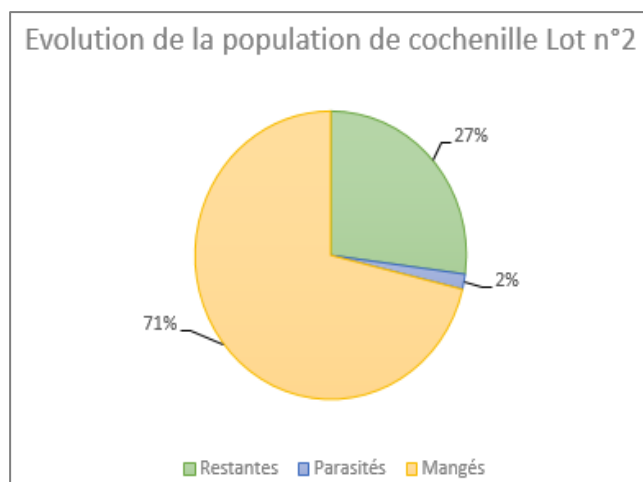


Figure 25 : Evolution de la population de cochenilles 16 jours suivant l'inoculation d'auxiliaire (lot n°2).  
Vert : 27% de cochenilles restantes. Jaune : 71% de cochenilles mangées. Bleu : 2% de cochenilles parasitées. Les pourcentages sont basés à partir du nombre d'individu initial : soit 114 cochenilles vivantes à J-0.

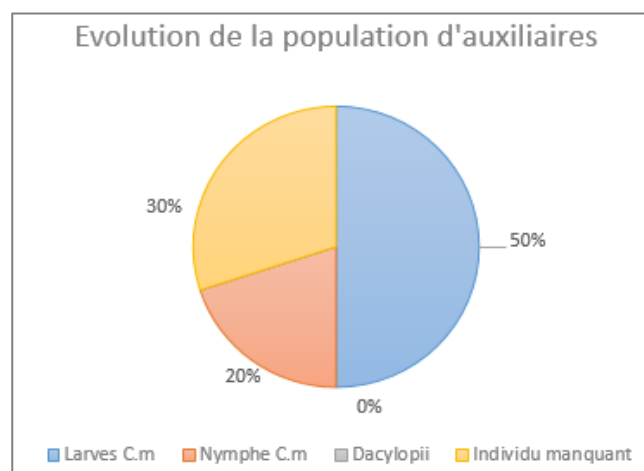


Figure 26 : Devenir de la population d'auxiliaires 16 jours après inoculation (Lot n°2)  
Rouge : 20 % de nymphes de *Cryptolaemus*. Bleu : 50 % de larves de *Cryptolaemus*. Gris : 0 % d'adulte de *Dactylopii*. Jaune : 30% de *Cryptolaemus* manquant. Les pourcentages sont basés à partir du nombre d'individu initial : soit 20 larves de *Cryptolaemus* et 20 adultes de *dactylopii*.

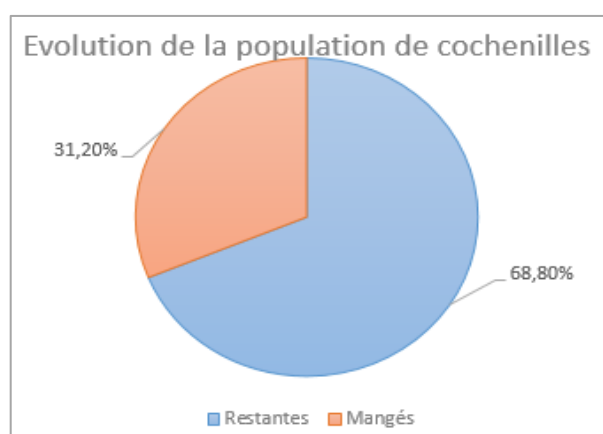


Figure 27 : Evolution de la population de cochenilles 16 jours suivant l'inoculation de 20 individus de *Chrysopes* (Lot n°3).  
Bleu : nombre de cochenilles restantes. Rouge : nombre de cochenille mangée. Les pourcentages sont basés à partir du nombre d'individus initial : soit 20 larves de *Chrysope*

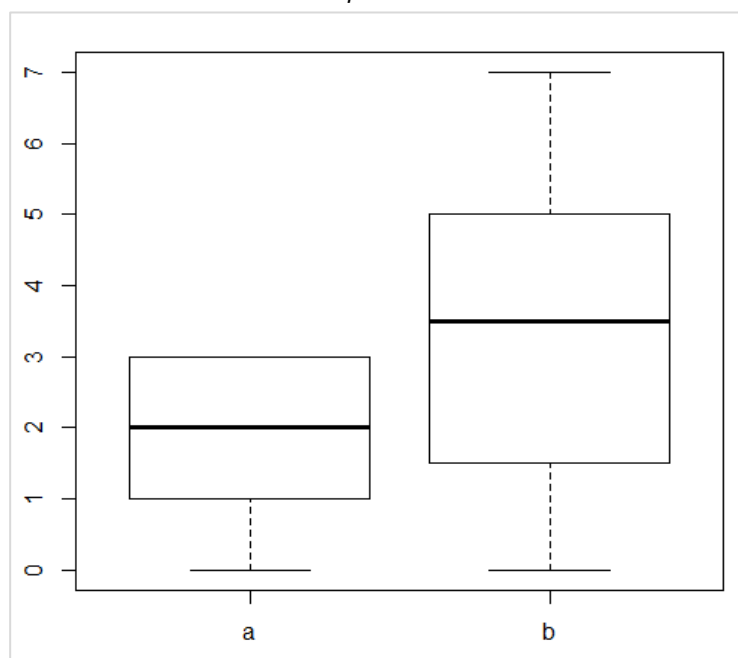


Figure 28 : Boxplot sous R représentant le nombre d'amas d'oeufs en fonction du milieu sans voile d'hivernage « a » et le milieu avec voile d'hivernage « b ».  
La taille des boites représente la variance, elles ne sont donc pas similaires. La barre noire représente la moyenne des deux milieux, la moyenne du milieu b est supérieur au milieu a.

La p-value est inférieure à 0.05 on rejette donc l'hypothèse  $H_0$ , les moyennes sont significativement différentes. Les milieux ont donc un impact sur le développement des amas.

=> Comparaison du nombre d'adulte :

Nous pouvons observer sur la figure 29 qu'il y a une homogénéité des variances, en effet la taille des boîtes est similaire. Cependant le test de Shapiro-Wilk révèle que les résidus ne suivent pas une loi normale avec une p-value de 0.02149 inférieure à 0.05. Les conditions pour l'ANOVA ne sont donc pas acceptées, on procède alors au test de Kruskal-Wallis avec comme hypothèse  $H_0$  : les moyennes sont égales.

#code#

```
> kruskal.test(adultes~aux)
```

Kruskal-Wallis rank sum test

data: adultes by aux

Kruskal-Wallis chi-squared = 0.2577, df = 1, p-value = 0.6117

Dans ce cas l'hypothèse  $H_0$  est acceptée, les moyennes ne sont pas significativement différentes. Concernant les adultes aucune conclusion n'est possible quand la différence observée n'est pas suffisamment importante pour être statistiquement significative.

On peut donc conclure que le témoin 'b' (avec voile d'hivernage) à une action significativement supérieure au témoin 'a' (sans voile d'hivernage) sur la ponte. Le confinement engendre donc une augmentation de la population de cochenille farineuse.

## 4. Discussion

D'après les premiers résultats nous pouvons voir que le développement des cochenilles dépend de beaucoup de facteur. En effet l'élevage a permis une augmentation de la population de 40% en 28 jours, or les conditions de température n'étaient pas optimales. Rappelons que cette espèce se développe plus ou moins rapidement en fonction de la température (Goldasteh et al. 2009). Ici les températures ont extrêmement varié selon les jours, puisque les mois d'avril et de mai ont connu des jours de fortes chaleurs mais également des gelées matinales largement inférieures à 10°C, ce qui limite leur développement voire entraînent leur mort. Avec des conditions optimales, dans un environnement chauffé à une température allant de 18°C à 30°C, l'augmentation de la population aurait été plus flagrante. Concernant *C.montrouzieri* le temps de métamorphose est très variable selon les individus ce qui peut les rendre vulnérables face aux prédateurs dans un environnement naturel. En effet il est fonction du nombre de cochenilles ingérées tout au long de sa vie larvaire. De plus conformément aux cochenilles une température plus élevée et constante aurait permis un développement rapide et ainsi une durée de métamorphose plus courte. Cependant ce temps long de métamorphose permet aux cochenilles de se développer et ainsi de couvrir le besoin des futurs adultes. Quant au développement des hyménoptères, des paramètres environnementaux indéterminés ont été néfastes pour

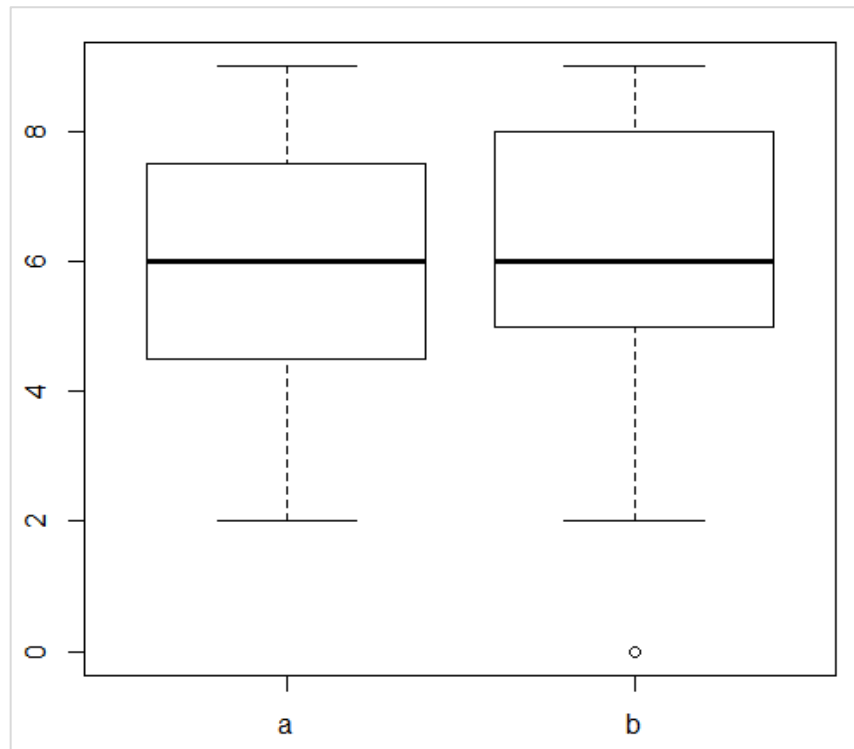


Figure 29 : Boxplot sous R représentant le nombre de cochenille adultes en fonction du milieu sans voile d'hivernage « a » et du milieu avec voile d'hivernage «b ».  
*La taille des boîte représente la variance elles sont donc homogènes entre elles. La barre noire représente la moyenne des individus.*

la population. Cela peut s'expliquer de par une trop faible température, un faible taux d'humidité, un manque d'eau ou encore un manque de nourriture.

Il n'y a pas que l'élevage qui a été un échec pour cette espèce mais également le test de prédation qui n'a révélé que 2% de cochenilles parasitées sur 50 individus. Etant donné que cet auxiliaire est connu pour ses bienfaits en direction de *Planococcus citri* (Cloyd et Sadof 2000), cela confirme l'hypothèse que l'espèce la plus présente est *Pseudococcus maritimus* entre autres. C'est pourquoi les résultats d'analyse de l'espèce au laboratoire par le BHR\* auraient été nécessaires avant de choisir les auxiliaires (une étude est en cours). Néanmoins pourquoi *L. dactylopii* est spécifique de *P. citri* ? Quelle est la caractéristique morphologique ou physiologique qui permet l'éclosion des œufs seulement dans *P. citri* ?

On peut également se poser les mêmes questions concernant le test de préférence variétale (cf : figure 25). En effet qu'est ce qui peut rendre une espèce de plantes plus sensible qu'une autre ? Lors de cette étude il a été remarqué que les cochenilles se trouvaient préférentiellement aux abords des bourgeons floraux et végétatifs, autrement dit des organes de développement. La sève élaborée contenant les acides aminés et les sucres, provient essentiellement des feuilles photosynthétiques. Les échanges se font des feuilles vers les organes de réserves mais également des organes de réserves vers les tiges en formation. Les cochenilles se rendent donc aux endroits les plus riches en sève.

Outre le flux de sève, l'humidité est également un paramètre permettant d'augmenter la prolifération des cochenilles. Le test ANOVA sur les lots 0 et 1 le confirme, le confinement influence donc le développement de la population de cochenille mais également leurs comportements. En effet dans un endroit confiné et humide la cochenille a tendance à pondre d'avantage (cf : Figure 28). Il faut donc concevoir que hors conditions expérimentales les résultats ne seront pas les mêmes. *Cryptolaemus* se montre très efficace, 71% des cochenilles présentes ont été mangés en seulement 16 jours et 27% des 114 cochenilles ont été retrouvées. Or il faut prendre en considération que le voile d'hivernage a augmenté le développement des cochenilles présentes, le taux des cochenilles restantes devrait donc être plus bas. Il a également été remarqué que *Cryptolaemus* s'est adapté aux conditions environnementales car 20% des larves se sont métamorphosées en nymphe. Cependant 6 individus n'ont pas été retrouvés : cela peut s'expliquer de par une mauvaise étanchéité de la grille. Il faut savoir que dans cette étude le phénomène de cannibalisme a été observé. En effet les larves de *Cryptolaemus* doivent se retrouver dans un environnement riche en nourriture et surtout avec suffisamment d'espace. Si le manque de nourriture est grand les larves les plus âgées peuvent s'attaquer aux plus petites larves.

L'action des Chrysopes a été un peu moins efficace que *Cryptolaemus*, en effet c'est une espèce assez solitaire et à n'utiliser qu'en cas de prévention contrairement à la coccinelle qui est à utiliser lors de fortes infestations. Concernant *Dactylopii* l'expérimentation n'a pas été concluante, les résultats sont peu convaincants. Il est donc recommandé aux entreprises d'utiliser *Cryptolaemus* en cas de forte invasion, et de renouveler les deux semaines suivant la première inoculation. Cela permet au premier lot de coccinelle d'effectuer leur métamorphose sans augmenter la population de cochenille. Les Chrysopes sont à



recommander comme préventif, en effet une petite population de cochenilles ne sera pas néfaste pour ces auxiliaires car les adultes ne sont pas prédateurs et se nourrissent de miellat (Rashid et al 2011).

L'action d'un auxiliaire parasite peut être extrêmement efficace. Pendant la mise en place de notre étude, nous avons remarqué une baisse considérable de la population de cochenilles sur les plants âgés de 2 ans placés sous serre, ce qui a presque mis en péril notre étude car les cochenilles venaient à manquer. En effet nous avons découvert que les cochenilles avaient été parasitées de manière radicale. Un échantillon a été envoyé le 15/06/2017 à Alain Ferre, entomologiste d'AREXHOR et au BHR afin de l'identifier. Cet échantillon contribuera à l'action national COCHORTI ciblant l'optimisation du contrôle biologique des cochenilles en horticulture. Une identification moléculaire au laboratoire de l'INRA sera réalisée puis il sera expédié en Géorgie pour une identification morphologique.

Concernant l'espèce X, la figure 30 montre des restes de la population de cochenilles parasitées, il s'agit en fait d'une larve qui en se développant se nourrit de l'intérieur du corps de la cochenille comme avec *L.dactylopii*. Des échantillons parasités ont été récupéré et mis en boîte de pétri afin d'espérer observer l'auxiliaire en question. Et effectivement dans ces échantillons certains sont sortis du corps de la cochenille au stade adulte, représenté sur la figure 31. Cet hyménoptère mesure environ 1.8mm, il possède des caractéristiques morphologiques propres. La tête possède des yeux noirs séparés d'une bande orange et une paire d'antennes noires et blanches à l'extrémité. La partie dorsale est composée de deux bandes grises et de trois bandes noires, il présente également une paire d'aile teinté de deux bandes noires (c'est ce qui donne cette couleur rayée au corps) et 3 paires de pattes jaune orangé. Enfin il dispose d'un ovipositeur qui mesure 2mm une fois déployé. Lors de la ponte, contrairement à *dactylopii*, le parasitisme dure plus longuement, l'hyménoptère reste lié à la cochenille pendant une trentaine de secondes.

Il a de plus été remarqué une émergence d'individus morphologiquement différents de celle citée ci-dessus. Le corps de couleur noir mesure environ 1.2mm et est moins allongé que la première. Les deux premières paires de pattes sont de couleur jaune et la dernière noire, de plus les antennes sont noires et plumeuses, (figure 32). Suite à un test dans une boîte de pétri, il a été observé que cet individu ne parasite pas les cochenilles farineuses. Pourtant il a émergé de cochenilles parasitées. Précisons qu'une dizaine de ces individus a été observée dans la boîte de pétri contenant les cochenilles parasitées.

On pose donc l'hypothèse que l'espèce X comporte un dimorphisme sexuel avec des femelles à antennes noires et blanches et des mâles de plus petite taille à antennes plumeuses noires.

Nous savons donc que c'est un insecte entomophage parasite de l'ordre des hyménoptères. Il a également été remarqué que cette espèce se déplace très rapidement, il peut lui arriver de sauter lorsqu'elle sent un danger. On pourrait alors penser qu'elle peut faire partie de la famille des Encyrtidae qui regroupe 3 600 espèces décrites, elle renferme également *Leptomastix dactylopii*. En effet notre espèce X est un insecte de très petite taille, court, aplati, robuste et possédant des ailes teintées (Anneck ; Insley, 1971), caractéristiques propres à la famille des Encyrtidae. Morphologiquement notre espèce se rapproche beaucoup du genre *Anagyrus* notamment de par la présence d'antennes noires et blanches, mais également du genre



Figure 30 : Population de cochenille parasitée sur Choisya. Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 02/06/2017

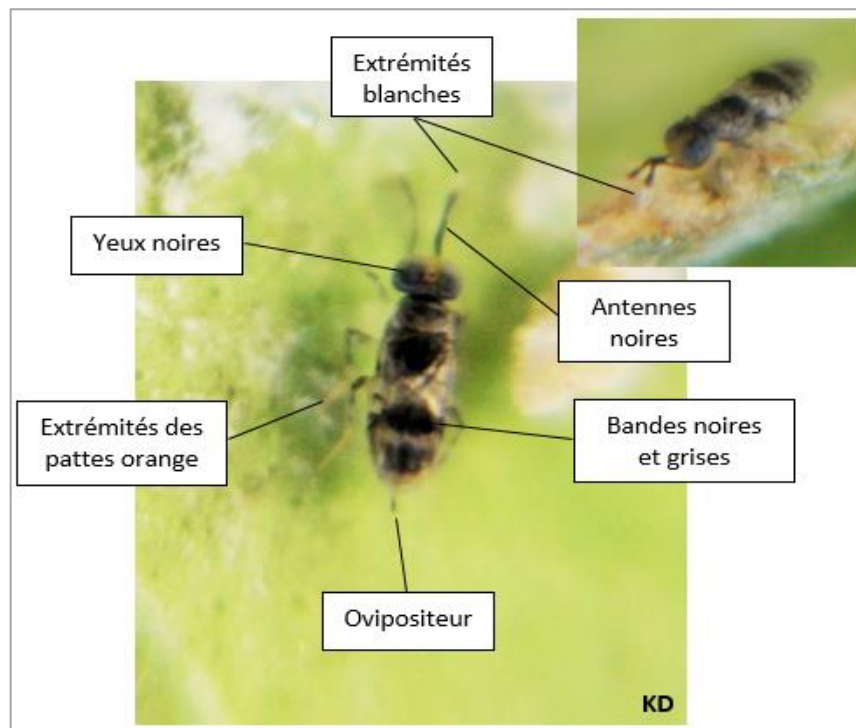


Figure 31 : Caractéristiques morphologiques de l'hyménoptère femelle. Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 05/06/2017

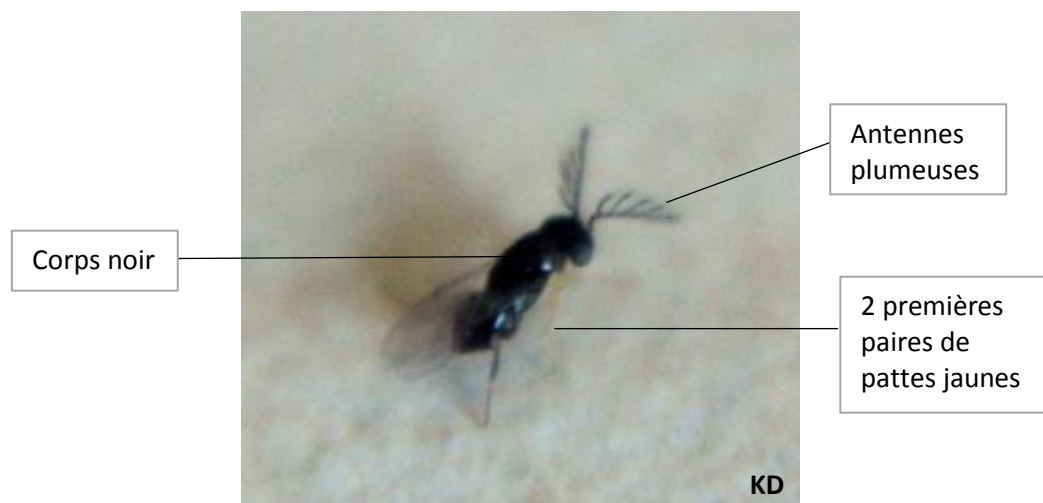


Figure 32 : Caractéristiques morphologiques de l'hyménoptère mâle. Photo KD, Pépinière du Val d'Erdre, 13/06/2017

Homalotylus (figure 33). L'identification de cette espèce serait donc une avancée dans le monde de la lutte biologique. L'hypothèse peut ainsi être complétée : l'espèce X ferait partie de la famille des Encyrtidae et elle comporte un dimorphisme sexuel.

Il y a là un paradoxe chez les horticulteurs. Une invasion de cochenilles perturbe et affaiblit la culture, le producteur se voit donc dans l'obligation d'utiliser des pesticides or, cela n'est pas sans conséquences. En effet une étude a été menée en 2007 par Krischik et al, sur *Anagyrus pseudococchi* (hyménoptère parasite des cochenilles de la famille des Encyrtidées, proche de *Dactylopii*, cité ci-dessus). Lorsqu'*Anagyrus* est alimenté par des fleurs de sarrasin, où la plante est traitée par application au sol d'imidaclopride, l'insecte voit sa survie diminuer et son comportement changer. Le taux de survie est passé de 98% (sur plantes non traitées) à 38% (sur plantes traitées). En effet la substance appliquée au sol pendant la floraison est transférée jusqu'au nectar et contamine les auxiliaires. De plus la substance se retrouve également dans le nectar si l'insecticide est appliqué avant la floraison, on a donc un stockage de longue durée des pesticides dans les organes végétaux (Krischik et al, 2007). En effet elle peut être absorbée par des cultures non-traitées jusqu'à deux ans après la première utilisation. (Bonmatin et al, 2005).

Il faut savoir que l'imidaclopride est une substance active appartenant à la famille des Néonicotinoides\*, insecticides couramment utilisés. Son action est de bloquer le système nerveux central des insectes (cf : Tableau II). Si la substance agit sur la survie d'*Anagyrus* proche de *dactylopii* et hypothétiquement proche de notre espèce X, elle peut très bien agir sur cette dernière, ou encore sur *Cryptolaemus* qui est un ravageur efficace. Et ainsi diminuer considérablement la population d'auxiliaire de cochenille. De plus, à plus grande échelle, il faut savoir que 97% des neonicotinoides trouvés dans le pollen des ruches placés dans des environnements cultivés proviennent de plantes sauvages et non de cultures (Botias et al, 2015). On a une contamination des plantes cultivées vers les plantes sauvages. L'utilisation de ces produits entraîne donc une contamination omniprésente de l'environnement.

Là est le paradoxe : plus l'horticulteur utilise des pesticides plus il voit la population d'auxiliaire diminuer, ce qui l'amène donc à en utiliser davantage. De plus les pesticides peuvent sélectionner artificiellement des ravageurs résistants, ce qui contribue seulement à la diminution de la population d'auxiliaire. Des cochenilles résistantes à la bouillie sulfocalcique\* ont été pour la première fois documentée en 1914 (Melander, 1914). Beaucoup d'autres découvertes suivirent au fil des années, en effet en Inde la cochenille *M. hirsutus* a montré une résistance à l'imidaclopride\* (Mruthunjayaswamy et al, 2016).

Outre la résistance, les cochenilles farineuses peuvent également être impliquées dans une relation virus-vecteur-plante. Il a été démontré que *P. citri* est capable de transmettre le virus GLRa-V3 ; virus à ARN simple brin du genre des Ampelovirus. Il a été détecté par PCR dans les glandes salivaires des cochenilles (Cid et al, 2007). *P. maritimus* est également un vecteur très efficace, en effet il est possible d'observer une transmission inter-espèce sous serre dans l'état de Washington (Bahder et al, 2013). Ce virus est responsable de la maladie de l'enroulement de la vigne. Elle se traduit par un enroulement de la face inférieure des feuilles, une accumulation d'anthocyane\* et un épaississement du limbe\*. De sorte que le rendement de la récolte peut être réduit de 10 à 40%. Les conséquences de ces ravageurs peuvent donc être multiples si les conditions environnementales le permettent.





Figure 33 : Ressemblance avec l'espèce indéterminée (femelle).  
*Anagyrus kamali* en haut et *homalotylus* sp en bas.

Il faut donc rétablir un équilibre environnemental afin de préserver la population d'auxiliaire, en procédant à des lâchers 4 à 5 fois par an sur la culture visée en fonction des saisons, tout en stoppant l'utilisation de pesticides. Les lâchers doivent contenir des intervalles propres à chaque espèce, liée à leur cycle de développement, par exemple toutes les deux semaines concernant *Cryptolaemus*, afin de permettre la métamorphose sans stopper la prédation. L'équilibre entre la plante hôte, le ravageur et l'auxiliaire ne sera pas atteint immédiatement. L'horticulteur doit s'attendre à une perte de production avant de s'apercevoir des résultats. Des méthodes comme l'installation de maison d'hivernage au sein de la serre ou à proximité permettent à l'auxiliaire d'être protégé. En effet pendant l'hiver les Chrysopes femelles fécondés rentrent en diapause, en vie ralentie. Une fois protégées par ces abris elles ressortiront au printemps pour pondre près des ravageurs.

Il faut favoriser les auxiliaires naturels en augmentant la population de ravageur. On a vu précédemment que l'espèce X est un auxiliaire extrêmement efficace. La mise en place d'une structure visant à augmenter la population de cochenille permettrait à l'espèce X de prospérer et de rétablir un équilibre. Malheureusement à la pépinière les choisya sont placés sous serre, il est donc difficile de garder une population d'auxiliaire naturelle contrairement à un endroit en extérieur. L'horticulteur doit donc mettre en place des plantes spécialement dédiés à la lutte biologique, c'est-à-dire des plants infestés de cochenille tout au long de l'année en vérifiant méticuleusement l'homogénéité de l'infestation. Il faut également connaître le cycle biologique de l'auxiliaire afin de lui permettre un bon développement. C'est ce dont la suite de notre étude aura pour objectif.

Malheureusement l'entreprise ne possède pas de laboratoire et une extraction d'ADN aurait été utile et enrichissant dans la détermination de l'espèce, cependant pour extraire l'ADN il faut une quantité importante d'individu, or il est très difficile de les capturer. Il faut surtout réaliser une PCR\* pour amplifier l'ADN et un séquençage\* permettant d'avoir la séquence génétique qui sera ensuite comparée dans la base de données. Toutes ces techniques sont très coûteuses, seuls les laboratoires possèdent ce matériel. C'est pour cela qu'une coopération des laboratoires et des spécialistes avec les entreprises horticoles est primordiale pour une avancée scientifique.

Outre l'entomologie on peut également associer identification et prévention : prévenir l'infestation de cochenille en modifiant des paramètres environnementaux propice à leur développement. En effet une utilisation correcte des engrais peut devenir un moyen efficace de faire face à de nombreuses populations de cochenilles, ce qui entraîne par la suite une moindre utilisation d'insecticide (Fennah, 1959). Rappelons que l'engrais est composé de trois éléments principaux : l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). C'est la régulation de la concentration de l'azote qui est important en effet l'action de l'azote concerne essentiellement la partie aérienne des végétaux, tiges, branches et feuillage. Cette stratégie peut être utilisée parallèlement avec l'introduction d'auxiliaires prédateurs et parasitoïdes efficaces (Mills et Daane 2005), en introduisant *Cryptolaemus* et l'espèce X. D'après Brian et al, (2006) différentes concentrations d'engrais azotés (ppm) ont influencé le cycle biologique des cochenilles. Les cochenilles se nourrissant des plantes ayant reçus une forte concentration d'azote (200 et 400ppm) ont eu un cycle de développement plus court, une taille plus grande et une ponte plus importante. Il est donc primordial de contrôler l'engrais. Rappelons également que nos



résultats ont révélés que le confinement, donc une humidité élevée, augmentait également la population de cochenille. Il faut donc établir un équilibre entre la concentration de l'azote et le taux d'humidité.

La suite de notre étude aura donc pour objectif d'étudier le cycle biologique de l'espèce X, du parasitage à la formation de l'adulte et parallèlement à la mise en place d'un substrat adéquat plus faible en azote, permettant de limiter le développement des cochenilles tout en agissant peu sur l'aspect visuel du Choisya. Le protocole illustré par la figure 34 se déroulera comme suit. Le lot 1 est composé de 6 binômes de plants de Choisya, chaque binôme comporte un substrat avec une concentration d'azote décroissant tous les 5% par rapport au taux initial. Une inoculation artificielle de cochenille est réalisée sur le lot 1. Le lot 2 est composé de façon similaire or l'inoculation artificielle de cochenille est absente. Les résultats du lot 1 et du lot 2 sont ensuite croisés afin de déterminer à quel taux d'azote le développement de cochenille est limité et à quel taux d'azote le développement morphologique des Choisya est impacté. L'étude se déroulera pendant 3 mois, durée idéale permettant au végétal de se développer et ainsi d'observer les différents résultats.

Bien sûr de nombreuses autres méthodes sont à expérimenter en entreprise comme l'utilisation de piège à phéromones que l'on peut acheter dans le commerce. Un piège à phéromone a été développé contre *Planococcus citri*, les phéromones sexuelles piègent les mâles limitant la reproduction (ZADDA et al. 2004). D'autres auxiliaires comme les nématodes peuvent également être utilisés, comme les nématodes *Steinernema yirgalemense* et *Heterorhabditis zealandica* qui entraîne respectivement 97% et 91% de mortalité en direction de *P.citri* (Van Niekerk et Milan, 2012). Les entreprises doivent donc expérimenter de nouvelles techniques de lutte biologique sur plusieurs années afin de trouver celle qui s'adaptera aux conditions climatiques et expérimentales de la culture.

## 5. Conclusions et perspectives

La lutte biologique concentre un grand nombre de méthode et de techniques, elle dépend de plusieurs paramètres comme la température, le climat, le type d'auxiliaire utilisé (prédateurs et parasitoïdes) ainsi que l'environnement. Effectivement les résultats sont différents lorsqu'ils sont réalisés en laboratoire et sur le terrain en entreprise.

Lors de cette étude nous avons pu observer que *Cryptolaemus montrouzieri* est un auxiliaire très efficace il est intéressant de l'utiliser lors de très forte infestation. Il faut procéder à deux lâchers séparés de deux semaines et compter environs 2 ou 3 larves par plantes. Les Chrysopes quant à eux sont à utiliser en prévention, en effet ils sont efficaces mais consomment une plus petite quantité de cochenille farineuse. La particularité de ces deux prédateurs est qu'ils ne sont spécifiques à aucune espèce de cochenilles farineuse en particulier. Les horticulteurs peuvent donc les utiliser sans avoir au préalable procédé à une identification réalisée par les laboratoires, ce qui a un coût. Concernant les parasitoïdes le choix de l'espèce est primordial, car en effet ici une identification des cochenilles doit être réalisé afin de limiter une perte économique.

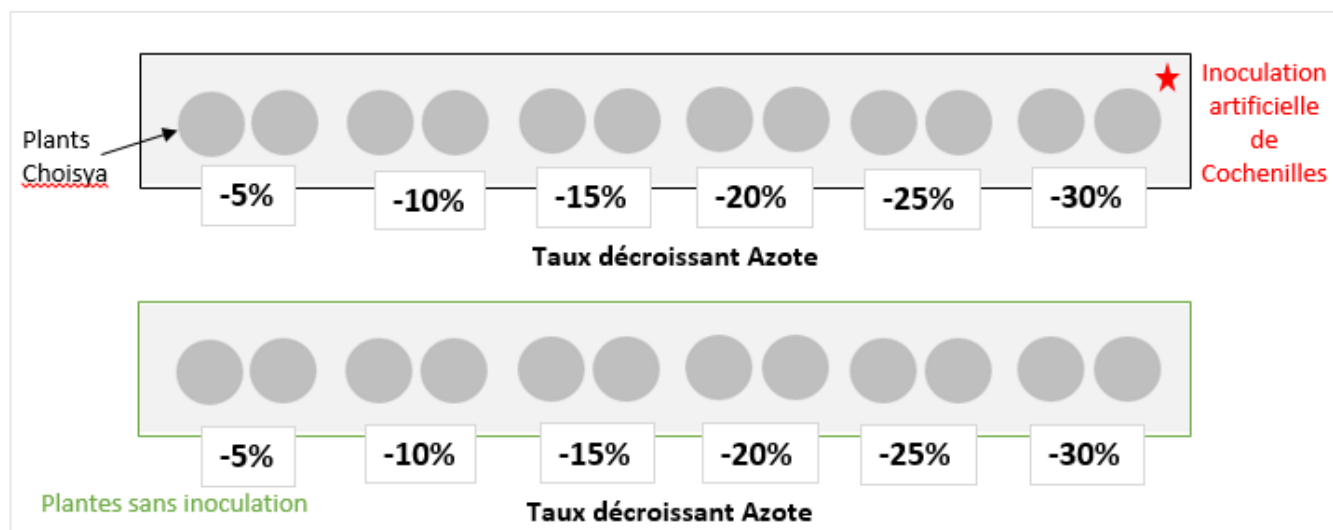


Figure 34 : Plan schématique du protocole Azote

*En haut : lot 1 = 6 binômes de Choisyia inoculés de cochenilles, avec un taux décroissant d'azote de gauche à droite, tous les 5% par rapport au taux initial. En bas : lot 2 = 6 binômes de Choisyia sans inoculation avec un taux décroissant d'azote de gauche à droite, tous les 5% par rapport au taux initial.*

Rappelons que *Leptomastix dactylopii* s'est montré inefficace lors de l'expérimentation car les cochenilles présentes concernent très peu *P.citri*.

Or, nous avons pu constater que lorsqu'un parasitoïde est compatible avec l'espèce du ravageur, les résultats peuvent être considérablement satisfaisant. En serre, la parcelle de Choisya est pratiquement débarrassée des cochenilles. Les résultats de l'identification de cette espèce parasite sont encore en cours dans plusieurs laboratoires. Si elle est synonyme d'une espèce non répertoriée une étude plus approfondie devra être mise en place, notamment une étude sur son cycle de développement, sur son mode de vie et sur son comportement.

Il est indispensable pour les pépiniéristes de mettre en place des surveillances hebdomadaires car de nouvelles espèces peuvent toujours s'adapter à l'environnement. Il faut également limiter l'utilisation d'insecticide dès la première détection de cochenille et laisser la population de cette dernière se développer afin de garantir la venue des auxiliaires. Un partenariat laboratoire-entreprise est primordial dans l'avancée scientifique en lutte biologique.

Dans le cadre de cette étude, nos résultats concernant l'espèce X peuvent également être un des nouveaux points de départ pour l'action nationale COCHORTI. Le projet se poursuit jusqu'à fin 2019 et permettra de confirmer les résultats obtenus cette année.

Notre étude se poursuit parallèlement dans la mise en place d'une expérimentation visant à réduire le taux d'azote sans avoir d'impact sur l'apparence morphologique de la plante tout en réduisant le développement de la population de cochenille. Elle se poursuit également et surtout sur l'étude de l'aspect morphologique, comportementale et physiologique de l'espèce parasite X. De nombreux questionnements sont sans réponses, et certaines hypothèses comme la présence d'un dimorphisme sexuel concernant cette espèce sont encore incertaines.





## 6. Bibliographie

### 6.1. Ouvrages

**Afifi A. et al. (2010).** Biological control of citrus Mealybug, *Planococcus citri* (Risso) using Coccinellid Predator, *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. Pakistan Journal of Biological Sciences 13 (5): 216 – 222.

**Alford DV. (1994).** Ravageurs des végétaux d'ornement. Arbres, arbustes, fleurs. Version française MF Commeau, R Coutin, A Fraval, eds INRA ; 150 – 155p.

**Anneck, D.P, Insley, H.P. (1971).** Catalogue of Ethiopian *Encyrtidae* and *Aphelinidae*. Entomology Memoir of the Department of Agricultural Technical Services of the Republic of South Africa. 23:53p

**Bahder. BW et al, (2013).** *Pseudococcus maritimus* (Hemiptera: Pseudococcidae) and *Parthenolecanium corni* (Hemiptera: Coccidae) Are Capable of Transmitting Grapevine Leafroll-Associated Virus 3 Between *Vitis x labruscana* and *Vitis vinifera*. Environ. Entomol. 42(6) : 1292-1298

Baudet A. et Béranger M., (2016). Index phytosanitaire ACTA 2017, 53eme édition. Acta éditions. 11p

**Bonmatin J. M., et al. (2005).** Behaviour of Imidacloprid in Fields. Toxicity for Honey Bees. Environmental Chemistry, 483-494.

**Botias C. et al (2015).** Neonicotinoid Residues in Wildflowers, a Potential Route of Chronic Exposure for Bees, Environ. Sci. Technol., 2015, 49 (21), pp 12731–12740

**Boyer F. et al (2017).** Les auxiliaires des cultures, biologie, écologie, méthodes d'observation et intérêt agronomique. 4eme Editions ACTA Instituts techniques Agricoles, 121, 253p

**Brian KH. et al, (2006).** Effect of Nitrogen Fertility on Reproduction and Development of Citrus Mealybug, *Planococcus citri* Risso (Homoptera : Pseudococcidae), Feeding on Two Colors of *Coleus*, *Solenostemon scutellarioides* L. Codd. Environmental Entomology, 35(2):201-211

**Chong et al (2015).** Biology and Management of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on Ornamental Plants. J. Integ. Pest Mngmt. (2015) 6(1): 5

**Cid M. et al, (2007).** Presence of Grapevine leafroll-associated virus 3 in primary salivary glands of the mealybug vector *Planococcus citri* suggests a circulative transmission mechanism. Eur J Plant Pathol (2007) 118:23–30p.

**Cloyd R. and Sadof S. (2000).** Effects of Plant Architecture on the Attack Rate of *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae), a Parasitoid of the Citrus Mealybug (Homoptera: Pseudococcidae). *Environ. Entomol.* 29(3) 535 -541p

**Delrot, S. Bonnemain, (1991).** Le transport à longue distance des herbicides dans la plante, In : les herbicides, mode d'action et principes d'utilisation, Scalla R. Dir. INRA, p 51

**Fennah, R. T. (1959).** Nutritional factors associated with the development of mealybugs in cacao. *Rep. Cacao Res. Inst. Trinidad.* 1957-1958: 18-28.

**Flaherty DL. et al. (1982).** Chemicals losing effect against grape mealybug. *Calif Agric* 36: 15-16

**Foldi L. (2003).** Les Cochenilles. *INRA Insecte* n° 129, 1 – 7p.

**Fredon lorraine (2013).** Classeur technique, Protéger ses végétaux : les bons réflexes. Fiche 14

**Goldasteh S. et al. (2009).** Effect of temperature on life history and population growth parameters of *Planococcus citri* (Homoptera, Pseudococcidae) on coleus [*Solenostemon scutellarioides* (L.) codd.] - *Arch. Biol. Sci., Belgrade*, 61 (2), 329-336p.

**Henry C. et al (2002).** Discovering the True *Chrysoperla carnea* (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae) Using Song Analysis, Morphology, and Ecology. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 95(2) : 172-191

**Malsch A.K.F. et al. (2001).** Continuous transfer of subterranean mealybugs (Hemiptera, Pseudococcidae) by *Pseudolasius* spp. (Hymenoptera, Formicidae) during colony fission ? *Insectes Sociaux*, Volume 48, Issue 4, pp 333-341

**Melander A. (1914).** Can Insects Become Resistant to Sprays ? *Journal of Economic Entomology*, p. 167-173

**Mills, N. J., et Daane K. (2005).** Biological and cultural control : nonpesticide alternatives can suppress crop pests. *Calif. Agric.* 39: 23-28.

**Mruthunjayaswamy. P et al, (2016).** Resistance in *Maconellicoccus hirsutus* (Green) in India to selected insecticides and quantification of detoxifying enzymes imparting resistance. *Crop Protection* 89:116-122

**Rashid M. et al (2011).** Predatory Potential of *Chrysoperla carnea* and *Cryptolaemus montrouzieri* Larvae on Different Stages of the Mealybug, *Phenacoccus solenopsis*: A Threat to Cotton in South Asia - *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(3): 639-643

**V.A. Krischik et al. (2007).** Soil-applied imidacloprid is translocated to nectar and kills nectar-feeding *Anagyrus pseudococchi* (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae). *Environ. Entomol.* 36(5), 1238-1245.

**Van Niekerk S. et Milan A. (2012).** Potential of South African entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae) for control of the citrus mealybug, *Planococcus citri* (Pseudococcidae). *Journal of Invertebrate Pathology* 111 : 166–174

**Zadda A. et al (2004).** Sex Pheromone of the Citrus Mealybug *Planococcus citri* : Synthesis and Optimization of Trap Parameters. *Behavior and Ecology - J. Econ. Entomol.* 97(2) : 361-368

**Williams G. et al (2015).** Neonicotinoid pesticides severely affect honeybee queens. *Scientific Reports* p 5:14621

## 6.2. Sitographie :

FRANCEAGRIMER (2016).

<http://www.franceagrimer.fr/filiere-horticulture/Informations-economiques/Chiffres-et-bilans>

INRA (2015). Pseudococcidae.

<http://ephytia.inra.fr/fr/C/22402/hypp-Pseudococcidae>

INRA (2015). Biocontrôle – Biologie.

<http://ephytia.inra.fr/fr/C/19753/Biocontrol-Biologie>

INRA (2015). Cryptolaemus.

<http://ephytia.inra.fr/fr/C/20126/Biocontrol-Cycle-conditions-de-developpement>

Marc Kummel (2014). Photo cochenille mâle.

<https://www.flickr.com/photos/treebeard/14269770024>

Poidatz J.(2014). Koppert (Koppert Biological Systems) Chrysopes.

<http://ephytia.inra.fr/fr/C/19934/Biocontrol-Cycle-conditions-de-developpement>

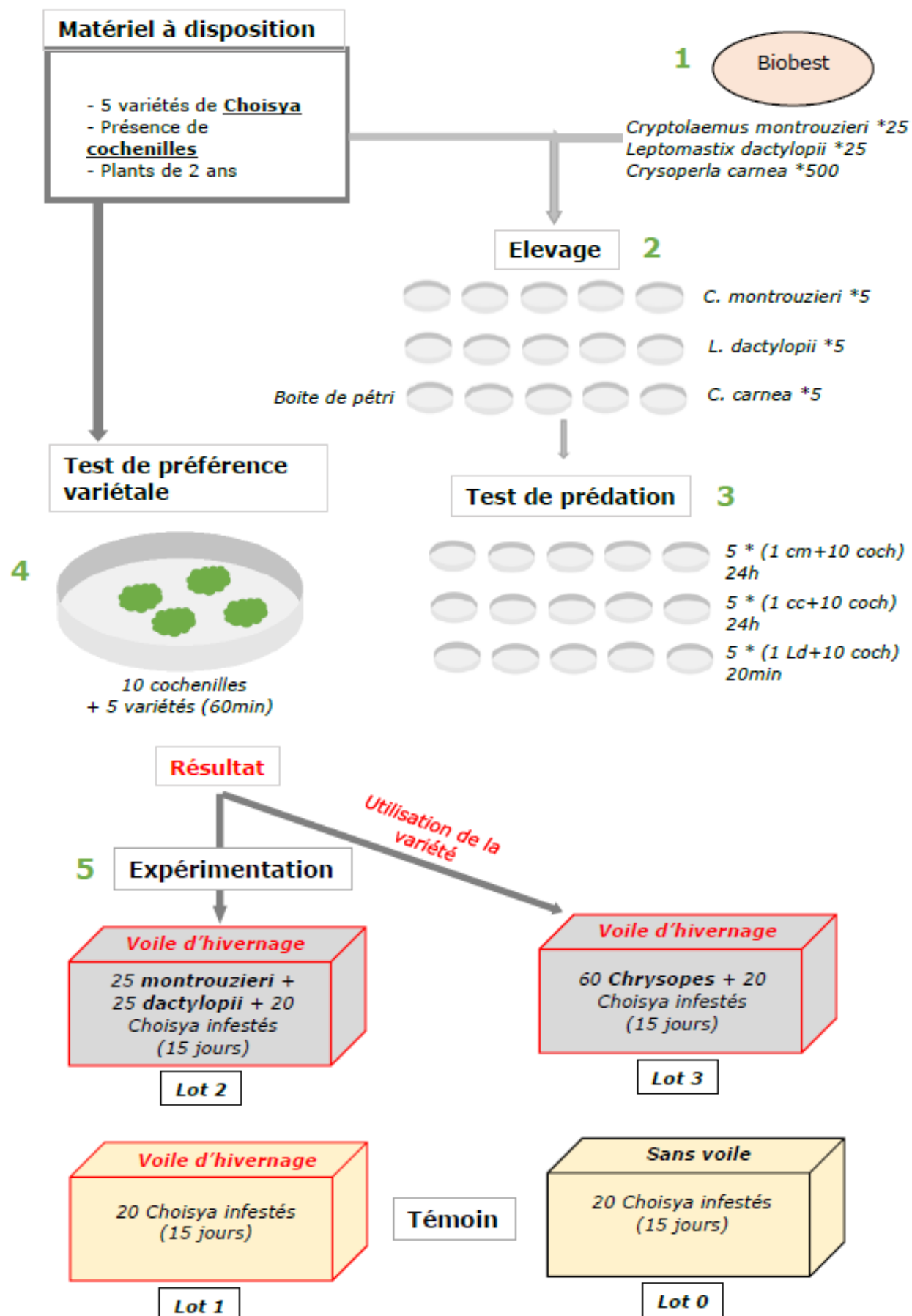
Germain J. et Kreiter P. (2015). « Les cochenilles en arboriculture, viticulture et maraîchage en France (ANSES/INRA) ». Diaporama présenté à Rencontre Sud-Ouest Gestion des parasites émergents spécialisés, Bordeaux.

[http://www.aquitainagri.fr/fileadmin/documents\\_craa/Ecophyto/JOURNEES\\_TECHNIQUES\\_ECOPHYTO/2015/colloque\\_emergents/fiches\\_techniques/A1 - Présentation Cochenille JF Germain.pdf](http://www.aquitainagri.fr/fileadmin/documents_craa/Ecophyto/JOURNEES_TECHNIQUES_ECOPHYTO/2015/colloque_emergents/fiches_techniques/A1_-_Présentation_Cochenille_JF_Germain.pdf)

INRA - Action nationale de trois ans lauréate d'un appel à projets CasDar (2017-2019)

<http://www.astredhor.fr/programme-cohorti-156793.html>

# ANNEXE I : Plan Schématique de l'expérimentation



## RÉSUMÉ

En horticulture la lutte biologique devient de plus en plus présente, cependant des contraintes actuelles font encore l'objet d'étude. Les cochenilles, notamment les cochenilles farineuses, prennent une grande place dans cette lutte et ravagent un grand nombre d'espèces ornementales, en particulier les Choisya. L'impact des cochenilles sur la culture peut être considérable et entraîner une perte économique considérable pour l'entreprise. L'utilisation d'auxiliaires est un bon moyen de diminuer la population de cochenille. Les larves de coccinelle prédatrice *Cryptolaemus montrouzieri* sont très efficaces, puisqu'elles entraînent une perte de 71% de la population de cochenille farineuse en seulement 16 jours et mangent en moyenne 6 cochenilles sur une durée de 24h. L'adulte est encore plus efficace car il n'aspire pas que le contenu du corps, mais consomme entièrement le ravageur. *Chrysoperla carnea* est également efficace avec une perte de 31% de la population, cependant il faut un plus grand nombre d'individus au m<sup>2</sup> et car ceux-ci ne consomment que 3 à 4 cochenilles par jours. Enfin le parasite *Leptomastix dactylopii* s'est montré inefficace ce qui confirme que l'espèce de cochenille invasive n'est pas *Planococcus citri*. Cependant un hyménoptère parasite non identifié, découvert au sein de la parcelle de Choisya, s'est montré extrêmement efficace contre la population de cochenille. L'espèce est en cours d'identification dans plusieurs laboratoires. L'hypothèse que l'espèce possède un dimorphisme sexuel est encore à valider par les entomologistes. Cette découverte est une avancée pour l'action nationale COCHORTI. Si les résultats sont concluants, l'espèce pourrait faire partie d'une nouvelle méthode de lutte biologique contre les cochenilles farineuses.

**mots-clés :** Cochenille farineuse, *Planococcus citri*, *pseudococcus viburni*, *pseudococcus maritimus*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Chrysoperla carnea*, *Leptomastix dactylopii*, lutte biologique, parasitisme, prédateur, parasitoïde Choisya, Pépinière, horticulture.

## ABSTRACT

In horticulture, biological control is becoming more and more present, but current constraints are still studied. Mealybugs, take a greater part in this struggle and ravage a lot of ornamental species, especially the Choisya. The impact of mealybugs on the crop can be considerable and lead to an economic loss to the company. The use of insects is a good way to decrease the mealybug population. The larvae of predatory ladybird *Cryptolaemus montrouzieri* are very effective, causing a loss of 71% of the mealybug population in only 16 days and eat an average of 6 mealybugs over a period of 24 hours. Adults are even more effective because they don't suck only the contents of the body, but ingest the whole pest. *Chrysoperla carnea* is also effective with a decrease of 31% of the population, however, more individuals per square meter are required and only 3 to 4 mealybugs per day are ingested. Finally, the parasite *Leptomastix dactylopii* has proved to be ineffective, which confirms the invasive insect species is not *Planococcus citri*.

However, an unidentified parasite Hymenoptera, discovered within the Choisya plot, was extremely effective against the mealybug population. The species is being identified in several laboratories. The hypothesis that the species has a sexual dimorphism is still to be approved by entomologists. This discovery is an advance for the national action COCHORTI. If the results are conclusive, this species could be part of a new biological control method against mealybug.

**keywords :** Mealybug, *Planococcus citri*, *pseudococcus viburni*, *pseudococcus maritimus*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Chrysoperla carnea*, *Leptomastix dactylopii*, biological control, Parasitism, predator, parasitoid Choisya, nursery, horticulture.