



UFR Sciences
2, Bd Lavoisier
49045 ANGERS Cedex 01



AGROCAMPUS OUEST
65 rue de St Briec, CS 84 215, BP
35042 - RENNES Cedex
Université de Rennes I
1, 2 rue du Thabor, CS 46510 -
35065 RENNES Cedex



CDHR Centre Val-de-Loire
620 Rue de Cornay,
45590 Saint-Cyr-en-Val

Mémoire de Fin d'Etudes

**Master 2 Sciences Technologie Santé Mention Biologie et Technologie du Végétal
Spécialité : Production et Technologie du Végétal (ProTeV)**

Parcours : I Productions Végétales Spécialisées

Option : Produits phytosanitaires, réglementations, méthodes alternatives

Année universitaire 2016-2017

**Stratégies de Protection Biologique Intégrée contre le
Tarsonème sur *Trachelospermum jasminoides* sous abris**

Par Christine DELPECH



Soutenu à Angers le 19 septembre 2017

Maître de stage : Johanna COURAUDON



UFR Sciences
2, Bd Lavoisier
49045 ANGERS Cedex 01



AGROCAMPUS OUEST
65 rue de St Briec, CS 84 215, BP
35042 - RENNES Cedex
Université de Rennes I
1, 2 rue du Thabor, CS 46510 -
35065 RENNES Cedex



CDHR Centre Val-de-Loire
620 Rue de Cornay,
45590 Saint-Cyr-en-Val

Mémoire de Fin d'Etudes

**Master 2 Sciences Technologie Santé Mention Biologie et Technologie du Végétal
Spécialité : Production et Technologie du Végétal (ProTeV)**

Parcours : I Productions Végétales Spécialisées

Option : Produits phytosanitaires, réglementations, méthodes alternatives

Année universitaire 2016-2017

**Stratégies de Protection Biologique Intégrée contre le
Tarsonème sur *Trachelospermum jasminoides* sous abris**

Par Christine DELPECH



Soutenu à Angers le 19 septembre 2017

Maître de stage : Johanna COURAUDON

AUTORISATION DE DIFFUSION EN LIGNE

 Par l' ÉTUDIANT(E)

N   tudiant : 15000658 Email : christine.delp ch@hotmail.fr

Je soussigné(e) Christine Delpéch être l'auteur du document intitulé Stratégies de Protection Biologique Intégrée contre le Tarsonème sur *Trachelospermum jasmino ides* sous abris préparé sous la direction de Johanna Couraudon et soutenu le 19 septembre 2017.

Je certifie la conformité de la version électronique déposée avec l'exemplaire imprimé remis au jury, certifie que les documents non libres de droits figurant dans mon mémoire seront signalés par mes soins et pourront être retirés de la version qui sera diffusée en ligne par le Service Commun de la Documentation de l'Université d'Angers. Agissant en l'absence de toute contrainte, et sachant que je dispose à tout moment d'un droit de retrait de mes travaux, j'autorise, sans limitation de temps, l'Université d'Angers à les diffuser sur internet dans les conditions suivantes :

- ☒ diffusion immédiate du document en texte intégral
☐ diffusion différée du document en texte intégral ; date de mise en ligne :
☐ n'autorise pas sa diffusion dans le cadre du protocole de l'Université d'Angers

  Angers, le 19 septembre 2017 Signature :



 Par le JURY DE SOUTENANCE

- ☐ autorise la diffusion immédiate du document en texte intégral
OU
☐ autorise la diffusion différée du document en texte intégral ; à compter du :
☐ en libre-accès OU ☐ en accès restreint
☐ sous réserve de corrections

OU

- ☐ n'autorise pas sa diffusion dans le cadre du protocole de l'Université d'Angers

  Angers, le-----

Signatures :

Nom et signature du maître de stage :

Nom et signature du président de jury :



ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

M2 ProTeV

2016-2017

Je soussignée : Christine DELPECH

déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publié 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 ce rapport, rédigé au cours de mon master 2 ProTeV.

Je m'engage également à respecter les consignes données pour la rédaction de ce rapport.

A : Saint Jean Le Blanc

Le : 21/05/2017

Signature :

Remerciements

Je remercie Jean-Marc Delacour, directeur du CDHR, de m'avoir accueillie pour la réalisation de mon stage de fin d'étude.

Merci à Johanna Couraudon, ma maître de stage, pour m'avoir fait partager ses nombreuses connaissances en entomologies, de m'avoir fait participer à ses activités de conseil, comme la formation PBI, pour le temps accordé aux nombreuses relectures de mon rapport, pour la franchise qui m'ont fait progresser, ainsi que l'autonomie et la confiance qu'il m'a été accordé.

Je remercie également, David Vuillermet pour ces astuces bricolages, Laurence Blanchard pour sa bonne humeur et Sophie Bresch, pour m'avoir donnée de son temps pour répondre à mes questions. Je remercie Bruno Jaloux pour son suivi.

Je n'oublie pas de remercier les stagiaires et les saisonniers, pour leurs bonnes humeurs et leurs sympathies qui ont rendu ce stage d'autant plus agréable.

En particulier, Mélanie Bescond, de m'avoir accompagnée dans la découverte d'Orléans et de m'avoir entraîné dans ses aventures, et Olivier Yzebe pour ces balades en vélo et les petites recettes cuisines !

Table des matières

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | Introduction..... | 1 |
| 1.1. | Présentation du CDHR | 4 |
| 1.2. | Synthèse Bibliographique du Tarsonème | 6 |
| 2. | Matériel et Méthodes | 12 |
| 2.1. | Matériel | 12 |
| 2.2. | Méthodes..... | 12 |
| 3. | Résultats | 18 |
| 3.1. | Suivi climatique | 18 |
| 3.2. | Infestation naturelle | 18 |
| 3.3. | Comparaison des différentes modalités | 19 |
| 3.4. | Comparaison des stratégies de lutttes biologiques et chimique..... | 22 |
| 3.5. | Test de choix | 24 |
| 3.6. | Répartition des tarsonèmes | 25 |
| 3.7. | Suivis de la biodiversité | 25 |
| 4. | Discussion | 26 |
| 4.1. | Dispositif expérimental | 26 |
| 4.2. | Est-ce que les stratégies testées peuvent être une alternative à la lutte chimique ?..... | 27 |
| 4.3. | Est-ce que ces stratégies sont applicables chez les producteurs | 31 |
| 4.4. | Perspectives | 32 |
| 5. | Conclusion | 34 |
| 6. | Bibliographie | 35 |

Acarien prédateur : auxiliaire prédateur des ravageurs des cultures (Chamont (INRA), 2016).

Accolage : action de fixer les rameaux à des piquets ou à des fils de palissage pour les préserver des secousses du vent et favoriser une meilleur répartition de l'air, de la chaleur et de la lumière solaire (Larousse, 2017).

Compatible PBI : un produit compatible PBI est un produit sélectif vis-à-vis des auxiliaires introduits ou naturellement présents, non sélectif mais dont la rémanence est faible, moins de 15 jours ce qui permet de réintroduire des auxiliaires rapidement après le traitement (Le Péron, 2012).

Hortiflash : bulletin trimestriel rédigé par l'équipe du CDHR, avec pour objectif le transfert de connaissances à ses adhérents (Couraudon, 2017).

Parthénogamie : autofécondation entre des cellules femelles (Universalis, 2017)

Plante indicatrice : permet la détection précoce des premiers ravageurs, ce qui permettra de déclencher les traitements de la culture (Bellec, 2015)

Plante piège : groupe de végétaux appartenant aux plantes de services et ayant la particularité d'être très attractive pour un ravageur particulier. Son intérêt est d'empêcher qu'un ravageur se conserve et donc poursuive son cycle dans la culture d'intérêt. Les plantes sensibles seront détruites ce qui conduira à la destruction du ravageur. Ces plantes peuvent également permettre de concentrer des ravageurs qui seraient dispersés dans la parcelle et d'avoir une action ciblée sans intervenir sur la culture principale (Herbea, 2017 et ECOPHYTOPIC, 2015).

Plante de service : « ces plantes non vendues destinées à favoriser les auxiliaires (plantes fleuries, plantes nectarifères, plantes réservoir, plantes à pollen) ou à agir sur les ravageurs directement (plantes pièges, plantes indicatrices, plantes répulsives) pour faciliter leur contrôle » (Ferre, 2016).

Pollen, Nutrimite® : pollen à base de massette, *Typha angustifolia L*, qui est déposé sur les plantes après un lâcher d'acarien prédateur. Il va permettre le maintien et le développement de ces populations sur la culture en l'absence de proies ou sur des cultures ne produisant pas de pollen (Biobest, 2017).

Protection Biologique Intégrée (PBI) : stratégie de lutte contre des organismes nuisibles qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant aux exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance (Ferron, 1999).

Liste des abréviations

ASTREDHOR : Association nationale de STRuctures d'Expérimentation et de Démonstration en HORTiculture

BPE : Bonnes Pratiques d'Expérimentation

BSV : Bulletin de santé du végétal

CATT : Controlled Atmosphere Temperature Treatment

CDHRC : Comité de Développement Horticole de la Région Centre-Val de Loire

DEPHY : Démonstration, Expérimentation et Production de références sur les systèmes économes en produits PHYtosanitaires

ETP : Equivalent Temps Plein / EvaproTranspiration Potentielle

GNIS : Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants

ING : Impatience de Nouvelle Guinée

LB : Lutte Biologique

LB1 : Modalité Lutte Biologique utilisant les acariens prédateurs *A.swirskii* et *A.californicus*

LB2 : Modalité Lutte Biologique innovante utilisant les acariens prédateurs *A.swirskii* et *A.californicus*, du pollen et des plantes de services

PBI : Protection Biologique Intégrée

TNT : Témoin non traité

Liste des Figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Schéma des différents outils utilisés en Protection Biologique Intégrée (source : réalisation Christine Delpech, 2017, inspirée d'un document interne du CDHR, 2017) | 1 |
| Figure 2 : Carte de la répartition géographique de l'économie de la production en horticulture et en pépinière ornementale (source : FranceAgrimer, 2016) | 2 |
| Figure 3 : Localisation de la station du CDHR Centre-Val de Loire ainsi que les autres stations de l'institut ASTREDHOR (source : astredhor.fr) et une vue de l'ensemble des équipements de la station du CDHR (source interne : Johanna Couraudon, 2017) | 4 |
| Figure 4 : Organigramme du CDHR pour l'année 2017 (source : interne du CDHR, 2017) | 4 |
| Figure 5 : Photographie d'une bande fleurie et d'une haie bocagère implantées sur la station du CDHR (source : Christine Delpech, 2017) | 4 |
| Figure 6 : Différents acteurs formant le réseau du CDHR (source : document interne du CDHR, 2017) | 5 |
| Figure 7 : Répartition des différents financements du CDHR (source : document interne rapport financier au 31/12/2016) | 5 |
| Figure 8 : Photographie d'une femelle tarsonème et d'un tétranyque vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017) | 6 |
| Figure 9 : Caractéristiques biologique du tarsonème <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (source : Fasulo et alii, 2016 et Koppert, 2014) | 6 |
| Figure 10 : Cycle biologique du tarsonème <i>P. latus en été</i> (source : Christine Delpech, 2017) | 6 |
| Figure 11 : Photographies regroupant différents dégâts provoqués par les tarsonèmes sur différents végétaux (source : personnelle inspirée de Authier, 2014 ; Koppert, 2015) | 7 |
| Figure 12 : Photo d'un mâle tarsonème transportant une pseudo-nymphe vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017) | 7 |
| Figure 13 : Graphique représentant les seuils liés aux contrôles des ravageurs (source : Hilliard et Reedyk (Agriculture et agroalimentaire Canada), 2014) | 10 |
| Figure 14 : Dispositif expérimental de l'essai (source : Christine Delpech 2017) | 12 |
| Figure 15 : Abords du tunnel de l'essai (source : Christine Delpech, 2017) | 13 |
| Figure 16 : Photographie d'une placette élémentaire (source : Christine Delpech, 2017) | 13 |
| Figure 17 : Application de pollen sur une parcelle élémentaire (source : Christine Delpech) | 14 |
| Figure 18 : Installation d'une Impatience de Nouvelle Guinée au centre d'une placette élémentaire de la modalité lutte biologique innovante (source : Christine Delpech, 2017) | 14 |
| Figure 19 : <i>Pool</i> d'Impatience de Nouvelle Guinée mis en culture sous serre en verre (source : Christine Delpech, 2017) | 14 |

| | |
|---|----|
| Figure 20 : Formule d'ABBOTT permettant de calculer l'efficacité d'un produit phytopharmaceutique (Graillot, 2016) | 15 |
| Figure 21 : Notations de la répartition de la population de tarsonèmes sur plante entière (source : Christine Delpech, 2017)..... | 16 |
| Figure 22 : Elevage de tarsonème sur lierre (source : Christine Delpech, 2017) | 16 |
| Figure 23 : Schéma du dispositif de choix (source : Christine Delpech, 2017)..... | 17 |
| Figure 24 : Schéma de la méthode d'analyse statistique (source : Christine Delpech) | 17 |
| Figure 25 : Suivi de l'hygrométrie du tunnel durant l'essai (source : Christine Delpech, 2017)..... | 18 |
| Figure 26 : Evolution des températures du tunnel durant l'essai (source : Christine Delpech, 2017) | 18 |
| Figure 27 : Suivi de l'infestation naturelle en tarsonème des <i>T. jasminoides</i> (source : Christine Delpech, 2017) | 18 |
| Figure 28 : Dynamique de population de tarsonème pour la modalité référence chimique et de la modalité témoin eau (source : Christine Delpech, 2017)..... | 19 |
| Figure 29 : Photographie de la semaine 23 de feuilles de <i>T.jasminoides</i> présentant des symptômes dus à la présence de tarsonèmes (source : Christine Delpech, 2017) | 19 |
| Figure 30 : Efficacité du traitement chimique sur tous les stades de tarsonèmes calculée à partir de Formule d'ABBOTT suite au traitement de la semaine 24 (source : Christine Delpech, 2017) | 20 |
| Figure 31 : Dynamique de population de tarsonème pour les modalités lutte biologique (source : Christine Delpech, 2017)..... | 20 |
| Figure 32 : Efficacité du des lâchers d'auxiliaires sur la population de tarsonèmes totale calculée à partir de Formule d'ABBOTT suite au traitement de la semaine 24 | 21 |
| Figure 33 : Dynamiques de la population d'acariens prédateurs pour les modalités lutte biologique et le TNT | 21 |
| Figure 34 : Photographies d'un œuf et d'un adulte acarien prédateur observées à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017) | 21 |
| Figure 35 : Suivis de la population de tarsonème par stade, des ING et de la modalité lutte biologique innovante (LB2) | 22 |
| Figure 36 : Dynamique de population des tarsonèmes de l'ensemble des modalités | 42 |
| Figure 37 : Suivis de la population de <i>Stethorus punctillum</i> , illustrés de photographies des différents stades de <i>Stethorus punctillum</i> observés sur feuille de <i>T.jasminoides</i> | 42 |
| Figure 38 : Composition du coût économique €/m ² | 23 |
| Figure 39 : Qualité commerciale de chaque modalité | 24 |
| Figure 40 : Résultats des tests de choix réalisés sur tarsonème entre le jasmin et le lierre, l'eclipta et l'ING ... | 24 |
| Figure 41 : Résultats du test de choix réalisé sur <i>A.swirskii</i> | 24 |
| Figure 42 : Répartition des formes mobiles et immobiles sur <i>T.jasminoides</i> en semaine 31 | 24 |
| Figure 43 : Suivis de la biodiversité sur plante entière de <i>T.jasminoides</i> pour les semaines 26, 29 et 31 | 25 |

| | |
|--|----|
| Figure 44 : Photographie d'une cécidomyie prédatrice, <i>Feltiella acarisuga</i> , sur feuille de <i>T.jasminoides</i> vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017) | 25 |
| Figure 45 : Dynamique de population de l'acarien tétranyque observée sur l'ensemble des modalités | 26 |
| Figure 46 : Photographie de l'acarien prédateur <i>P. persimilis</i> observé à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017) | 26 |
| Figure 47 : Photographie de parcelle de <i>T.jasminoides</i> d'un producteur (source : Johanna Couraudon, 2017) . | 27 |
| Figure 48 : Photographie de l'essai Pollen mis en place au CDHR avec un zoom sur la plante Typha (source : Christine Delpech, 2017) | 29 |
| Figure 49 : Photographie d'un acarien neutre observé sur les feuilles de <i>T.jasminoides</i> vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017) | 31 |
| Figure 50 : Proposition de règle de décision déclenchant une intervention contre les tarsonèmes pour les professionnels (source : Christine Delpech, 2017) | 31 |
| Figure 51 : Proposition de règle de décision avec une plante indicatrice déclenchant une intervention contre les tarsonèmes pour les professionnels (source : Christine Delpech, 2017) | 31 |

Liste des tableaux

| | |
|--|-----|
| Tableau I : Acaricides utilisés contre le tarsonème (source : BASF, 2016 ; RECA, 2013 ; Desangosse, 2017) .. | 8 |
| Tableau II : Caractéristique de l'acarien prédateur <i>A. Californicus</i> (source : Biobest, 2017)..... | 10 |
| Tableau III : Caractéristique de l'acarien prédateur <i>A. Swirskii</i> (Source Biobest, 2017) | 180 |
| Tableau IV : Tableau de compatibilité de la matière active Abamectin contenu dans le produit phytosanitaire Vertimec® avec les auxiliaires (source : Christine Delpech, 2017, d'après Biobest, 2017) | 11 |
| Tableau V : Principaux bio-agresseurs du <i>T. jasminoides</i> , (source : Ratho, 2008)..... | 12 |
| Tableau VI : Les différentes modalités de l'essai (source : Christine Delpech, 2017) | 13 |
| Tableau VII : Echelle de notation du tarsonème..... | 15 |
| Tableau VIII : Echelle de notation et coefficient de présence de l'acarien tétranyque..... | 15 |
| Tableau IX : Tableau des classes de la qualité de production (source Compte rendu d'expérimentation 2016) | 16 |
| Tableau X : Ensemble des critères pris en compte dans le coût de la protection sanitaire (en €)..... | 16 |
| Tableau XI : Résultats de l'analyse statistiques comparant le nombre total de tarsonèmes pour l'ensemble des modalités..... | 23 |
| Tableau XII : Coût économique des trois stratégies de protections phytosanitaires | 24 |
| Tableau XIII : Tableau des classes de la qualité de production (source Compte rendu d'expérimentation 2016) | 24 |
| Tableau XIV : Tableau des prix des acariens prédateurs (Biobest, 2017) | 28 |
| Tableau XV : Tableau de compatibilité de la matière active Abamectine contenu dans le produit phytosanitaire Vertimec® avec les auxiliaires (source : Delpech, 2017, d'après Biobest, 2017) | 30 |
| Tableau XVI : Propositions de modalités pour l'année 2018 (source : Christine Delpech, 2017) | 33 |

Liste des annexes

| | |
|--|------|
| Annexe I : Fiche technique du produit Nutrimite ® (Biobest, 2016) | I |
| Annexe II : Fiche de notations hebdomadaires | III |
| Annexe III : Méthode testée en semaine 20 pour diminuer le temps d'observation des feuilles | IV |
| Annexe IV : Photographie du 16/06/2017 d'une nymphe de tarsonème desséchée vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017) | V |
| Annexe V : Données de l'essai 2016 : dynamique de la population et relevé de température | VI |
| Annexe VI : Détail du coût de protection | VII |
| Annexe VII : Calendrier des interventions réalisées dans l'essai | VIII |

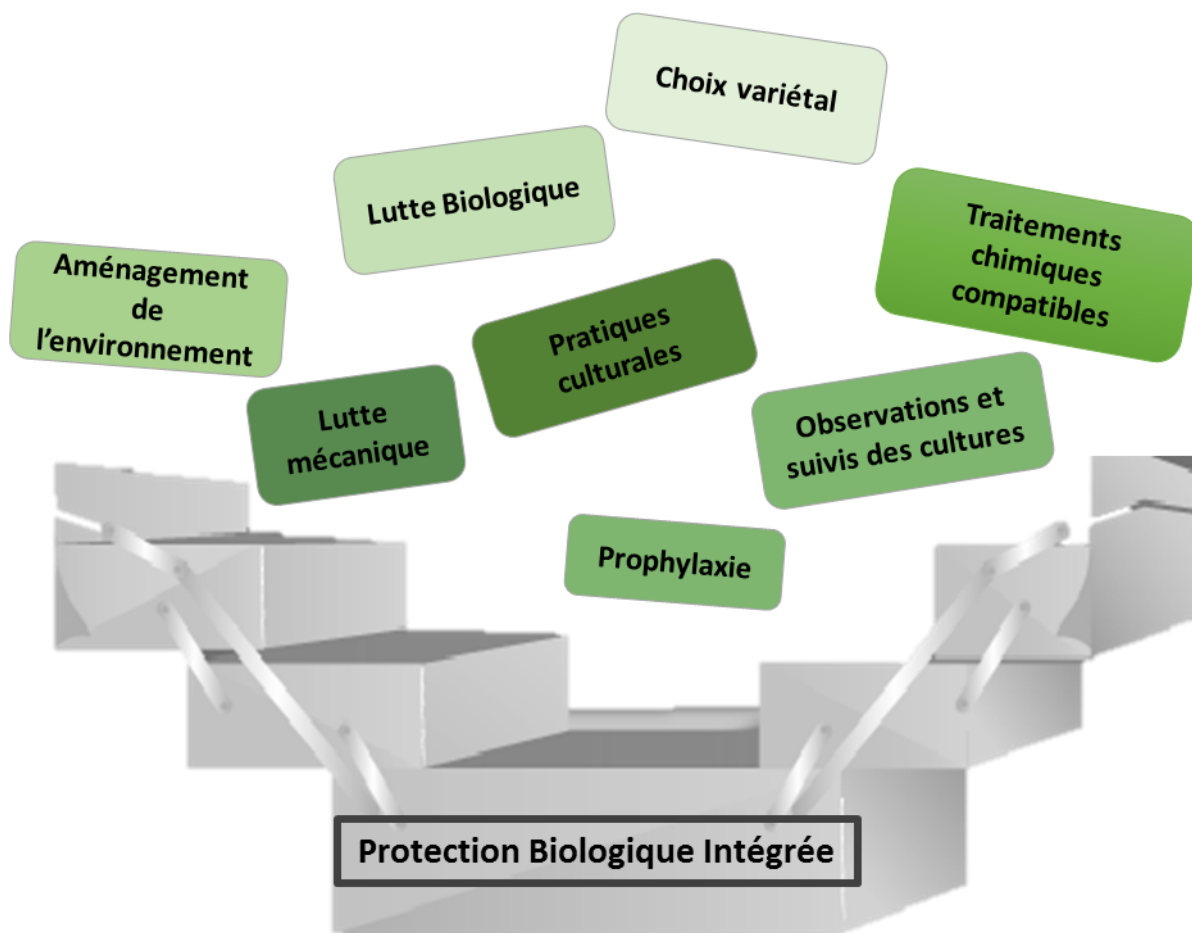


Figure 1 : Schéma des différents outils utilisés en Protection Biologique Intégrée (source : réalisation Christine Delpech, 2017, inspirée d'un document interne du CDHR, 2017)

1. Introduction

L'horticulture ornementale est une vaste filière regroupant les fleurs et feuillage coupés, les plantes en pot et à massif, les bulbes et les plantes de pépinière. Ce secteur souffre de la mondialisation. La France importe plus de produits qu'elle n'en exporte. Ainsi, en 2014, la balance commerciale de ce secteur était négative, avec un déficit de 814 millions d'euros (FranceAgriMer, 2015). Le domaine horticole doit donc faire face à la concurrence économique des pays européens, mais elle doit également faire face aux nouvelles problématiques environnementales et à la demande croissante de qualité des consommateurs.

En effet, la qualité des produits vendus est un critère très important. Les nombreux projets réalisés par l'institut ASTREDHOR (institut technique horticole) prouvent l'importance d'améliorer la qualité des végétaux pour la vente (Val'Hor, 2017). Les plantes sont souvent achetées pour être offertes ou pour soi-même. En 2014, 44% des achats de plantes fleuries en pot sont destinés à la personne elle-même. Les plantes horticoles doivent être attirantes pour le consommateur afin de déclencher une vente (FranceAgrimer, 2015). Les achats sont souvent impulsifs, 29% des français se considèrent comme des acheteurs impulsifs (Unibail, 2016). Il est nécessaire que la qualité des végétaux soit irréprochable. Les bioagresseurs sont le premier facteur à l'origine d'une mauvaise qualité.

En effet, dans deux tiers des cas, les ravageurs sont la cause de dépérissement des plants, devançant les maladies (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, mars 2016). Les dégâts causés par les ravageurs sur les plants peuvent déprécier le produit fini. Ainsi, les horticulteurs ont régulièrement recouru à la lutte chimique contre les nombreux ravageurs, cette méthode de lutte étant souvent la plus efficace et la plus rentable. Toutefois, de nouveaux enjeux sociaux environnementaux poussent le monde horticole à chercher des luttes alternatives.

Le plan Ecophyto est un projet national visant à réduire l'utilisation de produits phytosanitaires tout en garantissant des produits de qualité et une rentabilité économique pour les producteurs (Ministère de l'agriculture, 2015). Un des systèmes de lutte alternatif à la lutte chimique est la Protection Biologique Intégrée (PBI) (**Figure 1**). La PBI est « une stratégie de lutte contre des organismes nuisibles qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant aux exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance » (Ferron, 1999). Cette stratégie peut également aider les producteurs à faire face à la diminution du nombre de matières actives autorisées sur les nombreuses cultures mineures cultivées en horticulture.

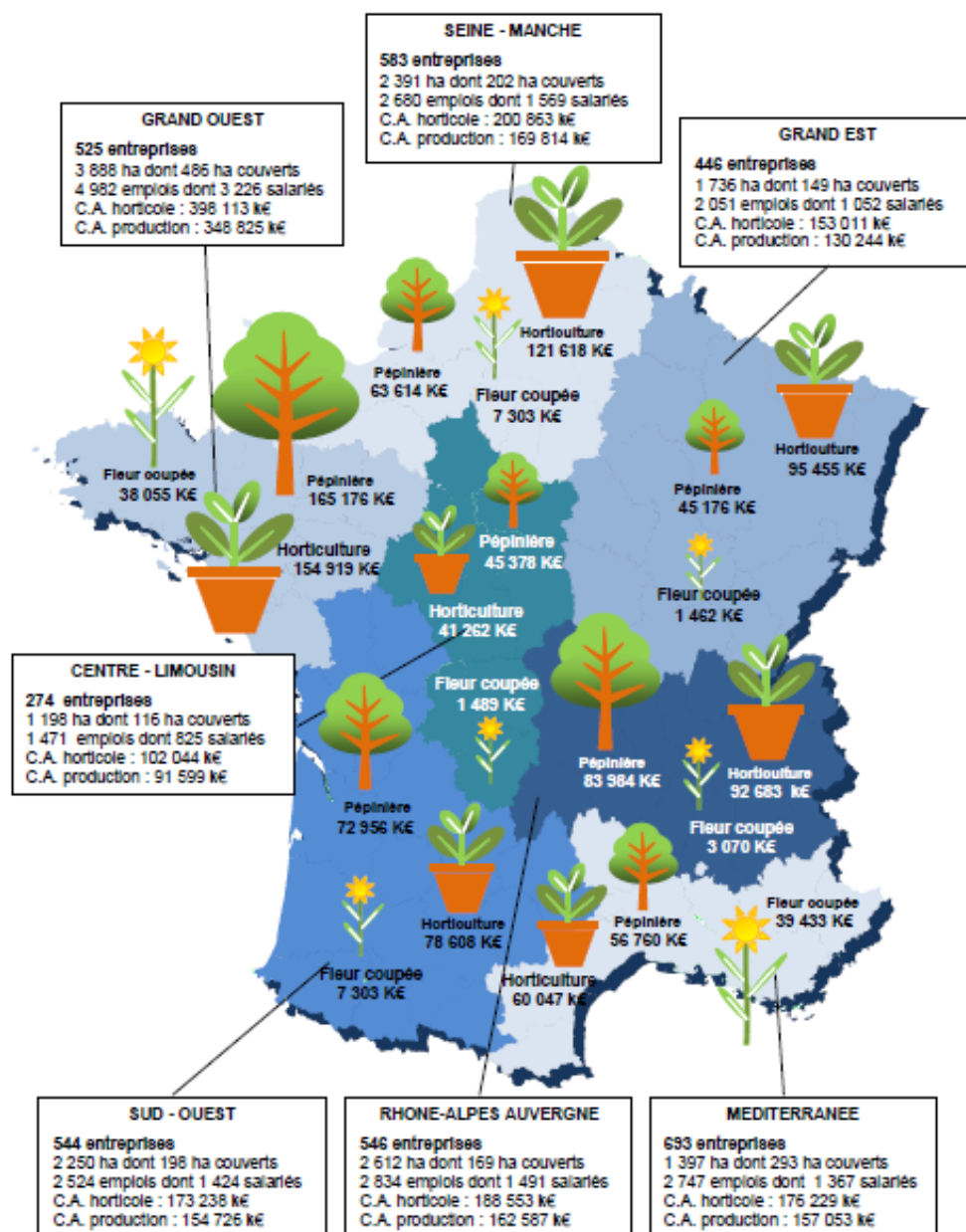


Figure 2 : Carte de la répartition géographique de l'économie de la production en horticulture et en pépinière ornementale (source : FranceAgrimer, 2016)

Suite à la mise en place du plan Ecophyto et à une réévaluation de la dangerosité des produits phytosanitaires, le nombre de matière active autorisée a diminué. C'est ainsi que des matières actives ont été interdites sans solution de remplacement. La matière active tébufenpyrad, utilisée dans l'acaricide Masai® (BASF Agro) a vu son usage interdit en « cultures florales et plantes vertes » en 2015 (E-phy, 2016). Son usage reste autorisé sur « arbres et arbustes », mais son interdiction totale est à prévoir. Le risque est d'utiliser plus régulièrement une même matière active et de favoriser les phénomènes de résistances ou ne plus avoir de méthode de lutte efficace contre certains ravageurs.

L'interdiction totale du tébufenpyrad serait très problématique dans la lutte contre le tarsonème. Il est donc important de trouver des méthodes efficaces.

Le tarsonème, *Polyphagotarsonemus latus*, est un acarien rencontré depuis plus de trois ans dans les cultures horticoles sous abris comme le cyclamen, le gerbera mais également en maraîchage sur fraisier et tomate (Authier, 2014). Il possède une large gamme d'hôte. Pour se nourrir, le tarsonème pique les feuilles des végétaux et injecte une toxine qui va provoquer l'ondulation ou le froissement des feuilles pouvant aller jusqu'à la mort de la plante (Koppert, 2013). Outre le faible nombre de matière active homologuée contre cet acarien, sa détection est complexe de par sa taille qui est de l'ordre du millimètre ainsi que les faibles connaissances de sa biologie, font que la gestion du tarsonème est difficile.

C'est pourquoi les producteurs de la région Centre-Val de Loire ont demandé au CDHR, de collecter des informations sur le tarsonème et d'expérimenter des méthodes de luttés en PBI. L'objectif de cette expérimentation est d'évaluer différentes méthodes alternatives de lutte contre le tarsonème. La région Centre-Val de Loire étant une région dont l'activité principale est la pépinière (**Figure 2**), il a été choisi d'étudier une plante cultivée majoritairement dans l'Orléanais, le *Trachelospermum jasminoides*, le jasmin étoilé. Les plantes grimpantes favorisent la dispersion des acariens par leur développement directionnel et par sa méthode de production. Les nombreuses interventions nécessaires à sa culture comme l'accolage, vont favoriser la dispersion des acariens par l'Homme. D'après l'interprofession française de l'horticulture, de la fleuristerie et du paysage, la production de ce végétal est une valeur sûre pour les producteurs car il appartient aux végétaux classés dans la tendance romantique. Cette tendance a la caractéristique de durer dans le temps (VAL'HOR, 2016). En 2014, les ventes de jasmin représentaient 0,4% des parts de marché des plantes fleuries vendues en pots (Franceagrimer, 2015).

Cet essai se déroulera sur plusieurs années en station. Les principaux objectifs de cette étude sont de créer des références techniques et de définir des seuils d'intervention applicables par les producteurs. Pour cela, une expérimentation sous abris a été mise en place. Cet essai a débuté en 2016, cette première année avait pour objectif d'acquérir des références sur la biologie du tarsonème et de tester l'utilisation de deux acariens prédateurs, *Amblyseius (Neoseiulus) californicus* et *Amblyseius (Typhlodromips) swirskii* contre ce ravageur. En 2017, l'objectif est de continuer à évaluer l'efficacité de la stratégie alternative, tout en testant des améliorations apportées à la méthode validée en première année d'essai, comme l'utilisation de plante indicatrice, ou l'utilité d'un apport de pollen pour les auxiliaires. Les seuils d'intervention seront également affinés.

Une troisième année d'essais permettra de tester une stratégie globale intégrant plusieurs méthodes alternatives. Une quatrième année servira à valider les stratégies retenues les années précédentes. Ces stratégies pourront être également validées chez les producteurs.

Il semble donc intéressant de poser la problématique suivante :

Quelles stratégies alternatives peuvent être mises en place pour contrôler le tarsonème, *Polyphagotarsonemus latus* sur *Trachelospermum jasminoides* ?

Est-ce que l'installation des plantes indicatrices dans les parcelles aide à la détection précoce des tarsonèmes ? Est-ce que les auxiliaires, *A.californicus* et *A.swirskii* sont adaptés à la lutte contre le tarsonème ? Est-ce que des stratégies alternatives sont applicables chez les producteurs et sont économiquement rentables ?

Mes missions seront d'effectuer une veille bibliographique sur les différentes stratégies de lutte contre le tarsonème. La mise en place de l'essai sous tunnel m'est également confiée ainsi que la conduite de l'essai : accolage, effleurage, surfaçage... Je réaliserai les notations hebdomadaires afin de suivre la population de ce ravageur.

Dans un premier temps, ce rapport présentera la structure d'accueil CDHR, puis une synthèse bibliographique sera développée. Elle portera sur le tarsonème *Polyphagotarsonemus latus* ainsi que des méthodes de lutte associées. Dans une seconde partie sera détaillée le matériel et méthodes utilisés dans cet essai. Les résultats de l'essai seront décrits dans une troisième partie suivie de la discussion de ces résultats. Enfin, une conclusion terminera ce rapport.

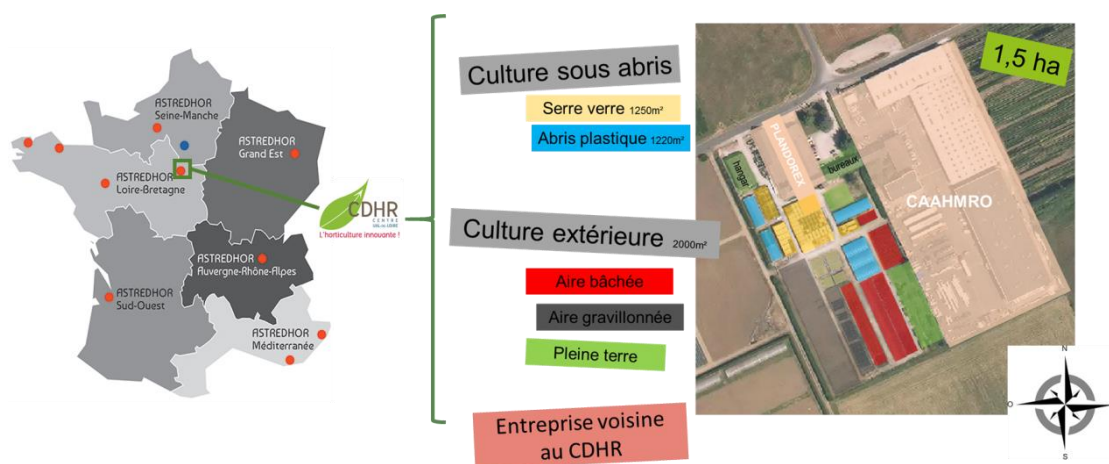


Figure 3 : Localisation de la station du CDHR Centre-Val de Loire ainsi que les autres stations de l'institut ASTREDHOR (source : astredhor.fr) et une vue de l'ensemble des équipements de la station du CDHR (source interne : Johanna Couraudon, 2017)

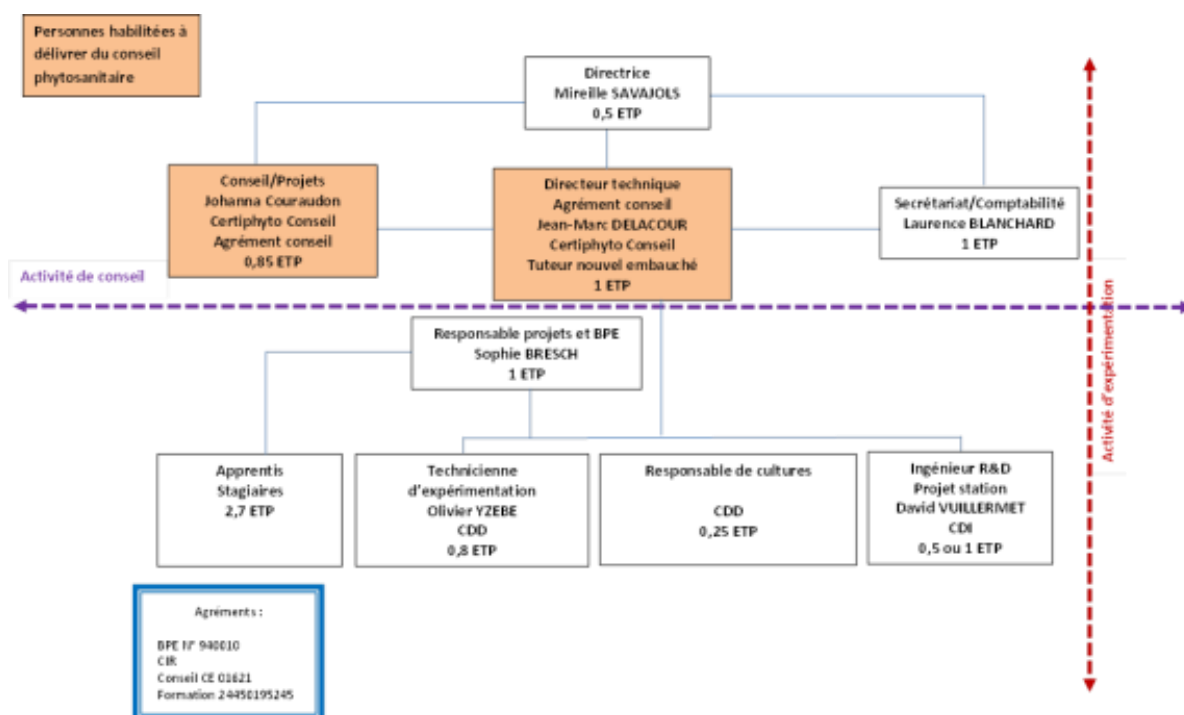


Figure 4 : Organigramme du CDHR pour l'année 2017 (source : interne du CDHR, 2017)



Figure 5 : Photographie d'une bande fleurie et d'une haie bocagère implantées sur la station du CDHR (source : Christine Delpéch, 2017)

1.1. Présentation du CDHR

Le CDHR Centre est une association de loi 1901, créée en 1981 par un groupement de producteurs horticoles et pépiniéristes qui souhaitent développer une structure d'expérimentation, de conseil et de formation. Son domaine d'activité englobe la pépinière ornementale, les plantes en pot et à massif ainsi que la pépinière fruitière. Le CDHR est localisé dans la zone horticole de Cornay proche de Saint Cyr en Val, dans la région Centre-Val de Loire (**Figure 3**). Sa localisation lui permet d'avoir des conditions de culture similaires à ceux de leurs adhérents.

Le CDHR fait partie des dix stations d'expérimentation de l'institut ASTREDHOR (Association nationale de STRuctures d'Expérimentation et de Démonstration en HORTiculture). Il fait également parti d'un large réseau composé de la chambre d'agriculture du Loiret, de différents groupes de travail et du GNIS (Groupement National Interprofessionnel des Semences et plants).

Son équipe est composée de quatre membres permanents (**Figure 4**). Le directeur, Jean-Marc Delacour assure une partie du conseil auprès des professionnels, Laurence Blanchard s'occupe de l'administratif en tant que secrétaire comptable et administrative. David Vuillermet est chargé de mission recherche et développement et innovation. Enfin, Sophie Bresch est responsable des projets et des BPE (Bonnes Pratiques d'expérimentation). Johanna Couraudon accompagne temporairement cette équipe comme conseillère horticole. Durant la saison, un technicien d'expérimentation et un technicien de production travaillent sur la station, accompagnés par trois stagiaires en stage de fin d'étude et deux apprentis.

1.1.1. La station expérimentale

a) Infrastructures

Les infrastructures du CDHR se composent de trois tunnels plastiques, d'une multi-chapelle, de serre en verre et de plates-formes extérieures. L'ensemble s'étend sur 1.5 ha. Cette diversité d'équipement permet de cultiver en pleine terre et en hors sol (**Figure 3**).

b) Gestion de l'environnement

Le CDHR est une station d'expérimentation. La station doit être une vitrine de tout ce qui est possible de faire chez les producteurs. Des haies bocagères, des bandes fleuries sont implantées aux abords des serres afin de développer une faune indigène et des zones entre les serres sont enherbées afin de diminuer l'utilisation d'herbicides (**Figure 5**).



Figure 6 : Différents acteurs formant le réseau du CDHR (source : document interne du CDHR, 2017)

Répartition du financement du CDHR

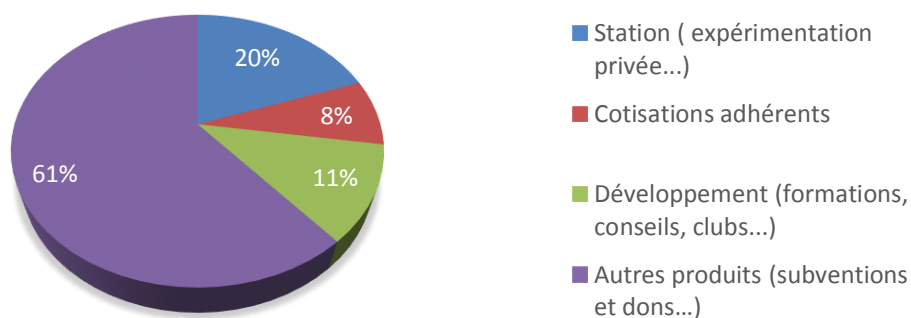


Figure 7 : Répartition des différents financements du CDHR (source : document interne rapport financier au 31/12/2016)

De plus, la station du CDHR est localisée sur une zone de captage des eaux potables. Cette localisation impose une gestion de la fertilisation et des effluents de produits phytosanitaires utilisés.

c) Missions et activités

Le CDHR a pour but de réaliser des itinéraires culturels pour les professionnels afin de les aider à optimiser leurs techniques de productions.

Certains essais sont mis en place pour améliorer des références techniques déjà utilisées et d'autres portent sur des techniques complètement innovantes.

Les résultats des essais sont diffusés aux professionnels par le biais des journées portes ouvertes, des journées techniques et de l'Hortiflash.

Les essais sont commandités par les adhérents. En 2016, trente-quatre essais ont été réalisés, ils se divisent en treize essais privés et vingt essais publics. Il existe différentes catégories de programmes d'essais.

- ✿ Programmes nationaux : Le CDHR appartient à un réseau national de l'institut ASTREDHOR, ainsi il peut être amené à mettre en place des essais nationaux comme les essais DEPHY EXPE (Démonstration, expérimentation et production de références sur les systèmes économes en produits phytosanitaires).
- ✿ Programmes régionaux : ils ciblent une problématique précise rencontrée par les adhérents de la région. L'étude des stratégies de Protection Biologique Intégrée contre le tarsonème sur *Trachelospermum jasminoides* fait partie de ce programme.
- ✿ Programmes privés : des entreprises commanditent le CDHR pour réaliser des essais dont les résultats seront confidentiels. Le CDHR peut être prestataire de service.

De plus, le CDHR est agréé Bonnes Pratiques d'Expérimentation (BPE), ce qui lui permet de réaliser des essais officiellement reconnus. Ainsi, la station peut mettre en place des essais d'homologation de produits phytosanitaires.

Le CDHR a également une activité de conseil technico-économique auprès de producteurs sur des thèmes variés comme le suivi cultural, les méthodes alternatives.

L'équipe du CDHR propose également des formations, notamment sur la Protection Biologique Intégrée.

d) Financement

Divers acteurs participent au financement du CDHR (**figure 6**). Cela s'explique par ses activités variées de conseil, d'expérimentation, de production... (**Figure 7**)

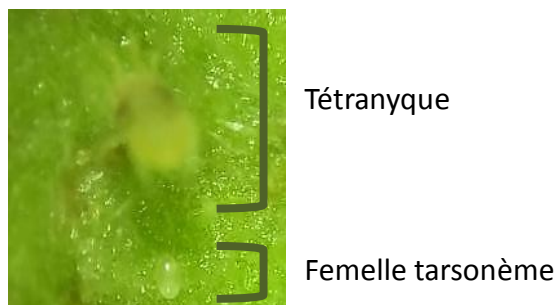


Figure 8 : Photographie d'une femelle tarsonème et d'un tétranyque vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017)

| |
|---|
| Œuf Taille : 0,07 mm Aspect : ovale de couleur translucide tacheté de point blanc (29 à 37 tubercules blancs) Localisation : les œufs sont retrouvés sur la face inférieure des feuilles Les œufs se transforment en larves au bout de 3-5 jours en conditions optimales au printemps et de 7 à 10 jours en hiver |
| Larve Taille : 0,1 mm Aspect : couleur blanche avec un sillon blanc sur le dos, 6 pattes |
| Pseudo Nymphe Aspect : couleur plus transparente que la larve et de plus grande taille, c'est à ce stade que l'acarien acquière sa quatrième paire de pattes |
| Femelle Taille : 0,2 mm Nombre d'œuf pondu : 12 à 50 œufs sous serre Aspect : forme ovale avec une couleur jaune vert brillante et un sillon blanc sur le dos, elle possède 8 pattes Durée de vie : environs 10 jours en été |
| Mâle Taille : 0,11mm Aspect : couleur transparente avec un corps en forme de losange, le mâle possède 8 pattes plus longues que celle de la femelle ce qui lui permet d'être plus rapide, les deux les plus postérieures servent à transporter la pseudo nymphe. |

Figure 9 : Caractéristiques biologique du tarsonème *Polyphagotarsonemus latus* (source : Fasulo et alii, 2016 et Koppert, 2014)

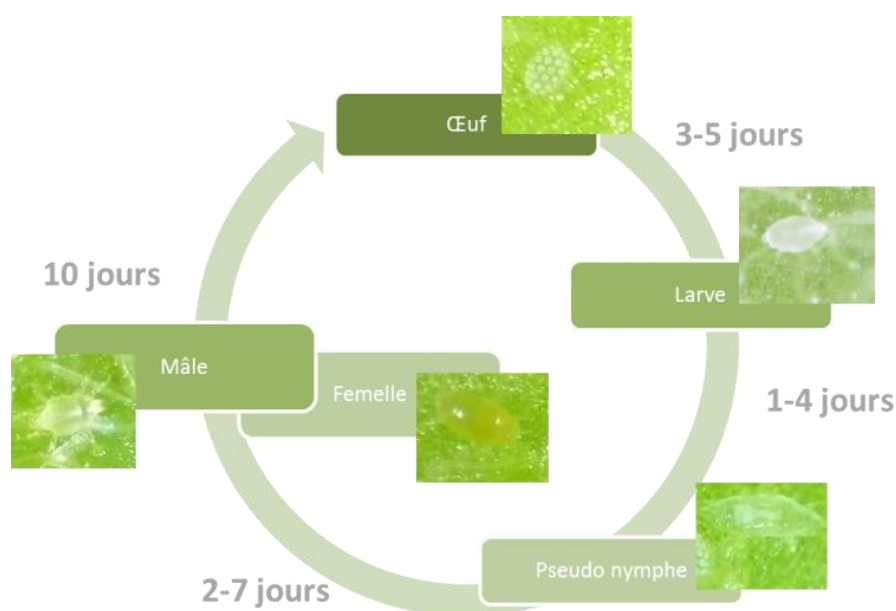


Figure 10 : Cycle biologique du tarsonème *P. latus* en été (source : Christine Delpech, 2017)

1.2. Synthèse Bibliographique du Tarsonème

1.2.1. Généralité

Deux espèces de tarsonème existent, *Phytonemus pallidus* et *Polyphagotarsonemus latus*. Ces deux espèces sont très difficiles à différencier morphologiquement, elles se distinguent par leur gamme d'hôte (Koppert, 2014). L'espèce *P.latus*, tarsonème trapus est celle provoquant de gros dégâts sur jasmin étoilé. Ce ravageur est originaire des zones tropicales. Il a été rencontré en Afrique dès le XIXème siècle. Sa gamme d'hôte est très large, plus de soixante familles de plantes (Grinberg *et al*, 2005).

Il est très difficile de le détecter à cause de sa taille, qui est 4 à 5 fois plus petite que celle des tétranyques (**Figure 8**). Les femelles mesurent moins de 0.2 mm, et les mâles 0.11 mm (**Figure 9**) (Fasulo *et alii*, 2016). L'utilisation d'une loupe au grossissement 16 à 20 fois est nécessaire à leur observation (Authier, 2014). Il est impossible de les observer avec une loupe de terrain qui a un grossissement compris entre x8 à x15. Ils sont généralement observés à la face inférieure des jeunes feuilles, à l'ombre. Sa cuticule est pauvre en chitine, c'est pourquoi cet acarien vit dans les milieux avec une forte humidité de 75 à 90%, loin du soleil (Koppert, 2014), et sa température optimale se situe entre 20 et 27°C (Authier, 2014). Au cours de sa vie, une femelle pondra entre 12 et 50 œufs. Les œufs non fécondés donneront des mâles et les œufs fécondés des femelles, la reproduction peut être parthénogamique. Généralement trois œufs sur quatre seront des femelles (Gerson, 1992 ; Koppert, 2015). Les œufs écloreont 1 à 4 jours après la ponte (**Figure 10**). Ces derniers ne survivent pas à une température inférieure à 7°C (Luybaert, 2015). En dessous de 8°C, les larves arrêtent leur développement. L'hiver n'est donc pas propice aux tarsonèmes. Durant les périodes froides, seules les femelles fécondées, cachées dans les végétaux survivent et permettront au printemps de recoloniser le milieu. Il faut également savoir que les tarsonèmes ne peuvent pas vivre dans un milieu inerte, ils ont besoins de se nourrir des sucs cellulaires des végétaux (Chambre d'agriculture du Lot et Garonne, 2011). En se nourrissant, ce ravageur sécrète des toxines qui vont induire des symptômes chez le végétal.

1.2.2. Dégâts

Lorsque cet acarien pique l'épiderme des jeunes feuilles, il sécrète une toxine. Une des réponses du végétal à cette attaque est l'inhibition de son développement. Il y a également un changement de texture de la feuille qui devient plus rigide, car la toxine déforme et épaissit les zones de croissance. Des études ont montré que cette toxine a un impact sur la morphologie et la structure de l'épiderme mais également du mésophylle.

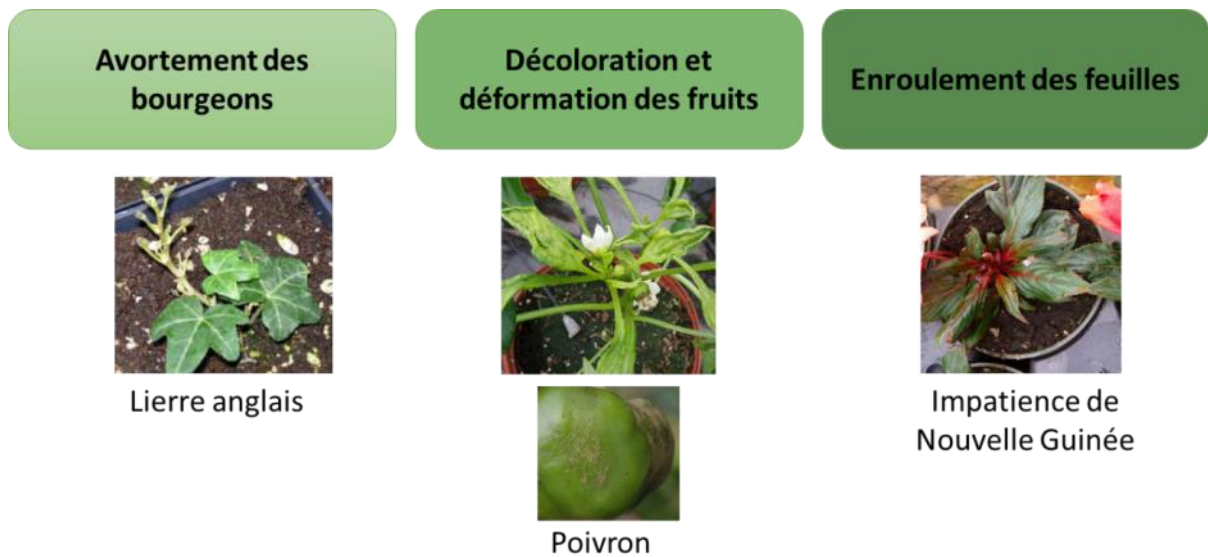


Figure 11 : Photographies regroupant différents dégâts provoqués par les tarsonèmes sur différents végétaux
(source : Christine Delpech, 2017, inspirée de Authier, 2014 ; Koppert, 2015)

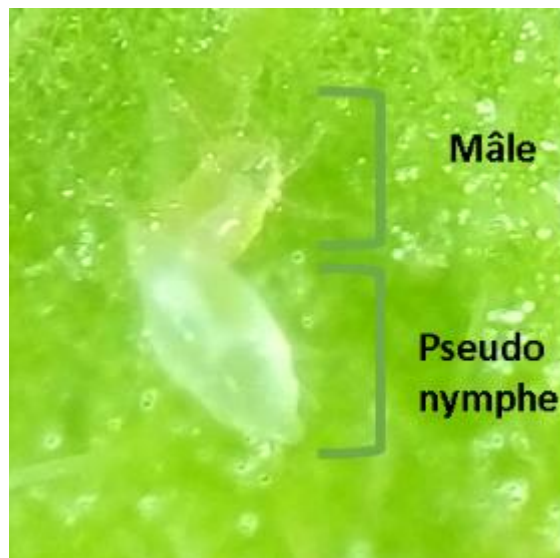


Figure 12 : Photo d'un mâle tarsonème transportant une pseudo-nymphe vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017)

Les symptômes peuvent être différents selon les espèces végétales (**Figure 11**), ils ressemblent souvent à de la phytotoxicité ou à une carence (Authier, 2014). Des malformations peuvent être également visibles ainsi que l'avortement des bourgeons. L'apparition des symptômes est très rapide et il est souvent trop tard pour agir. Malgré la faible mobilité du tarsonème, de grandes surfaces sont touchées. Cette observation s'explique par le fait que cet acarien est aidé pour se disperser.

1.2.3. Dispersion

La pseudo nymphe est très faiblement mobile. C'est le mâle qui en l'agrippant avec ses deux pattes arrières lui permet de se déplacer vers les jeunes feuilles (**Figure 12**). Quant aux adultes, ils se déplacent sur de faible distance, mais ils peuvent eux aussi être transportés ce qui leur permet de parcourir de grandes distances. L'Homme et le vent peuvent aider involontairement à la dispersion du tarsonème. Les plantes contaminées sont également un moyen de dissémination. De plus, les tarsonèmes se servent d'autres insectes comme moyen de locomotion. Ils s'attachent aux pattes des aleurodes. Il a été montré que l'attachement des tarsonèmes aux pucerons ou aux thrips était négligeable face à l'attachement aux aleurodes (Palevsky, 2001).

En vue de ces observations, il est envisageable de maîtriser les transporteurs comme l'aleurode pour empêcher la dissémination de ces acariens. Toutefois, l'aleurode n'est pas un ravageur problématique sur *Trachelospermum jasminoides*, contrairement aux pucerons qui malgré sa faible attraction par le tarsonème permet sa dissémination lors de forte infestation.

1.2.4. Méthode de Lutte

LUTTE PROPHYLACTIQUE

Pour éviter l'apparition ou la propagation du tarsonème, la première étape est de vérifier que les plantes importées dans l'entreprise ne sont pas porteuses de tarsonèmes en réalisant un contrôle sanitaire (contrôle visuel de symptômes ou contrôle plus poussé par un conseiller). Il est aussi conseillé de surveiller régulièrement les plantes afin de jeter tous plants présentant des dégâts. Le tarsonème est un acarien difficile à détecter rapidement. La mise en place de plante indicatrice peut permettre de détecter ce ravageur. Les Impatiences de Nouvelle Guinée attirent ce minuscule acarien (Senecal, 2008). Il est donc intéressant d'implanter des Impatiences de Nouvelle Guinée dans les cultures d'intérêt et de vérifier régulièrement à la loupe binoculaire la présence de *P.latus* sur les feuilles.

Une désinfection du matériel évite la dissémination du tarsonème entre les plantes.

Tableau I : Acaricides utilisés contre le tarsonème (source : BASF, 2016 ; RECA, 2013 ; Desangosse, 2017)

| Nom commercial | Mode d'action | Substance active | Usage homologué | Seuil d'intervention | Nombre d'application maximale |
|--|---|-------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|
| <i>Vertimec® (Syngenta)</i> | Ingestion (canaux de chlorure GABA) Agit sur les formes mobiles | Abamectine | Arbres et arbustes | Appliqué dès l'apparition des premiers individus ou dès les premiers symptômes | 2 |
| <i>Floramite 240 SC® Arysta lifescience Great Britain) (compatible avec stratégie PBI)</i> | Système nerveux Agit sur tous les stades (œufs, larves, nymphes, adultes) | Bifenazate | Cultures florales et plantes vertes | Dès l'apparition des premiers acariens | 4 (traiter à 7 jours d'intervalle) |
| <i>Masai® (BASF Agro)</i> | Contact et ingestion Inhibe la respiration mitochondriale Agit sur tous les stades : œufs, larves, nymphes, adultes | Tébufenpyrad | Arbres et arbustes | Dès que les premières formes mobiles sont visibles | 1 |

Ensuite, pour éviter leur installation il est intéressant de garder un climat défavorable au tarsonème. Le tarsonème a besoin d'un environnement sombre, avec une forte hygrométrie et des températures comprises entre 20 et 27°C, donc pour empêcher l'installation du tarsonème, il est préférable de maintenir une faible hygrométrie et des températures supérieures à 30°C ou inférieures à 20°C avec une forte luminosité.

Ces conditions défavorables sont souvent les conditions rencontrées sous abris. Un vide sanitaire permet d'éviter une contamination par le tarsonème pour la culture suivante, car cet acarien ne survit pas sur un milieu inerte. Il faut donc également retirer toutes les adventices qui pourraient permettre son maintien.

Une autre méthode pour éviter l'infestation est l'utilisation de plante résistante à cet acarien. Des études portant sur la comparaison de la capacité de plusieurs variétés de pastèques à résister aux attaques de tarsonèmes ont été réalisées (Kousik *et alii*, 2007). Cependant, il n'existe qu'une seule variété de *T.jasminoides* produite.

Même si les méthodes prophylactiques permettent de diminuer les risques de contamination par ce ravageur, ils ne suffisent pas toujours. Les producteurs ont recours à d'autres méthodes de lutte.

LUTTE CHIMIQUE

La principale méthode de lutte est chimique. Cependant, les produits homologués à cet usage sont de moins en moins nombreux. Les produits, Masai®, Vertimec® et Floramite 240 SC® sont disponibles (**Tableau I**). Il est conseillé d'alterner les produits phytosanitaires avec des modes d'action différents, afin d'éviter le phénomène de résistance.

De plus, les tarsonèmes sont des acarins qui se nichent dans les boutons floraux, sous les feuilles à l'abri du soleil. Il est donc difficile d'atteindre les tarsonèmes avec la pulvérisation d'acaricide. L'utilisation d'un matériel adapté est nécessaire, comme les buses et la pression, permettant une meilleure diffusion des produits phytosanitaires pour atteindre cet acarien. Au CDHR, les volumes de bouillie sont augmentés pour recouvrir la totalité du feuillage. Habituellement les parcelles seraient traitées à 1000L/ha, mais pour les cultures grimpantes il sera utilisé 1500L/ha.

En 2016, l'application de Vertimec® contre tarsonème sur jasmin étoilé au CDHR a été d'une faible efficacité (seulement 36% d'efficacité neuf jours après la première application). Il est donc important de trouver des méthodes plus efficaces. Des études sont menées sur des techniques de lutte physique.

🌻 LUTTE PHYSIQUE

Les tarsonèmes se développent sur les jeunes feuilles, car ils n'arrivent pas à prélever la sève des feuilles plus âgées avec un épiderme plus dur. Ainsi, une taille des apex permet de diminuer les populations de tarsonème. Cela nécessite beaucoup de main d'œuvre, et la taille peut être vecteur d'autres maladies (Ferre, 2012). De plus, la taille n'est pas applicable à tous les végétaux.

🌻 LUTTE PAR PIEGEAGE

Comme on l'a vu précédemment, le tarsonème est difficile à détecter. Le Centre d'expertise en horticulture ornementale du Québec a tenté de développer une méthode de dépistage précoce des tarsonèmes. Différents pièges associés avec différentes kairomones ont été testés. Les kairomones utilisées étaient celles émises par les végétaux ou par les aleurodes. Aucun des pièges testés n'a eu un effet attractif significatif sur le tarsonème. Par conséquent, les recherches continuent (Martineau *et alii*, 2015).

🌻 LUTTE BIOLOGIQUE

Une autre méthode alternative possible face aux tarsonèmes, est la lutte biologique. Le principe de la lutte biologique est d'utiliser des organismes antagonistes pour prévenir ou réduire la population de ravageur (FREDON Lorraine, 2013).


En 2009, neuf acariens prédateurs ont été testés sur Gerbera, *Amblyseius andersoni*, *A. barkeri*, *A. cucumeris*, *A. californicus*, *A. fallacis* et *A. swirskii*, *Euseius ovalis*, *Typhlodromips montdorensis* et *Typhlodromalus limonicus*. Seuls *Amblyseius cucumeris*, *A. swirskii*, *A. andersoni* et *Typhlodromips montdorensis* ont réduit les populations de tarsonèmes (Arkesteijn *et alii*, 2011). Toutefois, les essais ont montré que ces acariens ne réussissent pas à éliminer les acariens ravageurs sur les plantes très atteintes. D'autres études sur poivrons confirment que des lâchers préventifs, dès les stades précoces des cultures permettent un contrôle des populations de tarsonèmes (Shipp *et alii*, 2008).

Malgré le fait que dans cette étude *A. californicus* n'est pas eu l'effet escompté sur ce ravageur, d'autres études ont montré son efficacité contre le tarsonème. Sur poivron *A. californicus* permet d'arrêter la prolifération des populations de tarsonèmes (Shipp *et alii*, 2008).

Tableau II : Caractéristique de l'acarien prédateur *A. Californicus* (source : Biobest (a), 2017)

| <i>A. Californicus</i> | | | |
|------------------------|--|---------------------------|-------------------------------|
| Conditions optimales | <ul style="list-style-type: none"> • $T^{\circ} > 8^{\circ}\text{C}$ | | |
| Ravageurs ciblés | <ul style="list-style-type: none"> • Tétranyques à deux points • Tarsonème trapu et commun | | |
| Consommation | 5 proies par jours | | |
| Cultures | <ul style="list-style-type: none"> • Plantes ornementales • Maraichères | | |
| Consignes de lâchers | Introduction | Quantité par m^2 | Fréquence |
| | Préventif | 25 individus | 2 fois à 7 jours d'intervalle |
| | Curatif | 100 individus | 3 fois à 7 jours d'intervalle |
| | Foyer | 200 individus | 3 fois à 7 jours d'intervalle |

Tableau III : Caractéristique de l'acarien prédateur *A. Swirskii* (source : Biobest (b), 2017)

| A.Swirskii | | | | Photographie (source : Christine Delpech, 2017) |
|----------------------|--|-------------------|-----------|---|
| Taille | 0.14mm de diamètre | | |  |
| Conditions optimales | <ul style="list-style-type: none">T° : 25°C à 28°C (inactifs en dessous de 15°C)Humidité : 70% | | | |
| Ravageurs ciblés | <ul style="list-style-type: none">ThripsTarsonèmes trapu <i>Polyphagotarsonemus latus</i>Tétranyques à deux pointsAleurodes | | | |
| Consommation | 5 à 10 proies par jour | | | |
| Cultures | <ul style="list-style-type: none">Plantes ornementalesMaraichères | | | |
| Consignes de lâchers | Introduction | Quantité par m² | Fréquence | |
| | Préventif | 25 individus | 14 jours | |
| | Curatif | 50 individus | 7 jours | |
| | Foyer | 100-250 individus | 7 jours | |

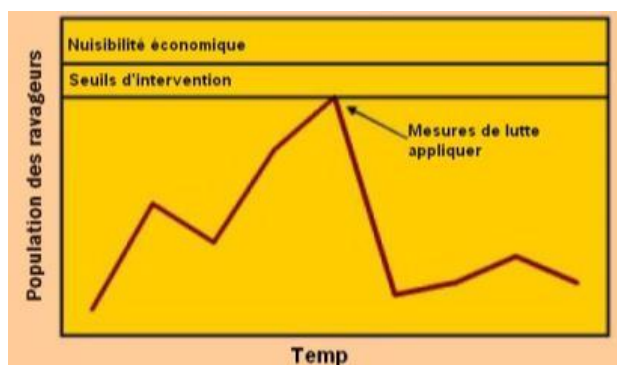


Figure 13 : Graphique représentant les seuils liés aux contrôles des ravageurs (source : Hilliard *et al* (Agriculture et agroalimentaire Canada), 2014)

De plus, le Bulletin de Santé du Végétal (BSV), production horticole de Provence Alpes Cotes d'Azur, conseille d'utiliser du *A.californicus* en conditions de faible présence de tarsonème sur Gerbera (Pinatel, 2017). Cet acarien prédateur se nourrit également des tétranyques. Son utilisation est donc intéressante pour les cultures qui présentent des problèmes de tarsonèmes et de tétranyques comme le jasmin étoilé (**Tableau II**).

Un autre acarien *A.swirskii*, est étudié pour sa capacité à contrôler *P.latus*. Il est intéressant car cet acarien prédateur est généraliste. Il se nourrit d'œufs d'aleurode. L'aleurode étant un vecteur du tarsonème cela permet de limiter sa dispersion (Roos van Maanen Lacher *et alii*, 2010). En curatif à la dose de 100 individus par m², les effets de *A. swirskii* sont comparables à un acaricide (Tal *et alii*, 2007) (**Tableau III**).

De plus, il peut être lâché en préventif. De la nourriture alternative peut être apportée afin de maintenir l'auxiliaire dans la culture. En effet, des apports de pollen lui permettront de constituer une bonne population de prédateur et de survivre en attendant l'apparition des tarsonèmes. Des études ont montré que le pollen pouvait améliorer l'établissement d'*A.swirskii* (Goleva, 2013).

D'autre complément alimentaire comme du Prédafix®, composé d'œufs d'acariens non viables peuvent être également apporté, mais le Prédafix® n'a pas eu d'effet significatif en 2016 sur la population de *A. swirskii* et *A. californicus*, et des brûlures sur le feuillage ont pu également être observées (Pauwels, 2014 et Graillot, 2016).

A. swirskii ne consomme plus de tarsonèmes en dessous de 15°C. Malgré cela, il est intéressant par sa grande consommation de proies (taux de proies 1 :20) (Roos van Maanen Lacher *et alii*, 2010) et part son prix de 2,22 euros pour 1000 individus (Biobest, 2017).

PROTECTION BIOLOGIQUE INTEGREE

La Protection Biologique Intégrée regroupe «un ensemble de méthodes satisfaisant aux exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance » (Ferron, 1999).

Un des objectifs de cette stratégie est d'obtenir un équilibre entre les ravageurs et les populations d'auxiliaires pour contenir les ravageurs à une faible population afin d'éviter d'atteindre le seuil de nuisibilité économique. Ce seuil est atteint lorsqu'il n'est plus rentable d'intervenir sur la culture en terme de protection sanitaire. Pour éviter de dépasser ce seuil, un seuil d'intervention est fixé (**Figure 13**), et il varie en fonction des entreprises, car elles n'ont pas les mêmes critères de tolérances faces aux bioagresseurs, ni les mêmes critères de qualité.

Tableau IV : Tableau de compatibilité de la matière active Abamectine contenu dans le produit phytosanitaire Vertimec® avec les auxiliaires (source : Christine Delpech, 2017, d'après Biobest (c), 2017)

| Auxiliaires | <i>A.californicus</i> | <i>A.swirskii</i> | <i>Chrysopa carnea</i> | | <i>P.persimilis</i> |
|-------------|-----------------------|-------------------|------------------------|---------|---------------------|
| | | | Larves | Adultes | |
| Toxicité | | | | | |
| Persistance | 5 jours | 2 semaines | 1 semaine | | 2 semaines |

Légende : Très Toxique



Peu toxique



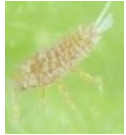



Ce seuil est inférieur au seuil de nuisibilité économique et justifie la mise en place de mesures de protection contre les ravageurs (Hilliard *et al*, 2014). Afin de ne pas l'atteindre, la mise en place de méthodes préventives est essentielle.

Si les éléments naturels de limitation (lutte biologique...) ne suffisent pas à contrôler les populations de ravageurs, il pourra être mis en place la lutte chimique. Il sera tout d'abord utiliser des produits phytosanitaires compatible PBI, c'est-à-dire peu toxique pour les auxiliaires ou avec une faible rémanence, puis si la population n'est toujours pas contrôlée, des traitements plus forts seront appliqués. Par exemple contre le tarsonème, si la lutte biologique ne suffit pas à contenir la population de ravageur, il sera déjà utilisé le produit Vertimec®, qui est compatible PBI (**Tableau IV**), avec une faible toxicité pour les larves de chrysope, toxique pour les auxiliaires mais sa faible rémanence permet de réintroduire les auxiliaires plus rapidement qu'avec un produit non compatible PBI. Si ce produit n'abaisse pas la population de tarsonèmes, un traitement plus fort sera positionné comme le Masai®.

De nombreuses méthodes de luttés contre les tarsonèmes sont testées. Or, le plus dur est de détecter la présence de ce ravageur. Il est donc essentiel de mettre en place des méthodes de lutte préventive afin d'empêcher son installation ou sa prolifération.

Tableau V : Principaux bio-agresseurs du *T. jasminoides*, (source : RATHO, 2008)

| Maladies | Symptômes | Lutte | Photographie |
|--|--|---|--|
| Pourriture des racines (<i>Pythium spp.</i>) | Primaires : collet détérioré, racines noircies Secondaires : flétrissement de la plante | Utilisation d'un substrat drainant Sélectionner les plants sains Traitements préventifs |  |
| Ravageurs | Symptômes | Lutte | |
| Tétranyque (<i>Tetranychus urticae</i>) | Directs : gaufrage des feuilles Indirects : présence de toile à forte infestation | Lutte biologique (acariens prédateurs) Traitements acaricides |  |
| Cochenille | Directs : jaunissement de la végétation, croissance ralentie Indirects : miellat et fumagine | Sélectionner des plants sains Vide sanitaire Lutte biologique (prédateurs, parasitoïdes) |  |
| Pucerons | Colonies au niveau de l'apex induisant une déformation des feuilles, miellat et fumagine | Taille des apex infectés Lutte biologique (prédateurs, parasitoïdes) Traitements aphicides |  |

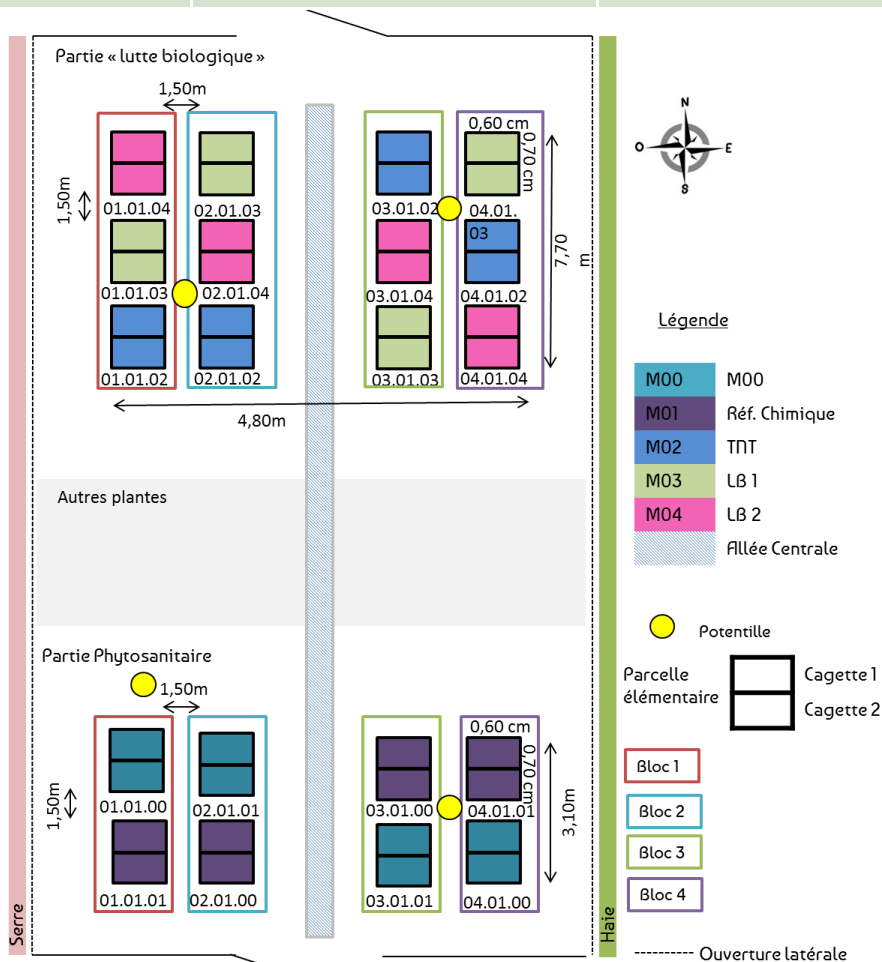


Figure 14 : Dispositif expérimental de l'essai (source : Christine Delpech 2017)

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Matériel végétal

Le *Trachelospermum jasminoides*, appelé jasmin étoilé ou faux jasmin, est une plante grimpante originaire des zones subtropicales d'Asie. Elle est utilisée dans les jardins comme plante ornementale. Ces conditions de cultures sont en adéquation avec le climat tempéré. Elle résiste aux gelés. Sa production est très importante dans l'Orléanais (RATHO, 2008).

2.1.2. Itinéraire de production

Pour que les résultats de l'essai soient applicables chez les producteurs, les conditions de cultures du jasmin étoilé au CDHR sont similaires à celles pratiquées chez les horticulteurs pépiniéristes. En effet, les plants utilisés sont des boutures de deux ans, provenant de producteurs orléanais. Elles sont cultivées sous abris sur le site du CDHR à Saint Cyr en Val, sous un tunnel froid à simple paroi à ouverture latérale. En semaine 14, les plans ont été repiqués dans des pots haut de 3L avec du terreau Aquiland Pro-containeur. Un système de goutte à goutte est mis en place pour irriguer les parcelles. L'arrosage se déclenche en fonction de l'EvapoTranspiration Potentielle (ETP). La fertilisation sera réalisée au cours de l'irrigation. Un engrais soluble, Compo® 18-12-18, est utilisé. Les plantes grimpantes nécessitent de nombreuses interventions. En effet, durant la période de croissance, il faut régulièrement tuteurer afin d'éviter que les plantes ne s'entremêlent.

2.1.3. Bio-agresseurs

Le Jasmin étoilé est peu sensible aux maladies. Ces principaux ravageurs sont les pucerons, les cochenilles, les tétranyques et bien sûr les tarsonèmes (**Tableau V**).

2.2. Méthodes

2.2.1. Dispositif expérimental

Pour cet essai, cinq modalités ont été mises en place sous tunnel. Le choix d'un dispositif en bloc avec quatre répétitions permet de palier un potentiel gradient lié à des facteurs environnementaux (**Figure 14**). En effet, le tunnel est bordé d'une haie et d'une serre, ce qui peut engendrer des variations au sein du tunnel (**Figure 15**).

Une parcelle élémentaire se compose de seize pots de jasmin étoilé positionnés dans deux cagettes en bois accolées (**Figure 16**). L'ensemble mesure 70x60 cm ce qui représente une surface totale de 0,42m² par parcelle. Une parcelle élémentaire est répétée quatre fois au sein de chaque modalité.



Figure 15 : Abords du tunnel de l'essai (source : Christine Delpech, 2017)



Figure 16 : Photographie d'une placette élémentaire (source : Christine Delpech, 2017)

Tableau VI : Les différentes modalités de l'essai (source : Christine Delpech, 2017)

| | |
|---------------------------------|---|
| Modalités « phytosanitaire » | <i>Témoin Eau</i> une pulvérisation d'eau est appliquée en même temps que chaque traitement phytosanitaire de la modalité de référence chimique. |
| | <i>Référence chimique</i> <ul style="list-style-type: none"> • VERTIMEC® à base d'abamectine (3 applications maximales avec une dose maximale d'emploi de 0.025 L/hL) • MASAI® à base de tebufenpyrad (1 application maximale avec une dose maximale d'emploi de 0.05 kg/hL) |
| Modalités « Lutte Biologique » | <i>Témoin non traité</i> aucune intervention sanitaire par rapport au tarsonème. |
| | <i>Lutte Biologique</i> stratégie combinant des lâchers d'auxiliaires, du pollen tous les 15 jours. Lutte biologique à base de : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Amblyseius californicus</i> utilisé pour une action préventive. 1 sachet de 100 individus par parcelle élémentaire soit une dose de 200 ind/m². • <i>Amblyseius swirskii</i> utilisé en préventif (50 ind/m²) et curatif léger (100 ind/m²) contre les tarsonèmes. |
| | <i>Lutte Biologique innovante</i> stratégie combinant des lâchers d'auxiliaires, du pollen tous les 15 jours, mise en place de plantes de services et d'une taille des apex atteints. Lutte biologique à base de : <ul style="list-style-type: none"> • <i>Amblyseius californicus</i> utilisé pour une action préventive. 1 sachet de 100 individus par parcelle élémentaire soit une dose de 200 ind/m². • <i>Amblyseius swirskii</i> utilisé en préventif (50 ind/m²) et curatif léger (100 ind/m²) |

Elles sont toutes espacées d'1,50m pour éviter la propagation des tarsonèmes, la contamination des produits phytosanitaire lors des pulvérisations et le risque de mélange des acariens prédateurs entre les placettes. Les modalités « phytosanitaire » et « lutte biologique » ont été séparées pour ne pas créer des interférences lors des interventions (pulvérisations, lâchers, apports de pollen).

2.2.2. Interventions

Différentes interventions seront réalisées selon les modalités.

TRAITEMENT CHIMIQUE

Les interventions phytosanitaires seront calées suivants les pratiques des professionnels. Deux matières actives, abamectine et tebufenpyrad seront utilisées en alternance (**Tableau VI**).

Un témoin eau est également mis en place afin de vérifier que l'application d'un produit phytosanitaire, de par la composition de la bouillie en eau, n'influencera pas le développement de la population de tarsonèmes. Pour cela, une pulvérisation d'eau est appliquée en parallèle d'un traitement sur la modalité de la référence chimique.

APPORTS D'AUXILIAIRES

Deux acariens prédateurs, *A. californicus* et *A. swirskii* seront apportés à la culture en vrac ou en sachet tous les 15 jours, pour les deux modalités de lutte biologique. Les auxiliaires sont achetés à l'entreprise Biobest®. Les sachets sont utilisés dès que le feuillage des plants se touche ce qui permet aux acariens de se déplacer entre les plants. Si le feuillage ne se touche pas, les acariens sont lâchés en vrac. Le vrac est aussi utilisé s'il n'y a pas de sachet avec le nombre d'acarien adapté à la surface traitée.

Les premiers lâchers débiteront dès la mise en place de l'essai afin d'avoir une installation précoce des auxiliaires et ainsi avoir un effet préventif. Une notation sera faite avant le premier lâcher puis toutes les semaines.

Un lâcher de *A. swirskii* est effectué, dès que les conditions climatiques sont favorables à cet acarien, à une dose préventive de 50ind/m² soit ici 21 individus par parcelle. Les 21 individus à lâcher sont comptés et mis dans un tube eppendorf avant d'être libérés dans chaque parcelle à traiter. Lorsque le seuil d'intervention est dépassé ou si d'importants dégâts sont observés, une dose plus élevée de 100ind/m² est utilisée afin d'avoir un effet curatif contre les attaques de tarsonèmes.

A. californicus se nourrit à la fois de tarsonèmes et d'acariens tétranyques. Un sachet de 100 individus est accroché dans chaque parcelle de la modalité « lutte biologique » dès le début de la culture. Il sera renouvelé tous les 15 jours.

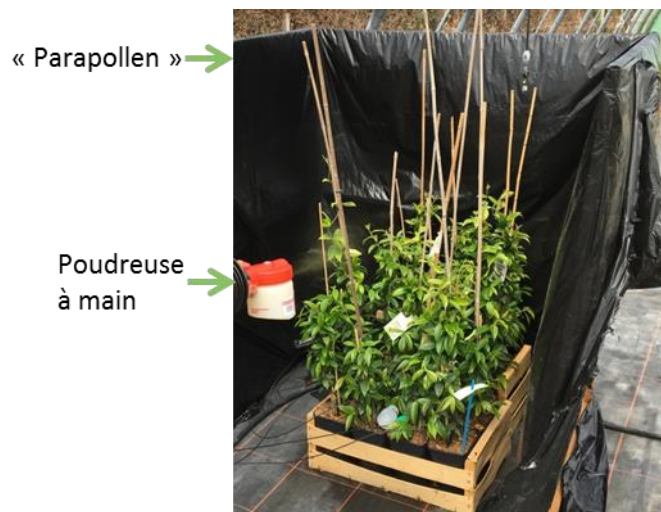


Figure 17 : Application de pollen sur une parcelle élémentaire (source : Christine Delpech, 2017)



Figure 18 : Installation d'une Impatience de Nouvelle Guinée au centre d'une placette élémentaire de la modalité lutte biologique innovante (source : Christine Delpech, 2017)



Figure 19 : *Pool* d'Impatience de Nouvelle Guinée mis en culture sous serre en verre (source : Christine Delpech, 2017)

APPORTS DE POLLEN

Nutrimite® de chez Biobest est appliqué tous les 15 jours en même temps que le lâcher des auxiliaires à l'aide d'une poudreuse manuelle à une dose de 500g/ha, par parcelle des deux modalités de lutte biologique (**Annexe I**). Normalement, il devrait être appliqué 0.02g de pollen, mais cette valeur ne peut pas être mesurée avec fiabilité par la balance mis à disposition (pesée minimale : 0,5g). C'est pourquoi, il a été calculé combien de gramme de pollen était émis par une impulsion avec la poudreuse manuelle. Une impulsion correspond à 0,07g. Ainsi, il est réalisé une impulsion par parcelle, et il est utilisé un « parapollen ». Un « parapollen » est une structure similaire à un paravent composé d'une bâche plastique qui va retenir par électrostaticité, l'excédent de pollen appliqué. Ce procédé ne permet pas d'appliquer précisément 0,02g mais cette technique est reproductible. L'application est réalisée à un mètre de la parcelle encadré du « parapollen » et est appliquée sur la partie haute de la culture, à l'endroit où se développe les tarsonèmes (**Figure 17**).

PLANTE PIEGE

Une variété d'Impatience de Nouvelle Guinée (ING) sensible au tarsonème, a été choisie pour détecter et concentrer ce ravageur. Ce choix vient de son observation de terrain récurrente sur cette plante, chez les producteurs et suite aux résultats de test de choix réalisé au CDHR en première année de l'essai, en 2016. Les plantes seront disposées dans chaque parcelle de la modalité lutte biologique innovante dès le début de la culture (**Figure 18**). Un *pool* d'ING est mis en culture afin de renouveler les plantes au besoin. La stratégie choisie dans cet essai est d'exporter les ING contaminées par une forte population de tarsonème et de les remplacer par des plants sains (**Figure 19**).

TAILLE DES APEX

En cas d'infestation importante, les apex atteints sont coupés, afin d'enlever les foyers de tarsonèmes pour la modalité lutte biologique innovante. Le *T. jasminoides* supporte bien la taille.

EFFLEURAGE

Les *T. jasminoides* de toutes les modalités sont effleurés régulièrement afin de favoriser la végétation et pour ne pas attirer des thrips ou d'autres ravageurs nectarifères. L'effleurage n'est pas pratiqué par les professionnels.

Tableau VII : Echelle de notation du tarsonème

| Classe | Stade immobile (œufs) | Stade mobile (Adultes, nymphes et larves) |
|-----------------|------------------------------|--|
| <i>Classe 0</i> | Absence | Absence |
| <i>Classe 1</i> | 1-25 individus | 1-10 individus |
| <i>Classe 2</i> | 26-100 individus | 11-25 individus |
| <i>Classe 3</i> | >100 individus | >25 individus |

Tableau VIII : Echelle de notation et coefficient de présence de l'acarien tétranyque

| Classe | Critère | Formule : Coefficient de présence |
|-----------------|---|--|
| <i>Classe 0</i> | Aucun tétranyque | (nombre de stade 0 x 0) + (nombre de stade 1 x 1) + (nombre de stade 2 x 20) + (nombre de stade 3 x 40) + (nombre de stade 4 x 50) |
| <i>Classe 1</i> | Présence d'œufs de tétranyque | |
| <i>Classe 2</i> | Présence d'œufs et d'adultes de tétranyque | |
| <i>Classe 3</i> | Présence d'œufs et d'adultes, et observation de dégât | |
| <i>Classe 4</i> | Présence de toile | |

$$\text{Corrected \%} = \left(1 - \frac{n \text{ dans le Témoin avant application} \times n \text{ dans le Traité après application}}{n \text{ dans le Témoin après application} \times n \text{ dans le Traité avant application}} \right) \times 100$$

Remarque: Avec n, la population d'insectes

Figure 20 : Formule d'ABBOTT permettant de calculer l'efficacité d'un produit phytopharmaceutique (Graillot, 2016)

2.2.3. Notations

DONNEES CLIMATIQUES

Le tarsonème est un acarien sensible à la faible humidité et à la forte chaleur, c'est pourquoi un relevé des températures (en °C) et de l'hygrométrie (en %) est effectué chaque jour à l'aide d'un thermo-hygromètre.

SUIVI DES POPULATIONS

Des notations hebdomadaires sont réalisées pour suivre les dynamiques des populations de tarsonèmes, des autres ravageurs et auxiliaires présents, afin de pouvoir intervenir lorsque le seuil d'intervention est atteint (**Annexe II**).

Suite à la première année d'essai de 2016, il est ressorti que l'observation de 15 feuilles par modalités n'était pas suffisante. C'est pourquoi il a été décidé d'observer 20 feuilles par modalités. Ce nombre n'étant pas encore suffisamment représentatif de la population de tarsonème sur la plante, le nombre de feuilles observées a été doublé à partir de la semaine 20. Dix jeunes feuilles ont été cueillies aléatoirement par parcelle, et ont été observées. Ainsi, quarante feuilles sont observées par modalités chaque semaine.

Ces notations hebdomadaires consistent à observer la face inférieure d'une feuille à la loupe binoculaire, et de dénombrer le nombre d'adultes, de larves et d'œufs de tarsonèmes présents ainsi que les auxiliaires. Les données sont par la suite transformées. La population de tarsonème est divisée en plusieurs classes (**Tableau VII**). A partir des classes, il a été déterminé le seuil d'intervention : s'il y a plus de trois classes 3 observées par modalité une intervention est déclenchée. L'observation prononcée de symptômes peut également déclencher une intervention.

La population des autres ravageurs est également suivie. Pour cela, il sera identifié le ravageur, son stade et le nombre selon des échelles de notation. L'échelle de notation de l'acarien tétranyque est présentée dans le **Tableau VIII**, les classes obtenues sont transformées par un coefficient de présence afin de donner un indicateur de la population d'acariens tétranyques (**Tableau VIII**).

Suite à ces notations, l'efficacité des interventions est calculée. L'efficacité des produits phytosanitaires est déterminée selon la formule d'ABBOTT (**Figure 20**).

Un suivi de la culture est également effectué lors des prélèvements de feuilles ce qui permet d'observer la présence de population de bioagresseurs, d'éventuels problèmes de fertilisations, d'irrigation et la présence de dégât liés aux tarsonèmes.

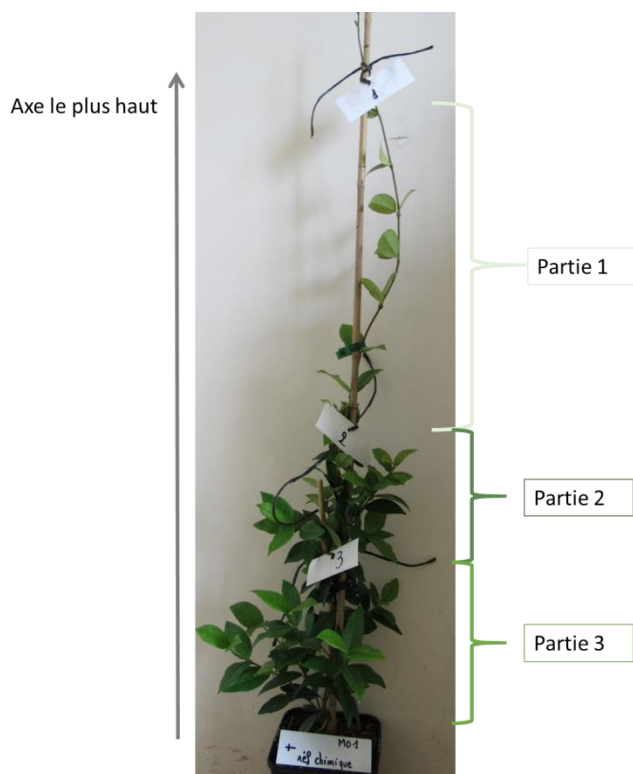


Figure 21 : Notations de la répartition de la population de tarsonèmes sur plante entière (source : Christine Delpech, 2017)

Tableau IX : Tableau des classes de la qualité de production (source : Compte rendu d'expérimentation 2016)

| Classe A | Classe B | Classe C |
|---|--|---------------------|
| plants ramifiés avec entre 0 et 25% de dégâts de tarsonèmes | plants avec plus de 25% de dégâts ou une plante peu ramifiée avec moins de 25% de dégâts | plants à recultiver |
| vendu 6,50€ | vendu 5,5€ | vendu 0€ |

Tableau X : Ensemble des critères pris en compte dans le coût de la protection sanitaire (en €)

| Produits | Dose homologuée | Prix (en €/L, ou Kg ou ind ou sachet) | Coût produit (en €/m²) | Temps de préparation / EPI / nettoyage (en h) | Temps appli. (en h/m²) | Coût horaire (en €) | Surface traitée (en m²) | Coût pour la modalité | Coût pour 1m² | Coût pour 1m² (sans protection acariciens) |
|----------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---|------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|--|
|----------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---|------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|--|



Figure 22 : Elevage de tarsonème sur lierre (source : Christine Delpech, 2017)

REPARTITION DE LA POPULATION DE TARSONEMES SUR PLANTE ENTIERE

Des feuilles de trois plants de *T. jasminoides* seront cueillies à chaque étage, puis observées afin de déterminer la répartition des œufs, larves et adultes tarsonèmes sur cette plante grimpante.

L'ensemble des feuilles de l'axe le plus haut d'un plant est observé afin d'apprécier la répartition des tarsonèmes sur le végétal (**Figure 21**). Cette notation sera réalisée mensuellement, sur un plant de trois modalités différentes afin de voir l'évolution de la stratification du ravageur.

NOTATION QUALITE DE PRODUCTION

La qualité d'un *T. jasminoides* se définit par plusieurs critères, une notation unique sera réalisée à la fin de l'essai sur l'ensemble des plants.

Le premier critère est le développement de la plante. En effet, la plante doit recouvrir la totalité du tuteur et être ramifiée, ceci est signe de bonne qualité. Ensuite, les dégâts dus aux ravageurs et aux maladies sont pris en compte. La qualité des plantes sera divisée en trois classes (**Tableau IX**).

BILAN ECONOMIQUE

Le coût de chaque modalité sera calculé afin de déterminer si la stratégie est économiquement viable pour les producteurs.

Le coût de production ne sera pas pris en compte, car il est considéré similaire pour toutes les modalités de l'essai. Le coût de la stratégie sanitaire comprend le prix des produits appliqués (produits phytosanitaires, auxiliaires et pollen) (en €/L ou €/m²) et leur temps de préparation/application (en heure) (**Tableau X**).

2.2.4. Elevage et infestation des tarsonèmes

Un élevage de Tarsonème est mis en place afin de pouvoir infester la culture de jasmin étoilé. Le lierre *Hedera hélix* a été choisi comme plante support, car elle fait partie des plantes hôtes du tarsonème. De plus, c'est une plante vivace, ce qui permettra d'avoir une population tout au long de l'année.

L'élevage a été mis en place au début du mois de mars, dans une serre chauffée. Des plants de *Cuphea* infestés, sont disposés entre les lierres (**Figure 22**). Des feuilles de lierres sont observées chaque semaine afin de contrôler l'avancement de l'infestation des lierres par les tarsonèmes. Suite à cette infestation, les lierres seront installés au centre des parcelles de *T.jasminoides*.

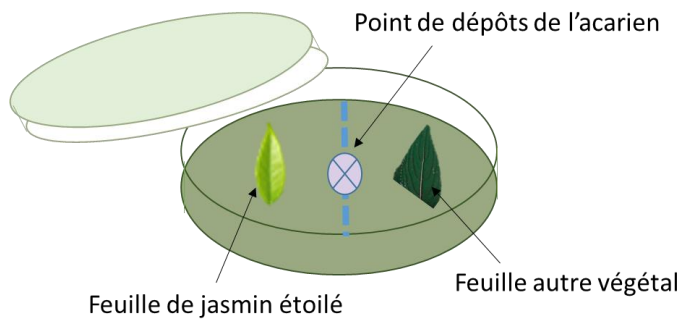


Figure 23 : Schéma du dispositif de choix (source : Christine Delpech, 2017)

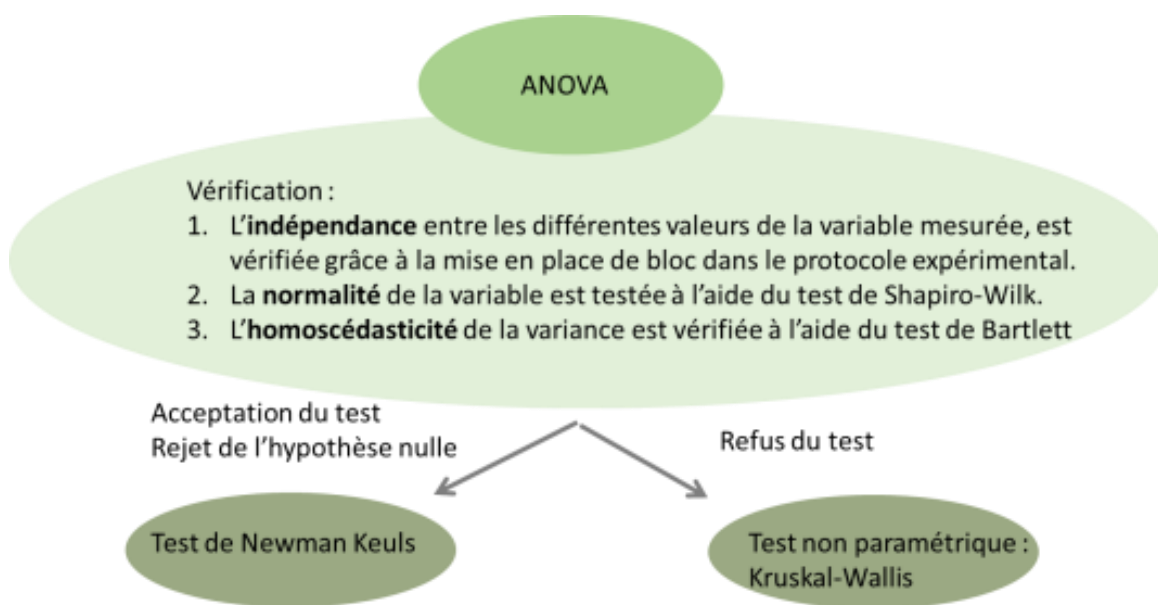


Figure 24 : Schéma de la méthode d'analyse statistique (source : Christine Delpech, 2017)

2.2.5. Test de choix

Pour déterminer par quels végétaux le tarsonème est le plus attiré, des tests de choix sont réalisés (**Figure 23**). Le principe est de disposer deux feuilles d'espèces végétales différentes dans une boîte de pétri et de déposer des tarsonèmes adultes (mâles ou femelles) au centre de la boîte de pétri, à égale distance des deux feuilles. Une observation est réalisée 5 heures après le début du test afin de définir l'endroit où se trouve le tarsonème afin de voir s'il est d'avantage attiré par une espèce végétale. Les feuilles seront de tailles similaires et jeunes. Le test devra être réalisé au minimum trois fois par espèces végétales.

2.2.6. Méthodes d'analyses statistiques

Le logiciel STATBOX ® (version 6.7) sera utilisé pour analyser statistiquement les données. Une ANOVA, avec un risque de première espèce de 5% est réalisée afin de comparer le nombre de tarsonèmes par feuille de chaque modalité d'un facteur afin de déterminer si les différentes modalités de ce facteur ont une influence sur la population de tarsonème. Les résultats de la modalité référence chimique est comparée avec le témoin traité à l'eau et les modalités de lutte biologique sont comparées avec la modalité Témoin Non Traité (TNT). Enfin, les modalités de LB sont comparées à la modalité chimique afin de comparer l'efficacité de chacune des méthodes pour lutter contre les tarsonèmes. L'hypothèse nulle est « H_0 : toutes les moyennes sont égales, donc il n'y a pas de différences significatives entre les moyennes ». A la suite d'une Anova, où a été rejetée l'hypothèse nulle, un test de Newman-Keuls est effectué. C'est un test de comparaison de moyennes par paire qui regroupent les modalités selon si elles sont significativement différentes ou non. Il classe les moyennes en sous-ensembles homogènes. Il permet de classer les différentes méthodes de lutte (chimique, biologique et biologique innovante) entre elles (**Figure 24**).

Pour déterminer si les différentes méthodes de luttés testées ont une influence sur la qualité des plants, une Anova sera réalisée. Pour cela, les classes de qualités (A, B et C) seront converties en prix de vente, avec les classes A ayant une valeur de 6,50€, la classe B 5,50€ et les classes C 0€. Ainsi, après cette transformation il sera possible de réaliser une analyse statistique. Ce prix de vente ayant été calculé dans un essai ultérieur d'ASTHREDOR sur jasmin.

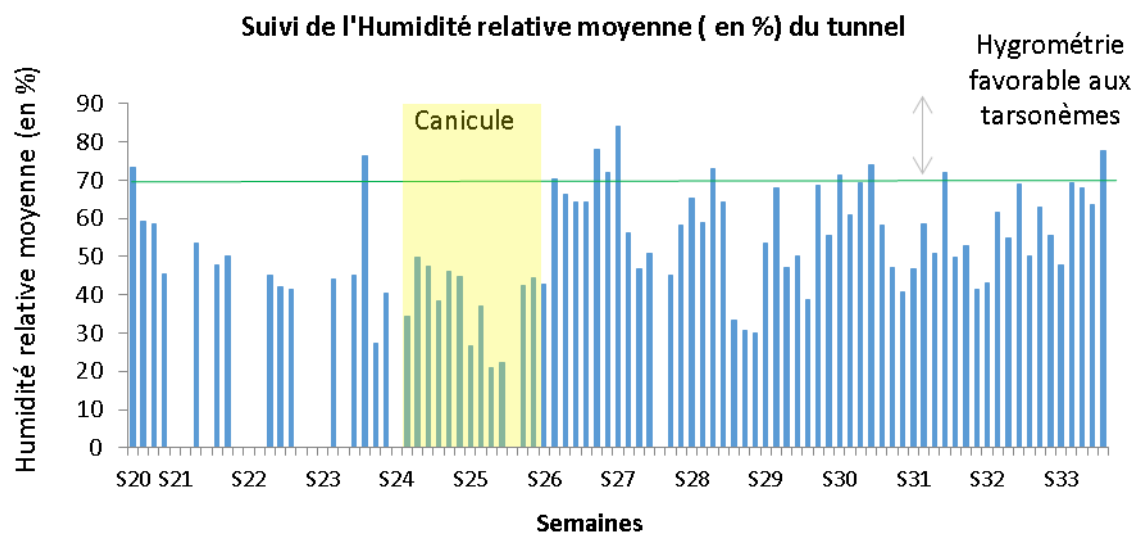


Figure 25 : Suivi de l'hygrométrie du tunnel durant l'essai

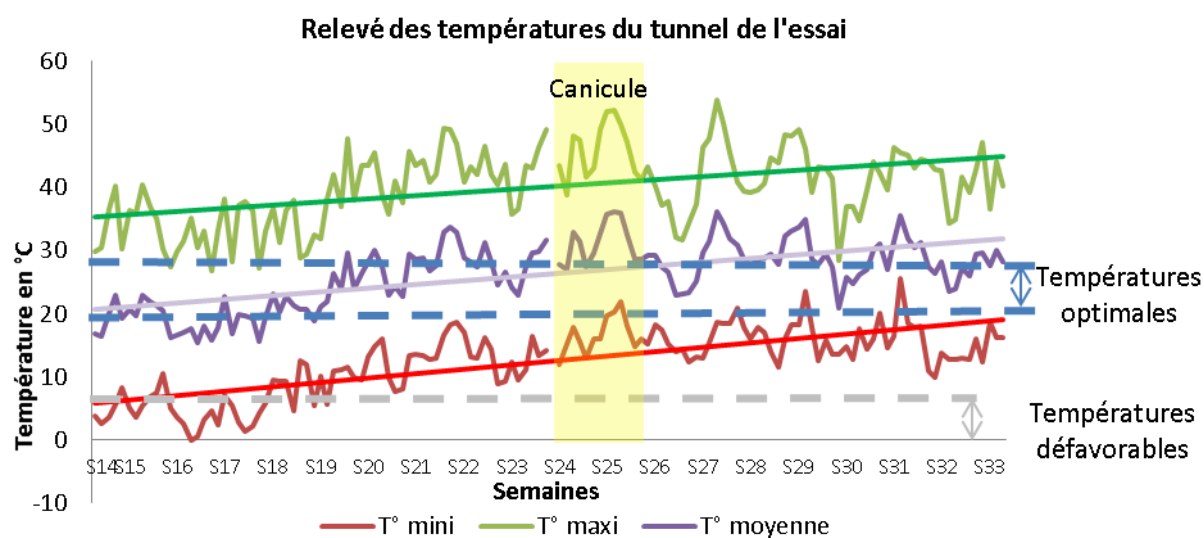


Figure 26 : Evolution des températures du tunnel durant l'essai

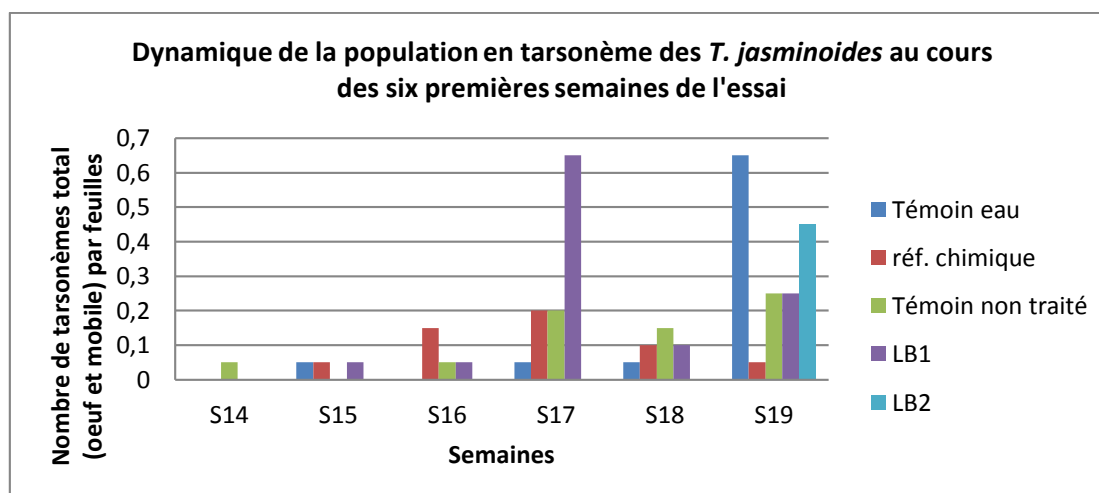


Figure 27 : Suivi de l'infestation naturelle en tarsonème des *T. jasminoides*

3. Résultats

3.1. Suivi climatique

L'hygrométrie et la température du tunnel contenant les *T.jasminoides* ont été relevées chaque jour. Ces paramètres sont très importants, car ils influencent le développement des tarsonèmes.

L'hygrométrie du tunnel a été mesurée à partir de la semaine 20, car le système de mesure n'était pas fonctionnel (**Figure 25**). Les mesures se faisant manuellement, il est observé des oublis de mesures, comme pour la semaine 22 où quatre mesures n'ont pas été relevées. L'hygrométrie optimale du tarsonème et des auxiliaires est comprise entre 70 et 90%. Cette condition optimale a été rarement rencontrée sous tunnel tout au long de la culture.

En ce qui concerne les températures, il faut qu'elles soient comprises entre 20 et 27°C pour favoriser le développement du tarsonème. Dès le début de la culture en semaine 14, les températures moyennes sont supérieures à 20°C (**Figure 26**). Toutefois, la nuit les températures descendent et frôlent le 0°C. Ces faibles températures sont défavorables pour le tarsonème et les auxiliaires. Pour les *A.swirskii* une température inférieure à 15°C va empêcher son installation et diminuer son taux de survie, pour *A.californicus* la température minimale acceptable est de 8°C. Les conditions optimales de *A.californicus* sont respectées dès la semaine 18 alors que pour *A.swirskii* après la semaine 22. A partir de la semaine 24, les températures dépassent les 27°C régulièrement. Entre la semaine 24 à 25, la région orléanaise a subi une canicule. Ces températures élevées ont aussi un effet négatif sur les populations d'auxiliaires et de ravageurs.

3.2. Infestation naturelle

Un élevage de tarsonème sur lierre a été mis en place sous serre. Or, l'observation hebdomadaire des feuilles de lierres a montré l'absence de tarsonème. La population de tarsonème n'a pas réussi à s'installer. Ainsi, il n'a pas été possible de réaliser une infestation à l'aide des plants de lierre.

Cependant, il s'est avéré que les *T.jasminoides* provenant d'un producteur, étaient déjà infestés. Dès la mise en place de l'essai, des œufs ont été observés sur les feuilles des parcelles du témoin non traité (**Figure 27**). Les jasmins ont donc été infestés naturellement par les tarsonèmes.

Une analyse de variance a été effectuée sur ces six premières semaines, montrant qu'il n'y avait pas de différences significatives du nombre de tarsonèmes (mobiles et œufs) entre les cinq modalités.

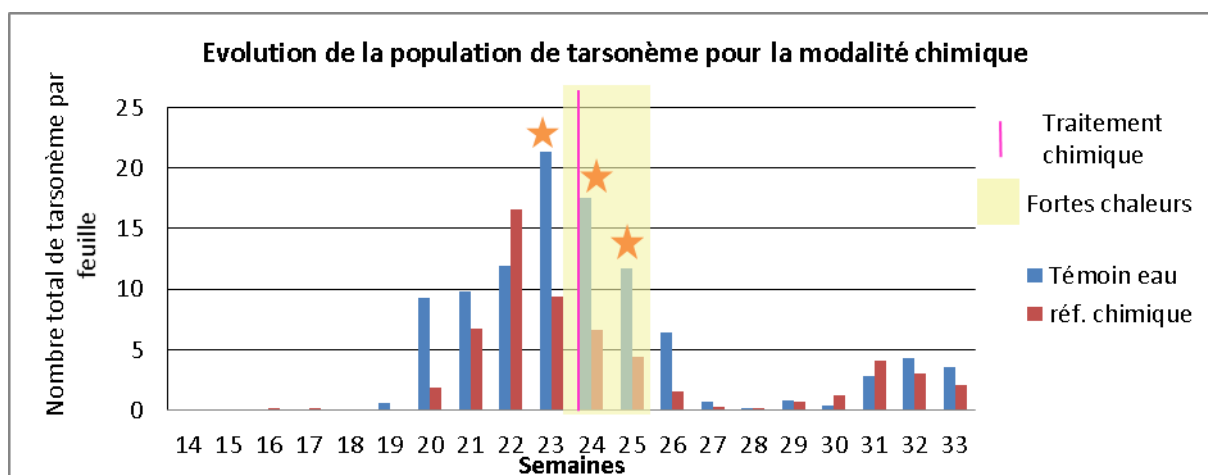


Figure 28 : Dynamique de population de tarsonème pour la modalité référence chimique et de la modalité témoin eau

L'étoile orange représente les semaines où les résultats statistiques ont montré une différence significative entre les modalités.



Figure 29 : Photographie de la semaine 23 de feuilles de *T.jasminoides* présentant des symptômes dus à la présence de tarsonèmes (source : Christine Delpech, 2017)

L'infestation naturelle peut donc être considérée comme homogène sur l'ensemble des modalités. Une observation hebdomadaire a été réalisée. De la semaine 14 à la semaine 19, vingt feuilles ont été observées pour dénombrer le nombre de tarsonème par plante.

En semaine 20, une méthode plus rapide de comptage a été testée (**Annexe III**). Cette technique consistait à appliquer un cadre sur la feuille et à observer trois carrés de 3 mm de côtés. Toutefois, après réalisation d'une courbe de régression, l'observation d'une partie de la feuille n'était pas corrélée à l'observation de la feuille entière. En semaine 20, il n'a été observé que huit feuilles par modalité. Ainsi, la méthode d'observation de la plante entière a été reprise en doublant le nombre de feuilles entières observées, ce qui fait donc un total de quarante feuilles observées par modalités à partir de la semaine 21.

3.3. Comparaison des différentes modalités

3.3.1. Lutte chimique

Dynamique de population

De la semaine 14 à la semaine 22, la population de tarsonème n'a cessé d'augmenter pour les deux modalités : témoin eau et référence chimique (**Figure 28**). L'analyse statistique montre que le nombre de tarsonèmes n'est pas significativement différent dans les deux modalités pour cette période. A partir de la semaine 23, la population de tarsonème de la modalité chimique commence à diminuer. De plus, d'importants symptômes ont été observés sur les deux modalités (**Figure 29**). Les premiers tarsonèmes ont été observés en semaine 14 et c'est seulement en semaine 23 que des symptômes ont été visualisés. Même si le seuil d'intervention, fixé à trois classes 3 observées par modalité, n'a jamais été franchi, l'observation d'importants symptômes a déclenché le positionnement d'un traitement en semaine 24. Le produit phytosanitaire Vertimec® a été choisi pour lutter contre le tarsonème, étant le produit utilisé par les producteurs.

En semaine 23, 24 et 26, la population est significativement plus importante en modalité Témoin eau que la modalité chimique. Toutefois, le traitement n'a été positionné qu'en semaine 24. La différence observée en semaine 23 n'est pas dû à l'acaricide.

Suite à ce traitement, la population de tarsonème a diminué 1,5 fois entre la semaine 24 et la semaine 25 (**Figure 28**). Toutefois cette observation est aussi valable pour la modalité Témoin eau. Suite aux fortes chaleurs de la semaine 24, la population de tarsonème n'a cessé de diminuer, frôlant les zéros tarsonèmes par feuille de la semaine 27 à 28. Il n'est pas observé de différence significative entre la modalité chimique et témoin eau pour cette semaine, ainsi qu'entre les semaines 27 à 33.

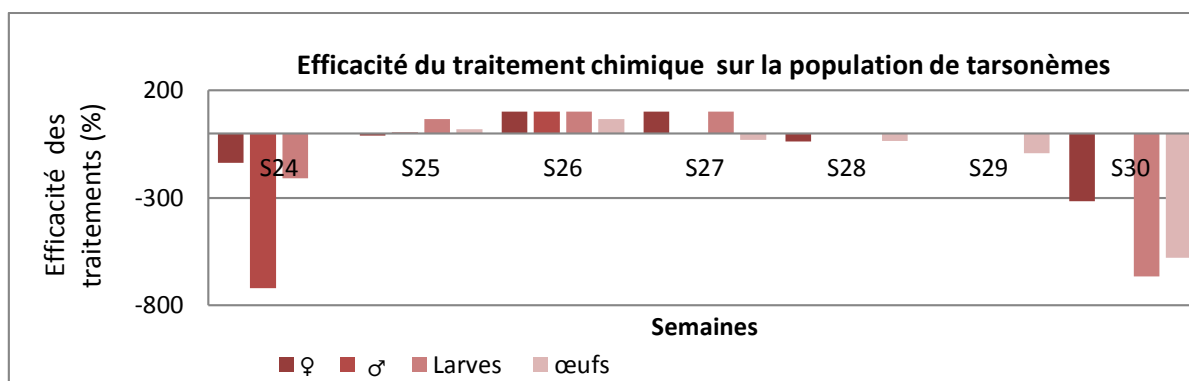


Figure 30 : Efficacité du traitement chimique sur tous les stades de tarsonèmes calculée à partir de Formule d'ABBOTT suite au traitement de la semaine 24

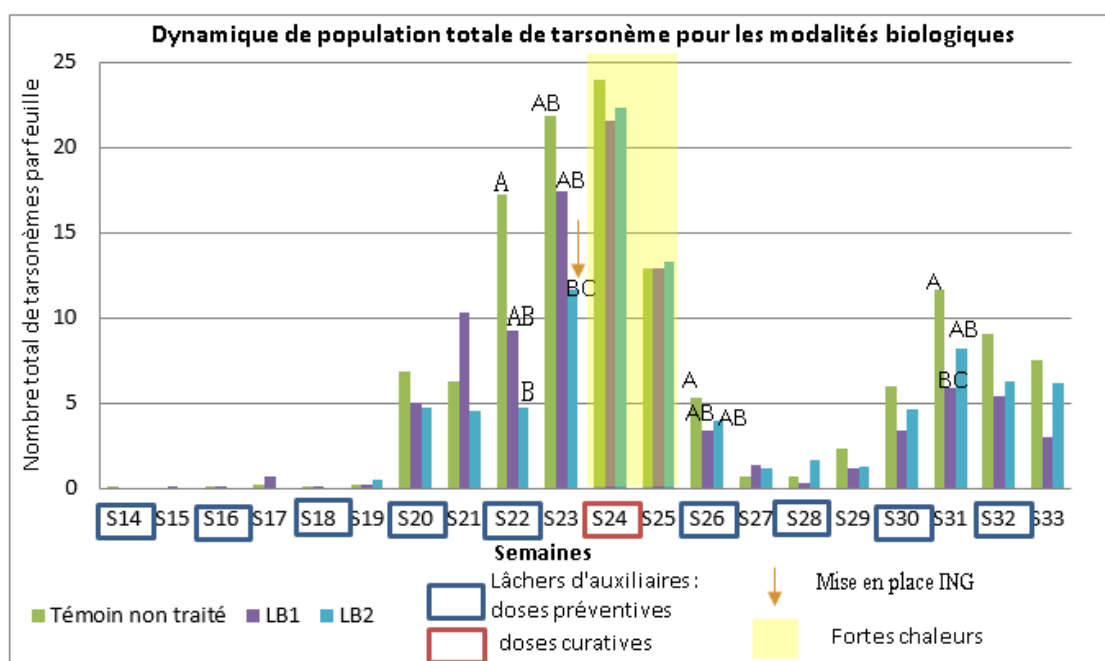


Figure 31 : Dynamique de population de tarsonème pour les modalités lutte biologique

Les lettres A et B correspondent aux différents groupes homogènes déterminés grâce au test Newman Keuls.

Efficacité du traitement chimique

Le produit Vertimec® est utilisé pour agir contre les formes mobiles. Il a une persistance de 3 à 6 semaines, l'efficacité de ce produit a été calculé pour les formes mobiles (larves et adultes) et immobiles pour les six semaines suivants le traitement (**Figure 30**). Il est observé que l'efficacité est plus faible pour les œufs.

Malgré qu'en semaine 24, le nombre de tarsonème est significativement plus élevé dans la modalité témoin eau, le produit n'est pas efficace pour les quatre stades (**Figure 30**). C'est à partir de la semaine 25 que le Vertimec® a eu un impact sur la population de larves. L'efficacité la plus élevée est observée en semaine 26, avec 100% d'efficacité pour les trois stades. A partir de la semaine 28, l'efficacité du produit redevient négative. Il est difficile de déterminer si les efficacités positives sont liées à l'application du produit ou s'il y a un effet des conditions météorologiques défavorables aux tarsonèmes.

3.3.2. Lutte Biologique

a) Lâcher d'auxiliaires

Dynamique de population

Dès la semaine 14, des lâchers d'auxiliaires, *A.swirskii* et *A.californicus*, et un apport de pollen ont été réalisés tous les 15 jours sur les deux modalités lutte biologique, pour un effet préventif.

De la semaine 14 à la semaine 19, la population de tarsonème est restée très faible, en dessous d'un tarsonème par feuille, et ce pour les deux modalités LB et pour le témoin non traité (**Figure 31**). Ensuite, le nombre de tarsonème n'a cessé d'augmenter jusqu'à atteindre 20-25 tarsonèmes par feuilles en semaine 24. Les lâchers préventifs n'ont pas réussi à contenir la population de tarsonèmes. A cette même période, les conditions climatiques sont devenues favorables aux tarsonèmes. En effet les températures étaient comprises en moyenne entre 20 et 30°C (**Figure 26**).

En semaine 23, la plante de services ING a été positionnée dans la modalité lutte biologique innovante (LB2). Suite à cela, la population de tarsonèmes de cette modalité est toujours supérieure à celle de la lutte biologique classique (LB1) jusqu'en semaine 33 alors que c'était l'inverse avant la semaine 23 (**Figure 31**).

Tout comme la modalité chimique, en semaine 23, d'importants symptômes ont été observés sur les trois modalités (les deux lutttes biologiques et le témoin non traité). Les acariens prédateurs ont été lâchés aux doses curatives. Le lâcher n'a pu avoir lieu seulement en semaine 24, car il y a un délai de livraison d'une semaine pour les commandes d'auxiliaires.

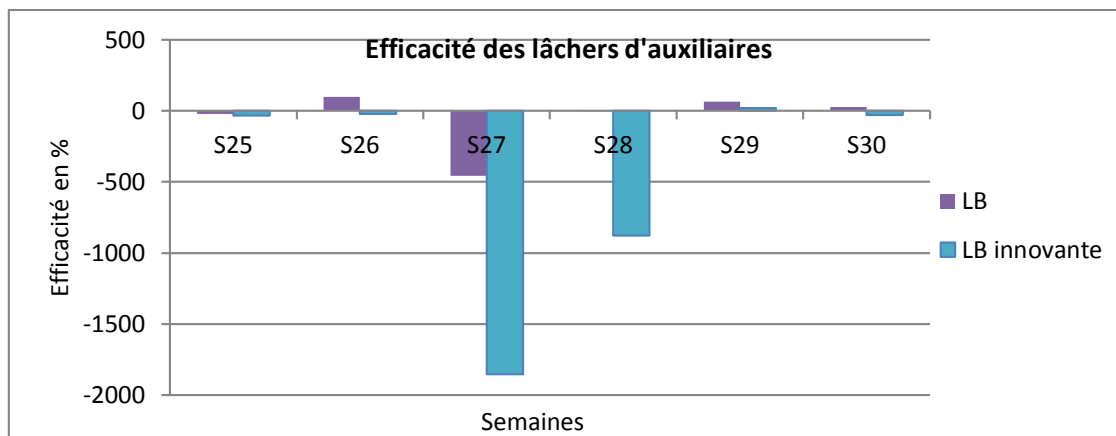


Figure 32 : Efficacité du des lâchers d'auxiliaires sur la population de tarsonèmes totale calculée à partir de Formule d'ABBOTT suite au traitement de la semaine 24

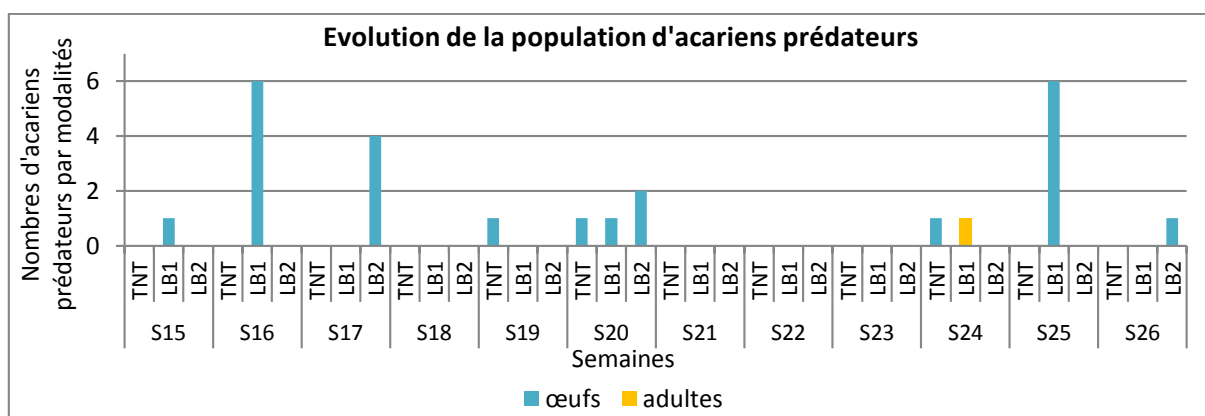


Figure 33 : Dynamiques de la population d'acariens prédateurs pour les modalités lutte biologique et le TNT
Les semaines 14 et 27 à 33 n'ont pas été représentées car aucun œuf ou adulte n'a été observé.

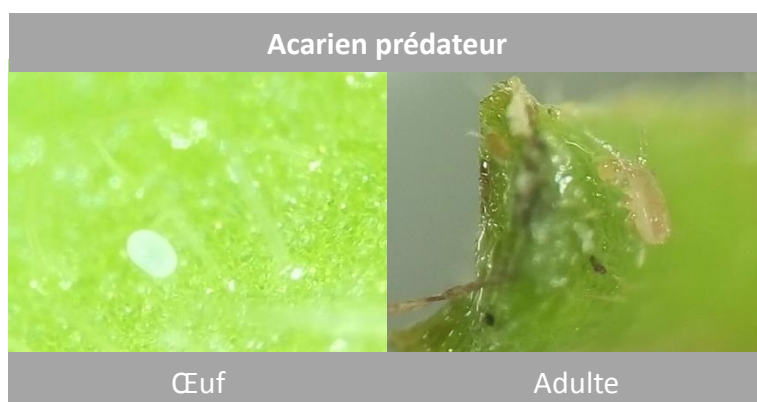


Figure 34 : Photographies d'un œuf et d'un adulte acarien prédateur observées à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017)

La semaine suivant le lâcher aux doses curatives, le nombre de tarsonème par feuille a diminué de presque de moitié (**Figure 31**).

Néanmoins, cette observation est valable pour toutes les modalités y compris le Témoin non traité. Cette diminution de population est observée en même temps que la canicule.

En semaine 28, le nombre de tarsonème est au plus bas, puis en semaine 29 il commence à augmenter de nouveau, jusqu'en semaine 32 où la population stagne autour de 5-8 tarsonèmes par feuilles pour toutes les modalités lutte biologique (**Figure 31**). Même s'il n'est pas observé de différences significatives entre les modalités, l'observation de la figure 31 montre que le nombre de tarsonèmes de la lutte biologique classique est la plus basse des modalités de la semaine 28 à la semaine 33.

L'analyse de variance n'a pas montré que le nombre de tarsonème total était différent entre les modalités sauf pour la semaine 22. Pour cette semaine, le test de Newman Keuls a confirmé qu'il y avait une différence significative en mettant en avant trois groupes homogènes. Le nombre total de tarsonème de la LB innovante est significativement différent du témoin non traité. Cependant à cette période les deux modalités lutte biologiques sont conduites de la même façon donc il est difficile d'attribuer ce résultat à aux lâchers d'auxiliaires en préventif.

Efficacité des lâchers d'auxiliaires

L'efficacité des lâchers préventifs n'a pas été calculée, car la formule prend en compte la population avant le traitement, hors ici les lâchers d'auxiliaires ont commencé dès la mise en place de la culture.

L'efficacité du lâcher de *A.swirskii* en dose curative, est positif uniquement en semaine 26-29 et 30 pour la modalité lutte biologique classique et uniquement en semaine 29 pour la lutte biologique innovante (**Figure 32**).

a) Suivis de la population d'acariens prédateurs

Les observations réalisées sur les feuilles n'ont pas permis de mettre en évidence l'installation des acariens prédateurs sur les modalités de lutte biologique (**Figure 33**). Tout au long de la culture seulement un adulte a été observé sur les modalités TNT, LB1 et LB2.

Le cycle de l'auxiliaire étant de 5-6 jours à 26°C, le pic observé en semaine 25 peut être lié aux auxiliaires lâchés en semaine 24 en quantité curative qui ont pondu. Des œufs ont également été observés dans la modalité témoin non traité (**Figure 34**).

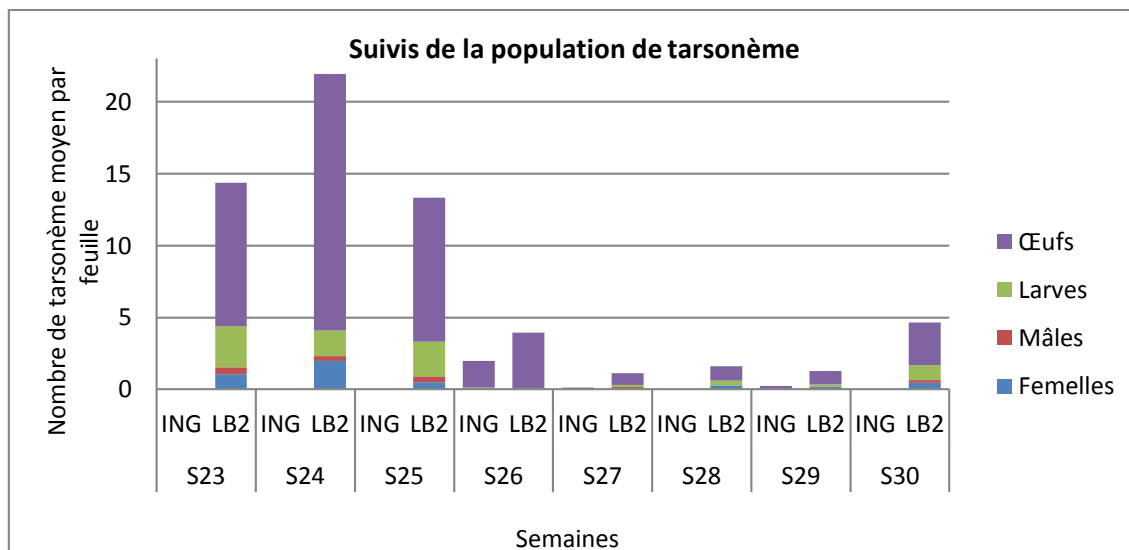


Figure 35 : Suivis de la population de tarsonème par stade, des ING et de la modalité lutte biologique innovante (LB2)

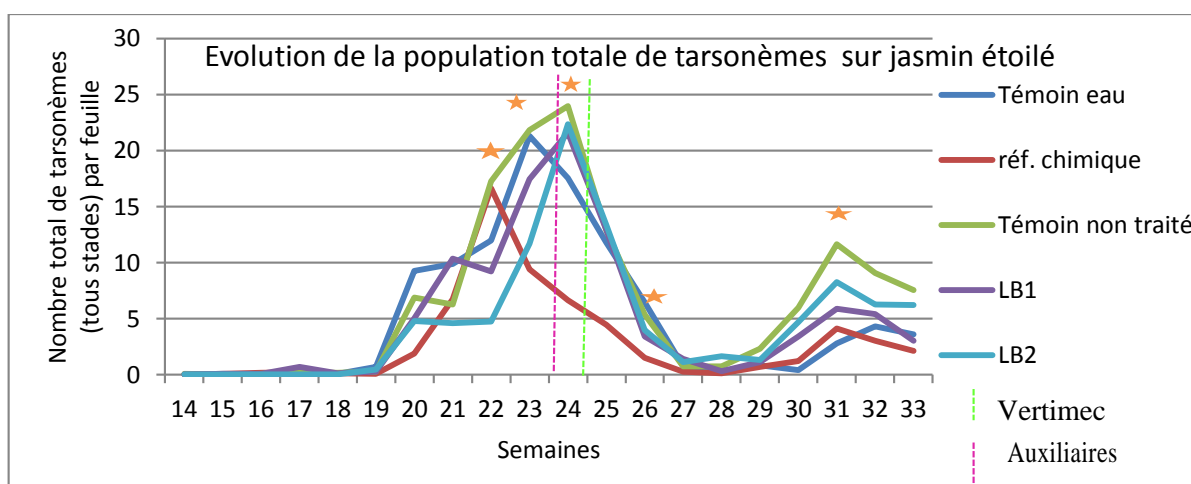


Figure 36 : Dynamique de population des tarsonèmes de l'ensemble des modalités (l'étoile orange représentant les semaines où les résultats statistiques ont montré une différence significative entre les modalités)

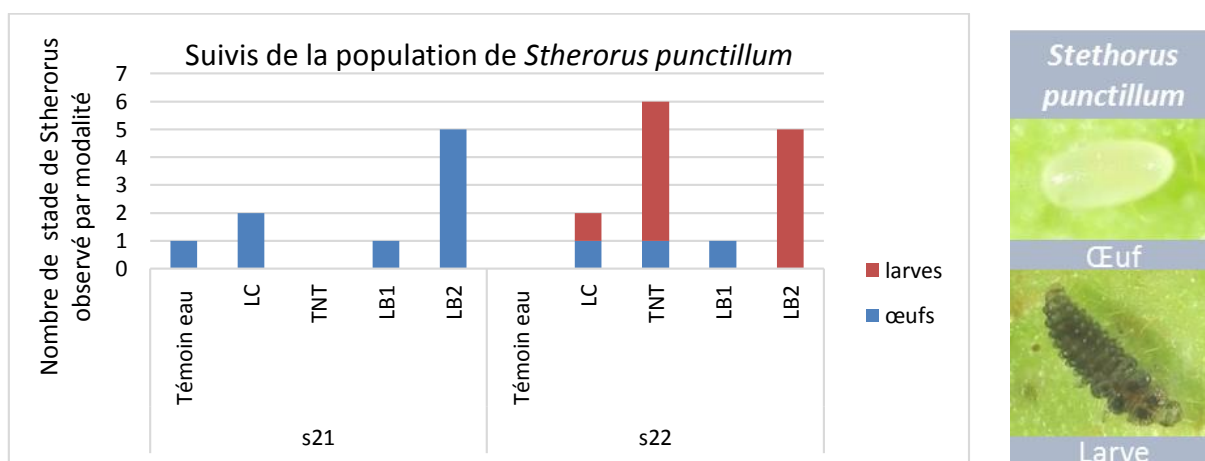


Figure 37 : Suivis de la population de *Stethorus punctillum*, illustrés de photographies des différents stades de *Stethorus punctillum* observés sur feuille de *T.jasminoides*

Photographies observées à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpéch, 2017)

b) Plante indicatrice

Les deux modalités lutte biologique ont été conduites de façon identique jusqu'en semaine 23. A partir de cette semaine, une Impatience de Nouvelle Guinée a été mise en place au centre de chaque parcelle de la modalité LB2 innovante, à partir de la semaine 23 et non en semaine 14 comme cela était prévu dans le protocole. En effet, les ING n'étaient pas suffisamment développées.

De la semaine 23 à la semaine 25 aucun stade de tarsonème n'est observé sur les feuilles de la plante de service (**Figure 35**). Pour la suite de la culture, il a été observé en majorité des œufs. Au vu de la faible population présente sur ces plantes, les ING n'ont pas attiré suffisamment les tarsonèmes, pour avoir un rôle de détection précoce. Des tests de choix sont réalisés afin de déterminer si l'ING est plus appétent que le jasmin vis-à-vis des tarsonèmes. Les résultats de ce test sont détaillés par la suite.

3.4. Comparaison des stratégies de lutttes biologiques et chimique

Des tarsonèmes étaient présents sur l'ensemble des modalités dès la semaine 14 (**Figure 36**). Les tests statistiques n'ont pas révélé de différences significatives. A partir de la semaine 19, la population de tarsonèmes augmentent jusqu'en semaine 24, sauf pour la modalité référence chimique, qui décroît très rapidement à partir de la semaine 22, avant l'application d'un traitement chimique. Entre la semaine 20 et la semaine 24, la population de tarsonème a été multipliée en moyenne par quatre pour les modalités témoin eau, TNT, et les deux lutttes biologiques.

Durant cette période, soit de la semaine 21 à 22, des *Stethorus punctillum* ont été observés sur toutes les modalités (**Figure 37**). Les tests de prédation réalisés en 2016, ont montré que *Stethorus punctillum* consommait en moyenne par jour 21 femelles, 2 mâles, 27 larves et 16 œufs. La population de cette coccinelle prédatrice a pu influencer la population de tarsonèmes. En semaine 21 et 22, une légère stagnation de la population de tarsonèmes est observée pour les modalités lutttes biologiques et le témoin eau.

En semaine 24, l'ensemble de la population décroît pour retomber à moins de cinq tarsonèmes par feuilles à la semaine 26. Des nymphes à l'aspect desséché sont observées sur toutes les modalités (**Annexe IV**). En semaine 31, une augmentation de la population est de nouveau observée pour toutes les modalités (**Figure 36**). Ce pic n'est pas aussi important que le premier, la population de tarsonème n'explose pas et aucun dégât n'est observé. Le seuil d'intervention n'est toujours pas atteint.

Tableau XI : Résultats de l'analyse statistiques comparant le nombre total de tarsonèmes pour l'ensemble des modalités

| Modalités | S20 | S21 | S22 | S23 | S24 | S25 | S26 | S27 | S28 | S29 | S30 | S31 |
|--------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Témoin eau | | | AB | A | A | | A | | | | | C |
| Réf chimique | | | A | C | B | | B | | | | | BC |
| TNT | | | A | AB | A | | A | | | | | A |
| LB1 | | | AB | AB | A | | AB | | | | | BC |
| LB2 | | | B | BC | A | | AB | | | | | AB |
| P-value | 0,562 | 0,46 | 0,034 | 0,004 | 0,016 | 0,085 | 0,013 | 0,249 | 0,239 | 0,074 | 0,122 | 0,003 |

Tableau XII : Coût économique des trois stratégies de protections phytosanitaires

| Modalités | €/m ² |
|----------------------------|------------------|
| Lutte chimique | 8,010 |
| Lutte biologique | 14,938 |
| Lutte biologique Innovante | 24,838 |

x1,86

 x3,12

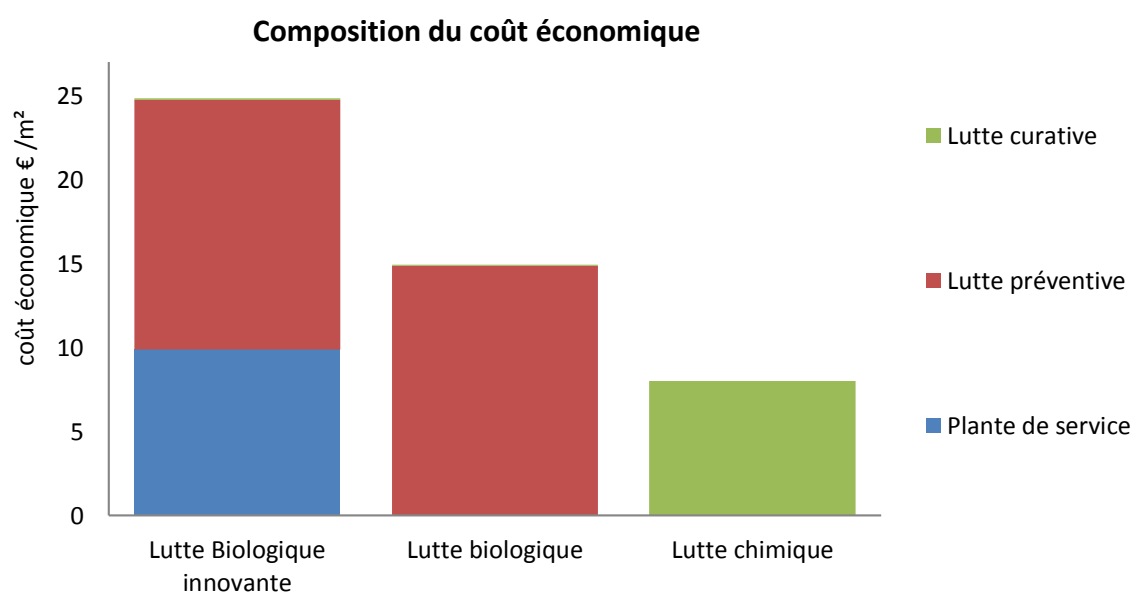


Figure 38 : Composition du coût économique €/m²

Le test de Newman-Keuls a mis en évidence des groupes homogènes (**Tableau XI**). En semaine 22, la modalité LB innovante, appartenant au groupe B, est la modalité la moins infestée par les tarsonèmes. Toutefois la modalité LB classique est conduite de la même façon que la LB innovante jusqu'en semaine 23. Pourtant il n'est pas obtenu les mêmes résultats. En effet il est ressorti que le témoin eau et la lutte biologique classique appartenaient au groupe AB. La modalité lutte chimique et témoin non traité sont regroupés dans le groupe A, groupe le plus infesté.

En semaine 24, c'est la modalité lutte chimique qui est significativement la moins infestée. Ce résultat peut être dû au traitement chimique effectué en semaine 24. Cette observation est la même pour la semaine 26, mais cette fois les luttés biologiques se distinguent des témoins en étant significativement moins infestés. Pour la semaine 31, le témoin eau est la modalité la moins infestée, contrairement à la modalité TNT.

La dynamique de population des tarsonèmes observés en 2016, est semblable à celle de 2017 (**Annexe V**). Deux pics sont observés, le premier très important, est observé en semaine 22 en 2016 et en semaine 24 en 2017 (**Figure 36**). Le deuxième pic moins important est visible en semaine 28 en 2016 et en semaine 31 pour la deuxième année. Il semble y avoir deux semaines de décalage entre les deux dynamiques, cela peut s'expliquer par des conditions climatiques différentes entre les deux années. Des températures supérieures à 30°C ont été mesurées dès la semaine 22 en 2016, alors qu'en 2017 de fortes températures n'ont été relevées qu'après la semaine 24. Ces fortes températures peuvent expliquer la chute de population pour les deux années.

3.4.1. Coût économique des stratégies de protections contre le tarsonème

Le coût de protection prend en compte le coût de la stratégie sanitaire contre le tarsonème, mais exclus la protection contre les tétranyques et le coût de production, qui est identique pour l'ensemble des modalités. Les prix utilisés pour le calcul de coût sont les prix pratiqués pour les quantités achetées par les professionnels. Le détail est présenté en annexe (**Annexe VI**). La stratégie de lutte chimique est la moins coûteuse avec 8,010 €/m² (**Tableau XII**). Les deux luttés biologiques sont plus onéreuses que la lutte chimique entre 1,86 et 3,12 fois plus élevée. Ces résultats peuvent s'expliquer par les nombreuses interventions nécessaires en lutte biologique pour permettre d'avoir un effet préventif (**Figure 38**). La lutte curative représente une très faible part du coût de protection des luttés biologiques.

La stratégie la plus économique est la lutte chimique, mais la lutte biologique classique est moins de deux fois plus chère.

Tableau XIII : Tableau des classes de la qualité de production (source Compte rendu d'expérimentation 2016)

| Classe A | Classe B | Classe C |
|---|--|---------------------|
| plants ramifiés avec entre 0 et 25% de dégâts de tarsonèmes | plants avec plus de 25% de dégâts ou une plante peu ramifiée avec moins de 25% de dégâts | plants à recultiver |
| vendu 6,50€ | vendu 5,5€ | vendu 0€ |

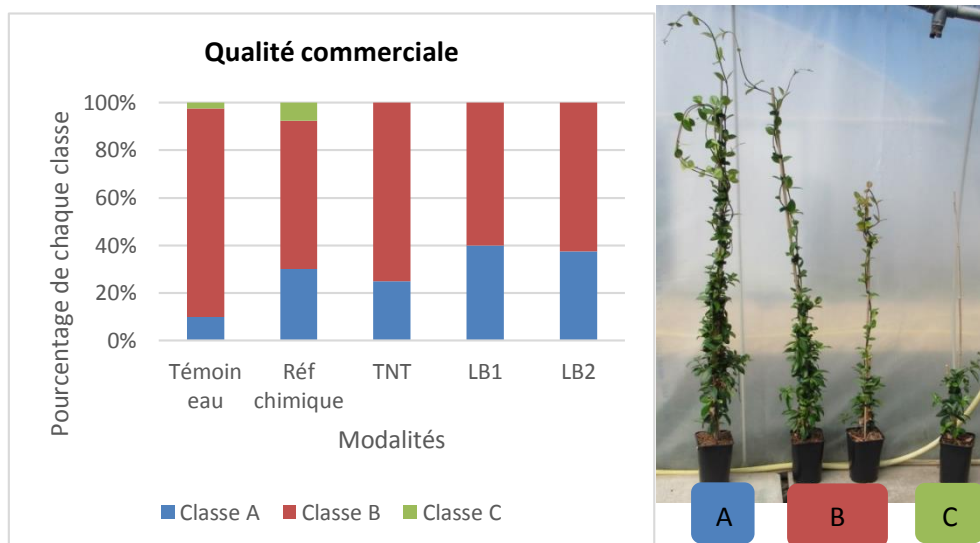


Figure 39 : Qualité commerciale de chaque modalité

A gauche, un histogramme représentant le pourcentage de chaque classe de qualité pour chaque modalité, et à droite une photographie illustrant les trois classes (source : Christine Delpech, 2017).

Test de choix réalisés sur tarsonème entre le jasmin et deux autres végétaux

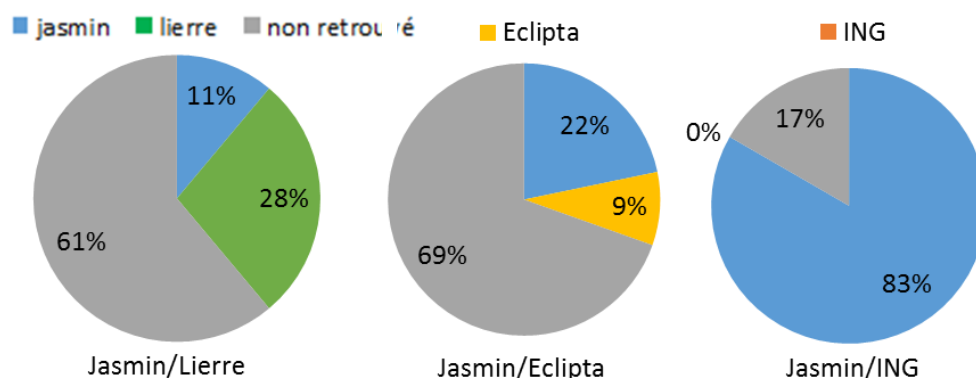
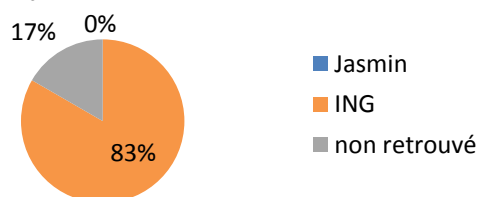


Figure 40 : Résultats des tests de choix réalisés sur tarsonème entre le jasmin et le lierre, l'eclipta et l'ING

Test de choix de *A. swirskii* entre le jasmin étoilé et l'ING



Test de choix de *A. swirskii* entre le jasmin et l'eclipta

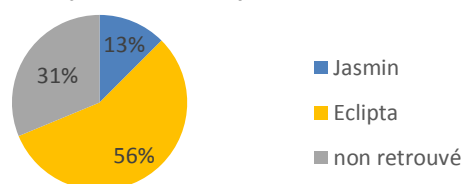


Figure 41 : Résultats du test de choix réalisé sur *A. swirskii*

3.4.2. Qualité Commerciale

Les plants de *T.jasminoides* se sont bien développés. En effet dès le mois de juillet une taille aurait pu être effectuée car une majorité des plants dépassaient le tuteur, mais il a été décidé de ne pas tailler pour ne pas affaiblir la population de tarsonème déjà très faible. La totalité des plants des deux modalités luttés biologiques et du témoin non traité ont atteint le tuteur. La référence chimique et le témoin eau ont respectivement 92,5 et 97,5% des plants qui ont atteints le tuteur. Quant aux modalités luttés biologiques et TNT 100% des plants ont atteint le tuteur.

Pour la qualité, trois classes ont été définies (**Tableau XIII**). La majorité des plants appartiennent à la classe B (**Figure 38**). L'analyse statistique n'a pas révélé de différence significative. Les différentes méthodes de lutte testée n'ont pas influencé la qualité des plants.

3.5. Test de choix

3.5.1. Test de choix sur *P.latus*

Des tests de choix ont été mis en place afin de déterminer si le tarsonème est attiré plus spécifiquement par une espèce végétale. Si une espèce attire davantage le tarsonème, elle pourrait être utilisée comme plante indicatrice.

Comme il a été vu précédemment, le tarsonème n'a pas semblé être attiré par les ING, ni par les plants de lierres utilisés lors de l'élevage de tarsonèmes.

Des feuilles de lierres et d'ING ont été utilisées pour les tests de choix afin de vérifier ce constat. De plus, à la station du CDHR, des tarsonèmes ont été observés sur *Eclipta*, ce végétal a donc également été testé.

Pour chacun des tests, le tarsonème semble être attiré davantage vers le jasmin que les trois espèces proposées. Ces résultats sont à nuancer car un pourcentage élevé de tarsonèmes n'est pas retrouvé lors des observations (**Figure 39**).

3.5.1. Test de choix sur *A.swirskii*

Les résultats précédents ont montré que les acariens prédateurs n'étaient pas observés sur les feuilles de jasmin. Une hypothèse possible est que l'ING attire davantage les acariens prédateurs que la culture. Un test de choix a donc été réalisé avec l'acarien *A.swirskii* entre les feuilles de jasmin et d'ING.

Les résultats confirment cette hypothèse. En effet, aucun auxiliaire prédateur n'a été observé sur les feuilles de jasmin. Sur six répétitions, 83% des acariens prédateurs ont été retrouvés sur les feuilles d'ING (**Figure 40**). Or, l'observation des ING au cours de l'essai n'a pas mis en évidence l'installation d'acariens prédateurs.

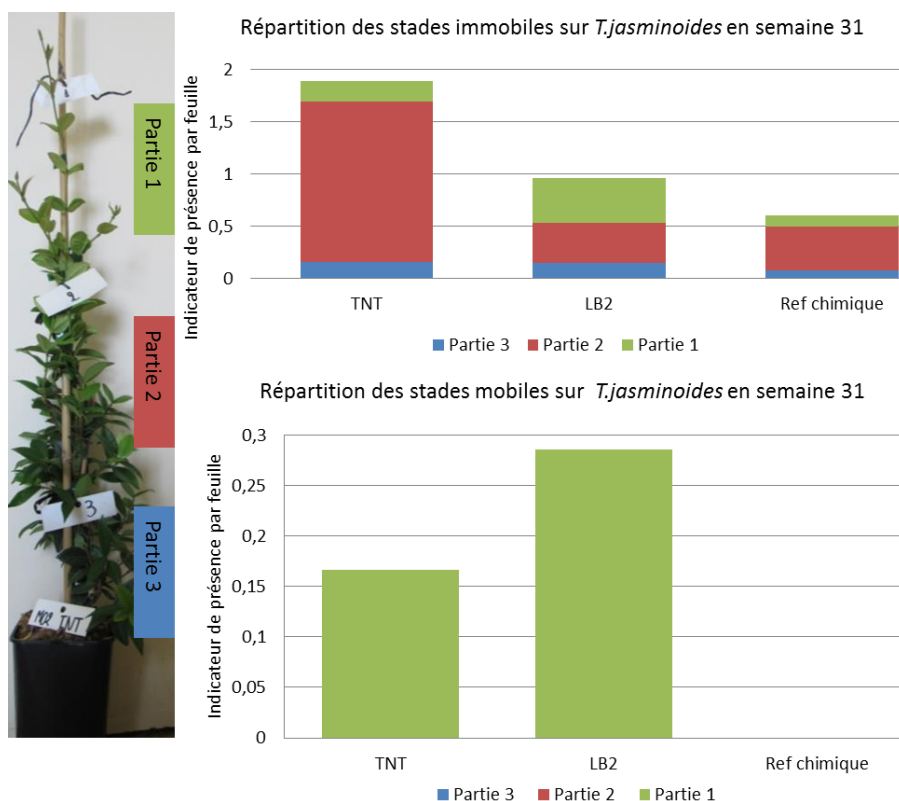


Figure 42 : Répartition des formes mobiles et immobiles sur *T. jasminoides* en semaine 31

A gauche de l'histogramme, des photographies illustrent un plant de *T. jasminoides* annotées des différentes parties (source : Christine Delpech, 2017)

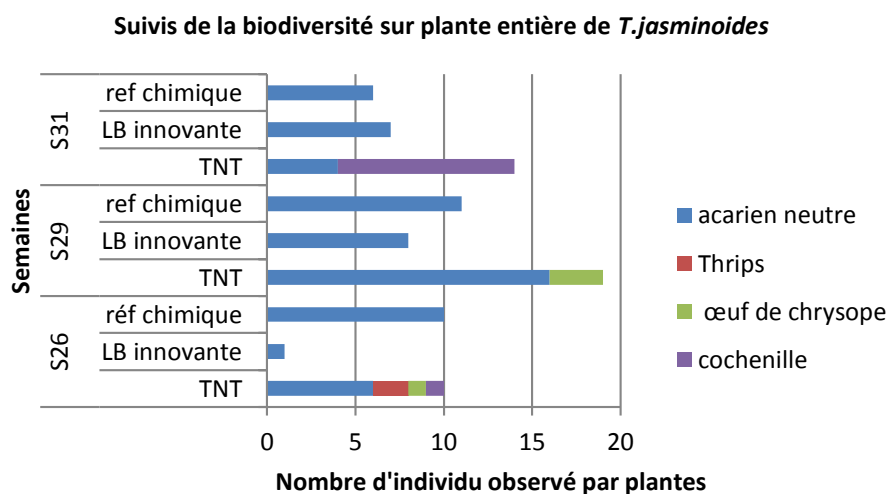


Figure 43 : Suivis de la biodiversité sur plante entière de *T. jasminoides* pour les semaines 26, 29 et 31

A gauche de l'histogramme, des photographies illustrent les bio-agresseurs observés, vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017)



Figure 44 : Photographie d'une cécidomyie prédatrice, *Feltiella acarisuga*, sur feuille de *T. jasminoides* vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017)

3.6. Répartition des tarsonèmes

L'ensemble des feuilles de l'axe le plus haut d'un plant a été observé afin d'apprécier la répartition des tarsonèmes sur le végétal. Cette notation a été effectuée en semaine 26, 29 et 31. Seule la semaine 31 a été représentée car c'est la seule semaine où des tarsonèmes mobiles ont été observés.

D'après les deux histogrammes (**Figure 42**), il est constaté que les tarsonèmes mobiles (adultes et nymphes) se positionnent dans la partie la plus haute de la plante, composé de jeunes feuilles. Les formes immobiles (œufs vides ou pleins) sont retrouvées majoritairement dans les parties 2 et 3 composées de feuilles plus âgées. Les œufs vides montrent que le tarsonème a effectué son cycle biologique sur un végétal en croissance.

Cette notation a permis de valider nos connaissances sur la répartition du tarsonème.

3.7. Suivis de la biodiversité

L'histogramme représentant le suivi de la biodiversité autre que le tarsonème, sur *T.jasminoides* montre que les modalités lutte chimique et lutte biologique ont une biodiversité similaire, composée uniquement d'acarien neutre (**Figure 43**). L'identité de cet acarien est inconnue, cependant des collaborateurs ayant déjà rencontrés cet acarien ont précisé que c'était un acarien ni ravageur, ni auxiliaire.

Pour les trois semaines, la modalité TNT a davantage de diversité que les autres modalités. En effet, il a été possible d'observer des thrips, des œufs de chrysope et des cochenilles.

3.7.1. Suivis des autres Bio-agresseurs

a) Ravageurs

Une population de tétranyques a été observée sur l'ensemble des modalités. D'après le graphique représentant le suivi de la population de tétranyques, il ne semble pas avoir de différences d'infestation entre les modalités (**Figure 45**).

Des *Feltiella acarisuga*, auxiliaires prédateurs des tétranyques, ont été observés sur les feuilles *T.jasminoides* lors des notations hebdomadaires (**Figure 44**). Toutefois, ces auxiliaires naturels n'étaient pas suffisamment nombreux pour maîtriser les tétranyques.

De plus, l'acarien *A.californicus*, lâché contre les tarsonèmes se nourrit également des tétranyques, mais ces lâchers ne semblent pas avoir eu d'effet sur la population de tétranyques. C'est pourquoi, au vu de l'augmentation de la population de tétranyques et des conditions climatiques favorables au développement de cet acarien (fortes chaleurs et faible hygrométrie), il a été décidé de réaliser un lâcher de *P.persimilis* sur l'ensemble des modalités à une dose curative de 20 individus par m².

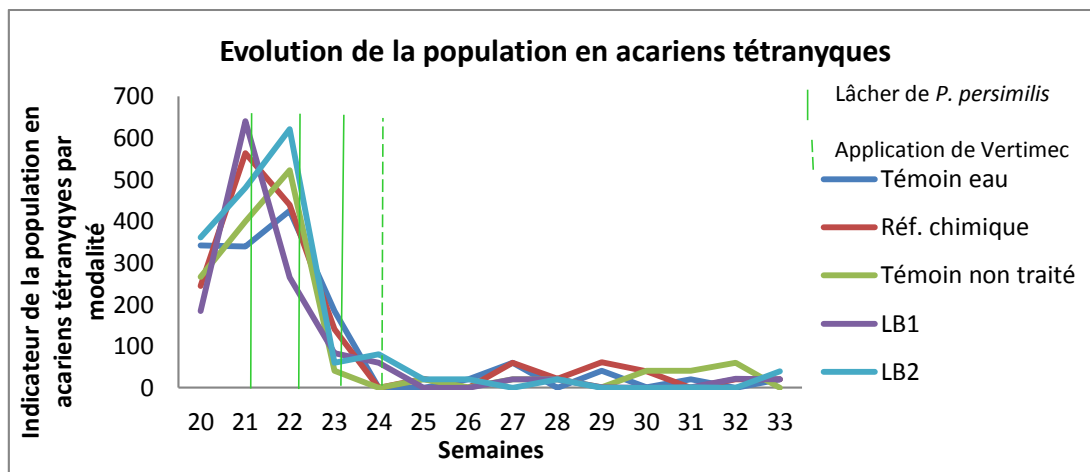


Figure 45 : Dynamique de population de l'acarien tétranyque observée sur l'ensemble des modalités
Application de Vertimec à la semaine 24 uniquement pour la modalité Réf. Chimique

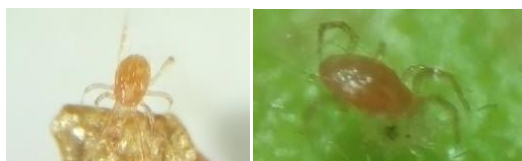


Figure 46 : Photographie de l'acarien prédateur *P. persimilis* observé à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017)

Cet auxiliaire est un type I, c'est-à-dire qu'il se nourrit exclusivement et spécifiquement de tétranyques (**Figure 46**). Il n'aura donc pas d'impact sur la population de tarsonèmes.

Trois lâchers, à une semaine d'intervalle, sont préconisés pour lutter contre les tétranyques. Suite à ces trois lâchers, il est observé que la population du ravageur a diminué, pour rester à une faible présence de la semaine 24 à la semaine 28 sur l'ensemble des modalités (**Figure 45**). L'application du Vertimec®, un acaricide, et les fortes chaleurs ont pu également influencer la diminution de la population de tétranyques pour la modalité lutte chimique.

4. Discussion

4.1. Dispositif expérimental

4.1.1. Echec de l'infestation des lierres

L'infestation prévue sur les lierres n'a pas fonctionné contrairement à l'essai de 2016. L'échec de l'infestation des lierres peut s'expliquer par la mise en place tardive de l'élevage, au cours du mois de mars. Il peut être imaginé qu'une infestation plus précoce, permettrait d'avoir une population plus développée au début de l'essai. La difficulté d'une infestation précoce est de pouvoir échantillonner des plants infestés par les tarsonèmes tôt chez les producteurs. Les plants de lierres étaient aussi moins appétents que l'année passée suite à un sur-arrosage.

Il faut également que la plante soit moins appétente que le jasmin car le risque est que les tarsonèmes restent sur la plante contaminées et n'infestent pas les jasmins. Le test de choix réalisé entre l'éclipta et le jasmin ont mis en évidence que le tarsonème était davantage attiré par l'éclipta que par le jasmin. Elle ne peut donc pas être utilisée comme plante pour infester les jasmins, contrairement au lierre. De plus, l'éclipta est une plante annuelle, ce qui ne permet pas d'avoir une population de tarsonèmes toute l'année.

Les jasmins ont donc été infestés naturellement. Au cours des premières semaines de l'essai, aucune différence significative de population a été observée, il est possible que des œufs positionnés aux bas des étages foliaires aient éclos plus tard, et que l'infestation n'était pas homogène expliquant les différences de populations entre les modalités avant les traitements.

4.1.1. Itinéraire de production et interventions

Les interventions réalisées dans l'essai, ont été regroupées dans un tableau (**Annexe VII**). Au cours de l'essai, plusieurs effleurages ont été réalisés afin de limiter l'attraction de ravageurs, or l'effleurage n'est pas réalisé chez les producteurs. Cela peut entraîner un biais car l'absence de fleur diminue l'attraction de ravageurs mais également d'auxiliaires.



Figure 47 : Photographie de parcelle de *T.jasminoides* d'un producteur (source : Johanna Couraudon, 2017)

Chez les producteurs les *T.jasminoides* sont irrigués par aspersion, alors que dans l'essai l'irrigation est réalisée par goutte à goutte, car le tunnel de l'essai est trop bas pour la mise en place d'asperseurs (**Figure 47**).

Sachant que les tarsonèmes sont sensibles à l'humidité, la différence de technique d'irrigation peut influencer le développement des populations de tarsonème. L'irrigation par aspersion pourrait être mise en place en 2018 en changeant le lieu de l'essai, soit sous un tunnel plus haut ou chez les producteurs. Ce changement de technique permettrait de supprimer la modalité Témoin eau. Ce témoin permet de déterminer si l'application de bouillie lors du traitement chimique a un réel impact sur tarsonème ou si c'est lié à la pulvérisation d'eau.

Ainsi, si le mode d'arrosage est l'aspersion, cette modalité n'a plus lieu d'être mise en place.

4.1.2. Conditions climatiques

Les conditions climatiques ont influencé la dynamique de population des tarsonèmes et des auxiliaires. Les tarsonèmes, sensibles aux fortes chaleurs et aux faibles hygrométries n'ont pas survécu à la canicule des semaines 24 et 25. Des nymphes desséchées ont été observées pour la première fois à cette période. La diminution de la population a également été observée chez les producteurs, lors des interventions des conseillers. Cette canicule s'est déclenchée la semaine juste après l'application des traitements, donc il n'est pas possible de différencier la diminution liée aux fortes températures et celle liée à l'efficacité des traitements.

4.2. Est-ce que les stratégies testées peuvent être une alternative à la lutte chimique ?

4.2.1. Efficacité nuancée de la lutte biologique

En 2016, les apports avaient commencé trois semaines après la mise en place de l'essai, dès l'observation des premiers tarsonèmes mobiles. Des doses curatives ont été utilisées. En 2017, les apports ont débuté dès le début de la culture en lutte préventive. Cependant, tout comme en 2016, la lutte biologique n'a pas eu d'impact significatif contre le tarsonème, malgré la mise en place de lâchers d'auxiliaires en préventif en 2017.

4.2.2. Un auxiliaire moins sensible au froid : *Euseius gallicus*

En 2017, une des améliorations était de réaliser des lâchers d'auxiliaire en préventif. Malgré des températures inférieures à 15°C, des lâchers de *A.swirskii* ont été effectués. Toutefois, cet acarien ne se développe seulement qu'à des températures supérieures à 15°C.

Un nouvel acarien efficace contre tarsonèmes, *Euseius gallicus*, a été observé récemment (Pauwels et al, 2014). Il est actif à de plus faibles températures, jusqu'à 10°C (Biobest, 2017).

Tableau XIV : Tableau des prix des acariens prédateurs (Biobest, 2017)

| Auxiliaires | T° minimale | Prix (€/1000individus) |
|-------------------------|-------------|------------------------|
| <i>A. swirskii</i> | 15°C | 2,22 |
| <i>Euseius gallicus</i> | 10°C | 15,76 |

x7

Son prix étant plus élevé que celui d'*A. swirskii*, il peut être intéressant de le mettre en début de culture quand les températures sont basses puis de faire des lâchers d'*A. swirskii* (**Tableau XIV**).

4.2.3. Installation d'auxiliaires non observée

Comme pour l'application de pollen, les parcelles étaient trop petites pour appliquer des auxiliaires par saupoudrage ou par sachet pour l'*A. swirskii*. C'est pourquoi les auxiliaires ont été comptés et placés dans un tube eppendorf à l'aide d'un pinceau. La manipulation a pu les blesser. De plus, ils ont été appliqués sans le substrat inclus dans les boîtes d'auxiliaires. Le substrat est une source de nourriture et permet aux acariens de se cacher.

Son absence a pu défavoriser leur installation. Il pourrait être envisagé de tester l'application d'auxiliaire sur des parcelles de producteurs, plus grandes.

De plus les observations ont été réalisées en laboratoires sur les jeunes feuilles. Les acariens prédateurs auraient pu s'enfuir des feuilles. Cependant, il aurait pu être observé des œufs, ce qui n'a pas été le cas des semaines 27 à la semaine 33. Une autre hypothèse peut être que les acariens prédateurs préfèrent les feuilles du bas qui n'ont pas été observées. Une observation de la plante entière, à la loupe de terrain pourrait permettre un meilleur suivi des acariens prédateurs et des auxiliaires, mais cette technique nécessite du temps.

Des œufs d'acariens prédateurs ont été observés sur la modalité Témoin Non Traité, ces œufs sont peut-être dus à la pollution humaine.

4.2.4. Sur-dosage des apports de pollen

Un des outils testé pour améliorer la stratégie PBI, est l'apport de pollen. Le pollen est appliqué pour favoriser le maintien et le développement des auxiliaires prédateurs.

Les apports de pollen appliqués sur les parcelles ont été sur-dosés pour des problèmes de mesures de précisions. La quantité de pollen à appliquer est calculée en fonction de la surface des parcelles. Toutefois, la valeur minimale pouvant être mesurée avec fiabilité au CDHR est de 0.5g de pollen. Or, 0.5g de pollen est préconisé pour une surface de 10m², ce qui n'est pas envisageable sur la station pour des raisons économiques et de place disponible. Il serait possible de réaliser un essai chez un producteur possédant des surfaces beaucoup plus importantes. Cependant au vu des résultats, l'apport de pollen, même sur-dosé, ne semble pas avoir favorisé l'installation des auxiliaires. Le pollen a été appliqué en même temps que les lâchers d'auxiliaires. Les auxiliaires n'ont peut-être pas eu besoin du pollen tout de suite après leur lâcher mais quelques heures après. Le pollen est un élément fragile, il a pu se dégrader et ne plus être de bonne qualité lorsque les auxiliaires en ont eu besoin.



Figure 48 : Photographie de l'essai Pollen mis en place au CDHR avec un zoom sur la plante Typha (source : Christine Delpech, 2017)

Il pourrait être testé d'appliquer le pollen 24 heures ou plus après les lâchers. Il faudrait également vérifier chez les producteurs que l'aspersion des jasmins ne lessive pas le pollen.

De plus, ces applications ont augmenté le coût des modalités de lutte biologique. Le prix, la conservation difficile du pollen, son application contraignante sont autant d'inconvénient lié à son utilisation. Une solution à ces inconvénients serait l'implantation d'une plante pollinifère. Ainsi, il n'aurait plus besoin d'apporter du pollen, cela abaisserait les coûts de main d'œuvre lors de l'application, et serait une source continue d'alimentation pour les auxiliaires. Un essai est mené dans ce sens à la station du CDHR. En effet, une gamme de végétaux a été sélectionnée pour son pollen, sur la base des critères de rusticité et de l'intérêt anémophile pour la faune auxiliaire. Les objectifs sont d'étudier la nature et la quantité de pollen libérée par chaque espèce anémophile ainsi que de mesurer l'impact sur les cultures (relevé de ravageurs, collecte d'auxiliaires). Une plante pollinifère est disposée par parcelle de 4m². Dans cet essai, la plante Typha est étudiée, l'efficacité de son pollen pour l'installation des *A.swirskii* a été prouvée (**Figure 48**). Si les résultats de cet essai sont concluants, il serait intéressant d'apporter du pollen et d'arrêter les apports en les remplaçant par la mise en place de Typha lors de la période de floraison, de juin à août (Tela Botanica, 2017). Cependant, cette technique nécessite une organisation pour le producteur : il doit s'occuper du *pool* de plante à pollen et détecter quand il doit mettre en place les plantes et arrêter les apports de pollen.

4.2.5. Pourquoi la plante indicatrice n'a pas permis de détection précoce ?

L'observation des ING ne donne pas d'indication sur la dynamique de population présente sur l'ensemble des parcelles de cette modalité. La plante indicatrice n'ayant été positionnée qu'en semaine 23, elle n'a pas pu aider à la détection précoce des tarsonèmes.

La faible population observée sur les feuilles peut s'expliquer par son positionnement dans la parcelle. En effet, les ING étaient positionnées au centre des parcelles au sol, et ont une hauteur maximale de 40cm. Les tarsonèmes, se situant sur la partie haute des *T.jasminoides* n'ont peut-être pas voulu descendre sur l'ING. Pour la prochaine année d'essai il serait préférable d'utiliser une plante de service grimpante comme le jasmin, toutefois, très peu de plante grimpante sont sensibles aux tarsonèmes.

Même si des études ont prouvé que des plantes de services pouvaient être utilisées sur acarien, comme le haricot avec les acariens tétranyques (Bernard (Anatisbioprotection), 2017), cette méthode n'est peut-être pas adaptée aux tarsonèmes. En effet, les tarsonèmes sont de très petits acariens avec une faible capacité de déplacement.

Tableau XV : Tableau de compatibilité de la matière active Abamectin contenu dans le produit phytosanitaire Vertimec® avec les auxiliaires (source : Christine Delpech, 2017, d'après Biobest, 2017)

| Auxiliaires | <i>A.californicus</i> | <i>A.swirskii</i> | <i>Chrysopa carnea</i> | | <i>P.persimilis</i> |
|---|-----------------------|-------------------|------------------------|---------|---------------------|
| | | | Larves | Adultes | |
| Toxicité | | | | | |
| Persistance | 5 jours | 2 semaines | 1 semaine | | 2 semaines |
| <div><div><div><div>Légende</div><div>Très Toxique</div><div></div></div><div><div>Peu toxique</div><div></div></div></div></div> | | | | | |

La plante indicatrice pause également le problème de l'attraction des auxiliaires. Les tests de choix ont mis en évidence que les auxiliaires prédateurs, *A.swirskii*, sont plus attirés par les feuilles d'ING que celles du jasmin. Ce résultat peut expliquer le fait qu'il n'a pas été observé une installation des auxiliaires sur jasmin lors des observations hebdomadaires. De plus, suite à la mise en place des ING, la population de tarsonèmes des parcelles de lutte innovante aurait peut-être une tendance à être plus importante que dans la lutte biologique classique.

Il est possible de supposer que les ING ont joué un rôle attractif pour les auxiliaires, ce qui a diminué l'efficacité des lâchers préventifs en comparaison avec les parcelles de lutte biologique ne possédant pas cette plante. Seulement deux feuilles de la plantes de service étaient observées par parcelle. Ce faible nombre peut expliquer qu'il n'est pas été observé d'installation de ces auxiliaires sur cette dernière. S'ajoute à cela, le fait que les feuilles sont apportées au laboratoire pour être observées sous loupe binoculaire, ainsi les auxiliaires, très rapides, ont pu s'échapper. Il serait intéressant de prévoir des observations de la plante entière. Les auxiliaires pouvant être observés à la loupe de terrain. La même explication peut être appliquée au jasmin pour expliquer que l'installation des auxiliaires n'a pas été observée.

L'ING a semblé être moins appétentes que les feuilles de jasmins. S'ajoute à ce constat, l'hypothèse que l'ING a attiré davantage d'auxiliaires que le jasmin, empêchant l'action de ces dernières contre les tarsonèmes. Pour l'année 2017, la mise en place de la plante indicatrice n'a pas permis de détecter précocement la présence des tarsonèmes et ainsi n'a pas pu donner une indication de l'infestation de la parcelle.

En 2016, la population de tarsonème présent sur les parcelles chimiques était inférieure à celle de la lutte biologique. Pour des raisons pratiques, la lutte chimique ainsi que le témoin eau sont positionnés à l'écart pour éviter la contamination. Cette position est la même pour ces deux premières années et le constat d'une population inférieure sur les parcelles chimiques est aussi vérifiée. Il est donc possible que cette différence soit liée à l'environnement et à la place des modalités sous l'abri.

La biodiversité observée dans la modalité chimique est similaire à celle des luttes biologiques. Cela peut s'expliquer par le fait que le Vertimec® est compatible PBI, avec de très faible effet sur les larves de chrysope, mais avec des effets toxiques sur les acariens prédateurs (**Tableau XV**). Cependant, moins de biodiversité est observée sur lutte biologique. Les deux auxiliaires apportés sont des prédateurs de type II. C'est-à-dire qu'ils sont polyphages, par exemple *A.swirskii* se nourrit également de thrips et d'aleurodes ce qui expliquerait cette baisse.



Figure 49 : Photographie d'un acarien neutre observé sur les feuilles de T.jasminoides vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017)

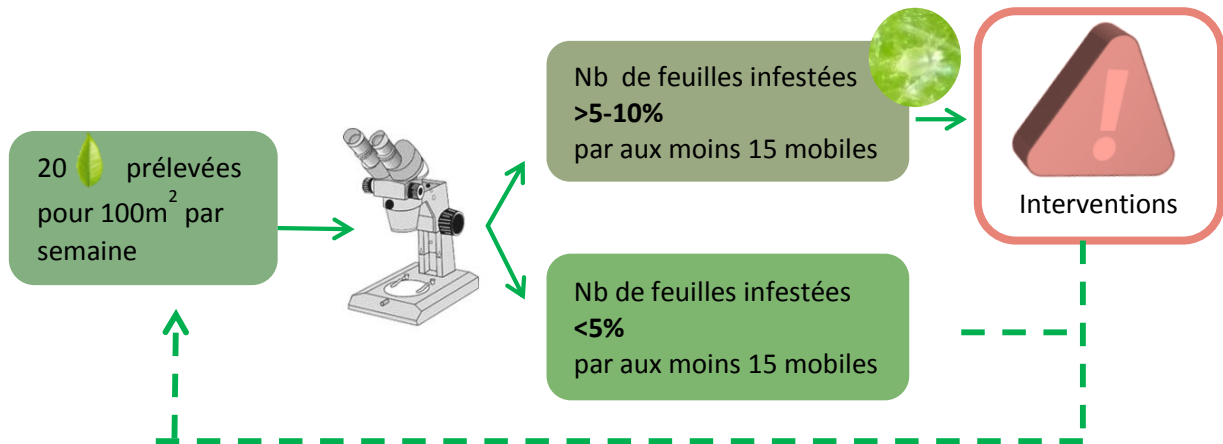


Figure 50 : Proposition de règle de décision déclenchant une intervention contre les tarsonèmes pour les professionnels (source : Christine Delpech, 2017)

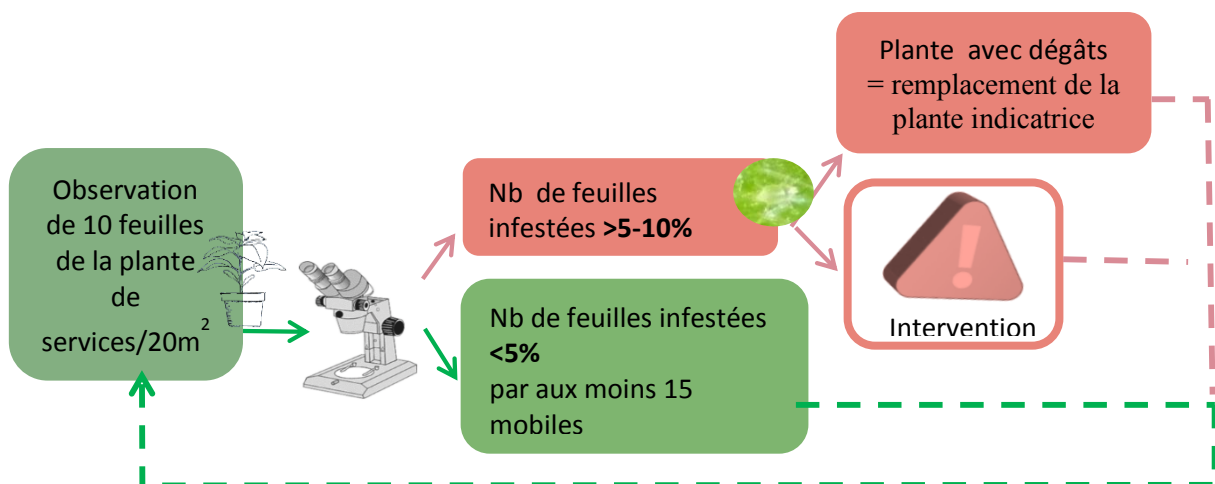


Figure 51 : Proposition de règle de décision avec une plante indicatrice déclenchant une intervention contre les tarsonèmes pour les professionnels (source : Christine Delpech, 2017)

4.2.6. D'autres facteurs expliquent la dynamique de population : Test de prédatons

Des auxiliaires comme *Sthetorus* sont polyphages et peuvent se nourrir de tarsonèmes. En 2016 des tests de prédation ont été effectués pour estimer le nombre de tarsonèmes qu'ils pouvaient manger. La présence de cet auxiliaire peut donc expliquer la dynamique de population du tarsonème, en cas de forte population.

Il existe peut-être d'autres auxiliaires se nourrissant de tarsonèmes. Un acarien inconnu a été observé à de nombreuses reprises sur les feuilles de jasmins (**Figure 49**). En 2018, il serait intéressant de mettre en place un test de prédation avec cet acarien.

4.3. Est-ce que ces stratégies sont applicables chez les producteurs

Stratégie : La principale stratégie de la lutte biologique est la détection précoce des ravageurs et leur suivi. La détection du tarsonèmes est très délicate, et quand les symptômes apparaissent, il est difficile de contrôler la population.

La mise en place d'une plante de service ne s'est pas révélée concluante, seule l'observation régulière des feuilles à la loupe binoculaire permet de suivre la dynamique de ce ravageur. Cette méthode est contraignante pour le producteur. Néanmoins, il peut se tourner vers un conseiller. Les informations sur la localisation des tarsonèmes mobiles, apporté par cet essai, permet de diriger le producteur vers l'observation des jeunes pousses uniquement. Les traitements à réaliser pour la lutte biologique ne nécessitent pas de matériel particulier. La plus grosse difficulté est la gestion du stock de plantes de service saines.

Règles de décisions : Des symptômes ont été observés, sans que le seuil d'intervention ne soit déclenché. Or, un végétal présentant des symptômes perd de sa valeur. Le seuil d'intervention est à affiner. Un pourcentage de feuille contaminée, pourrait être un seuil facilement utilisable par les producteurs. Une règle de décision simplifiée pourrait être proposée aux producteurs ayant mis en place des plantes indicatrices ou non (**Figure 50 et figure 51**).

Coût : Les coûts des luttés biologiques sont supérieurs à la lutte chimique, cette stratégie nécessite davantage d'interventions. De plus, le prix du coût de protection des luttés biologiques est à relativiser car le pollen, les plantes de services ont été sur-dosés à cause des petites parcelles à traiter. De plus, cette année les *T.jasminoides* n'ont pas subi de taille afin de garder la population de tarsonèmes. Une année, où il y aurait une forte population, la taille, obligatoire chez les professionnels, pourrait être positionnée au pic de la population afin de contrôler les tarsonèmes à faible coût.

En cas de forte infestation, il s'ajouterait un renouvellement plus fréquent des plantes de service, augmentant les coûts.

4.4. Perspectives

4.4.1. Lutte mécanique : application d'argile

Toujours dans le but de trouver des méthodes alternatives à la lutte chimique, l'efficacité de produits naturels contre le *Polyphagotarsonemus latus* ont été évalués. De l'argile à différentes doses ont été appliqués sur piment.

L'application de suspension d'argile dans de l'eau savonneuse à 67g/l a permis de réduire significativement la population de tarsonème. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que l'argile est un élément minéral qui a pu gêner le prélèvement de nourriture et les déplacements des tarsonèmes et donc sa dispersion. Les particules minérales ont aussi pu blesser ce ravageur. (Adango *et al.*, 2012). L'utilisation de suspension d'argile serait donc une méthode alternative au produit chimique. Cependant, l'argile pourrait impacter le reste de la biodiversité (Berud *et ali*, 2013)

Un produit à base de kaolin est homologué sur arbuste contre pucerons. Son efficacité contre le tarsonème n'a pas été prouvée, mais au vu des résultats obtenus en laboratoire, il peut-être supposer que ce produit peut lutter contre le tarsonème. Ce produit phytosanitaire est utilisé dans la lutte contre le puceron, qui peut être un vecteur du tarsonème. Son prix est estimé à 0.032€/m² soit un coût estimé à 8.040€ (sur la base des calculs des coûts économiques) pour une application. Ce prix est similaire à celui d'un produit phytosanitaire classique. Il serait donc rentable s'il lutte efficacement contre le tarsonème (Mazollier, 2016). De plus, ce produit peut être appliqué avec un pulvérisateur classique, mais il faudrait vérifier que l'aspersion ne lessive pas l'argile. Les traces laissées par l'argile après l'application, pourrait entacher l'esthétique de la plante et gêner le consommateur.

4.4.1. Utilisation de *Beauveria bassiana*

L'utilisation d'un champignon a été étudiée. En effet, l'infection des tarsonèmes par des conidies de *Beauveria bassiana* a été testée. Une réduction de 88% de la population de tarsonème a été observée par feuille. Au vu de ces résultats le champignon *Beauveria bassiana* pourrait être utilisé comme un auxiliaire enthomopathogène de *Polyphagotarsonemus latus* (Pena, 1996). Plus récemment d'autres essais en laboratoire ont continué d'étudier l'impact de ce champion sur le tarsonèmes. En 2004, il a été observé que l'application 1 x 10⁸ conidies de *Beauveria bassiana* isolé de *Glenia celia*, induisait une mortalité allant jusqu'à 80,88% des tarsonèmes. (Nugroho *et al*, 2004).

Tableau XVI : Propositions de modalités pour l'année 2018 (source : Christine Delpech, 2017)

| | |
|--------------------------------|--|
| Modalité « phytosanitaire » | <p>Référence chimique</p> <p>Alternance des matières actives suivantes : abamectine, tebufenpyrad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • VERTIMEC® à base d'abamectine (3 applications maximales avec une dose maximale d'emploi de 0.025 L/hL) • MASAI® à base de tebufenpyrad (1 application maximale avec une dose maximale d'emploi de 0.05 kg/hL) |
| | <p>Témoin non traité</p> <ul style="list-style-type: none"> • aucune intervention sanitaire par rapport au tarsonème. |
| Modalités « Lutte Biologique » | <p>Lutte Biologique</p> <p>Stratégie combinant des lâchers d'auxiliaires et apport de pollen pour nourrir les acariens prédateurs de la culture. Lutte biologique à base de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Amblyseius californicus</i> utilisé pour une action préventive. 1 sachet de 100 individus par parcelle élémentaire soit une dose de 200 ind/m². • Lorsque les températures sont inférieures à 15°C utilisé <i>Euseius gallicus</i> à une dose préventive de (50 ind/m²) et curatif léger (100 ind/m²) • <i>Amblyseius swirskii</i> utilisé en préventif (50 ind/m²) et curatif léger (100 ind/m²) contre les tarsonèmes. |
| | <p>Lutte Biologique innovante</p> <p>Stratégie combinant des lâchers d'auxiliaires, la mise en place de plante pollinifères pour nourrir les acariens prédateurs de la culture et de plante de service. Lutte biologique à base de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Amblyseius californicus</i> utilisé pour une action préventive. 1 sachet de 100 individus par parcelle élémentaire soit une dose de 200 ind/m². • Lorsque les températures sont inférieures à 15°C utilisé <i>Euseius gallicus</i> à une dose préventive de (50 ind/m²) et curatif léger (100 ind/m²) • <i>Amblyseius swirskii</i> utilisé en préventif (50 ind/m²) et curatif léger (100 ind/m²) contre les tarsonèmes. • Apport de pollen pour favoriser l'installation des auxiliaires, et arrêt des apports lorsque la plante de pollinifère Typha est en fleur (une plante pour 4m²). • Utilisation de plante indicatrice : Eclipta pour permettre la détection des tarsonèmes |
| Modalité « lutte mécanique » | <p>Lutte Mécanique à base d'argile</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interventions phytosanitaires calées sur les pratiques des professionnels. Produit à base de kaolin : Sokalciarbo WP ®. Dose d'application : 50 kg/ha au 1er passage et 30 kg/ha aux suivants (Petit, 2010). • Taille des apex atteints |

En 2016, des essais sous serre ont été mis en place pour tester l'efficacité de ce champignon contre le tarsonème sur haricot. Son efficacité était de 41.6% (Martins, 2016). Même si cette efficacité est plus faible que celle obtenue lors de traitement chimique, il a empêché le développement de la population de tarsonème comparé TNT.

Aucun produit à base de *B. bassiana* n'est homologué contre tarsonème, mais au vu des premiers résultats sous serre, il pourrait être intéressant de tester une méthode de lutte comprenant une lutte à base de ce champignon avec une lutte à base d'acariens prédateurs.

Des recherches sont en cours pour trouver de nouvelles méthodes alternatives contre le tarsonème. Il est important de continuer les veilles bibliographiques.

4.4.2. Proposition de dispositif expérimental pour 2018

Pour la troisième année d'essai, il pourrait être mis en place un essai de 5 modalités avec 4 répétitions, présentées dans le **tableau XVI**. Les modalités seront placées dans un tunnel disposant d'asperseurs.

La modalité référence chimique, lutte mécanique et la modalité témoin non traité seraient placés dans un tunnel à l'écart des autres modalités pour éviter toutes contaminations. Ensuite les modalités Biologiques seraient placées à l'écart dans un autre tunnel pour éviter les contaminations par le pollen ou placés chez un producteur.

La difficulté en expérimentation est de tester des stratégies sur des surfaces réduites. Il faut adapter les doses, le matériel... Il est donc intéressant suite à l'expérimentation de tester les stratégies chez les producteurs.

5. Conclusion

En France, l'utilisation de produits phytosanitaires est fortement critiquée de par leur impact sur l'environnement et la santé. C'est pourquoi, des méthodes alternatives sont recherchées afin de diminuer l'utilisation de ces produits. Toutefois la tâche n'est pas simple, car les méthodes alternatives doivent être efficaces et économiquement viables pour les producteurs.

Une stratégie de lutte, la Protection biologique intégrée (PBI), se développe sous abris. Les tunnels et les serres sont des environnements clos. Les températures et l'hygrométrie sont facilement contrôlables ce qui permet de rendre les lâchers d'auxiliaires plus efficaces qu'en extérieur. Ces environnements permettent de surveiller les populations de ravageurs et ainsi de pouvoir intervenir plus précisément.

Dans cet essai, l'observation de la population de *Polygarsotarsonemus latus*, a permis de suivre la dynamique de cette population sur *T. jasminoides*. L'efficacité de différentes stratégies de lutte contre le tarsonème sur *T. jasminoides*, a été évaluée. Le développement du tarsonème étant très dépendant des conditions météorologiques, l'efficacité des traitements n'a pas pu être évaluée pleinement. L'application du pollen ne semble pas avoir amélioré l'établissement des auxiliaires *A. Californicus* et *A. swirskii*, utilisés dans la lutte biologique. Malgré la lutte préventive, des symptômes ont été observés. De plus, Les plantes de service, des Impatiences de Nouvelle Guinée, se sont avérées plus appétentes pour les auxiliaires que le jasmin et moins appétentes pour les tarsonèmes. Les plantes indicatrices n'ont pas aidé à la détection précoce des tarsonèmes.

La lutte chimique est toujours la méthode la plus économique. Outre l'évaluation des stratégies de lutte, cet essai a permis de mettre en évidence la répartition des tarsonèmes mobiles, localisés principalement sur les jeunes feuilles.

D'autres luttés alternatives sont étudiées. Les résultats sont encourageants et à suivre. Notamment l'utilisation d'argile qui pourrait aider à contenir les populations de tarsonèmes. Une troisième année d'essais aura pour but de tester une stratégie globale intégrant plusieurs méthodes alternatives. Pour que la PBI fonctionne, le suivi des populations de ravageurs doit être régulier, et les seuils d'intervention affinés. Il faut trouver l'équilibre entre les populations de ravageurs et les populations d'auxiliaires, d'autres essais sont encore nécessaires pour optimiser cette stratégie.

Une quatrième année servira à valider les stratégies retenues les années précédentes. Ces stratégies pourront être également validées chez les producteurs.

6. Bibliographie

Sitographie

- ANATIS Bioprotection, 2017, Amblyseius swirskii, (consulté le 08/06/2016)
<http://anatisbioprotection.com/produits-lutte-biologique/amblyseius-swirskii-mite.html>
- Authier N., IQDHO, 2014, Développer conseiller innover documenter diffuser, (consulté le 25/05/2016)
<http://www.iqdho.com/images/stories/Nouvelles2014/Tarso2014Nic.pdf>
- BASF, 2016, Masai acaricide multicultures, (consulté le 28/05/2017)
http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/media/11/productcatalogue/product_files/masai-2016-02-15.pdf
- Bernard S. (Anatisbioprotection), 2017, 4 étapes pour nettoyer et désinfecter vos serres des ravageurs pour partir votre saison horticole du bon pied, (consulté le 18/08/2017)
<http://anatisbioprotection.com/blog/nettoyage-desinfection-serres.html>
- Berud M. et ali, 2013, Argiles en Arboriculture : Pommier, Poirier, Cerisier, Olivier, (consulté le 18/08/2017),
<http://www.grab.fr/wp-content/uploads/2014/03/Argiles-2014-01-20.pdf>
- Biobest (a), 2017, Swirskii Breeding System, (consulté le 28/05/2016)
<http://www.biobestgroup.com/fr/biobest/produits/lutte-biologique-contre-les-ravageurs-4459/auxiliaires-4478/swirskii-breeding-system-7451/>
- Biobest (b), 2017, Californicus System, (consulté le 08/06/2016)
<http://www.biobestgroup.com/fr/biobest/produits/lutte-biologique-contre-les-ravageurs-4459/auxiliaires-4478/californicus-system-4720/>
- Biobest (c), 2017, TECHNICAL SHEET DYNA-MITE@G-SYSTEM, (consulté le 08/06/2016)
http://www.biobestgroup.com/public/uploads/linkedfile/f537a1a4b437b78.53062353_TECHNICAL%20SHEET%20DYNA-MITE%20G-SYSTEM%20%28EN-240414%29.pdf
- Biobest, 2017, Biological Systems for Sustainable Crop Management, (consulté le 08/06/2016)
http://www.caahmro.fr/data/doc-357/20150908/521_1.pdf
- Bellec F., 2015, évaluation de stratégies de lutte biologique contre l'acarien phytophage *Tetranychus urticae* en culture de jasmin étoilé (*Trachelospermum jasminoides*) et analyse technico-économique du système cultural
- Chambre d'agriculture du Lot et Garonne, 2011, Le tarsonème sur fraisier, (consulté le 22/05/2017),
http://lot-et-garonne.chambagri.fr/fileadmin/telechargement/Productions_vegetales/fraises/fiche-tarsoneme-sur-fraisier.pdf
- Chamont S. (INRA), 2016, Les acariens prédateurs (consulté le 24 mars 2017)
<http://ephytia.inra.fr/fr/C/11112/hypp-Les-acariens-predateurs>
- Desangosse, 2017, Acramite, (consulté le 28/05/2017)
<http://www.desangosse.fr/produits/n-u-3463450001541.pdf>
- E-phy, 2016, MASAI BASF FRANCE SAS, (consulté le 23/04/2017)
<https://ephy.anses.fr/ppp/masai>

ECOPHYTOPIC, 2015, Plantes pièges, (consulté le 20 juin 2017)
<http://ecophytopic.fr/tr/pr%C3%A9vention-prophylaxie/gestion-des-cultures/plantes-pi%C3%A8ges>

Ferron P., 1999, Protection intégrée des cultures : évolution du concept et de son application, (consulté le 10/05/2017)
<http://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/viewFile/30196/29956>

FranceAgriMer, février 2015, L'horticulture ornementale, Données 2015, (consulté le 28/04/2017)
<http://www.franceagrimer.fr/content/download/50308/483010/file/BIL-HOR%20Chiffres%20cl%C3%A9s%20horticoles%202015.pdf>

Franceagrimer, juin 2015, Végétaux d'ornement : achats des ménages en 2014, (consulté le 10/04/2017)
<http://www.franceagrimer.fr/content/download/38833/358643/file/BIL-HOR%20Achats%20des%20m%C3%A9nages%20en%202014.pdf>

FREDON Lorraine, 2013, Lutter contre les indésirables : quels outils ? (consulté le 11/06/2017)
<http://www.fredon-lorraine.com/UserFiles/File/classeur-bpp/zna/zna-e13.pdf>

Graillot C, Comment contrôler les tarsonèmes et acariens tétranyques sans acaricide de synthèse en culture ornementale ? (2016) Rapport d'étude

Herbea, 2017, Plante piège, (consulté le 20 juin 2017)
<http://www.herbea.org/glossaire/Plante+pi%C3%A8ge>

Hilliard C. et Reedyk S. (Agriculture et agroalimentaire Canada), 2014, (consulté le 20 juin 2017)
<http://www.agr.gc.ca/fra/science-et-innovation/pratiques-agricoles/eau/protection-des-bassins-hydrographiques/agriculture-et-la-qualite-de-leau/lutte-aux-ravageurs-et-qualite-de-l-eau/?id=1187629341555>

Koppert, 2014, Tarsonemus pallidus (Tarsonème du cyclamen) (consulté le 25/05/2016)
<http://ephytia.inra.fr/fr/C/19260/Biocontrol-Tarsonemus-pallidus-Tarsoneme-du-cyclamen>

Koppert, 2015, Polyphagotarsonemus latus (Tarsonème des serres), (consulté le 25/05/2016),
<http://ephytia.inra.fr/fr/C/19621/Biocontrol-Biologie>

Larousse, 2017, Accolage, (consulté le 18 juin 2017)
<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/accolage/455>

Le Péron V. (CDHR), 2012, Compatibilité PBI et produits phytosanitaires (consulté le 24/07/2017)
http://www.cdhr.fr/fichiers/files/clubbpi/PBI-sous-abri/PBI3-Compatibilit%C3%A9-et-produits-phytosanitairesPrincipesV2_d%E2%80%A6.pdf

Mazollier C., 2016, Dossier blanchiment des serres - bulletin refbio PACA maraîchage, (consulté le 25/08/2017)
http://www.bio-provence.org/IMG/pdf/2016_mai-juin_2016_dossier_special_blanchiment_des_abris-2.pdf

Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2016, Note de suivi 2015, Tendances du recours aux produits phytopharmaceutiques de 2009 à 2014, (consulté le 28/04/2017)
http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/20160301_notesuivi_ecophyto2.pdf

Ministère de l'agriculture, 2015, Le plan Écophyto, pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires en France (consulté le 28/04/2016)
<http://agriculture.gouv.fr/le-plan-ecophyto-pour-reduire-lutilisation-des-produits-phytosanitaires-en-france>

Natural Enemies Bio Control, 2016, *Phytoseiulus persimilis*, (consulté le 18 juin 2017)
<http://www.naturalenemiesbiocontrol.com/order/phytoseiulus-persimilis>

Petit J., 2010, Contre le puceron vert du pêcher : une argile française homologuée, (consulté le 20/08/2017)
<http://www.biofil.fr/arboriculture/contre-le-puceron-vert-du-pecher-enfin-une-argile-francaise-homologuee/>

Pinatel A., 2017, Bulletin du végétal Production horticole, Provence Alpes Côte d'Azur n°133, (consulté le 08/06/2016)
http://draaf.paca.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/BSVHorti_133_cle0da6d6.pdf

RECA, 2013, Fiche conseil pour la matière active : Abamectine, (consulté le 28/05/2017)
http://www.reca-niger.org/IMG/pdf/Fiche_conseil_Abamectine_Version_22septembre2013.pdf

RATHO (Station d'expérimentation), 2008, *Trachelospermum*

Senecal, 2008, Les acariens : moyen de lutte, (consulté le 28/05/2017)
<https://www.agrireseau.net/Rap/documents/b04cs08.pdf>

Tela Botanica, 2017, *Typha latifolia* L. (consulté le 17/08/2017)
<http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-70154-synthese>

VAL'HOR, 2016, VEGETAUX DE PEPINIERE : TENDANCES 2016-2018, (consulté le 12/04/2017)
<http://www.franceagrimer.fr/content/download/42682/398750/file/SYN-HOR%20V%C3%A9g%C3%A9taux%20tendances%20P%C3%A9pini%C3%A8res.pdf>

Val'Hor, 2017, Qualité des produits, (consulté le 28/04/2017)
<http://www.valhor.fr/recherche-innovation/qualite-des-produits/>

Unibail-Rodamco, juin 2016, L'observatoire du Shopping, (consulté le 10/04/2017)
http://www.ipsos.fr/sites/default/files/doc_associe/observatoire_du_sopping_2016.pdf

Universalis, Parthénogamie, 2017, (consulté le 28/07/2017)
<http://www.universalis.fr/dictionnaire/parthenogamie/>

Articles

Adango E., Sikirou R., Assogba Komlan F. and Gbehounou G., 2012, Contrôle de l'acarien *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari Tarsonemidae) avec la suspension savonneuse d'argile et de farine de manioc dans la culture de piment, <http://www.slire.net/document/1767>

Arkesteijn M., Pijnakkerp J., 2011. Weekhuidmijten in gerbera bestrijden met roofmijten: na introductie kunnen bepaalde soorten de plaagdichtheid reduceren. *Onder glas*, 9, p. 23-25

Fasulo T., Entomology and Nematology Department, University of Florida, 2016, "*Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Arachnida: Acari: Tarsonemidae)" http://entnemdept.ufl.edu/creatures/orn/broad_mite.htm

Ferre A, (Asthredor Pays de la Loire), Les phytoptes en cultures ornementales, 2012

Grinberg M., Perl-Treves R., Palevsky E., Shomer I., Soroker V., 2005 : "Interaction between cucumber plants and the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus*: from damage to defense gene expression" Volume 115, Pages 135–144 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1570-7458.2005.00275.x/full>

- Gerson U., 1992. « Biology and Control of the Broad Mite, *Polyphagotarsonemus Latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) ». *Experimental & Applied Acarology* 13 (3): 163-78
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01194934>
- Goleva I., Zebitz W., 2013, Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae), Volume 61, Issue 3, pp 259–283
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10493-013-9700-z>
- Kousik, Chandrasekar S., B. M. Shepard, Richard Hassell, Amnon Levi, et Alvin M. Simmons. 2007. « Potential Sources of Resistance to Broad Mites (*Polyphagotarsonemus Latus*) in Watermelon Germplasm ». *HortScience* 42 (7): 1539-44
- Luypaert G., Gil, Johan Witters, Nick Berkvens, Johan Van Huylenbroeck, Jan De Riek, et Patrick De Clercq. 2015. « Cold Hardiness of the Broad Mite *Polyphagotarsonemus Latus* (Acari: Tarsonemidae) ». *Experimental & Applied Acarology* 66 (1): 29-39. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25758635>
- Martineau C., Lavoie M., Lemaire E., 2015, Développement d'une méthode de dépistage précoce du tarsonème trapu dans les productions ornementales en serre, http://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Agroenvironnement/1612_Rapport.pdf
- Martins C., Alves L., Mamprim A. and Souza L., 2016 Selection and characterization of *Beauveria* spp. isolates to control the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) vol. 76, no. 3, pp. 629-637 <http://www.scielo.br/pdf/bjb/v76n3/1519-6984-bjb-76-3-629.pdf>
- Palevsky E., Soroker V., Weintraub P., Mansour F., Abo-Moch F., et Gerson U. 2001. « How Species-Specific Is the Phoretic Relationship Between the Broad Mite, *Polyphagotarsonemus Latus* (Acari: Tarsonemidae), and Its Insect Hosts? » *Experimental & Applied Acarology* 25 (3): 217-24.
<https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1010645315630?LI=true>
- Nugroho I. et Bin Ibrahim Y., 2004, Laboratory Bioassay of Some Entomopathogenic Fungi Against Broad Mite (*Polyphagotarsonemus latus* Bank), *J. Agri. Biol.*, Vol. 6, No. 2 http://www.fspublishers.org/published_papers/66582_..pdf
- Pena J., Osborne S., et Duncan R. E.. 1996. « Potential of Fungi as Biocontrol Agents of *Polyphagotarsonemus Latus* (Acari: Tarsonemidae) ». *Entomophaga* 41 (1): 27. doi:10.1007/BF02893289.
<https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02893289?LI=true>
- Pauwels E., Audenaert J., Mechant E., Luyaert G., Witters J., 2014. Geïntegreerde bestrijding van weekhuidmijten bij azalea. *Sierteelt & Groenvoorziening*, n° 6, p. 24-27
- Roos van Maanen, Vila, W. Sabelis, and Janssen, 2010, Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2914298/>
- Shipp J.L., Kevan H.H., Sutton L, Kapongo J.P., Al-Mazra'awi, Broadbent, & Kholsa, 2008, Using insects as a novel application strategy for the delivery of microbial agents for biological control of arthropod pests in greenhouse crops, P 319
- Tal C., Coll M., Weintraub P., 2007, Biological control of *Polyphagotarsonemus latus* by the predaceous mite *Amblyseius swirskii*. *Integrated Control of Plant-Feeding Mites IOBC/wprs Bulletin* Vol. 30 (5) 2007 pp. 111-115 http://www.iobc-wprs.org/restricted_member/iobc-wprs_bulletin_2007_30_05.pdf#page=127

Annexes

Annexe I : Fiche technique du produit Nutrimite ® (Biobest, 2016)

Fiche de produit NUTRIMITE



Produits auxiliaires

Nutrimite est un complément alimentaire très nutritif à base de pollen spécialement sélectionné pour stimuler la lutte biologique.

Cible

Nutrimite est utilisé pour les acariens prédateurs se nourrissant de pollen :

- *A. andersoni*, *A. californicus*, *A. cucumeris*, *A. degenerans* et *A. swirskii*
- pour accélérer et améliorer leur développement
- pour les aider à se maintenir lors des périodes de faible densité de ravageurs ou périodes sans pollen

Cultures

Nutrimite est appliqué lorsque le manque de nourriture constitue une contrainte sérieuse pour l'installation des acariens prédateurs en :

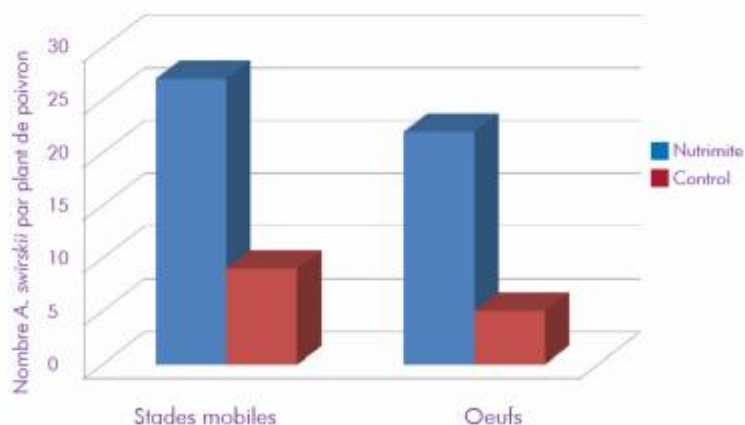
- cultures ornementales
- cultures maraîchères sans pollen
- cultures de jeunes plants

Avantages

Nutrimite a de nombreux avantages :

- une nourriture équilibrée riche en éléments nutritifs
- garde sa valeur nutritionnelle pendant 2 semaines dans les cultures
- relativement résistant aux moisissures/ fortes hygrométries relatives
- relativement peu appétant pour les thrips
- n'attire pas les bourdons, ni les abeilles
- peu allergène

Efficacité



Fiche de produit

NUTRIMITE



Produit

Spécifications d'emballage

| Type de contenant | Type de couvercle | Contenance |
|------------------------------|-------------------|------------|
| 1000 ml, bouteille plastique | saupoudrage | 500 g |

Stockage et manutention

| Stockage | Manutention |
|---------------------------|----------------------------------|
| 2 ans à -18°C (0.4°F) | décongeler dans un réfrigérateur |
| 2 jours à 4-8°C (39-46°F) | ne pas recongeler |

Remarque: Garder congelé pendant le transport.



Mode d'emploi

Application

| Mode | Dosage | Intervalle | Fréquence | Méthode |
|-----------------------------------|--------------------------|------------|--|-----------|
| Plein champ | 500 g / ha / application | 2 sem. | Min. 2-3 x- | Nutri gun |
| En présence d'acariens prédateurs | | | selon la densité des acariens prédateurs | |

Nutri gun

Le pistolet Nutri gun est un dispositif spécialement conçu pour la dispersion du pollen.

| Caractéristiques | Spécification |
|--|--------------------------------|
| Capacité du réservoir | 50 g |
| Portée maximale | 14 m distance 3,5 m largeur |
| Temps de dispersion du réservoir plein | 6 -10 min. |
| Autonomie de la batterie | 4 - 6 heures. |



Remarque: le pistolet n'est pas encore disponible à la vente, mais un nombre limité de pistolets peut être emprunté pour des fins de test.

Avertissement

Lorsque le réservoir du pistolet Nutri gun est presque vide, un léger tapotement peut être nécessaire pour disperser le pollen restant.

Pendant l'application:



: utiliser un masque anti-poussière



: utiliser des lunettes de protection

Annexe II : Fiche de notations hebdomadaires

[illegible]

Annexe III : Méthode testée en semaine 20 pour diminuer le temps d'observation des feuilles

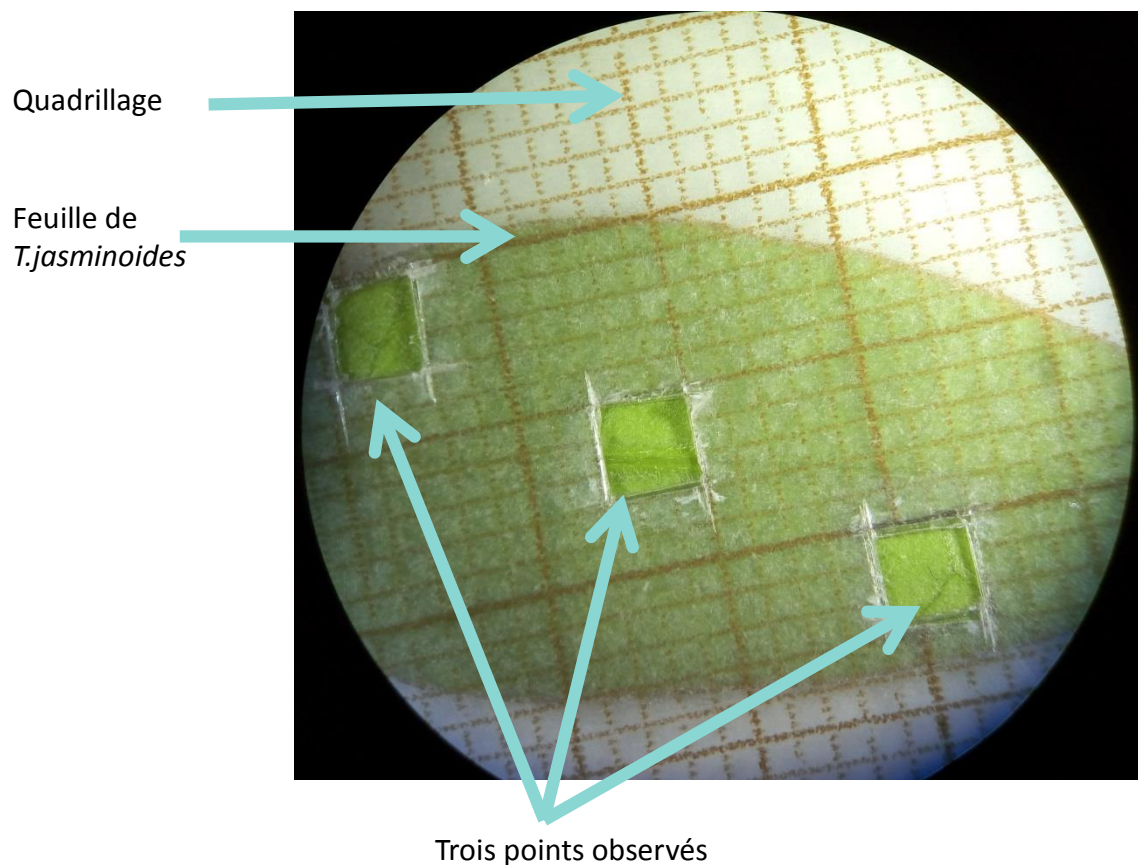
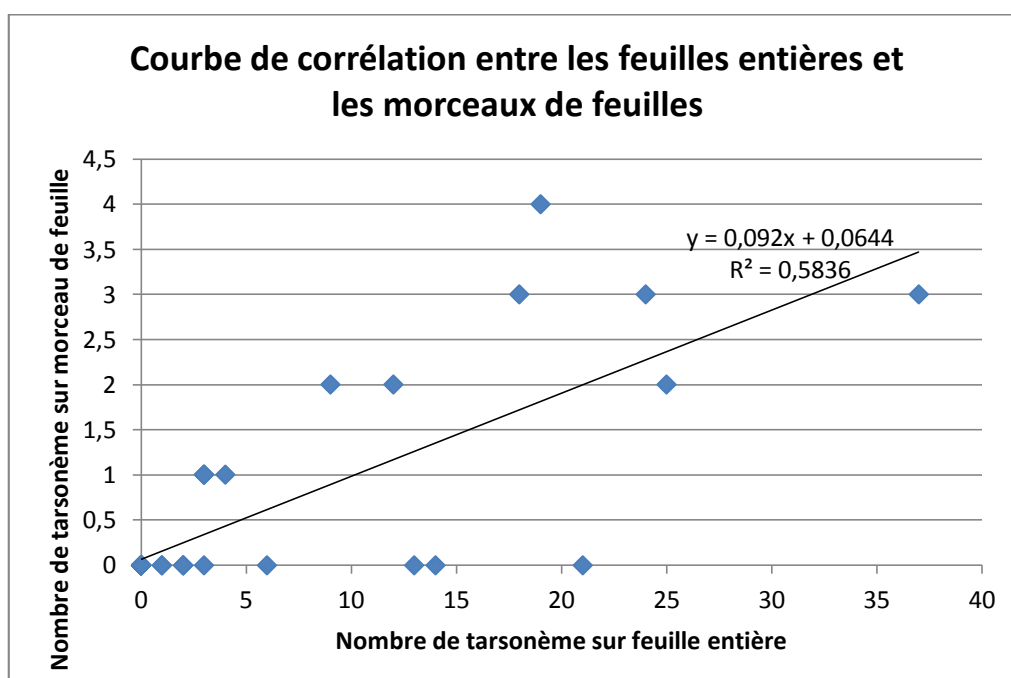
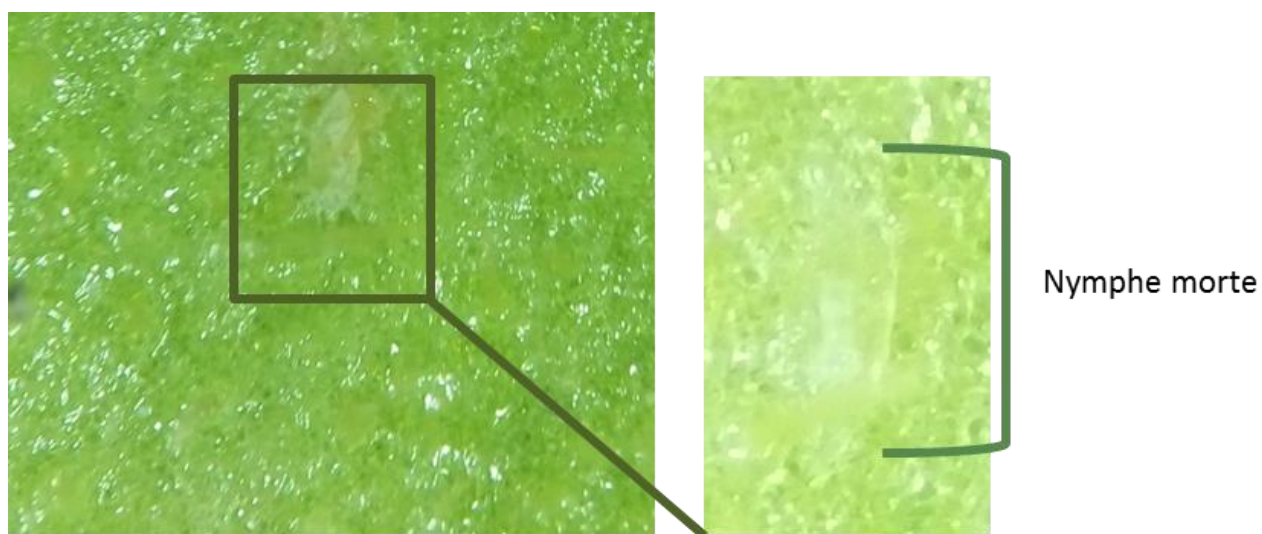


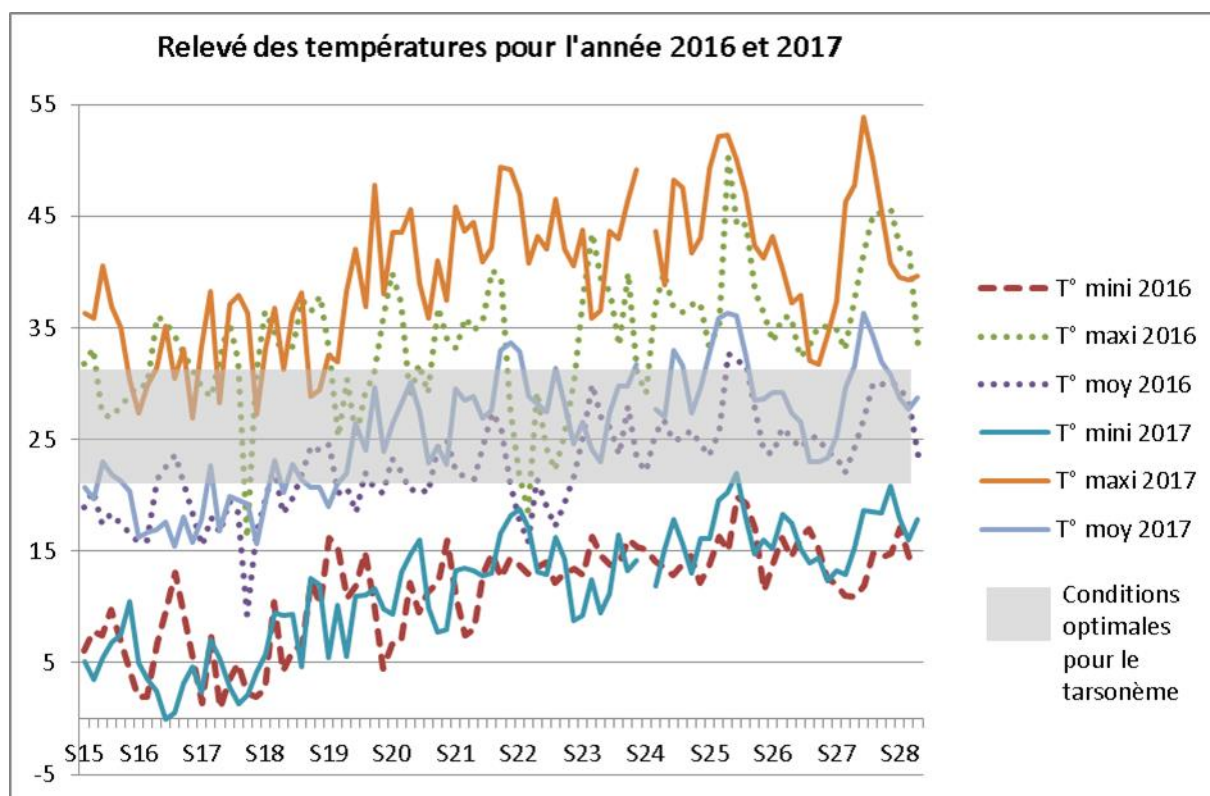
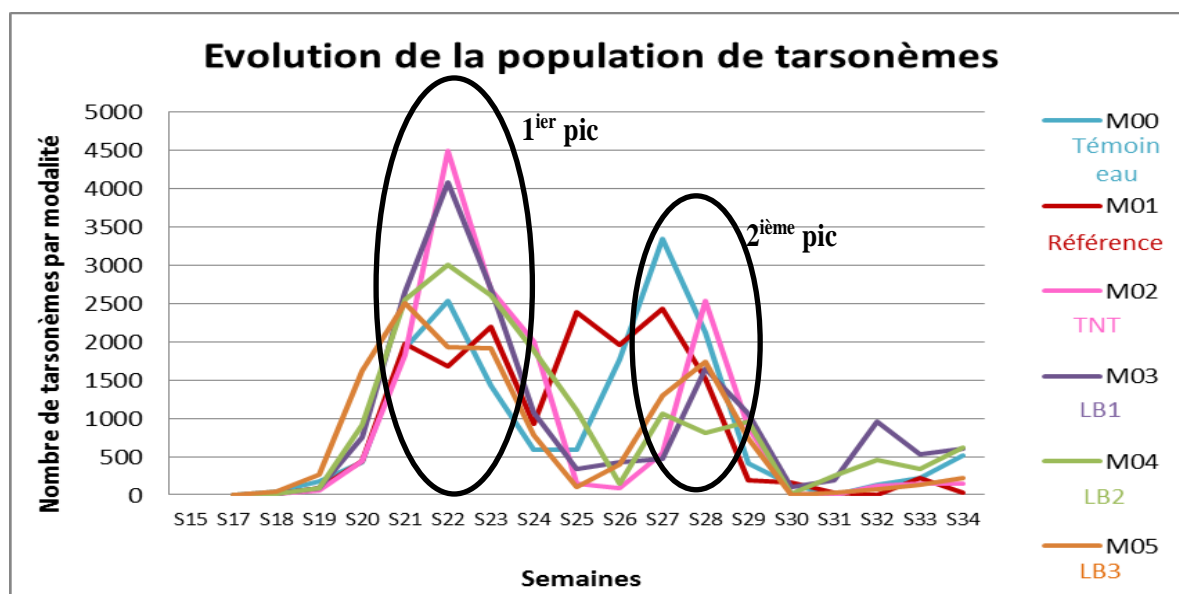
Schéma de la méthode utilisée pour diminuer la surface observée pour chaque feuille lors des notations hebdomadaires



Annexe IV : Photographie du 16/06/2017 d'une nymphe de tarsonème desséchée vu à la loupe binoculaire au grossissement x60 (source : Christine Delpech, 2017)



Annexe V : Données de l'essai 2016 : dynamique de la population et relevé de températures (source : Christine Delpech, 2017)




Annexe VI : Détail du coût de protection

| Produits | Dose homologuée | Dose réellement appliquée | Achat en grande quantité | | Achat en petite quantité | | Hausse |
|------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| | | | Prix (en €/L, ou Kg ou ind ou sachet) | Coût produit (en €/m ²) | Prix (en €/L, ou Kg ou ind ou sachet) | Coût produit (en €/m ²) | |
| <i>P. persimilis</i> | 20ind/m ² | 24 ind/m ² | 34,10€/ 2000ind | 0,28 | 287,42€/25000ind | 0,41 | 1,48 |
| <i>A. californicus</i> | 1sachets/2,5m ² | 2sachets/m ² | 258,53€/500 sachets | 1,24 | 20,78/8 sachets | 6,23 | 5,02 |
| <i>A. swirskii</i> | 50 ind/m ² | 50 ind/m ² | 108,35€/250000ind | 0,02 | 43,61€/25000ind | 0,09 | 3,99 |
| Nutrimite ® | 500g/ha | 0,17g/m ² | 259,94€/500g | 0,03 | 30,33€/50g | 0,06 | 2,42 |

Annexe VII : Calendrier des interventions réalisées dans l'essai

| Semaines | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | Premiers symptômes | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------------|---|
| Rempotage | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mise en place de l'essai | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lierres infestés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Infestation n'a pas été réalisée |
| Traitement chimique | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | |
| Pulvérisation d'eau | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | |
| Pollen | | | | x | x | | | | x | x | | | x | x | x | x | x | x | x | | x | | | x | Pas d'application de pollen car changement de méthode |
| Lâcher d' <i>A. californicus</i> | | | x | | x | | x | | x | x | | | x | | x | | x | x | x | | x | | | x | |
| Lâcher d' <i>A. swirskii</i> | | | x | | x | | x | | x | x | | | x | | x | | x | x | x | | x | | | x | Application des doses aux doses curatives |
| Mise en place des plantes pièges | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| Effleurage | | | | | x | | | | x | | | x | | | x | | | x | | | | | | | |
| Accolage | | | | | x | | | | x | | | x | | | x | | x | | x | | | | x | | |
| Taille | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Notations ravageurs | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| Notations plantes pièges | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| Application de <i>Phytoseius persimilis</i> | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| Notations plantes entières | | | | | | | | | | | | | | x | | | | x | | | | | | | |
| Notations qualité | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| Test de prédation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|--|
|  | Diplôme/Mention: Master 2 Sciences Technologie Santé, Mention Biologie et Technologie du Végétal Spécialité: Production et Technologie du Végétal (ProTeV) Parcours: Productions Végétales Spécialisées Option: Réglementation, produits phytosanitaires, méthodes alternatives |
| Auteur (s): Christine DELPECH Date de naissance : 08/07/1994 | Organisme d'accueil: CDHR Centre-Val-de-Loire Adresse: 620 Rue de Cornay, 45590 Saint-Cyr-en-Val |
| Nb pages: 38 7 Annexe(s): 8 pages | Maître de stage: Johanna COURAUDON |
| Année de soutenance: 2017 | |
| Titre français : Stratégies de Protection Biologique Intégrée contre le Tarsonème sur <i>Trachelospermum jasminoides</i> sous abris Titre anglais: Integrated pest management against broad mite on <i>Trachelospermum jasminoides</i> under shelters | |
| <p>Résumé: <i>Polyphagotarsonemus latus</i> est un acarien ravageur des cultures ornementales et maraîchères. Lorsqu'il se nourrit, le tarsonème sécrète une toxine qui induit des déformations des feuilles et des fruits, ainsi que l'avortement des bourgeons.</p> <p>Le tarsonème est devenu problématique dans les cultures de <i>Trachelospermum jasminoides</i>. Les producteurs sont face à une impasse chimique pour lutter contre ce ravageur. C'est pourquoi des essais sont menés pour construire une stratégies PBI.</p> <p>Une lutte biologique classique à base d'<i>A.californicus</i> et d'<i>A.swirskii</i> a été testée, avec des apports de pollen pour améliorer l'installation des auxiliaires et également une lutte biologique innovante reprenant le même dispositif que la lutte classique mais ajoutant une plante de service, l'Impatience de Nouvelle Guinée, pour détecter précocément les tarsonèmes. Les observations de la répartition des tarsonèmes montrent que les stades mobiles se localisent sur les jeunes feuilles. Pour les deux années d'essais, la lutte biologique n'a pas eu d'effet significatif contre le tarsonème, malgré la mise en place de lâchers d'auxiliaires en préventif en 2017. Les apports de pollen n'ont pas permis l'installation des acariens prédateurs. De plus, l'Impatience de Nouvelle Guinée, n'a pas aidé à la détection précoce de ce ravageur. Des tests de choix ont montré que les feuilles des ING étaient moins appétentes que les feuilles de jasmin pour les tarsonèmes. Les résultats obtenus sont difficiles à analyser, car les conditions climatiques ont influencé la dynamique de population des tarsonèmes très sensibles aux fortes chaleurs et aux faibles hygrométries.</p> <p>D'autres luttes sont étudiées comme l'utilisation de <i>Beauvaria bassiana</i>, ou l'application d'argile, il est intéressant de continuer la veille bibliographique.</p> | |
| <p>Abstract : <i>Polyphagotarsonemus latus</i> is pest that attacks ornamental and vegetable cultures. While it is feeding, the broad mite secretes a toxin that deforms fruit and leaves, even to the destruction of buds. The broad mite has become a problem in the cultivation of <i>Trachelospermum jasminoides</i>. Producers are up against a chemical impasse in fighting against this predator. This is why trials are being led to find a strategy integrated pest management (IPM).</p> <p>A traditional biological campaign based on <i>A.californicus</i> and <i>A.swirskii</i> has been tested, enhanced with pollen to improve the implantation of auxiliary agents and also an innovative biological programme making use of the same traditional elements but with the addition of an activator plant, Impatience de Nouvelle Guinée, for an early detection of the broad mite. Observations of the distribution of this pest show that in their active stage they are concentrated on the young leaves.</p> <p>During the two years of trials, the biological programme had no significant effect against the tarsonème, despite, in 2017, the release of preventative auxiliary agents . The addition of pollens did not prevent the installation of predatorial mite. Furthermore, the plant Impatience of Nouvelle Ginée, did nothing to facilitate an early detection of the pest. If offered a choice, it was shown that the tarsonèmes found the leaves of ING less appetizing than the jasmine leaves. The results are difficult to analyse, because climactic conditions influenced the activity of the tarsonème population which was susceptible to heat and low hygrometry.</p> <p>Other studies have been made, such as the use of <i>Beauvaria bassiana</i>, or of the application of clay, but it is important to keep up with other published research.</p> | |
| Mots-clés: stratégie PBI, <i>T.jasminoides</i> , <i>Polyphagotarsonemus latus</i> , <i>A.swirskii</i> , <i>A.californicus</i> , plante de service, pollen Key Words: Integrated pest management (IMP), <i>T.jasminoides</i> , <i>Polyphagotarsonemus latus</i> , <i>A.swirskii</i> , <i>A.californicus</i> , pollen | |

