

UFR Sciences
2, Bd Lavoisier
49045 ANGERS Cedex 01

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

Comité de Développement
Horticole de la Région
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 et méthodes alternatives

Année universitaire 2015-2016

**Proposition d'un itinéraire global aux professionnels de
l'horticulture ornementale dans le cadre du réseau DEPHY
EXPE répondant aux objectifs du plan Ecophyto**

Par : Philippine Pelletier



Soutenu à Angers le : 19 septembre 2016

Maître de stage : Bresch Sophie

AUTORISATION DE DIFFUSION EN LIGNE

Par l' ÉTUDIANTE

N° étudiant : 20134120 Email : pelletier.philippine@gmail.com

Je soussigné(e) Pelletier Philippine être l'auteur du document intitulé Proposition d'un itinéraire global aux professionnels de l'horticulture ornementale dans le cadre du réseau DEPHY EXPE répondant aux objectifs du plan Ecophyto
préparé sous la direction de Sophie Bresch, responsable technique du CDHR Centre et soutenu le 19 septembre 2016

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

À Angers, le ----- 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

À Angers, le-----
Signatures :
Nom et signature du maître de stage :

Nom et signature du président de jury :

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

M2 PROTeV

2014-2015

Je, soussigné (e) :

Pelletier Philippine déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés 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 : Orléans

Le : 03/10/2016

Signature :



Remerciements

Merci à Jean Marc DELACOUR directeur de la station pour m'avoir accepté au sein de l'équipe.

Je remercie ma maître de stage Sophie Bresch qui m'a fait confiance tout au long de ce stage, pour son temps et ses explications ainsi que pour les responsabilités qu'elle m'a confier.

Je remercie également toute l'équipe David Vuillermet, Violaine Le Peron pour leurs conseils et leur expérience.

Enfin je remercie mes collègues Després Aubin, Le Bellec Fanny, Brigitte Delaunay, Kévin Lassalle, Cloé Graillot et Anaïs Simon pour les bons moments passés ensemble ainsi que leur bonne humeur et leur aide au quotidien.

Liste des abréviations

DEPHY : DEMonstration, Expérimentation et production de références sur les systèmes économés en produits PHYtosanitaires

ASTREDHOR : Association nationale des structures d'expérimentation et de démonstration en horticulture

CDHRC : Comité de Développement Horticole de la région Centre Val de Loire

BPE : Bonnes Pratiques d'Expérimentation

PGR : Plant Growth Regulator

PBI : Production Biologique Intégrée

AREXHOR : Agence Régionale d'Expérimentation Horticole

GIE : Groupement d'Intérêt Economique

STEPP : Station Technique d'Expérimentation des Plantes en Pot

ETP : EvapoTranspiration Potentielle

IFT : Indice de Fréquence de Traitement

ANOVA : Analysis Of Variance

LED : Light Emitting Diode

Liste des figures

Figure 1 : Organisation générale du plan Ecophyto et du réseau DEPHY

Figure 2 : Sites expérimentaux du réseau DEPHY EXPE en 2014

Figure 3 : Vue d'ensemble de la station

Figure 4 : Tunnel avec deux films techniques différents

Figure 5 : Stimulation mécanique avec une barre en PVC sur rosiers

Figure 6 : Chariot d'irrigation adapté pour réaliser le processus de thigmomorphogénèse

Figure 7 : Exemple de différentes classes de qualités obtenues sur l'Hibiscus

Figure 8 : *Macrosiphum euphorbiae* sur *Calibrachoa*

Figure 9 : panneaux chromatiques

Figure 10 : Larve de *Chrysopa carnea*

Figure 11 : *Adalia bipunctata*

Figure 12 : *Aphidius colemani* à droite

Figure 13 : Les différentes variétés utilisées dans le cadre de l'essai.

Figure 14 : Dispositif expérimental de l'essai

Figure 15 : Système de stimulation mécanique

Figure 16 : Calendrier des interventions culturelles

Figure 17 : Exemple de classe de qualité sur les *Bidens*

Figure 18 : Notation régulation de la croissance sur *Fuchsia* (gauche) et *Pelargonium* (droite) en semaine 18.

Figure 19 : Notation et photo (conventionnel à gauche et innovant à droite) de la régulation de la croissance sur *Calibrachoa* à gauche et *Osteospermum* à droite en semaine 18

Figure 20 : Notation régulation de la croissance sur *Verbena* en semaine 18 et photo (conventionnel à gauche et innovant à droite) comparative prise en semaine 17.

Figure 21 : Proportion de plante touchée par *Macrosiphum euphorbiae* sur les *Calibrachoa* à gauche dans l'itinéraire conventionnel et à droite dans l'itinéraire innovant

Figure 22 : Proportion de plante touchée par *Macrosiphum euphorbiae* sur les *Fuchsia* à gauche dans l'itinéraire conventionnel et à droite dans l'itinéraire innovant.

Figure 23 : Proportion de plante touchée par *Macrosiphum euphorbiae* sur les *Verbena* à gauche dans l'itinéraire conventionnel et à droite dans l'itinéraire innovant.

Figure 24 : Qualité commerciale des *Bidens* (à gauche) et *Fuchsia* (à droite) en fonction de classe.

Figure 25 : Qualité commerciale des *Verbena* en fonction de classe à gauche et Indice de Fréquence de Traitement pour les deux itinéraires.

Figure 26 : Température moyenne, minimale, maximale par jour pendant l'essai

Figure 27 : Récapitulatif des résultats obtenus

Liste des tableaux

Tableau I : Critères de notation de l'effet de la stimulation mécanique par variété

Tableau II : Coefficient attribués pour l'analyse statistique de la qualité

Tableau III : Calcul de l'Indice de Fréquence de Traitement

Tableau IV : Coût de protection sanitaire extrapolé à 1000m² pour l'itinéraire conventionnel et innovant

Tableau V : Approche économique globale pour l'itinéraire conventionnel et innovant

Liste des annexes

Annexe I : Les 6 axes du plan Ecophyto

Annexe II : Echelles de notation des ravageurs et maladies

Annexe III : Graphique régulation de la croissance des Bidens

  	<p>Diplôme / Mention : MASTER Mention Biologie et Technologie du Végétal Spécialité : Production et Technologie du Végétal (ProTeV) Parcours : Productions Végétales Spécialisées Option : Produits phytosanitaires, réglementations et méthodes alternatives</p>
Auteur(s) : Philippine Pelletier Date de naissance* : 03/10/1993	Organisme d'accueil : Comité de Développement Horticole de la Région Centre Val de Loire Adresse : 620 rue de Cornay 45590 Saint Cyr en Val
Nb pages : 27 Annexe(s) : 3	Maître de stage : Sophie Bresch
Année de soutenance : 2016	
<p>Titre français : Proposition d'un itinéraire global aux professionnels de l'horticulture ornementale dans le cadre du réseau DEPHY EXPE répondant aux objectifs du plan Ecophyto</p> <p>Titre anglais : Suggesting a global itinerary to the professionals of ornamental horticulture as part of network DEPHY EXPE answering the goals of Ecophyto plan.</p> <p>Résumé : Dans le cadre du plan Ecophyto qui a notamment pour objectif de réduire de 50% d'ici 2025 l'utilisation des produits phytosanitaires le réseau DEPHY a été mis en place. Ce réseau via les stations d'expérimentation a pour but de tester des méthodes innovantes combinées. L'objectif est ensuite de les proposer aux professionnels de l'horticulture ornementale via des itinéraires cultureaux. Dans ce rapport sont présentés les résultats obtenus de l'essai mené sur une gamme de plantes annuelles qui sont cultivées ensemble chez les producteurs. Les objectifs sont de tester des méthodes alternatives combinées tel que la thigmomorphogénèse en place des régulateurs de croissance et le lâcher d'auxiliaires pour maîtriser les ravageurs et maladies. L'efficacité des solutions alternatives est ensuite comparé à celle des méthodes de lutte chimiques raisonnées. Les autres points importants sont notamment le maintien de la qualité, l'Indice de Fréquence de traitement, le cout sanitaire et l'approche économique globale. Les résultats obtenus sont encourageant, il n'y a pas de baisse de qualité et l'objectif du plan Ecophyto a été respecté.</p> <p>Abstract : In the context of Ecophyto plan which aims to reduce to 50% the use of pesticides hence 2025, network DEPHY EXPE was created. This network by experimental stations should aim to test combine innovative methods. After the goal is to purpose it at professionals of ornamental horticulture thanks to cultivation practices. In this account presented trial results lead to annual plants range which is cultivated together by producers. The goals are to test combine alternatives methods such as thigmomorphogenesis in place of growth regulators and auxiliaries to control pests and diseases. Efficiency of alternative methods is compare to reasoned chemical control methods. The other points qualities, frequency of treatment, sanitary costs and global costs. The achieved results are encouraging in fact there are not decrease of plants quality and goal of Ecophyto are respected.</p>	

Mots-clés : horticulture ornementale, Ecophyto, DEPHY EXPE, Protection Biologique Thigmomorphogénèse, Lutte chimique raisonnée

Key Words: ornamental horticulture, Ecophyto, DEPHY EXPE, Integrated Pest Management, Thigmomorphogenesis, reasoned chemical control

Sommaire

.....	1
I. Introduction	1
1. Contexte	1
2. Problématique.....	3
II. Bibliographie	5
1. Maîtrise de la croissance	5
a. Régulateurs de croissance	5
b. Films techniques.....	6
c. Processus de thigmomorphogénèse.....	7
2. Lutte contre les ravageurs	9
a. Biologie et dégâts	9
b. Lutte chimique.....	9
c. Production biologique intégrée	10
III. Matériel et méthodes.....	12
1. Matériel végétal	12
2. Dispositif expérimental.....	13
3. Conduite culturale	14
a. Fertilisation.....	14
b. Conduite climatique	14
c. Irrigation.....	14
4. Suivi et notation	15
a. Régulation de la croissance	15
b. Macrosiphum euphorbiae	15
c. Qualité de la production	16
d. Calcul de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT)	16
5. Approche économique et commerciale	17
a. Coût de protection	17
b. Approche économique globale.....	17
6. Traitement statistique des données	17
IV. Résultats.....	18
1. Régulation de la croissance	18
a. Nombre de passage.....	18
b. Notation finale.....	18

2. Suivi de Macrosiphum euphorbiae	19
3. Qualité de production	20
4. Indice de Fréquence de Traitement.....	20
5. Coût de protection sanitaire.....	21
6. Approche économique globale.....	21
7. Données climatiques	21
V. Discussion.....	22
1. Régulation de la croissance	22
a. Nombre de passage	22
b. Photo comparative et notation finale.....	22
2. Suivi de Macrosiphum euphorbiae.....	23
3. Qualité commerciale	23
4. Indice de Fréquence de Traitement.....	23
5. Coût de protection sanitaire.....	23
6. Approche économique globale.....	24
VI. Conclusion	25
Bibliographie	26
Sitographie	27
Annexes.....	

ÉCOPHYTO

RÉDUIRE ET AMÉLIORER
L'UTILISATION DES PHYTOS

Ecophyto II : réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires de 25% à l'horizon 2020 pour ensuite atteindre les 50% en 2025.

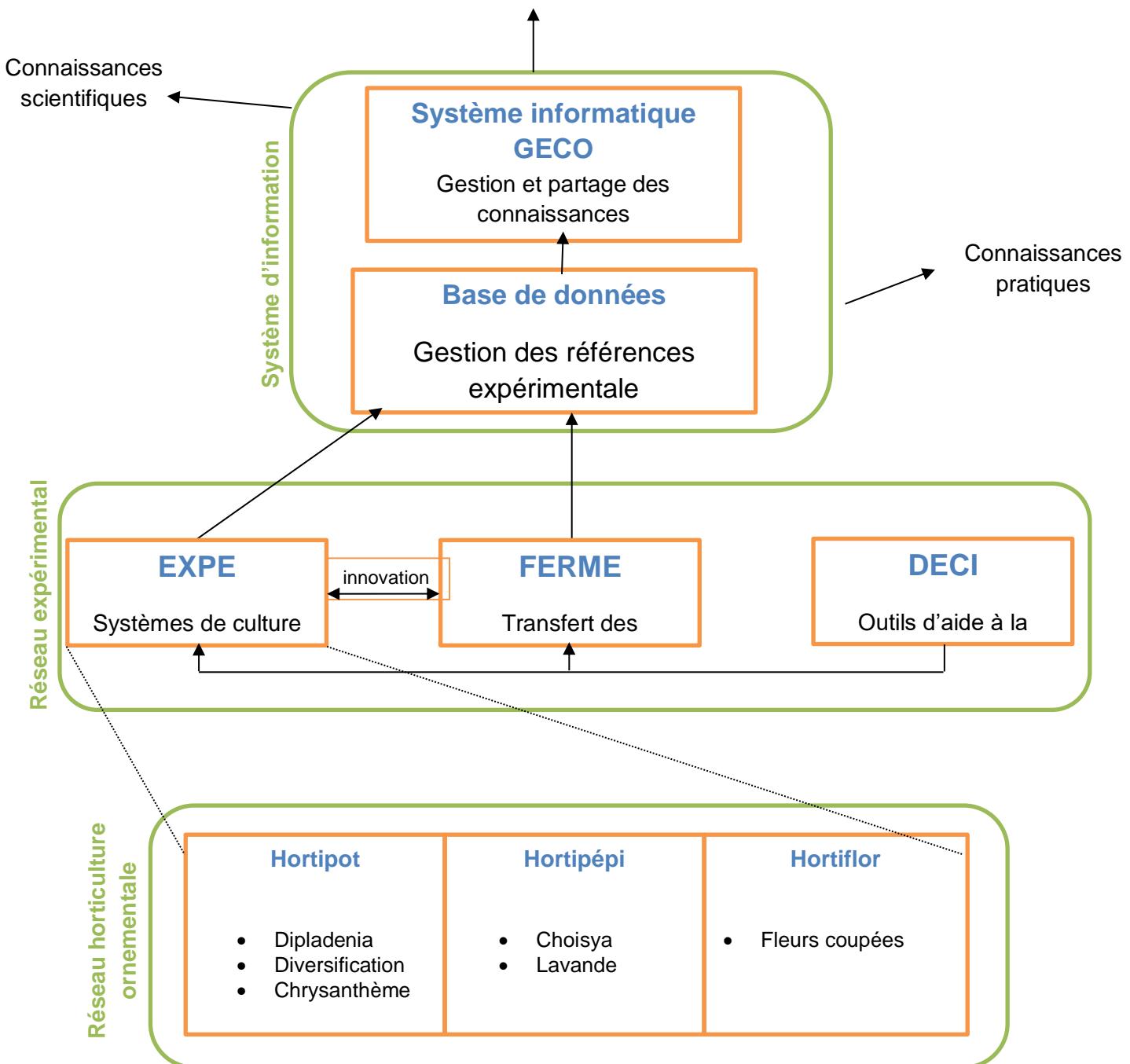


Figure 1 : Organisation générale du plan Ecophyto et du réseau DEPHY
[\(<http://agriculture.gouv.fr/Innovation-en-marche>\)](http://agriculture.gouv.fr/Innovation-en-marche)

Localisation des sites expérimentaux du réseau DEPHY Ecophyto en 2014

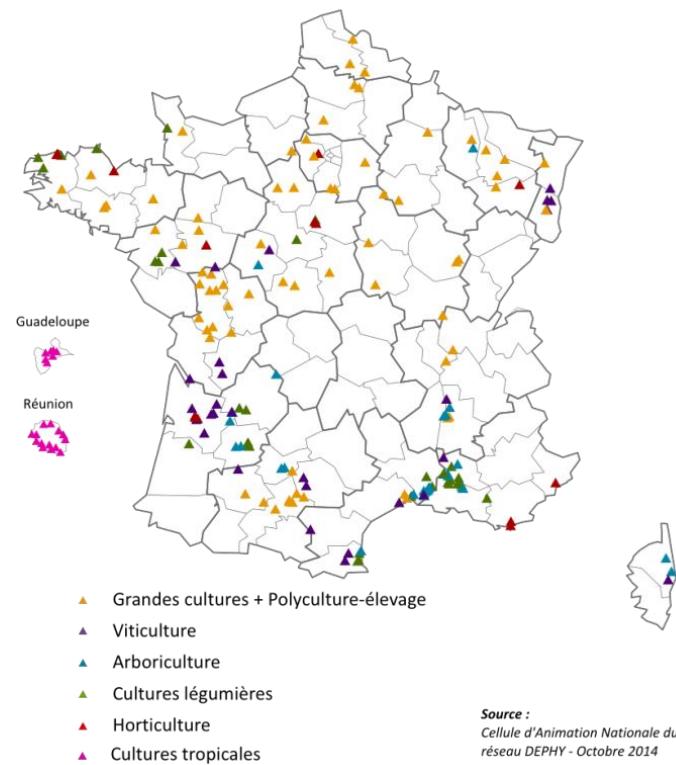


Figure 2 : Sites expérimentaux du réseau DEPHY EXPE en 2014 (Filière Horticulture L' utilisation d' auxiliaires pour réduire les produits phytosanitaires)

I. Introduction

1. Contexte

Suite à une volonté nationale de mettre en œuvre une politique de développement durable en France, différents groupes de travail composés de représentants de l'État, des collectivités territoriales, des organisations patronales et syndicales, et des ONG, se sont réunis entre juillet et octobre 2007. Leur objectif était de couvrir l'ensemble des thèmes du changement climatique et de l'énergie, de la biodiversité et des ressources naturelles, de la santé et de l'environnement. Ces réunions ont eu pour conséquences la création du Grenelle de l'environnement en 2007 (ladocumentationfrancaise.fr). La loi Grenelle 1 (3 août 2009) porte sur 13 domaines d'action dont l'agriculture. Les objectifs sont notamment de développer l'agriculture biologique et de généraliser les pratiques agricoles plus durables (La première loi du Grenelle, 2009).

En conséquence au Grenelle de l'environnement, le plan Ecophyto I a été mis en place en 2008. Il avait pour objectif de réduire de 50% l'utilisation des produits phytopharmaceutiques d'ici 2018 si possible. En 2014, Dominique Potier député de Meurthe-et-Moselle a remis un rapport où il constate que des mesures ont été mises en place par le Ministère de l'Agriculture afin de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires ; cependant ces dernières ne sont pas suffisantes. Ce constat a amené à la mise en place du plan Ecophyto II dont l'objectif est d'abord de réduire l'utilisation de ces produits de 25% à l'horizon 2020 pour ensuite atteindre les 50% en 2025 (**Figure 1 et Annexe I**). Ce nouveau plan comporte 6 axes qui sont les suivants (agriculture.gouv.fr) :

- 1- Faire évoluer les pratiques et les systèmes
- 2- Amplifier les efforts de recherche, développement et innovation
- 3- Réduire les risques et les impacts des produits phytopharmaceutiques sur la santé humaine et sur l'environnement
- 4- Supprimer l'utilisation de produits phytopharmaceutiques partout où cela est possible dans les jardins, les espaces végétalisés et les infrastructures
- 5- Encourager, en favorisant une mobilisation des acteurs, la déclinaison territoriale du plan en cohérence avec les contraintes et potentialités locales, renforcer l'appropriation du plan par les acteurs du territoire et des filières et veiller à la cohérence des politiques publiques.



Figure 3 : Vue d'ensemble de la station (CDHRC)

6- S'appuyer sur une communication dynamique et des approches participatives, pour instaurer un débat citoyen constructif quant à la problématique des produits phytopharmaceutiques, et instaurer une gouvernance simplifiée.

Afin de répondre aux objectifs du plan et de proposer des solutions aux producteurs le dispositif DEPHY (DEmonstration, Expérimentation et production de références sur les systèmes économes en produits PHYtosanitaires) a été créé en 2010 par le Ministère de l'Agriculture. Il regroupe différents organismes tel que les instituts techniques, les chambres d'agricultures, les coopératives et les organismes de recherche. Les principaux objectifs sont de soutenir le processus d'innovation, valoriser et transférer des techniques et des systèmes agricoles économes et performants chez les professionnels ; mais aussi de capitaliser et mutualiser les connaissances et ressources sur des techniques et systèmes agricoles économes et performants. Ce dispositif se décompose en deux réseaux, qui sont DEPHY FERME et EXPE et concerne les cultures suivantes : les grandes cultures, la viticulture, l'arboriculture, les cultures légumières, l'horticulture et les cultures tropicales.

Le réseau FERME rassemble plus de 1900 exploitations agricoles. L'objectif est de réaliser un diagnostic de l'exploitation et des systèmes de culture. Puis un projet de réduction de l'usage des produits phytosanitaires sur trois ans est réalisé avec des suivis réguliers de l'évolution de l'exploitation.

Le réseau EXPE regroupe 41 projets, repartis sur environ 200 sites expérimentaux (**Figure 2**) permettant de concevoir, tester et évaluer des systèmes de culture qui visent à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires. Une des missions des sites expérimentaux est le transfert des informations obtenues aux producteurs. Afin de réaliser ce transfert, les itinéraires concluants dans le cadre du réseau EXPE sont ensuite testés en entreprise afin de transposer les techniques à plus grande échelle mais aussi de sensibiliser les professionnels. De plus, des fiches techniques et une base de données nationale Agrosyst sont mises à disposition des professionnels (Synthèse des premiers résultats à l'échelle nationale, 2014). En ce qui concerne l'horticulture, 3 programmes ont lieu actuellement pour répondre aux différents objectifs. Il s'agit de Hortipot qui concerne l'horticulture ornementale, Hortipepi pour les cultures en pépinière et enfin Hortiflor pour les fleurs coupées.

ASTREDHOR (Association nationale des structures d'expérimentation et de démonstration en horticulture) est l'institut technique en horticulture depuis 2014 et participe au réseau DEPHY via les stations membres de l'institut.

Cet institut est composé de 10 stations réparties en 6 unités de bassins en France ; l'objectif étant de répondre au mieux aux attentes des professionnels avec leur spécificité géographique. Les adhérents aux stations d'expérimentation définissent l'orientation des programmes expérimentaux mis en place dans chaque station afin de répondre au mieux à leur besoin (astredhor.fr).

Les principaux thèmes d'étude sont : les techniques culturales, la diversification de la gamme des produits horticoles, la qualité des produits, la protection des cultures et la compétitivité des entreprises.

Le CDHR Centre (Comité de Développement Horticole de la région Centre Val de Loire) est une des stations de l'ASTREDHOR (**Figure 3**). Cette station représente une partie de l'unité de bassin ASTREDHOR Loire Bretagne et a été créée en 1981 grâce aux producteurs de la région. Le CDHRC exerce différentes missions comme le conseil auprès des professionnels, la mise en place d'expérimentation via des programmes nationaux comme pour le réseau DEPHY. La station participe aussi à des programmes régionaux basés sur la demande des adhérents et enfin les entreprises privées. Elle réalise également des formations techniques pour les professionnels. Elle est agréée Bonnes Pratiques d'Expérimentation (BPE) pour mener des essais officiellement reconnus, notamment pour l'homologation des produits phytopharmaceutiques. La structure est régie par un conseil d'administration composé de producteurs.

2. Problématique

Le CDHR Centre Val de Loire fait partie du dispositif DEPHY EXPE (DEmonstration, Expérimentation et production de références sur les systèmes économes en produits PHYtosanitaires) pour l'horticulture et la pépinière. L'objectif du dispositif DEPHY EXPE est d'identifier des leviers pour permettre de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires. Ce dispositif permet également d'étudier l'association de différentes méthodes alternatives et d'observer l'impact des unes sur les autres.

Le but de l'essai est de proposer aux producteurs de la région Centre de Val des itinéraires cultureaux « clé en main » répondant aux exigences du plan Ecophyto. En effet, les exigences du plan doivent amener les producteurs à réduire l'utilisation des produits phytosanitaires. Cependant, les méthodes utilisées doivent prendre en compte le coût de protection et de production. La qualité des plantes est aussi un élément important, le but étant que les plantes ayant suivies l'itinéraire innovant puissent être commercialisées au même titre que les plantes issues de l'itinéraire conventionnel. Les solutions proposées dans l'itinéraire innovant pour maîtriser les ravageurs, les maladies et réguler la croissance des plantes doivent pouvoir être réalisables économiquement par les producteurs et être efficaces.

L'objectif du stage est de tester des méthodes alternatives combinées et de les comparer à un itinéraire conventionnel raisonné afin de proposer un itinéraire clé en main aux producteurs horticoles de la région prenant aussi en compte le contexte régional économique et climatique.

Pour ce rapport, le choix s'est porté sur le projet DEPHY EXPE HORTIPOT « Diversification ». Différentes espèces sont utilisées dans ce dispositif dont le but est de recréer au mieux les conditions des professionnels afin de répondre aux objectifs du plan Ecophyto. En effet, la gamme de végétaux annuelle retenue regroupe plusieurs espèces qui les unes indépendamment des autres représentent de faible volume, ce qui pousse les professionnels à les cultiver ensemble dans une même serre. Cette pratique entraîne des difficultés techniques supplémentaires dues à des sensibilités sanitaires différentes. De plus, les consommateurs veulent de la nouveauté chaque année. Les professionnels sont donc contraints d'avoir une large gamme de plantes annuelles et par conséquent à cultiver un petit nombre de chaque espèce. Les espèces de cette gamme doivent répondre à des critères esthétiques contraignant dont le port de la plante afin de pouvoir répondre à la demande commerciale. Cette contrainte implique l'utilisation de régulateurs de croissance chimiques qui représentent une partie importante de la consommation en produit phytosanitaire pour certaines espèces. La problématique des ravageurs et maladies est elle aussi délicate lorsque plusieurs espèces différentes sont cultivées ensemble. En effet, certaines plantes qui ne sont pas atteintes par un ravageur donné lorsqu'elles sont cultivées seules, peuvent être touchées par ce dernier lorsqu'elles sont cultivées avec des espèces sensibles à ce ravageur.

Les 6 espèces retenues pour ces essais ont été choisies pour leur représentativité économique et leur problématique sanitaire



Figure 4 : Tunnel avec deux films techniques différents .(Cdhr Centre, 2011)

Les objectifs de l'essai présentés dans ce rapport sont de voir l'efficacité du processus de thigmomorphogénèse sur les plantes et si cette technique pourrait remplacer l'utilisation des régulateurs de croissance. Un autre point est la maîtrise d'un des principaux pucerons qui est *Macrosiphum euphorbiae*. Un autre objectif est l'approche économique des méthodes mises en place à travers le coût de protection et de production et la qualité des plantes. Enfin le dernier objectif est de savoir si les techniques innovantes mises en place ont bien permis de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires. Cependant les résultats de l'essai présentés ne sont pas dans leur globalité, d'autres ravageurs et maladies pouvant être présents ont également été suivis.

II. Bibliographie

1. Maîtrise de la croissance

En horticulture ornementale, pour répondre à la demande des consommateurs, les plantes doivent correspondre à certains critères esthétiques. En effet, ces dernières ne doivent pas être étiolées, mais être plutôt bien ramifiées et présenter un port assez compact. Les professionnels utilisent en majorité des régulateurs de croissance pour répondre à ces critères et indirectement pour satisfaire la demande des consommateurs. Lors du présent stage, une alternative possible à l'utilisation de ces produits a été testée, il s'agit de l'utilisation du processus de thigmomorphogénèse. Lors de cet essai, les régulateurs de croissance et le processus de thigmomorphogénèse ont été testés. L'objectif est de voir si la solution conventionnelle c'est-à-dire l'utilisation de régulateurs de croissance peut être substituée par la solution innovante : la thigmomorphogénèse.

a. Régulateurs de croissance

Les plantes régulent leur croissance grâce aux phytohormones. Ces substances qui sont des composés organiques, sont synthétisées dans une partie de la plante puis migrent dans une autre partie de la plante où a lieu une réponse physiologique à des faibles concentrations. Toutefois chez les plantes, les phytohormones peuvent être synthétisées et utilisées dans le même organe (Campion.C cours Licence 3 Physiologie végétale).

Une des classes d'hormones impliquées dans la croissance des plantes est constituée par les gibberellines. Elles sont présentes chez les plantes et les champignons. Il existe plus de 130 gibberellines différentes. Ce sont des diterpènes tétracycliques possédant un noyau gibberellane. Leur synthèse a lieu dans des régions diverses de la plante, notamment dans les parties terminales, à l'exception des méristèmes.



Figure 5 : Stimulation mécanique avec une barre en PVC sur rosiers (Morel *et al.*,2012)

Elles sont transportées par les vaisseaux conducteurs du phloème et du xylème (Morot-Gaudry Biologie végétale : croissance et développement). Les gibbérellines ont une action importante sur la régulation de la croissance et du développement des plantes. En effet, ces phytohormones sont notamment impliquées dans la croissance cellulaire des tissus végétatifs, dans la floraison et dans la mobilisation des réserves dans les semences. Elles agissent sur la division et l'expansion cellulaire (Hooley, 1994).

Afin de maîtriser la croissance des plantes et de répondre aux critères esthétiques voulu par les consommateurs, les professionnels utilisent des régulateurs chimiques. Certains de ces régulateurs ont notamment une action sur les gibbérellines ; ils sont appelés anti-gibbérellines.

Les régulateurs de croissance ou PGR (Plant Growth Regulator) sont des substances chimiques qui possèdent une action sur la croissance et le développement des plantes.

Une des catégories des régulateurs de croissance sont des retardants dont fait partie le daminozide. Ces régulateurs inhibent la production des gibbérellines. Le daminozide est un des premiers régulateurs à avoir été utilisé en horticulture pour répondre aux critères esthétiques voulu (Latimer *et al.*, 2009). Les régulateurs sont en moyenne utilisés 2 à 5 fois par saison sur les plantes annuelles. Cependant ces produits ne sont pas sans conséquences. En effet certains régulateurs tel que le BONZI® et le Dazide enhance® possèdent des effets néfastes pour les milieux aquatiques et sont détenteurs de la phrase de risque H400 qui signifie : très toxique pour les organismes aquatiques. De surcroît après application, il nécessite un délai de rentrée de 8 heures ce qui contraint les producteurs à ne pas pouvoir agir sur leurs cultures. C'est pour ces raisons qu'actuellement des alternatives à l'utilisation de ces produits sont recherchées. Pour réguler la croissance des plantes, différents mécanismes et processus alternatifs peuvent être utilisés (<https://ephy.anses.fr/ppp/bonzi>).

b. Films techniques

Une des alternatives possibles aux régulateurs de croissance est l'utilisation de films techniques. La qualité et la quantité de la lumière sont des facteurs pouvant influencer la croissance des plantes. A partir de ce constat, des films techniques modifiant le spectre lumineux ont été développés pour avoir un impact la croissance des plantes et ainsi diminuer l'utilisation de régulateurs de croissance (Le lien horticole n°800). Ces derniers ont déjà été testés à la station (**Figure 4**) le film Lumisol® laisse pénétrer la totalité des UV alors que le film Solatrol® agit comme un filtre du rayonnement lumineux.



Figure 6 : Chariot d’irrigation adapté pour réaliser le processus de thigmomorphogénèse (AREXHOR, 2012)

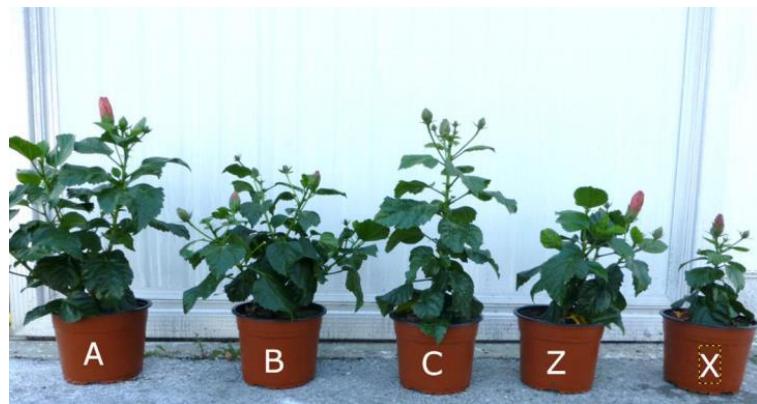


Figure 7 : Exemple de différentes classes de qualités obtenues sur l’Hibiscus A:hauteur > 25 cm, volume foliaire important, au moins 2 ramifications, B: hauteur > 25 cm, volume foliaire important, au moins 2 ramifications, C: port en totem, pas de ramifications ou celles-ci peu visibles, Z: hauteur < 25 cm, catégorie probablement vendable mais les plantes accusent un retard de croissance, X: plantes ne réunissant aucun critère voire mourante (Duval & Ferre, 2014)

Il modifie le taux de rayonnement de rouge reçu par la plante en absorbant la lumière dans la longueur d'onde du rouge lointain. Les résultats ont montré que du point de vue commercial les plantes disposées sous les deux films avaient un aspect correct. Néanmoins, ils possèdent une durée de vie trop courte et que leurs coûts étaient trop importants pour les producteurs.(Cdhr Centre, 2011)

c. Processus de thigmomorphogénèse

Une autre solution pouvant permettre de réguler la croissance a été testée, il s'agit du processus de thigmomorphogénèse.

Les plantes sont soumises à de nombreux stress tel que le vent. Elles ont donc développé des mécanismes qui leur permettent de percevoir et de répondre aux « stimulis du toucher » pouvant aller de quelques secondes à de plus longues périodes de quelques heures à quelques jours (Chehab *et al.*, 2009)

En 1973, (Jaffe, 1973). ont pour la première fois parlé de thigmomorphogénèse, qu'ils ont désigné comme étant une adaptation qui permet de protéger les plantes par rapport aux stress mécaniques. Cette technique possède plusieurs intérêts notamment en horticulture où elle est utilisée pour moduler la forme et la qualité visuelle. Par conséquent, elle permet une moindre utilisation de produit phytosanitaire tel que les régulateurs de croissance ou nanifiants (Travier, communication personnelle).

Des expérimentations sont notamment réalisées par l'INRA d'Angers. Des études ont été menées sur le rosier en utilisant comme alternative aux régulateurs de croissance chimique la stimulation mécanique. Cette stimulation a été réalisée avec une barre en PVC (**Figure 5**) et avec différentes fréquences de passages journaliers allant de 1 et 5 passages. Les résultats obtenus ont montré qu'il y avait une réduction de la longueur des entre-nœuds et de la longueur des tiges. D'après cette étude, cette technique pourrait être une alternative intéressante aux régulateurs de croissance chimique et pourrait être assez facilement transposé chez les producteurs. Cependant, il faudrait vérifier l'effet de la stimulation mécanique à long terme mais aussi si cette dernière est aussi efficace sur d'autres variétés(Morel *et al.*, 2012).



Figure 8 : *Macrosiphum euphorbiae* sur *Calibrachoa* (CDHRC, Source personnelle)

De nombreuses expérimentations ont été menées par ASTREDHOR sur la thigmomorphogénèse sur différentes cultures et avec différents mécanismes de stimulation. Un des projets le plus important est le projet REGAL : Alternative à la Régulation chimique des plantes en pots menée par l'Arexhor Pays de la Loire. Cet essai a été réalisé de 2011 à 2014 sur deux espèces qui sont le Poinsettia et l'Hibiscus. Lors de ce projet, différents matériaux de stimulation et différentes fréquences de passage de stimulation mécanique ont été testés. Les passages ont été réalisés grâce à un chariot d'irrigation qui a été modifié (**Figure 6**). Ces passages avaient pour objectif de balayer les apex des plantes (Duval & Ferre, 2014).

Un des critères intéressant et important lors de la stimulation mécanique est de déterminer le nombre de passage a réalisé. L'ASTREDHOR a notamment testée plusieurs fréquences de passages. Les résultats obtenus ont montré que la fréquence des passages effectués avait une incidence sur les résultats obtenus. En effet, un faible nombre de passage n'a pas d'incidence sur la croissance et l'architecture des plantes. Le nombre de passage inférieur à quatre, mais avec plusieurs stimulations par passage ne semble pas être efficace. Il a aussi été constaté que plus la fréquence de stimulation est importante, plus la réduction de la croissance est importante.

L'autre point déterminant est le choix des matériaux pour réaliser la stimulation mécanique. En effet ils peuvent avoir une incidence sur les résultats obtenus et la qualité des plantes (**Figure 7**). En horticulture ornementale lors de la vente des plantes, elles sont classées suivant des critères esthétiques. L'ASTREDHOR a notamment testée la barre en PVC, un voile, une bâche plastique coupée en lanières et une bâche plastique non découpée. Les résultats obtenus ont montré que la stimulation avec la barre en PVC altérait la qualité des plantes en provoquant des cassures de tiges et feuilles. La qualité était aussi moins intéressante en utilisant une bâche plastique non découpée et le voile. Par conséquent, le matériau qui semble le plus intéressant et le plus efficace est la bâche plastique découpée en lanières (Duval & Ferre, 2014).

La régulation de la croissance est donc un des points importants en horticulture et nécessite de mettre en place des solutions alternatives. L'autre point est la maîtrise des ravageurs afin d'éviter la présence de dégâts et par conséquent maintenir la qualité des plantes.

2. Lutte contre les ravageurs

Ce rapport se focalise uniquement sur le puceron *Macrosiphum euphorbiae*. En effet, il fait partie d'un des principaux ravageurs en horticulture ornementale et a été le seul à avoir été observé lors de cet essai.

a. Biologie et dégâts

Macrosiphum euphorbiae fait partie de l'ordre des Hémiptères et appartient à la famille des Aphididae (**Figure 8**). Cet insecte est originaire d'Amérique du Nord et a été introduit en Europe en 1917. Il est de forme ovoïde et mesure environ 2 à 4 mm. Ce puceron est très polyphage et donc présent sur de nombreuses plantes cultivées, notamment sur plantes ornementales. Il attaque essentiellement les parties aériennes des plantes provoquant des piqûres chlorotiques. Les piqûres provoquent des déformations foliaires ce qui peut engendrer des dépréciations de qualité. La sécrétion de miellat par les colonies de puceron entraîne le développement de la fumagine (ephytia.inra.fr). Cette espèce est très mobile et se propage donc très rapidement.

Le cycle biologique de ce puceron est diécique, c'est-à-dire qu'il peut s'effectuer sur deux hôtes. Au printemps, les œufs éclosent pour donner des fondatrices. Chaque fondatrice va donner plusieurs individus grâce à la reproduction parthénogénétique.

Au cours de la saison, plusieurs générations vont alors se succéder. A l'automne, la reproduction sexuée va avoir lieu, ce qui va donner les œufs qui vont hiverner et donner les fondatrices au printemps. Il est aussi possible qu'une population survive l'hiver grâce à la parthénogénèse notamment dans les serres (www7.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR).

b. Lutte chimique

Afin de lutter contre *Macrosiphum euphorbiae*, plusieurs produits phytosanitaires peuvent être utilisés par les producteurs.

Le flonicamid est une molécule entrant dans la composition de certains produits phytosanitaires qui peuvent être utilisés contre *Macrosiphum euphorbiae*. Il fait partie de la famille des pyridinecarboxamides (belchim.fr). Cette molécule possède une activité spécifique contre les Hémiptères tel que les pucerons et les aleurodes. Le flonicamid possède une action translaminaire et une migration ascendante. Il agit par contact et ingestion ce qui engendre l'arrêt de l'alimentation des pucerons (Morita, *et al.*, 2007). Cette molécule est la principale

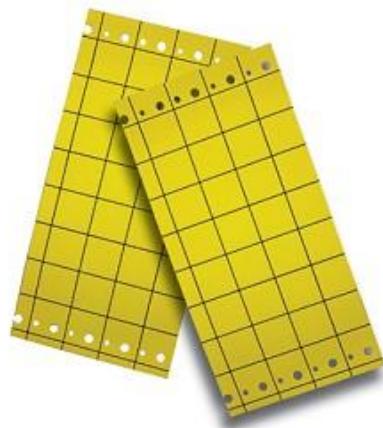


Figure 9 : panneaux chromatiques (<http://www.plantes-et-jardins.com/>)



Figure 10 : Larve de *Chrysopa carnea* (<https://www6.inra.fr/>)



Figure 11 : *Adalia bipunctata* (<http://commerce.sage.com/BIOBEST>)

matière active du Teppeki notamment utilisés comme traitement contre les pucerons en horticulture. Ce produit ne doit pas être utilisé en présence d'abeille. Une autre famille pouvant être utilisée contre les pucerons sont les carbamates et notamment la molécule de pyrimicarbe. Cette molécule agit par contact et possède une systémie translaminaire. Cette molécule inhibe au niveau des synapses cholinergiques l'activité enzymatique de l'acétylcholinestérase. Cette enzyme ne dégrade alors plus l'acétylcholine ce qui provoque une saturation des récepteurs post-synaptiques. Un des insecticides faisant partie de la famille des carbamates est le Pirimor G. Cependant, ce produit n'est plus commercialisé depuis le 31/12/2015 et sera définitivement interdit d'utilisation le 31/12/2016 sur les cultures florales contre les pucerons. En effet il est détenteur de nombreuses phrases de risque tel que toxique en cas d'ingestion et très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme (<https://ephy.anses.fr/ppp/pirimor-g>).

Une autre famille pouvant être utilisé sont les néonicotinoides donc fait notamment partie la molécule de thiaméthoxame. Cette molécule a été brevetée en 1985. Cette molécule agit par ingestion. Elle inhibe la transmission de l'influx nerveux en se fixant sur les récepteurs nicotiniques post-synaptique à la place de l'acétylcholine (Maienfisch *et al.*, 2001). Le Flagship pro fait partie de cette famille et détient plusieurs phrases de risque comme toxique pour les organismes aquatiques, ce qui entraîne des effets à long terme et contient une substance sensibilisante, peut produire une réaction allergique.

Au vu des différentes phrases de risque des produits, certains sont donc plus toxiques que d'autres. Par conséquent ils peuvent être plus ou moins compatibles avec l'utilisation de la Protection Biologique Intégrée et donc un ordre de priorité de leur utilisation peut être décidé.

c. Production biologique intégrée

c.1 Définition

La Production Biologique Intégrée (PBI) est une stratégie de lutte contre les 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. La méthode est une stratégie qui consiste au suivi, à l'évaluation et à la prise de décision. L'objectif premier n'est pas d'éradiquer totalement mais de contrôler, de maintenir les populations de ravageurs à des niveaux acceptables pour les producteurs (Jaloux, communication personnel).



Figure 12 : *Aphidius colemani* à droite (<http://commerce.sage.com/BIOBEST>)



Figure 13 : Les différentes variétés utilisées dans le cadre de l'essai. 1 : *Bidens*, 2 : *Calibrachoa*, 3 : *Fuchsia*, 4 : *Verbena*, 5 : *Osteospermum*, 6 : *Pelargonium* (CDHRC, Source personnelle)

c.2 Autres méthodes

Dans le cadre de la PBI, des panneaux chromatiques peuvent être utilisés (**Figure 9**). Ces panneaux peuvent être de différents couleurs en effet certains insectes possède une attractivité pour certaines couleurs. Les panneaux bleus sont notamment efficaces sur les thrips et les jaunes sur les aleurodes et les pucerons (Serres et plein champ n°328 2014).

Une autre méthode pouvant être utilisé est la mise en place de plante piège au milieu de la culture. Ces plantes vont avoir pour rôle d'attirer les ravageurs car elles sont plus attractives que celle de la culture. Des essais menés par l'ASTREDHOR en utilisant comme plante piège l'aubergine dans des cultures de poinsettia, gerberas et hibiscus. Ces essais ont été concluants et ont permis de limiter la propagation de *Bemisia tabaci*.(STEPP, 2010)

c.3 Lutte par augmentation : lâcher d'auxiliaires

Une autre méthode pouvant être utilisée est la lutte par augmentation. Elle consiste à l'utilisation d'organismes vivants ou de leur produit pour prévenir ou réduire les dégâts causés par les ravageurs aux productions végétales (Jaloux, communication personnelle).

Un des moyens de lutte biologique contre *Macrosiphum euphorbiae* est l'utilisation de Chrysope : *Chrysopa carnea*. Cette chrysope fait partie de l'ordre des Névroptères et de la famille des Chrysopidés. Elle peut être retrouvée naturellement dans les cultures mais elle est également commercialisée afin de réaliser des lâchers. Le cycle complet dure de 22 à 60 jours. Les œufs sont de couleur verte et sont supportés par un pédoncule sur la face inférieure des feuilles. Les larves (**Figure 10**) sont de très bonnes prédatrices et polyphages ce qui constitue un bon moyen de lutte. A la fin de son développement, elles se renferment dans un cocon où elles accomplissent leur métamorphose d'où sortira ensuite la nymphe qui donnera l'adulte. Les individus passent l'hiver sous forme de diapause. Au printemps, les adultes reprennent leur activité. Les femelles vont alors pouvoir pondre jusqu'à 20 œufs par jour (inra.fr).

Adalia bipunctata peut également être utilisée pour la lutte contre les pucerons (**Figure 11**). Elle fait partie de l'ordre des Coléoptères et de la famille des *Coccinellidae*. Cette coccinelle est naturellement présente notamment en Europe. Les larves et adultes sont des prédateurs des pucerons. Elle a été commercialisée en lutte biologique depuis les années 2000 en Europe. Un adulte consomme environ 60 pucerons par jour et une larve peut consommer une centaine

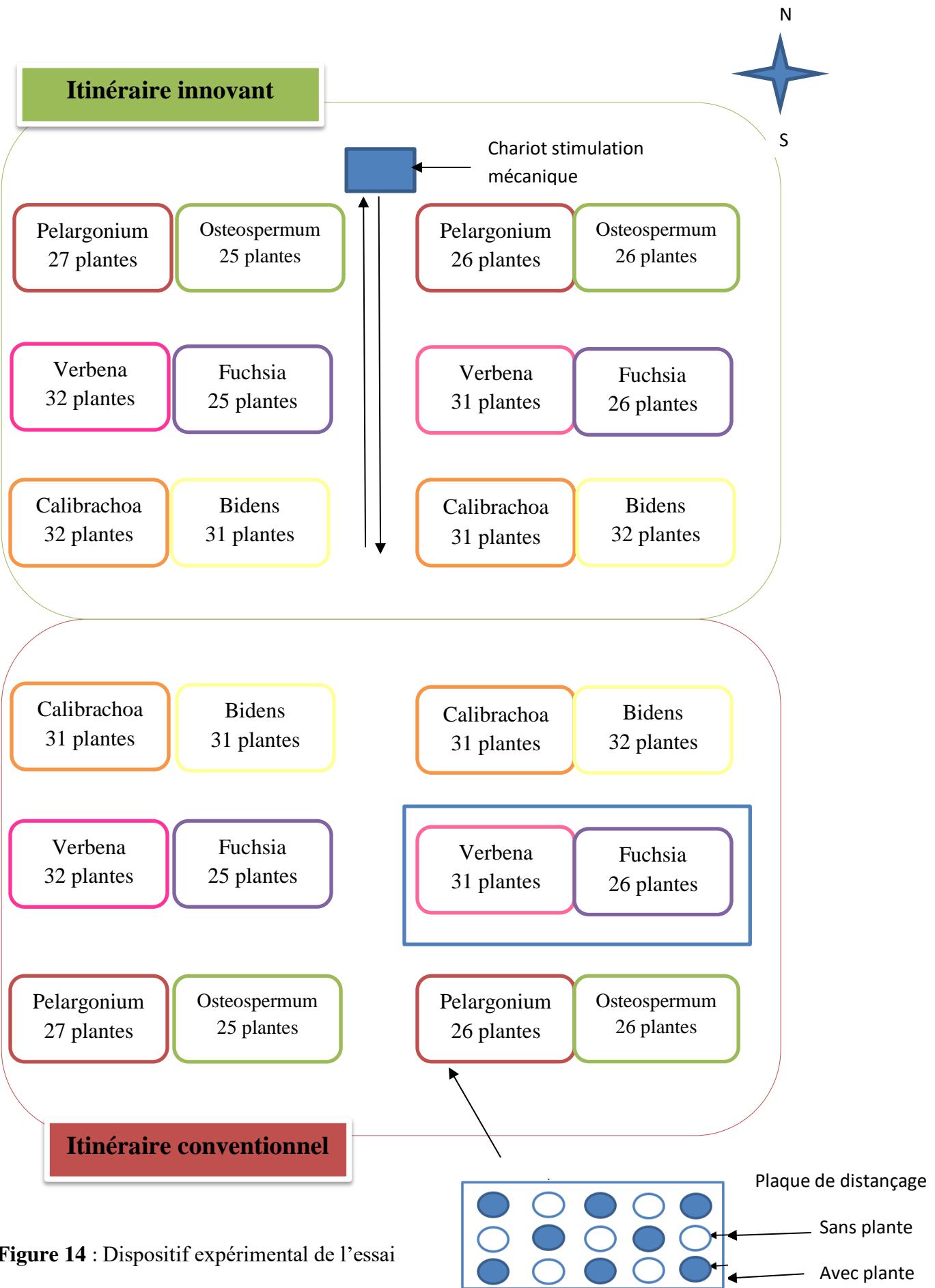


Figure 14 : Dispositif expérimental de l'essai

d'individus par jour. Les œufs sont pondus sur les feuilles. L'émergence des larves dépend des conditions climatiques. Puis les larves vont se développer pendant environ une vingtaine de jour puis la nymphose va s'effectuer pour donner place à l'individu adulte. Durant une saison il n'y a qu'une seule génération par an.

Un autre auxiliaire pouvant être utilisé est *Aphidius colemani* fait partie de l'ordre des Hyménoptères (**Figure 12**). Cette auxiliaire parasite les pucerons en effet il pond ses œufs dans ce dernier. Les larves se développement dans le puceron dont elles se nourrissent ce qui va conduire à la momification du puceron. A ce stade il est aisément de reconnaître ce phénomène en effet le puceron parasité va alors avoir un aspect nacré.

c.4 Lutte par conservation

La lutte par conservation consiste à utiliser et à développer la population d'auxiliaires déjà présents par différents moyens comme les bandes fleuries qui attire notamment les syrphes. Dans une étude faite par, (Haenke, *et al.*, 2009) il a été montré que l'introduction de bandes fleuries permettait la diversification des habitats et par conséquent du nombre d'auxiliaires, et notamment des syrphes. En effet, les adultes se nourrissent du pollen et du nectar des plantes. Différents moyens sont donc disponibles pour les professionnels afin de réguler la croissance et de lutter contre certains ravageurs. Dans le cadre de l'essai, certaines de ces méthodes de lutte ont été testées et sont développées dans la partie suivante.

III. Matériel et méthodes

1. Matériel végétal

Dans le cadre de l'essai 'Diversification', l'objectif était de cultiver différentes variétés annuelles ensemble, comme le réalisent les professionnels pour satisfaire la demande de nouveauté de la part des consommateurs. Pour cela, 6 variétés de plantes ont été choisies pour leur représentativité économique et leur importance de production.

Ces plantes sont les suivantes (**Figure 13**) :

- *Bidens ferulifolia* 'Bidy Gonzales top 2016', 126 plantes
- *Calibrachoa hybrida* 'Aloha Kona Hot Orange', 125 plantes
- *Fuchsia hybrida* 'Aretes Upright Jollies Nancy' 102 plantes
- *Osteospermum ecklonis* 'Margarita Yellow', 102 plantes
- *Verbena hybrida* 'Empress Flair Pink Charme', 126 plantes
- *Pelargonium zonal* 'Robina/Pinnacle Dark red'. 106 plantes.



Figure 15 : Système de stimulation mécanique (CDHRC, Source personnelle)

Rempotage et mise en place dans les serres à touche-touche 04/03/16
Irrigation à l'eau claire

Début des notations le 15 mars

Suivi hebdomadaire des ravageurs et maladies

Arrosage au goutte à goutte pilotage automatisé sur ETP

Distançage et pincement et éboutonnage
avec 29 plants au m² 30/03/16

Fin éboutonnage 11/04/16

Notation stimulation mécanique 02/05/16

Notation de la qualité 04/05/16

Evaluation de l'efficacité des méthodes, calcul des IFT, qualité,
coût de protection et de production

Figure 16 : Calendrier des interventions culturales

Les plantes sont disposées dans deux serres en verre. Une serre représente une modalité. Les plants de *Pelargonium* sont arrivés plus tard et ont été rempotés le 16 mars et les autres le 3 mars.

2. Dispositif expérimental

Cet essai étant mené dans différentes stations de l'ASTREDHOR à savoir le GIE, l'AREXHOR Grand Est, l'AREXHOR Pays de Loire, la STEPP Bretagne, et le CDHR Centre Val de Loire, le protocole a été rédigé en accord avec toutes les stations. Cela permet également d'avoir le même itinéraire cultural, de tester les mêmes méthodes et d'utiliser les mêmes produits. L'harmonisation des protocoles permettra de comparer les résultats obtenus par les différentes stations étant situées dans des régions différentes. Dans le cadre des essais DEPHY, deux itinéraires sont testés (**Figure 14**). Le premier est l'itinéraire conventionnel (M01) ou lutte chimique raisonnée avec 343 plantes. Le second est l'itinéraire innovant (M02) où des méthodes et pratiques qui permettent de réduire l'utilisation de produit phytosanitaire sont évaluées simultanément avec 344 plantes. L'objectif étant de proposer des itinéraires « clé en main » avec plusieurs méthodes alternatives. Les plantes ont été divisées en deux, la moitié pour l'itinéraire conventionnel et l'autre moitié dans l'itinéraire innovant. Puis dans chaque modalité les effets bordures ont été pris en compte donc les plantes ont été disposées le long de la paroi en verre et le long de l'allée de la serre.

Les notations sont réalisées grâce au marquage de placette au début de l'essai. Une placette représente une plante. Deux types de placettes ont été utilisés. Les placettes fixes, ont été choisies aléatoirement. Elles sont au nombre de 10 placettes par modalité et par variété et sont observées à chaque notation. Les placettes fluctuantes quant à elles sont ajoutées en cas d'observation de ravageurs ou maladie sur une plante non suivi à chaque notation. Au maximum il peut y avoir 20 placettes fluctuantes par modalité.

Tableau I : Critères de notation de l'effet de la stimulation mécanique par variété

	Bidens	Calibrachoa	Fuchsia	Verbena	Osteospermum	Pelargonium
Hauteur	X	X	X	X	X	X
Diamètre	X	X			X	
Longueur de la tige la plus longue		X				
Longueur de la feuille la plus longue					X	

La stimulation mécanique (**Figure 15**) a débuté 15 jours après le rempotage des plants. Elle a eu lieu uniquement dans l’itinéraire innovant. Le système comprenait deux bâches plastiques de 200µm découpées en lanières et qui se chevauchaient. Les fréquences de passages étaient de 5 passages par jour et tous les jours à la même heure : 8h15, 10h30, 12h15, 14h et 15h45 la semaine et, le week-end autant de passages que possibles ont été réalisés.

Pour l’itinéraire conventionnel, la régulation de la croissance a été réalisée grâce à des produits chimiques qui sont les suivants Bonzi 2ml/l pour les *Pelargonium* et Dazide enhance 3g/l pour les autres variétés. En effet le Dazide enhance n’est pas homologué sur les *Pelargonium*. Une application tous les 7 jours avec 3 traitements maximum peut être effectuée.

Chaque intervention sur la culture est décidée en fonction de certaines règles de décision. En effet, les produits phytosanitaires vont être utilisés en commençant par le produit le moins毒ique et le plus compatible avec les auxiliaires. Cependant, si ce dernier ne fonctionne pas d’autre produit comme étant moins compatible peuvent être utilisé. L’objectif étant de garantir un certain niveau de qualité des cultures.

3. Conduite culturale

La conduite culturale de cet essai est identique pour les deux itinéraires (**Figure 16**)

a. Fertilisation

Lors du rempotage des plantes le terreau TCH2 coco de la société Dumona a été utilisé. Ce terreau est notamment constitué de tourbe. Il contenait un engrais « starter » de 12.12.17 qui permet d’assurer le démarrage de la culture. Cependant cela n’étant pas suffisant de l’osmocote à libération lente 11.11.18 a été incorporé à ce moment à raison de 3kg/m³.

b. Conduite climatique

Les plantes sont disposées sous deux serres en verre. Par conséquent la conduite climatique a pu être définie. Le déclenchement du chauffage s'est effectué lorsque que les températures deviennent inférieures à ou égales à 12°C la nuit et 15°C pour le jour. L’ouverture des ouvrants avait lieu lorsque les températures atteignaient 25°C. Enfin les écrans d’ombrage étaient dépliés lorsque le seuil atteignait 700 Watts/m² et le désombrage lorsque le seuil était inférieur à 650 Watts/m².



Figure 17 : Exemple de classe de qualité sur les *Bidens* (CDHRC, Source personnelle)

c. Irrigation

L'arrosage a été réalisé par aspersion manuelle jusqu'au distançage des plantes qui coïncident avec la présence de racine au fond du pot. A ce moment-là l'arrosage a été réalisé par subirrigation où chaque tablette a pu être arrosée indépendamment des autres. Le système est automatisé et s'effectue suivant le seuil d'EvapoTranspiration Potentielle, l'arrosage se déclenche donc lorsque ce seuil est atteint.

4. Suivi et notation

a. Régulation de la croissance

L'efficacité de la stimulation en dehors des photos prises chaque semaine a été évaluée en fin de culture. Les critères qui semblaient les plus discriminants lors de la notation ont été choisis par conséquent ils ne sont pas tous les mêmes entre les variétés (**Tableau I**).

b. *Macrosiphum euphorbiae*

Les notations des ravageurs et maladies et notamment de *Macrosiphum euphorbiae* ont été réalisées chaque semaine. Les autres ravageurs et maladies suivis sont les chenilles, les acariens, les thrips et les aleurodes et pour les maladies le *Botrytis* et *Pythium*. Les échelles de notation de ces suivis sont présentées en **Annexe II**.

La notation de la présence des pucerons a été réalisée suivant une échelle de notation par plante observée qui est la suivante :

- 1 : pas de colonisation des pucerons
- 2 : 1 à 3 individus
- 3 : 4 à 10 individus
- 4 : 11 à 30 individus
- 5 : 31 à 100 individus

Tableau II : Coefficient attribués pour l'analyse statistique de la qualité

Classe	Coefficient
A, A+	1
B, A-	0.75
C	0

c. Qualité de la production

Une notation finale de qualité des plantes a été réalisée (**Figure 17**). Effectivement, la qualité des plantes obtenues va conditionner le prix de vente, moins la qualité est bonne plus il y a de chance que les plantes ne soient pas vendues ou à des prix inférieurs. Pour chaque variété hormis les *Fuchsia* trois classes ont été définies et sont les suivantes :

- Classe A : la plante est homogène et équilibrée
- Classe B : le port de la plante est déséquilibré et elle ne recouvre pas le pot.
- Classe C : les plantes ne sont pas commercialisables car elles ne sont pas assez développées.

Pour les *Fuchsia* les classes suivantes ont été utilisées :

- Classe A+ : la plante est homogène et équilibrée et très fleurie
- Classe A- : la plante est homogène et équilibrée et moins fleurie

d. Calcul de l'Indice de Fréquence de Traitement (IFT)

Afin de mesurer la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires, un indice a été mis en place dans le cadre du réseau DEPHY, il s'agit de l'Indice de Fréquence de Traitement ou IFT. Cet indicateur prend en compte la surface traitée par rapport à la surface totale ainsi que la dose réellement appliquée par rapport à la dose homologuée.

$$\text{IFT} = \frac{\text{Dose appliquée}}{\text{Dose homologuée}} \times \text{proportion de parcelle traitée}$$

Les NODU vert ou Nombre de Doses Unités sont également pris en compte lors du calcul de l'IFT. Ces produits sont des produits de biocontrôle ou ayant un moindre impact sur la santé et l'environnement. Les produits faisant partie de cette liste sont sélectionnés après la décision du Comité Indicateurs. Ils sont à prendre en compte dans l'IFT cependant ils sont comptabilisés dans une autre catégorie les IFT vert.

Lors du calcul de l'Indice de Fréquence de Traitement le pourcentage de surface traitée a été pris en compte lors de l'essai et extrapolé à 1 000m². En effet toutes les variétés n'ont pas été traitées à chaque fois, les traitements ont été réalisés en localisé.

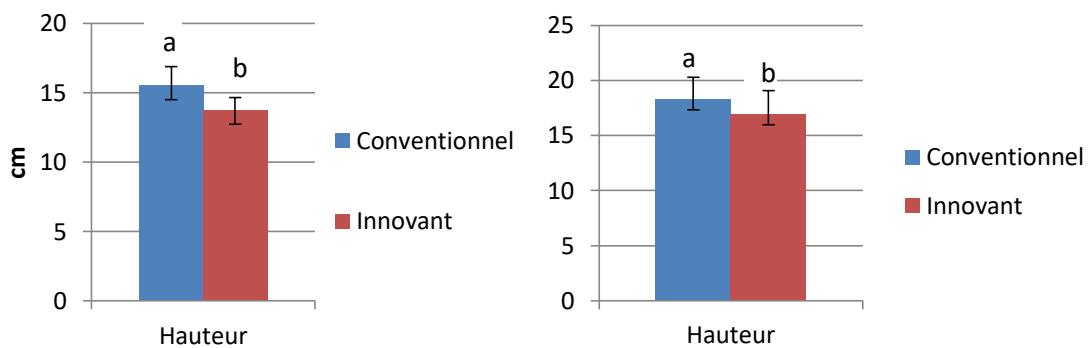


Figure 18 : Notation régulation de la croissance sur *Fuchsia* (gauche) et *Pelargonium* (droite) en semaine 18.

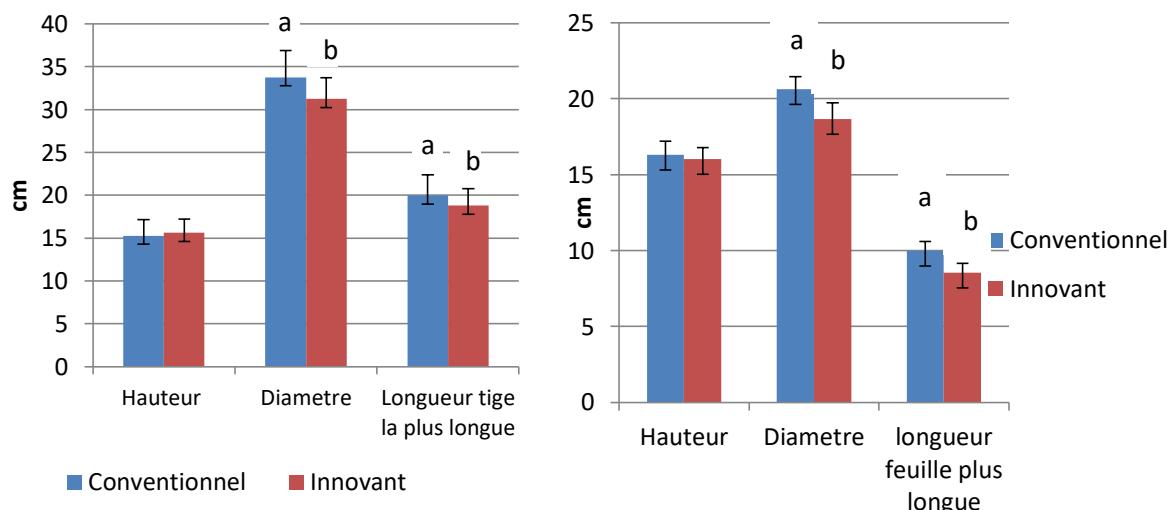


Figure 19 : Notation et photo (conventionnel à gauche et innovant à droite) de la régulation de la croissance sur *Calibrachoa* à gauche et *Osteospermum* à droite en semaine 18.



Figure 20 : Notation régulation de la croissance sur *Verbena* en semaine 18 et photo (conventionnel à gauche et innovant à droite) comparative prise en semaine 17.

5. Approche économique et commerciale

Dans le cadre des essais du réseau DEPHY EXPE, l'approche économique est un volet important des essais réalisés. En effet les solutions innovantes potentiellement intéressantes doivent pouvoir être aussi transposées chez les producteurs. C'est pourquoi il faut assurer une qualité au moins égale à la conduite conventionnelle tout en maîtrisant les coûts.

a. Coût de protection

Le coût de protection tient compte des différents intrants et auxiliaires utilisés au cours de l'essai. Il est calculé pour l'essai puis extrapolé pour une surface de 1000 m² afin que cette valeur soit plus représentative pour les professionnels. Ce calcul tient compte du coût du produit, la surface traitée mais aussi du temps de préparation des produits ainsi que le temps d'application et le coût horaire d'une personne pour réaliser le traitement ou le lâcher. Le coût des produits a été choisi pour que celui-ci soit le plus avantageux.

b. Approche économique globale

L'approche économique globale tient compte de tous les éléments nécessaires à la culture en termes de dépense soit le coût de production mais aussi le prix de vente des plantes. Ce calcul prend notamment en compte le coût du pot la quantité de substrat mais aussi d'engrais utilisé.

6. Traitement statistique des données

Le traitement statistique a été effectué grâce au logiciel Statbox® 6.7. Une analyse de variance ou ANOVA à 1 facteur a été réalisée sur les variables obtenues lors de la notation de l'effet de la stimulation mécanique.

L'ANOVA a également été réalisée sur la qualité des plantes où des coefficients ont été attribués à chaque classe afin de réaliser le traitement des données (**Tableau II**). La variabilité des données est notamment due aux facteurs « aléatoires » et à « l'observateur », ce qui est appelé résidu. Ils doivent respecter les conditions suivantes afin de réaliser l'analyse :

- L'indépendance des résidus
- La variance des résidus doit être la même pour toutes les modalités
- La distribution des résidus suit la loi normale

Cependant lorsque la normalité des résidus n'est pas vérifiée un test non paramétrique est utilisé il s'agit du test de Kruskal-Wallis. Aucun traitement *statistique* n'a été réalisé sur le suivi de *Macrosiphum euphorbiae* en effet il s'agit de suivre l'évolution des populations au cours du temps pour chaque variété.

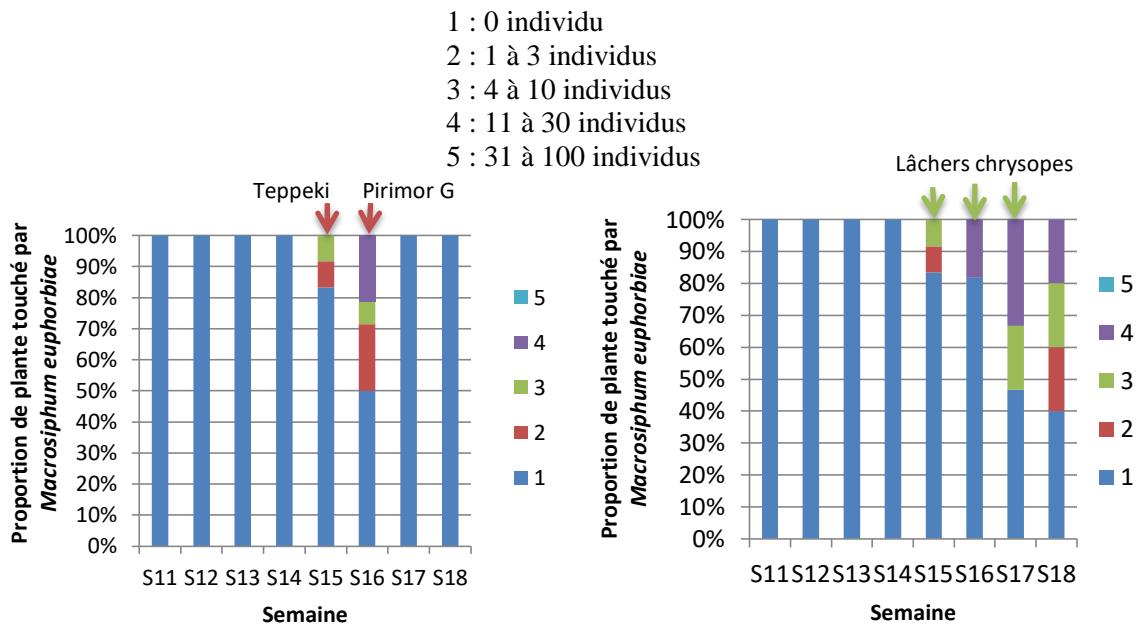


Figure 21 : Proportion de plante touchée par *Macrosiphum euphorbiae* sur les *Calibrachoa* à gauche dans l’itinéraire conventionnel et à droite dans l’itinéraire innovant.

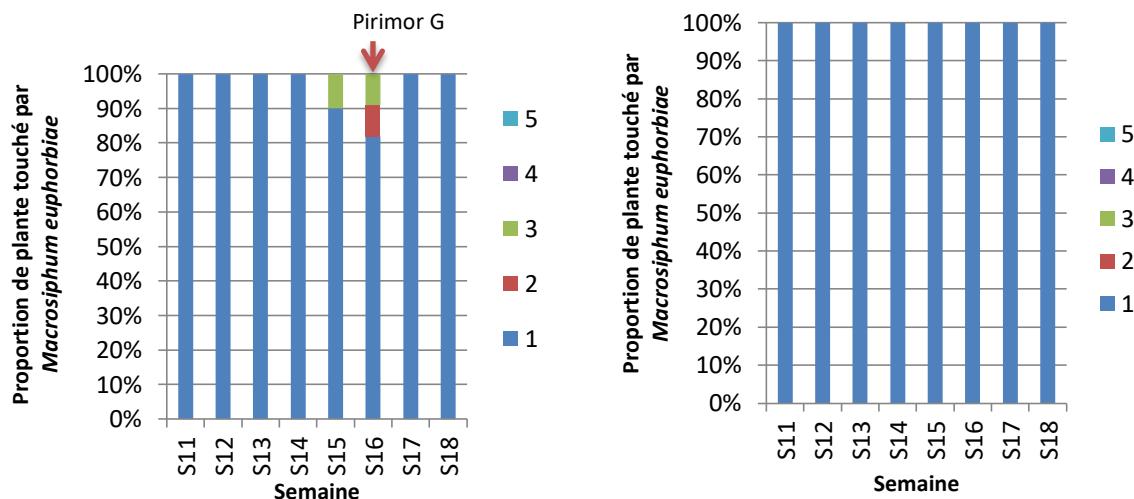


Figure 22 : Proportion de plante touchée par *Macrosiphum euphorbiae* sur les *Fuchsia* à gauche dans l’itinéraire conventionnel et à droite dans l’itinéraire innovant.

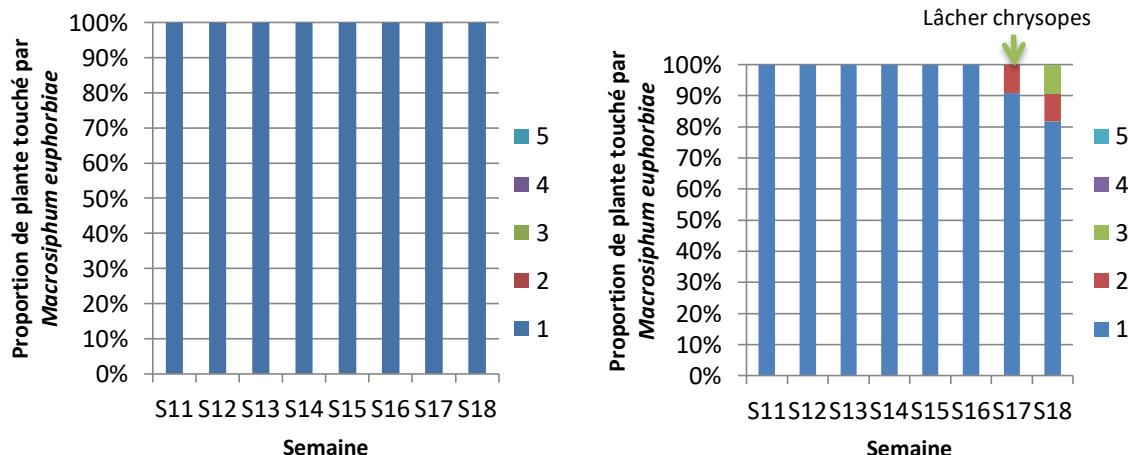


Figure 23 : Proportion de plante touchée par *Macrosiphum euphorbiae* sur les *Verbena* à gauche dans l’itinéraire conventionnel et à droite dans l’itinéraire innovant.

IV. Résultats

1. Régulation de la croissance

a. Nombre de passage

La stimulation mécanique a duré 9 semaines, au total 287 passages ont été réalisés avec une moyenne d'environ 30 passages par semaine.

b. Notation finale

Suite à la notation réalisée en fin de culture, les résultats suivants sur la croissance des plantes ont été obtenus. Pour les *Bidens* les graphiques ne sont pas présentés car il n'y a de différence significative entre les deux itinéraires (**Annexe III**).

En ce qui concerne les *Fuchsia* et *Pelargonium* (**Figure 18**), des différences significatives de hauteur de plantes entre les deux itinéraires ont été observées avec une hauteur plus importante pour l'itinéraire conventionnel.

Pour les *Calibrachoa* (**Figure 19**), des différences significatives ont été observées entre les deux itinéraires pour le diamètre de la plante et la longueur de la tige la plus longue. La mesure de ces deux critères est plus faible dans l'itinéraire innovant.

Enfin pour les *Osteospermum* (**Figure 19**), des différences ont été obtenues pour le diamètre et la longueur de la feuille la plus longue et ces dernières sont moins importantes pour l'itinéraire innovant.

Cependant, pour les *Verbena* (**Figure 20**) deux régulateurs de croissance à savoir le Dazide enhance ont été réalisés pour l'itinéraire conventionnel alors qu'aucun n'a été réalisé en innovant.

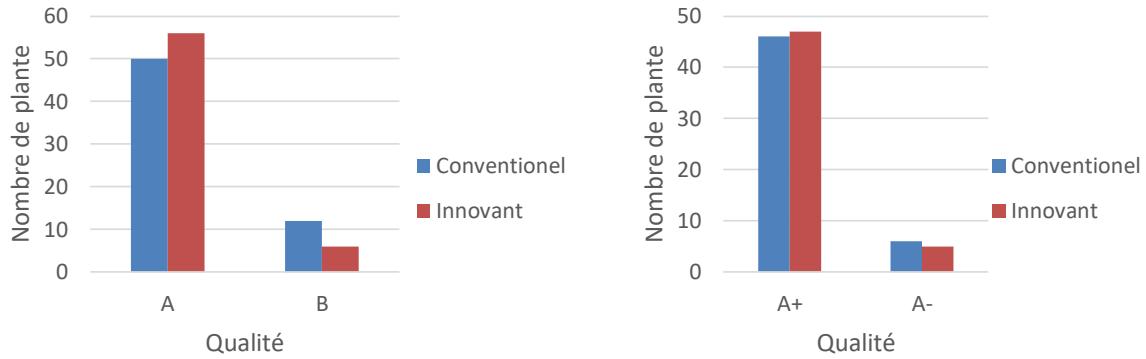


Figure 24 : Qualité commerciale des *Bidens* (à gauche) et *Fuchsia* (à droite) en fonction de classe.

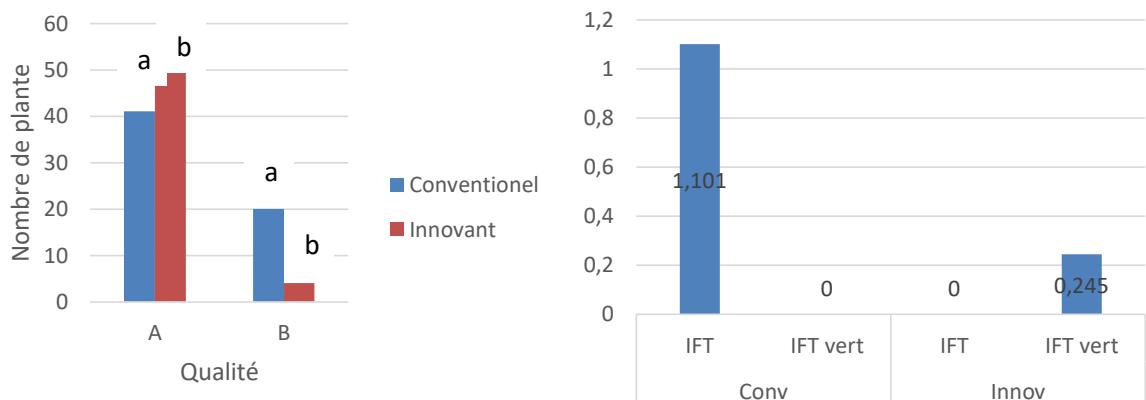


Figure 25 : Qualité commerciale des *Verbena* en fonction de classe à gauche et Indice de Fréquence de Traitement pour les deux itinéraires.

Tableau III : Calcul de l'Indice de Fréquence de Traitement

	Produits	Problématiques	Mode application	Dose homologuée	Dosage de produit dans la bouillie (%)	Coeff. De surface traitée (%)	IFT	IFT vert
Conventionnel	Teppeki	Puceron	pulverisation	140g/ha	100	12,2	0,122	0
	Pirimor G	Puceron	pulverisation	50g/hl	100	24,5	0,245	0
	Teppeki	Puceron	pulverisation	140g/ha	100	12,2	0,122	0
	Pirimor G	Puceron	pulverisation	50g/hl	100	12,2	0,122	0
	Dazide enhance	Régulation croissance	pulverisation	3g/l	100	24,5	0,245	0
	Dazide enhance	Régulation croissance	pulverisation	3g/l	100	24,5	0,245	0
total IFT conventionnel							1,101	0
Innovant	Trianum	Pythium	arrosage	15g/1000 pots	100	24,5	0	0,245
	Chrysope	Puceron	lâcher	10 individus/m ²	0	0	0	0
	Chrysope	Puceron	lâcher	10 individus/m ²	0	0	0	0
	Chrysope	Puceron	lâcher	10 individus/m ²	0	0	0	0
total IFT innovant							0	0,245

2. Suivi de *Macrosiphum euphorbiae*

Les résultats suivants présentent le suivi de la présence de *Macrosiphum euphorbiae* qui a été réalisé hebdomadairement tout au long de l'essai.

Sur les *Calibrachoa* (**Figure 21**), les pucerons sont apparus à partir de la semaine 15 soit à la cinquième semaine de culture et ceux quelle que soit la modalité. La présence de pucerons est d'environ 20% dans les deux itinéraires et les classes présentes sont identiques. Ces stades correspondent à une présence de 1 à 10 individus par plante. Suite au seuil d'interventions qui est de 1 puceron observé au sein de la culture un traitement chimique le Teppeki a été effectué dans l'itinéraire innovant et un lâcher de chrysopes dans l'itinéraire innovant. En semaine 16, la présence de ce ravageur a augmenté dans l'itinéraire conventionnel par conséquent un autre produit a été pulvérisé : le Pirimor G. Pour l'itinéraire conventionnel, la proportion de plante touchée est de 50%. Les classes présentent sont de 1 à 30 individus par plante. Dans l'itinéraire innovant, cette proportion toujours d'environ 20% comme la semaine 15 cependant les classes observées ne sont pas les mêmes et sont plus élevées ; en effet le nombre d'individus est compris entre de 11 à 30 par plante touchée et donc un autre lâcher de chrysopes a été effectué. Pour les semaines suivantes qui sont la semaine 17 et 18 aucun puceron n'a été observé dans l'itinéraire conventionnel. Au contraire dans l'itinéraire innovant en semaine 17 : 60% des plantes notées ont été touchées et un troisième lâcher de chrysopes a été effectué. Les classes présentes vont de 4 à 30 individus. En semaine 18, la même proportion de plantes a été observée, cependant les classes sont différentes et vont de 1 à 30 individus.

Pour les *Fuchsia*, des pucerons ont été observés pendant seulement deux semaines et uniquement dans l'itinéraire conventionnel. La proportion est restée assez faible avec 10 et 20% de plantes observées touchées. Les classes présentes vont de 1 à 10 individus par plante. Un traitement a été réalisé en semaine 16 avec du Pirimor G (**Figure 22**).

Enfin pour les *Verbena* (**Figure 23**) des individus ont été observés aux semaines 17 et 18 avec une présence de 10 et 20% uniquement dans l'itinéraire innovant. Les classes présentes vont de 1 à 10 pucerons par plante. Suite à l'observation des pucerons, un lâcher de chrysopes a été effectué en semaine 17.

A noter le suivi de *Macrosiphum euphorbiae* n'a pas été présenté pour tous les itinéraires, ainsi que pour chaque plante, en effet ce ravageur n'y a pas été observé.

Tableau IV : Coût de protection sanitaire extrapolé à 1000m² pour l'itinéraire conventionnel et innovant

	Produits	Dose homologué e	Prix (en €/L, ou Kg ou indv.)	Coût produit (en €/m ²)	Temps de préparation / EPI / nettoyage (en h)	Temps appli. (en h/m ²)	Coût horaire (en €)	Coefficient de surface traitée	Surface totale (en m ²)	Surface traitée (en m ²)	Coût pour la surface traitée
conventionnel	Teppeki	140g/ha	184,12	0,0039	0,5	0,0005	16	12,20%	1000	122	9,4518
	PirimorG	50g/hl	60,79	0,0037	0,5	0,0005	16	24,50%	1000	245	10,8665
	Teppeki	184,12	184,12	0,0039	0,5	0,0005	16	12%	1000	122	9,4518
	Pirimor	50g/hl	60,79	0,0037	0,5	0,0005	16	12%	1000	122	9,4274
	Dazide enhance	3g/l	125,34	0,075	0,5	0,0005	16	24,5%	1000	245	28,335
	Dazide enhance	3g/l	125,34	0,075	0,5	0,0005	16	24,5%	1000	245	28,335
COUT TOTAL de la protection sanitaire (en €)									95,8675		
innovant	Trianum	50ml/pot	52,02	0,0297	0,5	0,0005	16	24,5%	1000	245	17,2365
	Chrysope	10ind/m ²	0,03	0,3	0	0,0015	16	24,5%	1000	245	79,38
	Chrysope	10ind/m ²	0,03	0,3	0	0,0015	16	24,5%	1000	245	79,38
	Chrysope	10ind/m ²	0,03	0,3	0	0,0015	16	24,5%	1000	245	79,38
	Chrysope	10ind/m ²	0,03	0,3	0	0,0015	16	24,5%	1000	245	79,38
COUT TOTAL de la protection sanitaire(en €)									334,7565		

Tableau V : Approche économique globale pour l'itinéraire conventionnel et innovant

CONVENTIONNEL	Descriptif des coûts	Nombre de coupes	Coût pot	Quantité substrat	Coût substrat	Quantité engrais	Coût engrais	Coût plante	Coût pour 1000 m ² soit 37 000 plantes(en €)
			(en €)	(en L/pot)	(en €/L)	(en kg/pot)	(en €/Kg)	(en €)	
	Intrants	37000	0,04	0,5	0,09498	0,0015	4,44	0,201	10920,55
	Protection sanitaire								95,8675
	Chauffage				4,18/m ²				4180
	Chiffre d'affaire potentiel				1,25/plante				46250
Marge opérationnelle									31053,5825
INNOVANT	Descriptif des coûts	Nombre de coupes	Coût pot	Quantité substrat	Coût substrat	Quantité engrais	Coût engrais	Coût plante	Coût pour 1000 m ² soit 37 000 plantes(en €)
			(en €)	(en L/pot)	(en €/L)	(en g/pot)	(en €/Kg)	(en €)	
	Intrants	37000	0,04	0,5	0,09498	0,0015	4,44	0,201	10920,55
	Protection sanitaire								334,7565
	Chauffage				4,18/m ²				4180
	Chiffre d'affaire potentiel				1,25/plante				46250
Marge opérationnelle									30814,6935

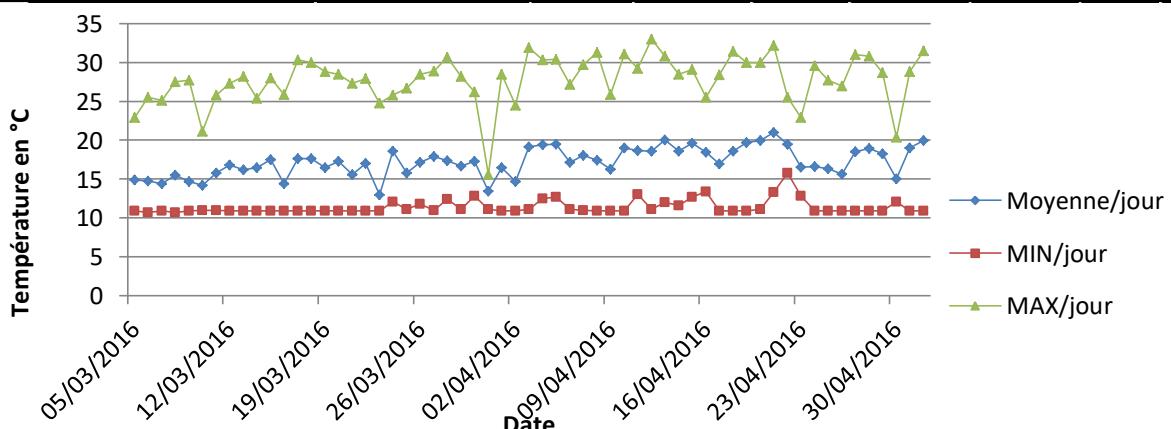


Figure 26 : Température moyenne, minimale, maximale par jour pendant l'essai

3. Qualité de production

La qualité de production a été notée à la fin de l'essai avec les classes suivantes :

- Classe A : la plante est homogène et équilibrée
- Classe B : le port de la plante est déséquilibré et elle ne recouvre pas le pot.
- Classe C : les plantes ne sont pas commercialisables car elles ne sont pas assez développées.

Les classes suivantes ont été utilisées pour les *Fuchsia* :

- Classe A+ : la plante est homogène et équilibrée et très fleurie
- Classe A- : la plante est homogène et équilibrée et moins fleurie

Les résultats présentés ne concernent que les *Bidens*, les *Fuchsia* et les *Verbena*, car pour les autres plantes il y en autant qui sont présentes dans la classe A que dans la classe B. Autrement dit, il n'y a aucune différence entre les itinéraires.

Pour les *Bidens* (**Figure 24**), pour la classe A, il y a plus de plantes dans l'itinéraire innovant que conventionnel et par conséquent il y a moins de plantes de classe B. Cependant l'analyse statistique des données n'a pas révélé de différences significatives.

Pour les *Fuchsia* (**Figure 24**), il y a plus de plantes de classe A pour l'itinéraire innovant que conventionnel cependant il n'y a aucune différence significative.

Enfin pour les *Verbena* (**Figure 25**), il y a plus de plantes de classe A dans l'itinéraire innovant que conventionnel et par conséquent moins de plantes de classe B en innovant. Après analyse statistique ces résultats sont significativement différents.

4. Indice de Fréquence de Traitement

L'IFT a été calculé pour chaque itinéraire et non espèce par espèce puisqu'il s'agit d'un regroupement de plantes. Le coefficient de surface traité a également été pris en compte, en effet la majorité des traitements ont été localisés. Pour l'itinéraire conventionnel l'IFT est de 1,101 alors qu'il est de 0 pour l'itinéraire innovant. Cependant pour l'itinéraire innovant, il y a un IFT vert de 0,245 et aucun pour le conventionnel (**Figure 25**). Les traitements réalisés **Tableau III** sont majoritairement des traitements pour lutter contre *Macrosiphum euphorbiae*. En effet, deux traitements de Teppeki et Pirimor G ont été appliqués. Les deux autres traitements sont tous deux des régulateurs de croissance qui ont été pulvérisés sur les *Verbena*.

5. Coût de protection sanitaire

Le coût de protection sanitaire a été calculé pour la surface traitée si l'essai était de 1000m² afin que cela soit plus représentatif (**Tableau IV**). Pour l'itinéraire conventionnel, six traitements ont été réalisés au cours de l'essai dont quatre anti-pucerons et deux régulateurs de croissance. Le coût de protection sanitaire est de 95,87€ pour l'itinéraire conventionnel. Pour l'itinéraire innovant un traitement Trianum a été réalisé. Ce traitement a été effectué uniquement sur les *Calibrachoa* contre *Pythium* et a été prévu lors de la rédaction du protocole. Egalement dans l'itinéraire innovant quatre lâchers de Chrysopes ont été effectués pour un coût de protection 334,76€. Entre les deux itinéraires, le coût de protection est donc 3,5 fois plus élevé en innovant qu'en conventionnel. Au mètre carré, cela représente 0,09€ et 0,3€.

6. Approche économique globale

L'approche économique globale a été calculée pour une surface de 1000m², ce qui représente 37 000 plantes (**Tableau V**). En conventionnel, le coût des intrants c'est-à-dire le substrat, l'engrais, les plantes, les pots et le temps passé représentent un coût de 10920,55€. Ce coût est identique en innovant, en effet les besoins de base sont identiques. Comme vu dans la partie précédente, le coût de protection sanitaire est différent entre les deux itinéraires. De même pour le coût de chauffage, il est identique entre les deux itinéraires. Enfin le chiffre d'affaire potentiel est identique, cependant cela peut être différent puisque le coût des plantes est tributaire de leur qualité. Cependant à ce calcul il faut ajouter le coût de la main d'œuvre notamment lors du rempotage.

La marge opérationnelle est de 31053,58€ en conventionnel et de 30 814,69€ en innovant. La différence entre les deux itinéraires est inférieure à 1%.

7. Données climatiques

En ce qui concerne la température, les minimales, se situent aux environs de 10°C. La température moyenne est située entre 15 et 20°C. Quant aux températures maximales elles sont situées entre 20 et 30°C dans les serres de l'essai (**Figure 26**).

V. Discussion

1. Régulation de la croissance

a. Nombre de passage

Lors de la stimulation mécanique, une moyenne de 5 passages par jour a été réalisée. Cependant le nombre de passages n'est peut-être pas le plus optimal. La question du nombre d'aller-retour par passage peut aussi se poser. Le matériau choisi pour réaliser la stimulation n'est peut-être pas le plus optimal malgré l'étude bibliographique réalisée. En effet différents matériaux peuvent être utilisés, cependant il faut veiller à ce que ces derniers n'altèrent pas la qualité des plantes.

b. Photo comparative et notation finale

Malgré les informations visuelles données par ces photos, ces informations ne sont pas les plus pertinentes. En effet, il s'agit d'observations visuelles et non mathématiques par conséquent le biais de l'observateur lors du choix des plantes peut être important. Cependant sur les *Verbena* une différence entre les deux itinéraires a été observée. Il a été constaté au cours de l'essai cette différence semblait s'atténuer avec la floraison. Elle n'a cependant pas été confirmée par la notation finale. Le choix des variables mesurées n'est certainement par le plus pertinent. D'autres variables tel que le nombre d'entre-nœuds ou encore le nombre de ramifications auraient pu être choisis. Une notation au cours de la culture aurait pu aussi mettre en évidence la différence entre les itinéraires.

Une autre interrogation peut se poser à savoir la régulation est-elle toujours intéressante et nécessaire pour certaines variétés. En effet, aucun régulateur de croissance n'a été appliqué hormis pour les *Verbena*. Pour les autres espèces, il n'est peut-être pas nécessaire d'effectuer la stimulation mécanique. Cependant, pour les *Verbena* cela a permis de ne pas utiliser de régulateur de croissance et donc de ne pas augmenter l'Indice de Fréquence de Traitement. La qualité des plantes est aussi meilleure pour l'itinéraire innovant.

Dans le cadre de l'essai, la stimulation mécanique a été réalisée de manière « artisanale » et non automatisée ce qui n'est pas réalisable par les professionnels. Dans ce contexte cette stimulation est mécanisable notamment en utilisant un chariot d'irrigation modifié. Cependant, l'investissement pour un producteur non équipé de ce système est important en effet il est d'environ 10 000€ (ASTREHOR 2014). Malgré que ce système soit mécanisable cela peut poser des problèmes pour les producteurs notamment lorsque des travaux ou des interventions sont à mener sur la culture, le passage du chariot peut être un élément contraignant.

2. Suivi de *Macrosiphum euphorbiae*

Les résultats ont montré que ce ravageur est principalement présent sur les *Calibrachoa*. Pour l'itinéraire conventionnel le traitement Teppeki réalisé n'a pas été suffisant pour contenir la population de ravageur. Par conséquent, un second traitement en utilisant du Pirimor G a été choisi. Cependant ce produit n'est actuellement plus commercialisé et ne pourra plus être utilisé d'ici la fin de l'année. Le choix de ce produit peut donc être contesté malgré son efficacité évidente contre *Macrosiphum euphorbiae*. Concernant l'itinéraire innovant, trois lâchers de chrysopes ont été réalisés. Cependant cela n'a pas permis de contenir l'attaque des pucerons. Les plantes ont donc été commercialisées avec la présence de ce ravageur.

3. Qualité commerciale

Les résultats de la qualité commerciale n'ont pas donné de différences significatives exceptées pour les *Verbena* où la qualité est meilleure dans l'itinéraire innovant. Par conséquent, aucune dépréciation du prix ne sera réalisée. Les méthodes utilisées dans l'itinéraire innovant n'ont pas modifié la qualité des plantes.

4. Indice de Fréquence de Traitement

Les résultats montrent qu'il n'y a aucun IFT pour l'itinéraire innovant du fait du choix de la stratégie de protection phytosanitaire. La maîtrise des ravageurs présents ainsi que la régulation de la croissance ont fonctionné, par conséquent il n'y a pas eu besoin de réaliser des traitements phytosanitaires ; contrairement à l'itinéraire conventionnel où l'utilisation de produits phytosanitaires pour réguler la croissance et les ravageurs. L'objectif de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires du plan Ecophyto est donc atteint.

5. Coût de protection sanitaire

La différence du coût de protection sanitaire entre les deux itinéraires est 3,5 fois supérieur pour l'innovant que pour le conventionnel. Au mètre carré, un producteur ne doit pas dépasser le coût de 1€. Or le coût nécessaire pour l'itinéraire innovant et conventionnel est inférieur à cette donnée. Le coût de protection de l'itinéraire innovant est donc satisfaisant dans le cadre de l'essai. La dépense principale dans l'itinéraire innovant est l'achat des auxiliaires. Dans la partie bibliographie différents auxiliaires pouvant être utilisés dans la lutte anti-pucerons ont été présentés.

Conventionnel

Innovant

Régulation de la croissance

2 régulateurs sur *Verbena*

Régulation par stimulation mécanique

Maîtrise des ravageurs

4 traitements (2 Teppeki et 2 Pirimor G)

4 lâchers de chrysopes, aucun traitement chimique

Indice de Fréquence de Traitement

IFT= 1,101 IFT vert=0

IFT= 0 IFT vert=0,245

Coût de protection

0,09€/m²

0,3€/m²

Approche économique globale



Objectif ECOPHYTO Réduction IFT atteint

Figure 27 : Récapitulatif des résultats obtenus

Malgré l'efficacité de ces auxiliaires pour la lutte anti-pucerons, leurs coûts sont différents et donc peut avoir un impact sur le choix de ce dernier. Le coût d'un individu de *Chrysopa carnea* est 10 fois inférieur à celui d'*Adalia bipunctata* et 3 fois inférieur à celui d'*Aphidius colemani*. Le choix des auxiliaires est également conditionné par les températures nécessaires à leur implantation. Certains auxiliaires ont besoin d'une température plus élevée que d'autres. Par conséquent le choix des Chrysopes a été le plus judicieux concernant le coût et les conditions climatiques. Les Chrysopes sont également l'auxiliaire qui s'implante le mieux à des températures moins élevées à partir de 15°C.

Les auxiliaires ont été lâchés uniquement sur les foyers diminuant ainsi le coût. Ce dernier peut être supérieur si au contraire la décision est prise de lâcher les auxiliaires sur toute la surface de culture. Effectivement leur choix peut être de lâcher les auxiliaires sur la totalité de la surface cultivée. Le coût de protection sera donc différent et beaucoup plus élevé.

6. Approche économique globale

Dans le cadre de l'essai, la seule différence observée concerne le coût de protection phytosanitaire. Cependant, il se peut que la pression des ravageurs et maladies soit différentes, modifiant ainsi la qualité des plantes entre les deux itinéraires au cours d'une culture. Cette différence de qualité pourrait entraîner une modification du prix de vente des plantes, et donc une différence plus importante en termes de coût entre les deux itinéraires.

VI. Conclusion

Les résultats obtenus (**Figure 27**) permettent d'affirmer qu'il y a bien eu une réduction de l'Indice de Fréquences de Traitement entre l'itinéraire conventionnel et innovant. Cette réduction est notamment due aux lâchers d'auxiliaires réalisés mais aussi à l'utilisation de la stimulation mécanique en place des régulateurs de croissance. Cependant dans le cadre de l'essai, un seul ravageur a été présent et donc cela a certainement simplifié la lutte dans l'itinéraire innovant. L'utilisation de la stimulation mécanique est aussi intéressante. Cependant cette technique apporte un bénéfice que si elle est utilisée à la place des régulateurs de croissance. Or, au cours de l'essai il n'y a que l'espèce *Verbena* qui avait besoin d'être régulée. De plus, cela nécessite un certain investissement pour rendre cette technique mécanisable. Enfin le coût de protection en utilisant la PBI reste important sachant qu'un seul ravageur été présent et uniquement sur une seule espèce.

En perspective d'autres stratégies pourraient aussi être intégrées à l'itinéraire innovant, comme la mise en place de plantes pièges au sein de la production, cela permettrait d'attirer le ravageur sur cette plante au lieu de la culture. Différents essais ont déjà été réalisés par ASTREDHOR notamment en utilisant des plants d'aubergines ou de melons contre les aleurodes. L'aubergine peut notamment être utilisée contre les pucerons. Une autre stratégie contre les ravageurs serait la mise en place de plantes attractives qui vont permettre d'attirer les auxiliaires au sein de la culture. Lors d'autres essais sur les chrysanthèmes ou les lavandes, un plant de potentille est placé au sein de la culture afin d'attirer les auxiliaires telles que les syrphes afin de lutter contre les pucerons.

Pour réguler la croissance, une stratégie pouvant être utilisée est la régulation par le froid. Elle est notamment utilisée par la station AREXHOR Grand Est. L'utilisation de LED pourrait être aussi une piste notamment en jouant sur la qualité et la quantité de la lumière comme les films photo-sélectifs. Cependant cela représente un coût très important et peu réalisable pour certains producteurs.

L'utilisation des stratégies innovantes va être conditionnée par les producteurs. En effet, cela va dépendre de leurs besoins, des espèces qu'ils cultivent, de leur structure mais aussi de leur budget et des investissements qu'ils sont prêts à réaliser.

Bibliographie

Cdhr Centre. (2011). FILM LUMISOL DIFFUSANT ® EN COUVERTURE DE TUNNEL SUR UNE GAMME D ' ESPECES PRODUITES PAR LES HORTICULTEURS.

Chehab, E. W., Eich, E., & Braam, J. (2009). Thigmomorphogenesis : a complex plant response to mechano-stimulation, *60*(1), 43–56. doi:10.1093/jxb/ern315

Duval, C., & Ferre, A. (2014). Projet REGAL : Alternative à la régulation chimique des plantes en pot Sous-projet : La thigmomorphogénèse Essai réalisé de 2011 à 2014 par l ' AREXHOR Pays de la Loire, *33*(0).

Environnement, G. (2009). Les domaines d'action 13.

Filière Horticulture L ' utilisation d ' auxiliaires pour réduire les produits phytosanitaires. (n.d.), 42–43.

Haenke, S., Scheid, B., Schaefer, M., Tscharntke, T., & Thies, C. (2009). Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs . complex landscapes, 1106–1114. doi:10.1111/j.1365-2664.2009.01685.x

Jaffe. (1973). Thigmomorphogenesis : The Response of Plant Growth and Development to Mechanical Stimulation, *157*.

Latimer, J., Specialist, E., Crops, G., Tech, V., Whipker, B., Specialist, E., & Crops, F. (n.d.). Selecting and Using Plant Growth Regulators on Floricultural Crops.

Maienfisch, P., Angst, M., Brandl, F., Fischer, W., Hofer, D., Kayser, H., ... Steinemann, A. (2001). Chemistry and biology of thiamethoxam : a second generation neonicotinoid †, 913(May). doi:10.1002/ps.365

Morel, P., Crespel, L., Galopin, G., & Moulia, B. (2012). Scientia Horticulturae Effect of mechanical stimulation on the growth and branching of garden rose. *Scientia Horticulturae*, *135*, 59–64. doi:10.1016/j.scienta.2011.12.007

Morita, M., Ueda, T., Yoneda, T., & Koyanagi, T. (2007). Flonicamid , a novel insecticide with a rapid inhibitory effect on aphid feeding, 973(September 2006), 969–973. doi:10.1002/ps

PROTECTION DES CULTURES. (2014). *SERRES ET PLEIN CHAMP N° 328 Septembre 2014.*

Stepp. (2010). Protection des cultures contre les insectes : les méthodes alternatives testées à l' Astredhor.

Synthèse des premiers résultats à l'échelle nationale. (2014).

Sitographie

Alim'agri Site du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la forêt 05/06/2012

<http://agriculture.gouv.fr/Innovation-en-marche> consulté le 8 mars 2016

Alim'agri Site du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la forêt 26/10/2015

<http://agriculture.gouv.fr/le-gouvernement-presente-la-nouvelle-version-du-plan-ecophyto> consulté le 8 mars 2016

Base de données ASTREDHOR <http://astredhor.fr> consulté le 20 avril 2016

<http://commerce.sage.com/BIOBEST/Article/000096.aspx> consulté le 27/08/16

<http://commerce.sage.com/BIOBEST/Article/000182.aspx> consulté le 27/08/16

INRA Ephytia <http://ephytia.inra.fr> consulté le 12 mai 2016

<http://ladocumentationfrancaise.fr> consulté le 10 mars 2012

<http://www.plantes-et-jardins.com/> consulté le 27/08/16

ANSES Ephy <https://ephy.anses.fr/ppp/bonzi> consulté le 19 mai 2016

ANSES Ephy <https://ephy.anses.fr/ppp/pirimor-g> consulté le 19 mai 2016

INRA Ephytia www7.inra.fr/hypz/RAVAGEUR consulté le 12 mai 2016

Annexes

Annexe I : Les 6 axes du plan Ecophyto

AXE 1 : AGIR AUJOURD'HUI ET FAIRE EVOLUER LES PRATIQUES

Après une première phase consacrée à l'exploration et au référencement des pratiques culturelles et systèmes économies en produits phytopharmaceutiques, le plan Ecophyto II s'attachera à inciter les exploitations à adopter des leviers favorisant la diminution de la consommation de produits phytopharmaceutiques. En particulier, le dispositif expérimental des certificats d'économie de produits phytopharmaceutiques (action 1.1) contribuera à une diffusion très large des méthodes et investissements concourant à la réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques. L'incitation à recourir à des agroéquipements performants (action 1.2) et à des solutions alternatives telles que le biocontrôle (action 1.3) sera renforcée. Les réseaux de mise à l'épreuve des techniques et systèmes de capitalisation des ressources et références seront également consolidés et appelés à valoriser auprès du plus grand nombre les possibilités d'évolution vers des pratiques et systèmes économies (action 2). L'expérimentation de méthodes alternatives à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques sera soutenue (action 3). L'atteinte de ces objectifs nécessite une rénovation des bulletins de santé du végétal afin d'en renforcer la capacité prédictive (action 5) et le renforcement des enseignements, de la formation professionnelle continue et de la rénovation du Certiphyto pour sécuriser et réduire l'utilisation, les risques et les impacts des produits phytopharmaceutiques (actions 6.1 et 6.2). Ces différentes actions doivent être menées en synergie et les interactions entre elles doivent permettre d'atteindre le plus grand nombre. Ces actions du plan Ecophyto II s'articulent avec les actions menées au titre d'autres plans ou politiques publiques telles que le plan Ambition Bio 2017 et certaines des dispositions de la politique agricole commune, notamment les MAEC

AXE 2 : AMELIORER LES CONNAISSANCES ET LES OUTILS POUR DEMAIN ET ENCOURAGER LA RECHERCHE ET L'INNOVATION

Les besoins de connaissances et d'innovation sont un enjeu majeur du plan Ecophyto II, notamment pour la mise au point de solutions alternatives efficaces sur les plans environnemental, sanitaire, technique et économique. La recherche constitue aujourd'hui - avec la formation et le développement - un des trois piliers de la dynamique d'évolution de l'économie agricole et agro-alimentaire française. On observe une incontestable mobilisation des communautés de recherche et développement autour des enjeux du plan, qui s'étend au-delà des sphères agronomiques. Pour susciter, orienter et coordonner les projets, il est proposé

de mettre en place un cadre global : une stratégie nationale de recherche et d'innovation, favorisant la pluridisciplinarité et la coopération entre tous les acteurs qui sera déclinée dans une feuille de route opérationnelle, l'organisation et de suivi de la mise en œuvre d'appels à propositions de recherche ou d'expertises selon plusieurs modalités définies ci-après, des actions de la valorisation visant la diffusion des résultats autant auprès des acteurs de terrain, des pouvoirs publics que des filières de formation. Dans cet objectif, une gouvernance adaptée sera mise en place avec un comité Scientifique d'Orientation « Recherche – Innovation ». Le lien sera fait entre cet axe et les actions de recherche et de développement menées au titre de l'axe 4 pour les JEVIs et de l'axe 5 pour l'outre-mer, ainsi qu'avec les dispositifs d'expérimentation cités à l'axe 1.

AXE 3 : EVALUER ET MAITRISER LES RISQUES ET LES IMPACTS

La maîtrise de l'ensemble des risques liés à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques sera placée au cœur du plan Ecophyto II, avec la volonté de réduire les risques sur la santé humaine, en priorité les utilisateurs, les populations riveraines et les populations sensibles, et les différents compartiments de l'environnement et la biodiversité. La surveillance de ces risques et des effets indésirables sera renforcée (actions 10 à 13) : c'est un des enjeux majeurs de la phytopharmacovigilance mise en place en application de la loi d'avenir pour l'agriculture du 13 octobre 2014. Un accent particulier sera mis sur la connaissance des expositions professionnelles aux produits phytopharmaceutiques, les bonnes pratiques et sur les équipements de protection individuelle. Dans l'objectif de réduire ces risques et ces expositions, des discussions seront engagées au niveau communautaire afin que les substances les plus dangereuses pour l'homme et pour l'environnement soient retirées du marché (action 15). Par ailleurs, l'évaluation des risques et des impacts nécessite de disposer d'indicateurs. L'utilisation des indicateurs élaborés dans le cadre du plan Ecophyto I sera poursuivie et les indicateurs de risque et d'impacts seront finalisés. Ces indicateurs permettront d'orienter l'action publique (évaluation des politiques publiques, priorités de recherche et d'innovation, surveillance des milieux, communication...) de manière à ce qu'elle réponde au mieux aux besoins des professionnels dans leur transition vers l'agro-écologie (action 14). D'autre part, la lutte contre les utilisations frauduleuses et l'importation illégale de produits phytopharmaceutiques constituera une action prioritaire (action 16). Elle s'attachera à la mise en place de contrôles appropriés, à une collaboration entre les services concernés et à faire appliquer des sanctions de hauteur appropriée tout en renforçant la coordination au niveau européen. Ces actions du plan Ecophyto II sont confortées par des actions menées au titre

d'autres plans ou politiques publiques telles que le plan national santé-environnement, la feuille de route environnementale, la stratégie nationale sur les perturbateurs endocriniens

AXE 4 : ACCELERER LA TRANSITION VERS LE ZERO PHYTO DANS LES JARDINS, ESPACES VEGETALISES ET INFRASTRUCTURES (JEVI)

Dans le contexte de l'application de la loi du 6 février 2014, dite « loi Labbé », complétée par le projet de loi pour la transition énergétique et la croissance verte en cours d'adoption, et du développement des initiatives de réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques d'ores et déjà initiées par de nombreux acteurs, l'axe du plan Ecophyto II dédié aux Jardins, Espaces Végétalisés et Infrastructures (JEVI) s'attachera à accompagner les gestionnaires d'espaces en ville et les jardiniers à se passer des produits phytopharmaceutiques chaque fois que cela est possible. Pour cela, selon les modalités de déclinaison détaillées à l'action 20, des dynamiques locales entre associations de jardiniers, distributeurs, gestionnaires d'espaces à contraintes spécifiques, et pouvoirs publics seront créées, avec une volonté de faire circuler les meilleurs exemples, pour le gain de tous. Des outils fédérateurs et structurants, comme les plates-formes d'échange web, seront notamment mobilisés. D'autre part, l'accent sera mis sur l'amélioration et l'accompagnement de l'encadrement législatif et réglementaire.

AXE 5 : POLITIQUES PUBLIQUES, TERRITOIRES ET FILIERES

La déclinaison territoriale du plan Ecophyto II sera renforcée, et les dynamiques collectives locales autour de l'objectif partagé de réduction et de sécurisation de l'usage des produits phytopharmaceutiques seront encouragées. La gouvernance régionale du plan Ecophyto II est organisée par le préfet de région en associant les principaux partenaires. Un comité régional de pilotage (CRP) organisé par le Préfet de région, associant l'ensemble des parties prenantes dont les agences de l'eau concernées et le Conseil régional, définit les orientations stratégiques régionales, discute la feuille de route régionale, valide les orientations des appels à projets et suit la mise en œuvre. Ces appels à projets régionaux seront lancés afin d'accompagner, au plus près des enjeux spécifiques du territoire, l'application des priorités régionales du plan. Les orientations stratégiques et financières seront fixées en cohérence avec les autres plans et politiques déclinés localement (PDRR, programmes d'intervention des agences ...), les orientations nationales et le contexte local. Les orientations stratégiques et financières seront fixées en cohérence avec les autres plans et politiques déclinés localement, les orientations nationales et le contexte local (actions 20 à 23). Le CRP décline, sur la base d'un cadrage national, les types d'actions à mener et à financer qui utilisent les 30 millions

d'euros supplémentaires de RPD à compter de 2016. L'échelon régional poursuivra également l'animation des actions structurantes et assurera leur évolution en cohérence avec les nouvelles orientations nationales. Un travail sera engagé pour veiller à la cohérence des politiques publiques dans lesquelles est abordée la réduction de l'utilisation, des risques et des impacts des produits phytopharmaceutiques, afin que l'action publique locale dispose d'un large ensemble d'outils (action 24). L'adoption du changement de pratiques pouvant être freinée par la crainte des conséquences économiques liées à ces changements, la possibilité de mettre en place un dispositif de couverture de ces risques sera étudiée (action 25). Par ailleurs, un ensemble de mesures seront mises en œuvre, spécifiquement adaptées aux caractéristiques des outre-mer : le développement d'une agriculture locale partenariale centrée sur l'agro-écologie (actions 26.1, 26.2 et 26.3), la gestion des emballages et matières plastiques (action 26.5), le renforcement de l'expertise locale en santé et sécurité au travail (action 26.4) et la diffusion des connaissances (actions 26.6 et 26.7).

AXE 6 : COMMUNIQUER ET METTRE EN PLACE UNE GOUVERNANCE SIMPLIFIEE

L'objectif de cet axe est de diffuser largement les outils et les actions mises en place dans le cadre du plan Ecophyto. Cette communication mettra en avant le caractère moderne et positif du défi de la réduction de l'utilisation, des risques et des impacts des produits phytopharmaceutiques (action 27). Par ailleurs, afin que le plan Ecophyto II évolue et s'adapte en temps réel à la situation vis-à-vis des produits phytopharmaceutiques en France, les indicateurs de suivi de l'utilisation, des impacts et d'évolution des pratiques élaborés dans le cadre de l'axe 3 feront l'objet d'une communication auprès du public. Le niveau européen sera pris en compte au travers de parangonnage, et par la promotion des initiatives françaises, notamment la mise en valeur de l'approche et des positions de la France au sein du processus de construction de la nouvelle stratégie communautaire de santé des végétaux. Cet axe présente également les modalités de gouvernance (action 28) et les circuits financiers (action 29) au niveau national et régional.

Annexe II : Echelles de notation des ravageurs et maladies

Notations thrips

Observation après frappage.

- Echelle :
- 1 : absence
- 2 : 1 individus
- 3 : 2-3 individus
- 4 : 4-7 individus
- 5 : 8-15 individus
- 6 : 16-31 individus

Notation pucerons :

- Echelle :
- 1 : pas de colonisation des pucerons
- 2 : 1 à 3 individus
- 3 : 4 à 10 individus
- 4 : 11 à 30 individus
- 5 : 31 à 100 individus

Notation acariens

- Echelle :
- 1 : Aucun acarien
- 2 : Quelques individus
- 3 : Beaucoup d'individus + dégâts
- 4 : Toile
- Pour chaque plante, on soulève la plante pour regarder le feuillage dans son ensemble

Notation aleurodes

- Echelle :
- 1 : absence
 - 2 : adulte sans larves et œufs
 - 3 : adulte + larve + œufs
 - 4 : adulte + larve + œufs + fumagine

Notation chenilles

- Echelle :
- 1 : absence
 - 2 : nouveaux dégâts sans chenille
 - 3 : dégâts + chenille

Notations des maladies :

Relevé des symptômes, identification, importance en pourcentage et intervention

Annexe III : Graphique régulation de la croissance des *Bidens*

