

# Sommaire

<b>1. Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1.1 La problématique</b>	<b>1</b>
1.1.1 L'importance économique du rosier : histoire, usage	1
<b>1.2 Les différents systèmes de production</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Sensibilité aux maladies et aux ravageurs</b>	<b>3</b>
1.3.1 Les maladies les plus fréquentes sur rosier	3
a) Thrips	3
b) Aleurodes	4
c) Acariens	4
d) Pucerons	5
1.3.2 Autres ravageurs visibles sur rosier	5
<b>1.4 Les méthodes de lutte alternatives utilisables</b>	<b>5</b>
1.4.1 La lutte biologique et la Protection Biologique Intégrée	6
1.4.2 Valorisation de la biodiversité fonctionnelle	7
a) Le nourrissage d'auxiliaires	8
b) La végétalisation et les plantes de services	8
1.4.3 La lutte physique	9
1.4.4 Quelques produits alternatifs	10
<b>1.5 La prophylaxie</b>	<b>10</b>
<b>1.6 Méthode d'étude du système</b>	<b>11</b>
<b>1.7 Valorisation de la démarche PBI</b>	<b>11</b>
1.7.1 Label de qualité	11
<b>1.8 Objectif de l'étude</b>	<b>12</b>
<b>2. Matériel et méthodes</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Matériel végétal</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Méthodes</b>	<b>12</b>
2.2.1 Facteurs et modalités testées	12
2.2.2 Dispositif et méthode d'échantillonnage	13
<b>2.3 Dispositif des différents leviers</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Itinéraire de culture</b>	<b>14</b>
2.4.1 Dispositif envisagé	15
<b>3. Résultats</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Evolution des ravageurs</b>	<b>16</b>
3.1.1 Phénomènes liés à la présence des ravageurs	16
a) Les variétés <i>The Fairy</i> et <i>Fairy rood</i>	16
b) Les conditions climatiques et le stade de la plante	17
<b>3.2 L'effet des apports d'auxiliaires</b>	<b>18</b>

<b>3.3 L'impact du chariot à double effet.....</b>	<b>19</b>
3.3.1 Une période de passage peu fréquente .....	19
3.3.2 Une période de passage fréquente .....	20
<b>3.4 Evaluation de la qualité finale des rosiers .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5 Calcul des indicateurs envisagés.....</b>	<b>21</b>
<b>4. Discussions.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 L'impact des différents facteurs sur la présence des ravageurs .....</b>	<b>22</b>
4.1.1 Les facteurs abiotiques et biotiques .....	22
a) Les pucerons .....	22
b) Les acariens .....	23
c) Les thrips .....	23
<b>4.2 L'importance de l'échelle de notation .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3 Les diverses variables pour une qualité optimale et à bas coût .....</b>	<b>25</b>
4.3.1 Les conditions du système de culture et l'adaptation des règles de décisions .....	25
<b>5. Conclusion et perspectives .....</b>	<b>25</b>
<b>6. Bibliographie .....</b>	<b>27</b>
<b>7. Annexes.....</b>	<b>30</b>

## Liste des abréviations

**CATE** : Comité d'Action Technique et Economique

**F** : *The Fairy*

**IFT** : Indice de Fréquence de Traitement

**ITK** : Itinéraire Technique

**LB** : Lutte biologique

**M1** : Modalité 1 « chariot à double effet - côté ouvrant »

**M2** : Modalité 2 « chariot à double effet »

**PBI** : Protection Biologique Intégrée

**RdD** : Règle de Décision

**R** : *Fairy rood*

**STEPHY** : Stratégies de Protection des Cultures Economes en Produits Phytosanitaires

**StdF1** : Stade de floraison 1 (végétatif)

**StdF2** : Stade de floraison 2 (bouton)

**StdF3** : Stade de floraison 3 (en fleur)

**T** : Témoin

**TK** : Techniques

## Liste des annexes

**Annexe I** : L'oïdium du rosier provoqué par *Podosphaera pannosa* (INRA, 2013).

**Annexe II** : La rouille provoquée par *Phragmidium mucronatum* (Le Berre, 2014).

**Annexe III** : Symptômes des tâches noires obtenus après inoculation, *Diplocarpon rosae* (Miclot et al., 2016).

**Annexe IV** : Les tenthrèdes (*Arge pagana*) se remarquent par la position d'alerte des fausses chenilles qui dévorent le limbe (a). L'adulte (b) est reconnaissable à son abdomen jaune (Le Berre, 2014).

**Annexe V** : Dégâts sur feuilles de rosier causés par la mégachille (insecte hyménoptère) qui découpe le limbe en demi-cercle. *Megachile centuncularis* (Le Berre, 2014).

**Annexe VI** : Boucliers blancs de la cochenille *Aulacaspis rosae* (pou blanc des rosiers) sur bois de rosier dont les piqûres affaiblissent gravement la plante. *Rosa spp.* (Le Berre, 2014).

**Annexe VII** : Mineuses des pousses pouvant être provoquées par *Ardis pallipes* et *A. sulcata*, ou encore par *Cladardis elongatula* et *Hymenoptera Tenthredinidae* (Le Berre, 2003)

**Annexe VIII** : Tableau récapitulatif d'un mix de parasitoïdes possible proposé par Biobest.

**Annexe IX** : Début de liste de produits alternatifs utilisés en cultures légumières et ornementales.

**Annexe X** : Tableau représentant le nombre de thrips présent lors d'un échantillonnage aléatoire de fleur de chou.

**Annexe XI** : Feuille de notation de ravageurs sur rosier selon les différentes modalités (M1 : Modalité 1 ; M2 : Modalité 2 ; T : Témoin ; F : *The Fairy* et R : *Fairy rood*).

**Annexe XII** : Règles de décision mises en place pour la lutte biologique contre les pucerons.

**Annexe XIII** : Règles de décision mises en place pour la lutte biologique contre les acariens.

**Annexe XIV** : Planning de mise en œuvre des actions du projet.

**Annexe XV** : Test de Khi deux (a) et de Fisher (b) (approprié selon les données) comparant la distribution des plantes touchées par les pucerons et les acariens pour le témoin sur les deux variétés (*The Fairy* et *Fairy rood*).

**Annexe XVI** : Test de Fisher comparant la distribution des plantes touchées par les thrips pour le témoin sur les deux variétés (*The Fairy* et *Fairy rood*).

**Annexe XVII** : Anova sur le modèle de régression linéaire le plus complexe entre la distribution des plantes touchées par les pucerons et les différents facteurs pouvant affecter leur présence.

**Annexe XVIII** : Anova sur le modèle de régression linéaire le plus complexe entre la distribution des plantes touchées par les acariens et les différents facteurs pouvant affecter leur présence.

**Annexe XIX** : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes au stade de floraison pour le témoin sur les deux variétés (*The Fairy* et *Fairy rood*).

**Annexe XX** : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes touchées par les pucerons pour les trois modalités (Modalité 1, Modalité 2 et Témoin) sur la variété *Fairy rood*.

**Annexe XXI** : Feuille de notation de ravageurs sur rosier selon les différentes modalités (M1 : Modalité 1 ; M2 : Modalité 2 ; T : Témoin ; F : *The Fairy* et R : *Fairy rood*).

**Annexe XXII** : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes touchées par les pucerons pour les trois modalités à une fréquence de passage peu importante (1 fois/jour) sur les deux variétés (*The Fairy* et *Fairy rood*).

**Annexe XXIII** : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes touchées par les pucerons pour les trois modalités à une fréquence de passage intensive (5 fois/jour) sur les deux variétés (*The Fairy* et *Fairy rood*).

**Annexe XXIV** : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes touchées par les thrips pour les trois modalités (M1, M2 et T) sur la variété *Fairy rood*.

**Annexe XXV** : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes au stade de floraison pour la modalité 1 sur les deux variétés (*Fairy* et *Fairy rood*).

**Annexe XVI** : Test du khi deux d'indépendance évaluant si la présence de thrips et de pucerons sont dépendants.

**Annexe XXVII** : Tableau représentant l'association des parasitoïdes à un certain nombre d'espèces de pucerons et de plantes hôtes selon Pons et al., 1980.

**Annexe XXVIII** : Illustration représentant la différence entre un parasitoïde primaire et un parasitoïde secondaire.

**Annexe XXIX** : Echelle de notation du projet Ecophyto 2019.

## Liste des illustrations

**Figure 1 :** Aire d'origine de répartition de 1228 accessions de rose (Liorzou et al., 2016).

**Figure 2 :** Généalogie théorique complète des rosiers horticoles, d'après Maya et Venard 1976, Meng et al., 2011, et Iwata et al., 2000 (Malécot, 2016).

**Figure 3 :** Cycle de vie du *Thrips.spp* (Buechel, 2019).

**Figure 4 :** Cycle de vie de l'aleurode des serres (Lambert et Müller, 2015).

**Figure 5 :** Cycle de développement des *Tetranychus uticae* (Ferrero, 2009 ; Koppert Biological System).

**Figure 6 :** Schéma définissant les deux types de cycle de vie des pucerons (AuxiMore, 2014).

**Figure 7 :** Exemple de champignons entomopathogènes utilisés en lutte biologique pour les cultures ornementales : a) *Beauveria bassiana* ; b) *Lecanicillium muscarium* (INRA, 2019).

**Figure 8 :** Nématode, *Steinernema feltiae*, se préparant à entrer dans un thrips (Jandricic et al., 2015).

**Figure 9 :** Schéma de la succession des interrelations, d'après Thueux, 2015.

**Figure 10 :** Chariot de stimulation mécanique par balayage (CATE, 2019).

**Figure 11 :** Aspirateur électrique (Ronco et Drouineau, SCRADH, 2019).

**Figure 12 :** Schéma de l'aspirateur utilisé pour lutter contre les ravageurs dans le cadre du projet RosaBIP.

**Figure 13 :** Schéma du système décisionnel (Harvard., 2017).

**Figure 14 :** Aspirateur à thrips récemment mis en place pour le projet RosaBIP.

**Figure 15 :** Schéma finale du plan d'expérimentation du projet RosaBIP.

**Figure 16 :** Les différents stades de floraison utilisés pour l'essai RosaBIP (a) Absence (végétatif) ; (b) bouton ; (c) floraison.

**Figure 17 :** Exemple de parasitoïde de pucerons : (a) Individu adulte d'*Aphidus colemani* parasitant un puceron (Koppert.fr) ; (b) Momie vide de puceron parasité (source : Marion AH-VANE, Mars 2019).

**Figure 18 :** Larve de chrysope se nourrissant d'un puceron (Source : Maud HERVE, mai 2019).

**Figure 19 :** Courbes d'évolution du nombre de plantes touchées par les pucerons sur la modalité témoin, au cours du mois d'avril à juillet sur deux variétés de rosier (*The Fairy* et *Fairy rood*).

**Figure 20 :** Courbes d'évolution du nombre de plantes touchées par les acariens sur la modalité témoin, au cours du mois d'avril à juillet sur deux variétés de rosier (*The Fairy* et *Fairy rood*).

**Figure 21 :** Courbes d'évolution du nombre de plantes touchées par les thrips sur la modalité témoin, au cours du mois d'avril à juillet sur deux variétés de rosier (*The Fairy* et *Fairy rood*).

**Figure 22 :** Graphique représentant les données en températures et en humidité relative à Saint-Pol-de-Léon pendant la période de l'essai RosaBIP.

**Figure 23 :** Graphique représentant l'évolution des différents stades de floraison attribués au pourcentage de plantes suivies pour la modalité témoin (StdF1 : Absence « végétatif » ; StdF2 : Bouton ; StdF3 : Floraison).

**Figure 24 :** Graphique représentant l'évolution du nombre de plantes ayant le stade 3 (floraison) pour les deux variétés (*The Fairy* et *Fairy rood*) de la modalité témoin.

**Figure 25 :** Graphique représentant l'évolution de l'infestation de puceron et les différents apports d'auxiliaire du mois d'avril à juillet pour la modalité témoin.

**Figure 26 :** Graphique représentant l'évolution de l'infestation d'acariens et les différents apports d'auxiliaire du mois d'avril à juillet pour la modalité témoin.

**Figure 28 :** Graphique représentant l'évolution de l'infestation de pucerons du mois d'avril à juillet pour chaque modalité, variétés confondues (M1, M2 et Témoin).

**Figure 29 :** Courbes d'évolution du nombre de plantes touchées par les thrips, au cours du mois d'avril à juillet pour les trois modalités de la variété *Fairy rood* (M1, M2 et Témoin).

**Figure 30 :** Graphiques représentant le nombre de plantes en fleur suivies pour la modalité M1 pour les variétés *The Fairy* et *Fairy rood*.

**Figure 31 :** Graphiques représentant l'évolution des différents stades de floraison attribués au pourcentage de plantes suivies pour les modalités M1 et M2 (StdF1 : Absence « végétatif » StdF2 : Bouton ; StdF3 : Floraison).

## Liste des tables

**Tableau I** : Principaux auxiliaires utilisés en PBI en culture ornementale (Cannesan et al., 2004).

**Tableau II** : Stratégie de lutte testée par les stations d'expérimentation d'ASTREDHOR pour améliorer la PBI (ASTREDHOR, 2017).

**Tableau III** : Attraction des ravageurs sur panneaux chromatiques (Winocq, 2018 ; Berger et Delval, 2018).

**Tableau IV** : Modèles de panneaux englués utilisés (Berger et Delval, 2018).

**Tableau V** : Dispositif de certification en trois niveaux progressifs (Blériot, 2011).

**Tableau VI** : Echelle de notation par variables.

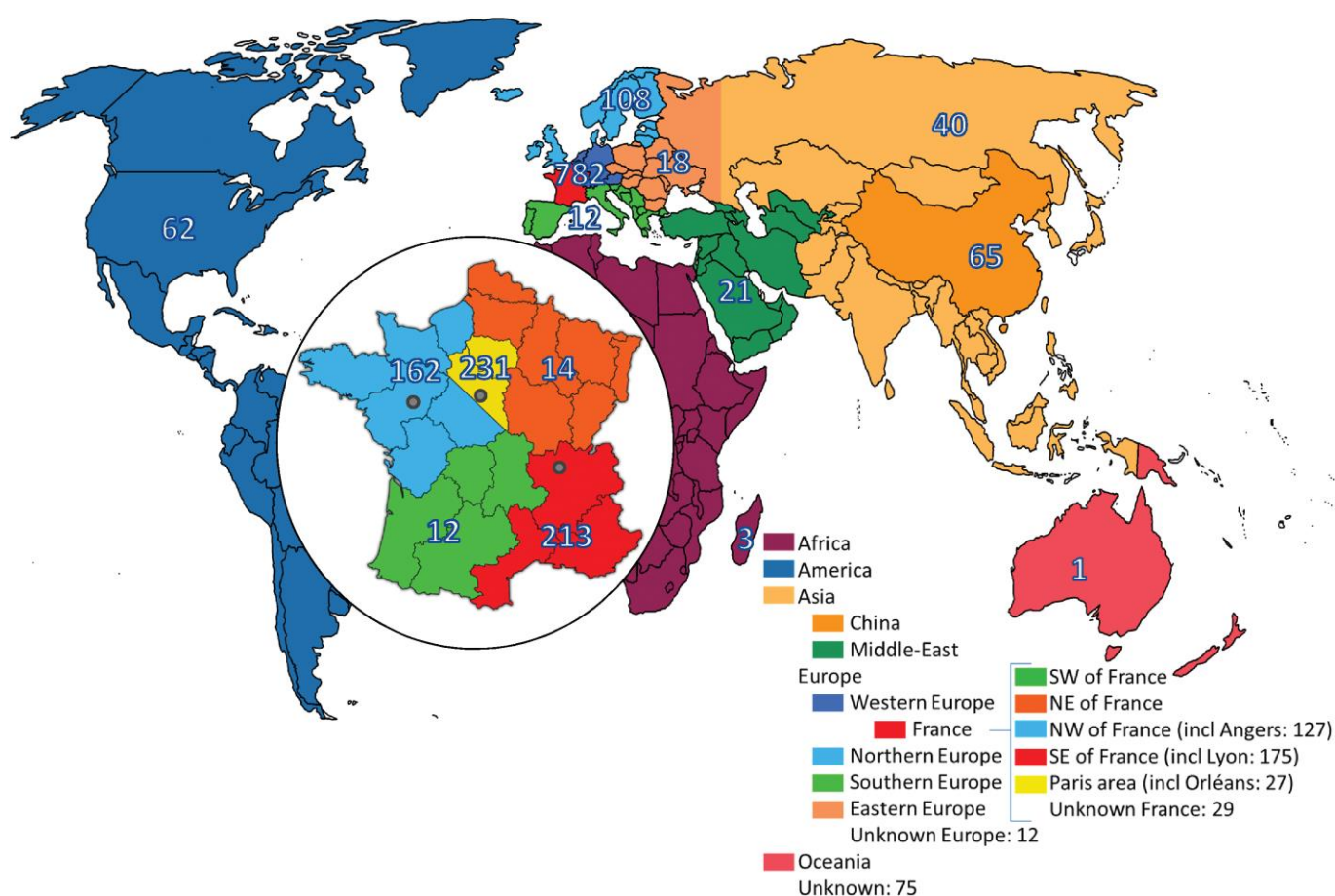
**Tableau VII** : Combinaisons de leviers pour la protection des rosiers.

**Tableau VIII** : Exemple des critères de notation en qualité définit pour la commercialisation de plants de rosier buissonnant en pot.

**Tableau IX** : Liste des indicateurs envisagés pour évaluer la performance des systèmes.

**Tableau X** : Récapitulatif des différents traitements au cours de l'essai 2019, sur les rosiers.





**Figure 1:** Aire d'origine de répartition de 1228 accessions (940 roses de jardin européennes dont 631 roses de France, et sept roses considérées comme des roses de jardin anciennes, 15 roses étaient largement utilisées en Europe avant le 18ème siècle, 46 étaient des roses qui auraient été élevées en Chine, 56 étaient des roses contemporaines du 20 au 21e siècles (dont cinq roses d'Asie), dont 118 roses botaniques, dont 33 roses d'Europe et 54 roses d'Asie. (Liorzou et al., 2016).



## 1. Introduction

Le rosier, qu'il soit produit pour la fleur coupée ou en pot comme plante d'intérieur ou de jardin présente une grande sensibilité aux pathogènes. La gestion des ravageurs et maladies pour ces productions est une contrainte essentielle car elle génère des indices de fréquence de traitements très importants lorsque la protection est assurée par la lutte chimique. Cependant, cette dernière entraîne des problèmes de résistance aux produits phytosanitaires qui sont de plus en plus fréquents. De plus, ces applications pesticides présentent des risques importants pour les applicateurs et pour leur environnement. Les exigences commerciales nécessitent l'obtention de fleurs ou plantes indemnes de défauts ou de dégâts.

Ces difficultés nécessitent de mettre en avant de nouvelles méthodes de protection pour la culture hors-sol sous-abri du rosier de pépinière. Il existe des limites en production biologique sous-abris (températures favorables ou non) qui nécessitent une stratégie exploitable. L'étude d'une stratégie plus globale combinant plusieurs méthodes de lutte plus respectueuses de l'environnement afin de limiter au maximum les applications de produits phytosanitaires est proposée. Cette stratégie qui vise à bénéficier le plus possible des services écosystémiques liés à la faune auxiliaire spontanée. A l'aide des connaissances actuelles en protection biologique, comment réduire drastiquement l'utilisation de produits phytosanitaires en culture de rosiers tout en aboutissant à une qualité de production adaptée aux exigences du marché ?

### 1.1 La problématique

#### 1.1.1 L'importance économique du rosier : histoire, usage

*Rosa* est l'un des genres les plus répandus de la famille des Rosacées, avec plus de 100 espèces (Shameh, 2018). C'est le seul genre botanique où coexistent une classification botanique et une classification horticole d'usage majoritaire (Malécot, 2016). Depuis toujours, la Rose est un symbole d'affection, d'élégance, d'inspiration et une source importante de gratification esthétique (Suresh, 2015).

L'Europe rosiériste était divisée en quatre régions : Europe de l'Ouest, de l'Est, du Nord et du Sud. Enfin, le reste du monde a été divisé en cinq zones, en fonction des continents: Afrique (correspondant à la Réunion, ancienne île Bourbon, où les roses Bourbon), Amérique, Asie, Moyen-Orient et Océanie.



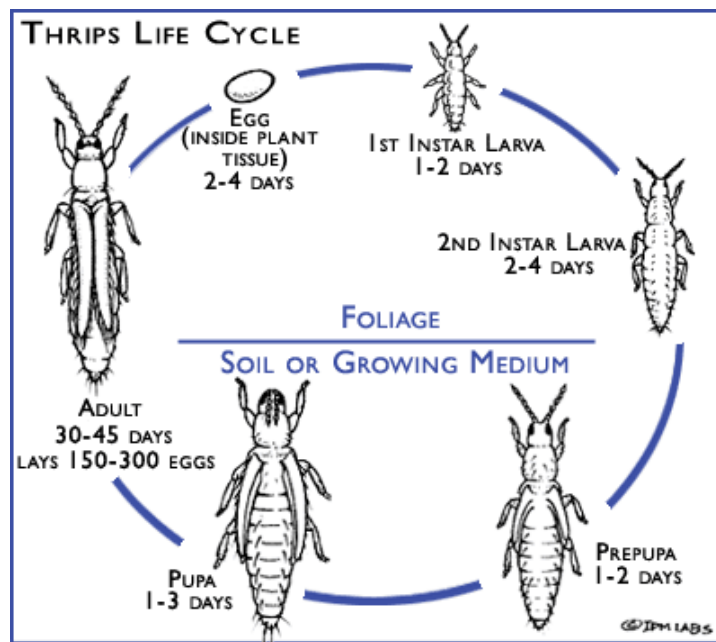
Au début du 19<sup>e</sup> siècle, la France est divisée en huit zones en fonction de la localisation des obtenteurs de roses : quatre grandes zones (Nord-Est, Nord-Ouest, Sud-Ouest et Sud-Ouest) et quatre zones limitées autour des villes où la reproduction de roses était plus répandue au cours de cette période (Angers, Paris et Lyon, Orléans) (Figure 1). L'innovation dans les roses en France a été obtenue soit par des semences dérivées de variétés de jardin sélectionnées, soit par la multiplication végétative de spores (Liorzou et al., 2016).

La première rose hybride parfumée au thé nommée « La France » a été obtenue en 1867 (Guoliang, 2003). Depuis les rosiers font partie du groupe « Roses Modernes » qui se nomme « Floribunda and Climbing Floribunda ». Il se distingue du groupe de cultivar nommé « Polyantha and Climbing Polyantha » par la taille (les plantes sont plus petites et plus robustes chez les « Polyantha ») et par l'usage (un usage plutôt pour des massifs, des bordures et des haies pour le « Polyantha »). Le groupe « Floribunda and Climbing Floribunda » compte essentiellement à des cultivars très florifères, tant par la taille des inflorescences que par la floraison quasi-continue (selon un cycle de 6-7 semaines). Il a pour origine des hybridations entre des rosiers « Hybrides thé » et des rosiers « Polyantha » (Figure 2) (Malécot, 2016).

Le rosier est largement diffusé comme plante ornementale mais est aussi utilisé pour ces propriétés médicinales (médecine traditionnelle : grippe, eczéma, démangeaisons...) et de bien-être (parfum, cosmétique, huile essentielle...) (Leghari, 2016). Cette fleur est l'une des quatre plus grandes plantes cultivées au monde. La Chine est le centre de distribution du genre *Rosa* et qui est aussi appelée la reine du royaume des fleurs. C'est à cet endroit qu'un grand nombre de variétés de rosier a été cultivé et élevé (rosiers touffus, simples, doubles, ..). Plus de 30 espèces de roses ont quitté leurs sites d'origine et évolué dans de nouveaux habitats (Guoliang, 2003). Les rosiers sont très appréciés pour l'urbanisation et le système de logement, notamment celles en pot. Elles sont requises pour l'embellissement, pour apporter de la fraîcheur et ce sont également de bonne source pour réduire la pollution de l'air intérieur (Surech, 2015). La rose est un marché important et stratégique.

## 1.2 Les différents systèmes de production

La culture du rosier a bénéficié durant ces trente dernières années des progrès importants dans le domaine des serres ainsi que des techniques de production. En effet, les techniques issues des cultures maraîchères (tomates, concombres..) ont permis aux rosiéristes de rester compétitifs tout en améliorant la qualité du produit fini (Brun et Mary, 2003). De plus, l'histoire des connaissances sur la plante et sa physiologie a permis à l'horticulture hors-sol de faire son apparition entraînant une évolution significative pour la production du rosier (Robin, 1998 ; Brun et Mary, 2003).



**Figure 3** : Cycle de vie du Thrips.spp (Buechel, 2019).

Les systèmes de production du rosier sont très diversifiés et le rosier peut se cultiver toute l'année en serre (Kren, communication personnelle, 2019). Il existe différents systèmes hors sol (pot, racines nues), différents systèmes de plantation (sous serre, à l'extérieur) et ainsi que différents niveaux d'intensification. En culture intensive elle nécessite des apports importants en solution nutritive et est cultivé à forte densité sous abri (Leghari, 2016). Par conséquent, ceci entraîne une présence fréquente des ravageurs avec des pressions élevées.

### 1.3 Sensibilité aux maladies et aux ravageurs

Aujourd'hui, les pressions des différents acteurs de la filière horticole et des réglementations européennes pour limiter, voire interdire, l'emploi de pesticides remettent à l'honneur les recherches sur l'exploitation de la biodiversité et en particulier l'introggression de résistances aux bioagresseurs (Brun et Mary, 2003). Mais le rosier reste une espèce qui présente une grande sensibilité aux maladies et aux ravageurs.

#### 1.3.1 Les maladies les plus fréquentes sur rosier

Sa valeur esthétique est dépendante d'un niveau de sensibilité aux maladies (Miclot et al., 2016). En effet, c'est une plante qui peut être touchée par diverses maladies telles que : l'oïdium (*Podosphaera pannosa*, Annexe I), mais également *Botrytis cinerea*, l'agent de la pourriture grise, impactant les fleurs, feuilles et rameaux des rosiers. La maladie des taches noires (*Diplocarpon rosae*, Annexe II) ainsi que le mildiou sont également observés. Ensuite, il est possible d'observer la rouille (*Phragmidium mucronatum*, Annexe III), (Noack et al., 2003 ; Le Berre, 2014 ; Miclot et al., 2016), plus occasionnellement. Il existe aussi *Armillaria mellea*, agent du pourridié qui entraîne un dépérissement généralisé des plants tout comme la bactérie *Agrobacterium tumefaciens* responsable du crown gall (Noack et al., 2003). Puis, deux espèces de *Verticillium* (*albo-atrum* et *dahliae*) pouvant être responsables d'un dépérissement de tout ou partie de la plante. Plusieurs virus ont également été détectés comme étant à l'origine de mosaïques, panachure florale, frisure et rosette (Le Berre, 2014).

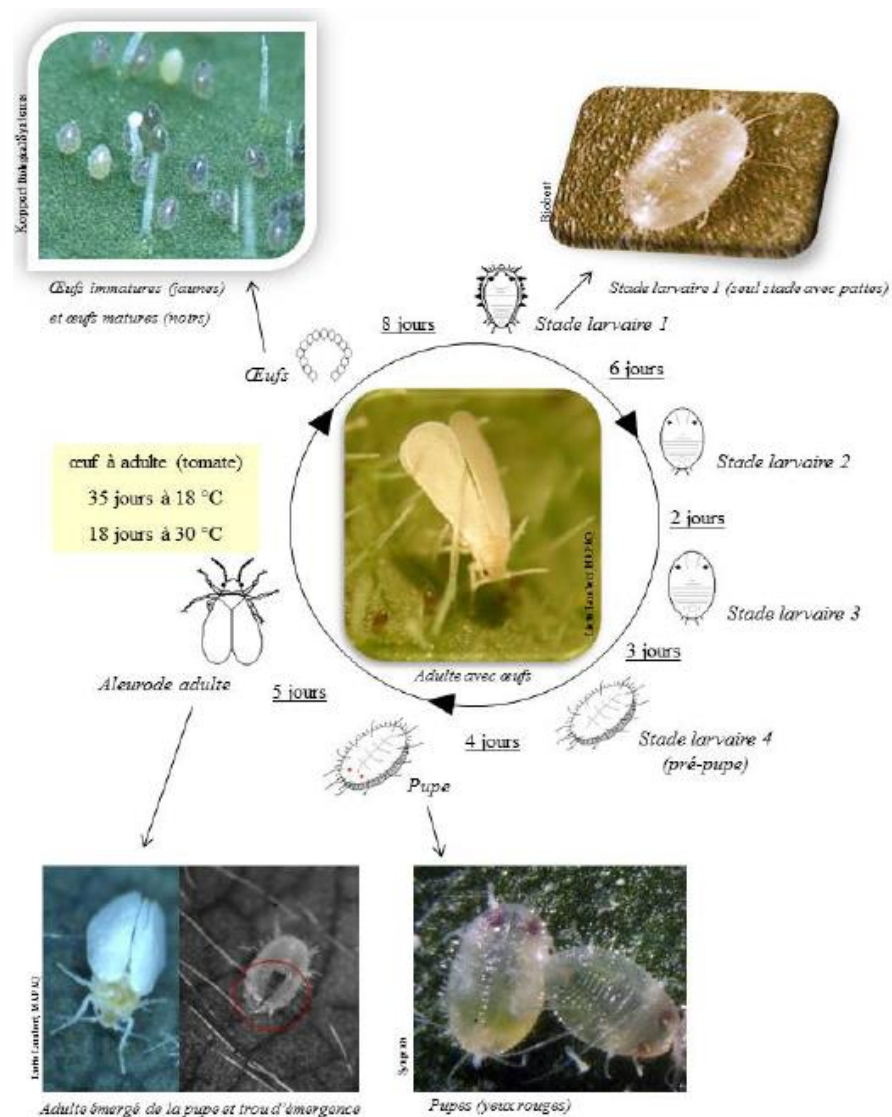
D'autres tels que les tenthrèdes (*Arge pagana* et *A. ochropa*, *Hymenoptera Argidae*, Annexe IV) découpent le limbe des feuilles de ces dernières de façon irrégulière en respectant la nervure centrale.

#### 1.3.2 Les ravageurs les plus fréquents sur rosiers

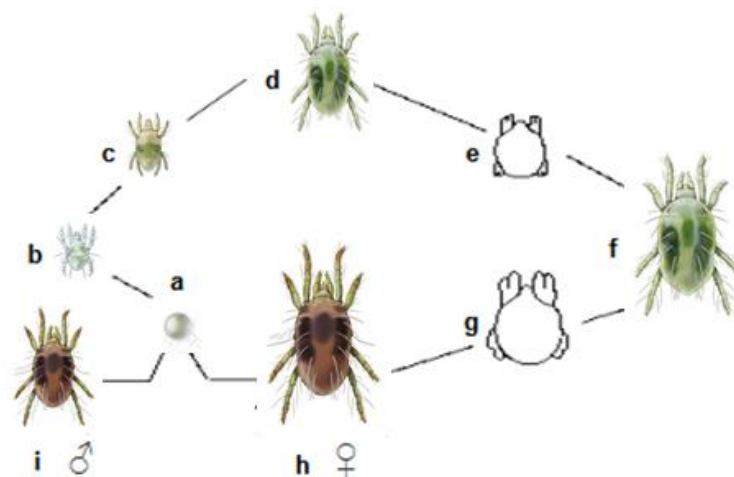
##### a) Thrips

Les thrips constituent l'ordre des thysanoptères. Ce sont de minuscules insectes de 1 à 2 mm (Figure 3) de long que l'on trouve sur les feuilles, les fleurs, les bourgeons et les gaines des plantes.





**Figure 4 :** Cycle de vie de l'aleurode des serres (Lambert et Müller, 2015).



**Figure 5 :** Cycle de développement des Tetranychoida. Les stades indiqués en italique sont les stades de mues immobiles et inactifs. **a** : oeuf ; **b** : larve ; **c** : protochrysalide ; **d** : deutonymphe ; **e** : deutochrysalide ; **f** : deutonymphe ; **g** : téléochochrysalide ; **h** : femelle adulte ; **i** : mâle adulte (Ferrero, 2009 ; Koppert Biological System).

Les thrips adultes et immatures endommagent les plantes en perforant les cellules végétales avec leurs pièces buccales, laissant derrière elles des traînées blanches ou des taches maculées de taches de matières fécales noires (ipmlabs, 2016). Ce sont des ravageurs difficiles à contrôler (Li-Marchettei, 2017 ; HorticulureWeek.co.uk, 2015). En effet, ces organismes provoquent une détérioration esthétique par dégâts de décoloration ou de déformation de la fleur ou les feuillages. Les deux espèces les plus nuisibles sont : le thrips du tabac ou de l'oignon (*Thrips tabaci*) et le thrips californien (*Frankliniella occidentalis*) (biosbestgroup .com). C'est l'un des plus redoutables ravageurs pour la culture de rose (Drouineau, 2015 – Atout-fleur, n°98).

#### b) Aleurodes

Il s'agit de petits insectes blancs ailés, aussi appelés mouche blanche qui mesure environ 1,5 à 2 mm de long (figure 4 ; Lambert, 2018). Ils constituent une des problématiques majeures des productions florales sous serres (telles que la Rose et le Gerbera) et plus particulièrement l'Aleurode du tabac, *Besimia tabaci* depuis 1889 en Europe (Drouineau, 2015 ; HorticulureWeek.co.uk, 2016). Ces organismes attaquent les feuilles et les fruits. L'insecte produit un miellat qui va favoriser la formation de fumagine noire à la surface de la plante et ainsi nuire à la photosynthèse. De plus, *B.tabaci* peut transmettre certains virus comme des feuilles jaunes en cuillère sur tomate (Lambert, 2018).

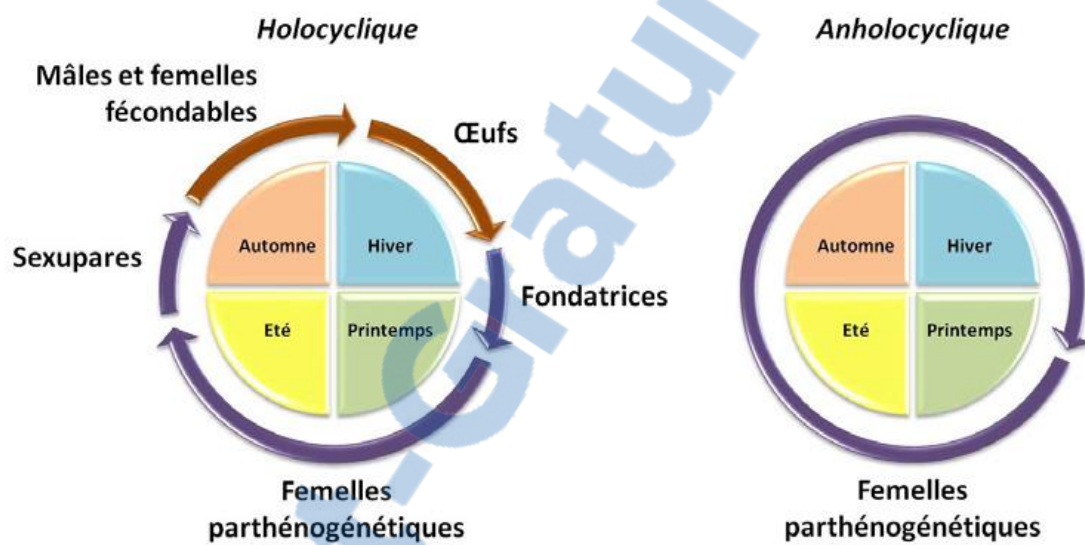
#### c) Acariens

Les acariens ne sont pas des insectes, ils appartiennent à la classe des arachnides. Le tétranyque tisserand, *Tetranychus urticae*, est un ravageur majeur dans de nombreuses cultures agricoles à travers le monde (lee et al., 2003) et l'un des principaux ravageurs des rosiers de serre (Rosaspp.) (Nicetic et al., 2001). De plus, ce sont des organismes très polyphages, près de 200 hôtes peuvent accueillir le tétranyque tisserand (plantes sauvages, légumières, florales, espèces fruitières) (Syngenta.fr). Ils se multiplient par voie sexuée.

Ils terminent leur cycle de vie en 4 à 24 jours (Figure 5) (Nyalala et Grout, 2007). Après avoir hiverné, les femelles migrent sur les adventices ou autres plantes herbacées, s'alimentent et pondent environ 100 œufs (10 par jour) (omafra.gov.on.ca). Puis, les adultes tissent à la face inférieure des feuilles des toiles soyeuses pour se protéger du vent, des prédateurs et des traitements, ce qui affectent l'aspect de la plante cultivée (Koppert.fr). Pour se nourrir, l'acarien pique les feuilles et aspire le suc cellulaire.

Son développement est optimal entre 23 et 30°C et une humidité relative inférieure à 50 % (Gough, 1991). Le développement larvaire dure 16 jours à 20°C et 7 jours à 31°C. Les acariens passent l'hiver sous forme d'œufs ou de femelles adultes (Syngenta.fr).





**Figure 6 :** Schéma définissant les deux types de cycle de vie des pucerons (AuxiMore, 2014).

#### d) Pucerons

Les pucerons sont des insectes ravageurs généralement nuisibles qui touchent les cultures ornementales et maraîchères (FREDON, 2005). Ce sont des insectes de l'ordre des Hémiptères, réparties en dix familles.

Parmi ces espèces, environ 250 sont des nuisibles agricoles ou forestiers avec une taille variant d'un à dix millimètres de long (Blackman et gardinier, 2014). Il existe deux types de cycle de vie pour les pucerons : holocyclique et anholocyclique (Figure 6) (AuxiMore, 2014). Ils prélèvent la sève généralement sur les extrémités de jeunes pousses (boutons floraux, apex..) ce qui entraîne une réduction de la croissance de la plante. L'excès de sucres que les pucerons absorbent en même temps que la sève est rejeté sous forme de miellat, ce qui rend la végétation collante. Sur ce miellat peuvent se développer des fumagines foncées qui peuvent poser problème pour la qualité du produit (Stijger, 2005). Ils peuvent aussi être vecteurs de nombreux virus (FREDON, 2005).

#### 1.3.3 Autres ravageurs visibles sur rosier

Les nématodes, les guêpes cynipèdes (*Diplolepsis sinosa* et *D. radicum*), ainsi que différentes tordeuses (*Tortricidae*, principalement *Acleris bergmanniana*) qui dévorent les folioles et agglutinent les feuilles en paquet pour former des nids provoquent également des dégâts. Certains hyménoptères comme les mégachiles (*Megachile centuncularis*, *Hymenoptera Megachilidae*) découpent les feuilles (Le Berre, 2014 ; Annexe V). L'observation de cochenilles sur rosier est possible dont *Aulacaspis rosae* (Annexe VI) peut être détectée par ces encroutements blanchâtres. De plus, il peut y avoir des mineuses des pousses (*Ardis pallipes* et *A. sulcata*, *Cladardis elongatula*, *Hymenoptera Tenthredinidae*) qui vont être responsables de flétrissement des jeunes pousses en creusant des mines à l'intérieur de ces organes (Annexe VII).

#### 1.4 Les méthodes de lutte alternatives utilisables

A l'heure actuelle, la diminution de l'utilisation des produits phytosanitaires est un objectif général qui concerne de nombreux usages. Cette baisse est le résultat de choix politique et de société. Le plan « ECOPHYTO », a été mis en place par les pouvoirs publics. Il vise à réduire progressivement l'utilisation des produits phytosanitaires d'ici 2025 (ECOPHYTO I : réduction de 50% ; ECOPHYTO II : réduction de 25%..) (Ecophyto, 2016). De plus, préserver la santé des populations et l'environnement, le Gouvernement français s'est engagé à interdire l'usage du glyphosate d'ici 2020.

**Tableau I** : Principaux auxiliaires utilisés en PBI en culture ornementale (Cannesan et al., 2018).

Ravageurs	Auxiliaires	Stratégie d'apport	Facteurs limitants
Thrips	Neoseiulus cucumeris	Préventif et curatif En flacons tous les 15 jours En sachet toutes les 6 – 8 semaines	Surveiller distançage Hygrométries basses Pas efficace sur Echinothrips americanus
Aleurodes	Encarsia formosa et Eretmocerus spp. (parasite et prédateur)	Préventif et curatif En cartonnettes tous les 15 jours Sur les cultures sensibles (ex : poinsettia)	Basse températures (<15°C) Jours court Nouvelle espèces : Besimbia tabaci
Pucerons	Aphidus spp. (parasite) Cécidomie, coccinelles, syrphes (prédateurs)	Préventif et curatif Plante relais (éleusine) Introduction toutes les 4 – 6 semaines Introductions ou entrée naturelle	Température basse (<15-16°) Spécificité des Auxiliaires par rapport aux espèces de pucerons Coût élevé
Acariens	Neoseiulus californicus Phytoseiulus persimilis (prédateurs)	Préventif et/ou curatif Sur cultures sensible (ex : roses)	Basses hygrométries (>40%)
Sciarides (mouches des terreaux)	Steinernema feltiae (nématodes entomopathogènes)	Préventif ou curatif 1 à 2 arrosages en début de culture	Pas d'efficacité sur Scatella spp.

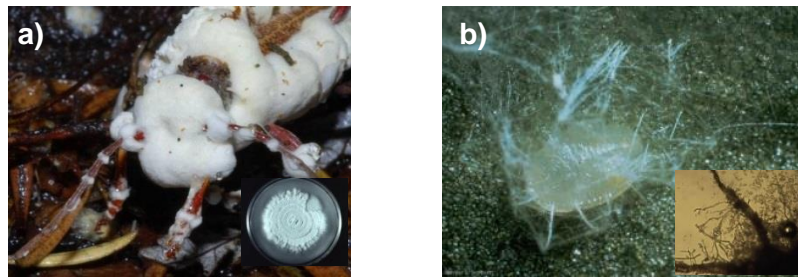
Les conséquences de l'utilisation abusive des produits phytosanitaires sont l'apparition de problèmes d'efficacité et de résistances de plus en plus rencontrés ainsi que l'apparition de problème environnementaux (diminution de la biodiversité, pollution des eaux) et de santé publiques (pour les applicateur, riverains, consommateur) (khajehali et al., 2009). Par conséquent, de plus en plus de pesticides sont retirés du marché et interdits dans différentes cultures (Dassonville et al., 2015). La filière horticole est l'une des plus innovantes en Europe dans la réduction des produits phytosanitaires. Dans le même temps, de nombreux professionnels de l'horticulture ornementale et du paysage sont en quête de solutions alternatives innovantes pour lutter contre les ravageurs, maladies et les adventices des cultures.

Les méthodes alternatives en protection des plantes consistent à développer de nouveaux cultivars et de nouvelles technologies qui permettent d'atteindre la qualité souhaitée du produit fini dans des conditions durables au niveau écologique et économique (Cannesan et al., 2018). Différents dispositifs ont été mis en place (e.i. DEPHY FERME et EXPE), pour favoriser la réduction des intrants chimiques, car il est nécessaire d'améliorer le potentiel des stimulateurs de défense des plantes, les outils de détection précoce des pathogènes pour une protection phytosanitaire durable et d'intégrer tout un ensemble de connaissances et de techniques dans des itinéraires de culture qui permettront de diminuer la sensibilité des cultures aux ravageurs et maladies.

De plus, il ne faut pas négliger les habitats pour la faune auxiliaire (e.i. les plantes de services), et favoriser la biodiversité fonctionnelle afin d'accroître des interactions au sein des écosystèmes (Drouineau et Ferre, 2016).

#### **1.4.1 La lutte biologique et la Protection Biologique Intégrée**

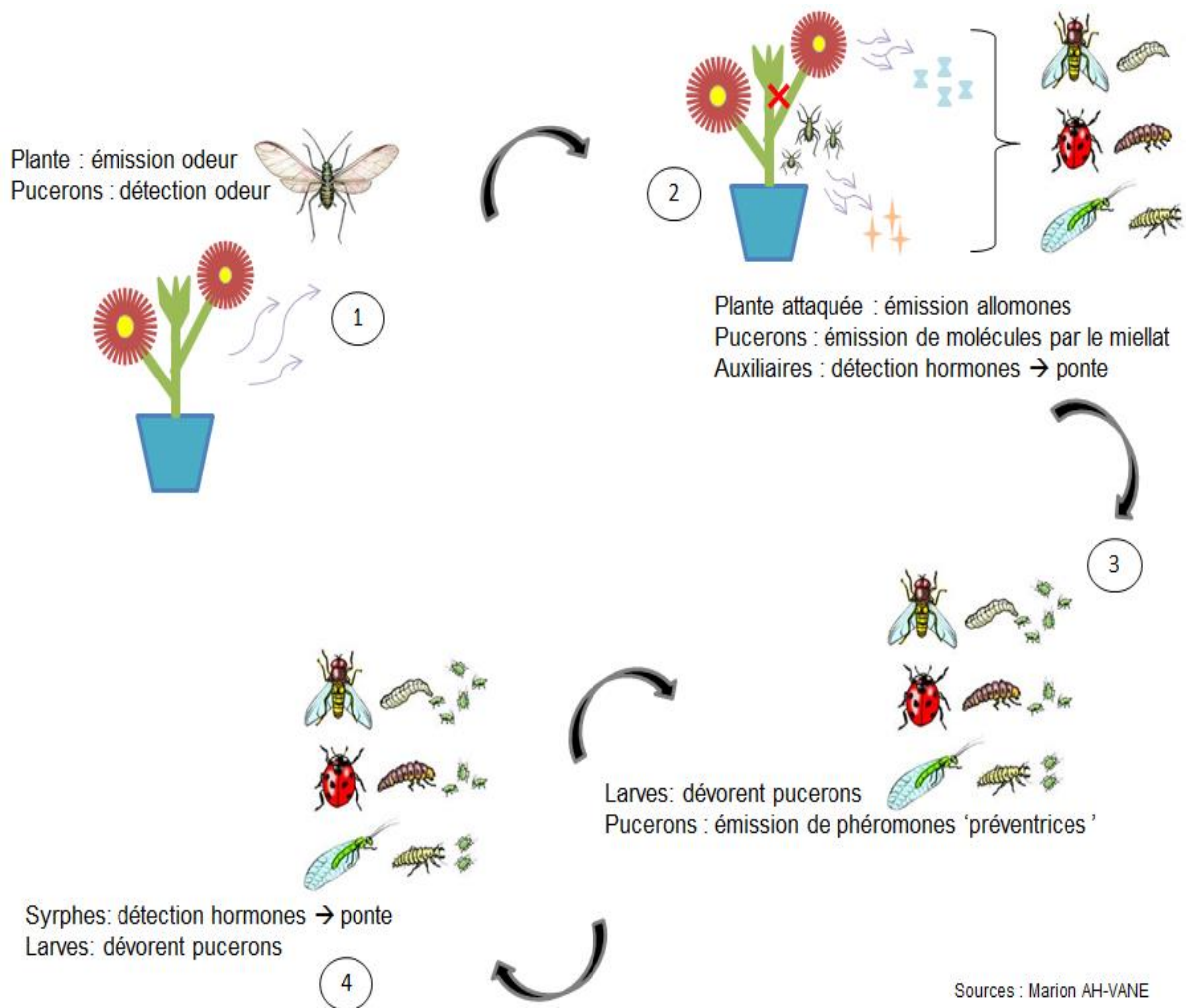
La lutte biologique est l'utilisation d'organismes dits « utiles » ou auxiliaires pour lutter contre d'autres organismes vivants dits « nuisibles » tout en tenant compte des conditions pédoclimatiques, de façon à ne pas avoir recours aux produits chimiques (Field et Hoy., 1984). Cette méthode nécessite une connaissance importante de l'ensemble des organismes entomophages et des ravageurs. Ainsi, de savoir reconnaître les insectes auxiliaires (prédateurs, parasitoïdes) aux différents stades de leur cycle, de savoir les associer aux ravageurs contre lesquels ils agissent et de connaître leur période d'activité et les coïncidences avec les périodes d'infestations est impératif pour une bonne valorisation de la méthode (Cannesan et al., 2018) (tableau I). Dans le milieu naturel il existe une notion d'équilibre (Denys, 2002). En effet, la régulation des ravageurs se fait spontanément par le bon fonctionnement de l'écosystème (Lavorel, 2013). La gestion de ces organismes et des interrelations est importante pour une lutte biologique efficace.



**Figure 7 :** Exemple de champignons entomopathogène utilisés en lutte biologique pour les cultures ornementales : **a)** *Beauveria bassiana* ; **b)** *Lecanicillium muscarium* (INRA, 2019).



**Figure 8:** Nématode, *Steinernema feltiae*, se préparant à entrer dans un thrips (Jandricic et al., 2015).



**Figure 9 :** Schéma de la succession des interrelations, d'après Thueux, 2015.

Pour cela, il est possible d'apporter des auxiliaires d'élevage fournis par des entreprises spécialisées tels que : Koppert, Biobest, Viridaxis, Ornaprotect, etc. Pour ce projet, un 'Mix' composé de six espèces de parasitoïdes, élaborés par Biobest sera principalement utilisé (Annexe VIII). Par ailleurs, la protection biologique intégrée (PBI) est un système de lutte contre les ravageurs qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les 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 (OILB/SROP, 1973). C'est une combinaison de plusieurs mesures : Prophylactique (destruction des résidus de culture..), physiques ou agro-techniques (bonnes pratiques culturales, filet, insect-proof..), génétiques (variétés résistantes..), biologique (utilisation d'auxiliaires..), et aussi chimique (produits le plus respectueux de la santé et de l'environnement) (Cannesan et al., 2018).

En effet, les traitements chimiques restent donc possibles en dernier recours, si les autres moyens de lutte sont techniquement insuffisants ou économiquement insupportables (Dossier technique, ASTREDHOR, 1998).

L'utilisation de produits ayant un faible impact sur les auxiliaires est alors recherchée (produits alternatifs à faible rémanence utilisés localement sur des foyers de ravageurs, ex : savon noir). Une évaluation basée sur des données de la littérature a permis de mettre en évidence quelles substances actives ménagent – ou pas – quatre groupes d'auxiliaires pertinents préalablement sélectionnés (*Coccinellidae*, *Chrysopidae*, *Syrphidae* et hyménoptères parasitoïdes) (Breitenmoser et Baur, 2013). Les ennemis naturels destinés à protéger peuvent être des organismes microscopiques tels que des champignons (*Beauveria bassiana* (Figure 7, a), *Lecanicillium muscarium* (Figure 7, b)) et des nématodes pathogènes d'insectes (*Steinernema feltiae* (Figure 8)) ou des insectes (Annexe I) et des acariens, mais également des oiseaux, des amphibiens et des mammifères (Nilsson et al., 2016).

#### 1.4.2 Valorisation de la biodiversité fonctionnelle

La biodiversité fonctionnelle peut être définie comme la biodiversité ayant un impact positif sur le développement durable sur les plans écologique, économique et social des exploitations, des filières et des territoires. A l'échelle de la parcelle agricole, il s'agit de mettre en place des aménagements agro-écologiques (haie, bandes florales, etc.) et d'installer des zones de régulation écologique. A l'échelle du territoire la biodiversité se traduit en termes de diversité du paysage (EcophytoPIC), Les plantes d'ornement sont des végétaux ligneux et décoratifs qui, outre leur valeur esthétique, offrent de nombreux autres avantages à l'homme (i.e. économique, social, architectural, climatique, physique et écologique) (Tyrvaïnen et al. 2005). Il est nécessaire de valoriser les ressources dans divers services pour maintenir une certaine relation entre les être-vivants et cette notion d'équilibre dans la gestion des organismes nuisibles.

**Tableau II** : Stratégie de lutte testée par les stations d'expérimentation d'ASTREDHOR pour améliorer la PBI (ASTREDHOR, 2017).

Stratégie	Végétaux	Types d'essais
Ressources alimentaires	Pépinière, paysage	Recherche de plantes de service anémophiles pour leurs pollens consommés par les parasitoïdes des pucerons dans le centre de la France.
		Etude de la plante anémophile <i>Sorbria sorbifolia</i> pour la lutte biologique par conservation des agents de contrôle des pucerons dans la lutte biologique par conservation des agents de contrôle des pucerons dans l'Est de la France.
Complément d'alimentation exogène	Plantes en pot	Evaluation de l'impact du nourrissage sur l'installation de phytoseiides et de la lutte contre l'aleurode de tabac, <i>Besimia tabaci</i> , dans une culture de Ponsettia en pot sous serre du Sud-Ouest de la France.
	Fleurs coupées	Apport de compléments alimentaires exogènes sur lisianthus en fleurs coupées sous serre pour lutter contre le thrips californien, <i>Frankliniella occidentalis</i> , dans le Sud-Est de la France.
		Nouveau concept de lutte biologique contre le thrips californien, <i>Frankliniella occidentalis</i> , sur rose fleur coupée dans le Sud-Est de la France.
Habitat	Pépinière, paysage	Etude d'une stratégie innovante de contrôle de l'acarien du bambou.



En effet, certain programme (i.e.Bioberos) a démontré que les bandes enherbées, les prairies fleuries, les plantes de service et les haies bocagères favorisent la présence des syrphes, des hyménoptères parasitoïdes, des cécidomyies prédatrices et des coccinelles (Horticole, 2016).

#### a) Le nourrissage d'auxiliaires

Dans un milieu naturel la régulation des ravageurs se fait spontanément par le bon fonctionnement de l'écosystème. En effet, de nombreux composants de la biodiversité affectent la fourniture de services écosystémiques (Lavorel, 2012).

La manipulation de l'habitat vise à améliorer les conditions de vie des ennemis naturels au sein de l'agro-écosystème, en introduisant les ressources nécessaires à la satisfaction de leurs besoins vitaux, tels que des plantes fournissant de la nourriture sous forme de nectar et de pollen, des proies non nuisibles supplémentaires, mais également une diversité structurelle pour être à l'abri des intempéries et des sites de reproduction et d'hivernage (Tyrväinen, 2005). Ainsi, il existe un nouveau concept de la PBI qui consiste à nourrir et à loger la faune auxiliaire plutôt que de lâcher les auxiliaires d'élevage. En effet, l'apport de compléments alimentaires exogènes ou de nourritures alternatives se fait par du pollen, des œufs d'Ephestia etc. (Drouineau et Ferre, 2016).

Certains insectes seront des ennemis naturels qu'à un stade particuliers de leur cycle de vie, tels que les syrphes et les guêpes parasites (Figure 9).

#### b) La végétalisation et les plantes de services

La manipulation de l'habitat vise à contrer les effets d'uniformisation causés par l'agriculture en augmentant la diversité des plantes dans l'agro-écosystème (Gardarin et al., 2018). Le but est d'améliorer la lutte biologique intégrée des plantes sous serre, de pépinière et du paysage contre les ravageurs des cultures en utilisant des plantes de service anémophiles (Hypérycum, Allium, Papaver et Pyracantha..) et à pollen (Tableau II).

Il existe également les plantes relais (plantes banques) qui sont des élevages autonomes de parasitoïdes. Les plantes de graminées attaquées par des pucerons spécifiques des graminées sont introduites de façon préventive dans la culture à protéger (Boll et al., 2001).



D'autres plantes comme l'aubergine sont utilisées comme plantes pièges. En effet, on place au sein de la culture, quelques pots d'une plante plus attractive que la plante cultivée. Puis, les ravageurs vont se regrouper sur la plante-piège et s'y reproduire en priorité, délaissant ainsi la culture. Les deux points essentiels pour la réussite de cette méthode sont la gestion rigoureuse des plantes-pièges (possibilité d'y lâcher des auxiliaires prédateurs, de supprimer les feuilles les plus anciennes,...) et le bon choix de leur espèce selon la culture à protéger et le ravageur à piéger (Ferre, 2011).

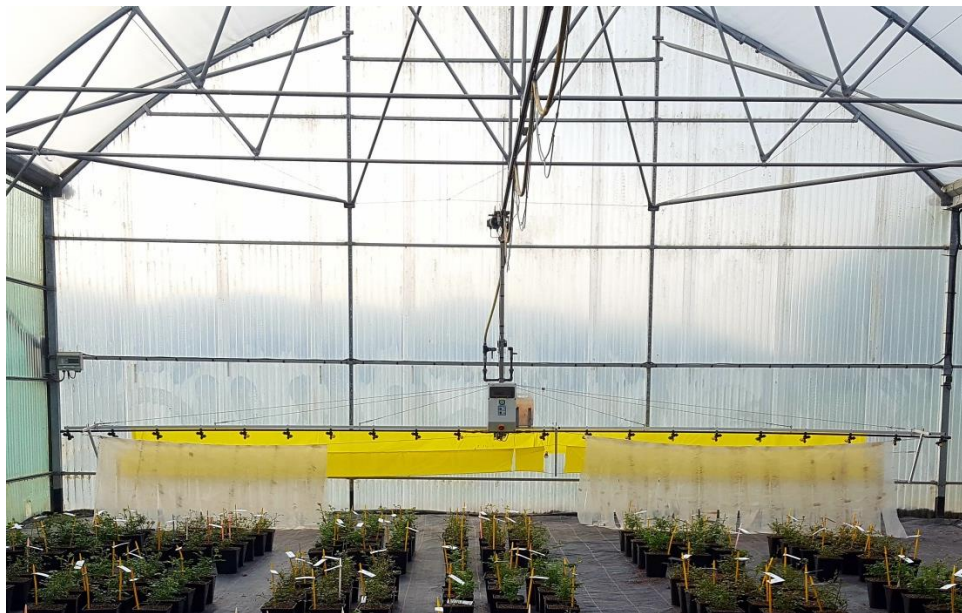


**Tableau III** : Attraction des ravageurs sur panneaux chromatiques (Winocq, 2018 ; Berger et Delval, 2018).

Couleur	Ravageurs attirés
Jaune	Aleurodes, pucerons, mineuses, noctuelles, thrips, cicadelles, Sciarides
Bleu	Thrips
Blanc	Hoplocampes, vers des framboises
Rouge	Scolytes, xylébores
Vert	Mouche de l'olive
Orange	Mouche de la carotte, aleurodes

**Tableau IV** : Modèles de panneaux englués utilisés (Berger et Delval, 2018).

	Panneaux	Rouleaux adhésif
Types de pièges chromatiques		



**Figure 10** : Chiot de stimulation mécanique par balayage (CATE, 2019).

Les bandes fleuries et bandes enherbées permettent de connecter les infrastructures existantes entre elles et d'enrichir le milieu en ressources alimentaires pour les larves et adultes entomophages. Le rôle de la composition des espèces de plantes est moins évident pour les parasitoïdes qui ne se nourrissent pas de plantes (Nilsson et al., 2016).

La diversité floristique est essentielle afin de multiplier les ressources pour les auxiliaires. De plus, la mise en place d'un maillage à l'échelle du paysage facilite la création des réservoirs de biodiversité et des corridors de circulation (abris, ressources tels que ombellifères, légumineuses..) (Solagro).

### 1.4.3 La lutte physique

Les méthodes de lutte physique contribuent également au bon état sanitaire de la culture (Mary, communication personnelle, 2019). Divers dispositifs et accessoires peuvent être mis en place pour le piégeage d'insectes. Certains outils peuvent être importants dans le suivi des populations. Par exemple, dans la détection précoce des premiers pics de vols et de l'évolution des populations de ravageurs (cartographie de leur extension, distribution géographique..) afin de déclencher un traitement approprié (biologique et/ou chimique) (Winocq, 2018). En effet, il existe plusieurs types de pièges utilisés en horticulture, pépinière et paysage, tels que : les pièges englués, chromo-attractifs (Tableau III), pièges à phéromones et pièges lumineux (O'Hara, 2009).

Ce sont des piégeages en masses qui consistent à une capture maximale de ravageurs permettant dans une moindre mesure de diminuer les populations et d'empêcher leur reproduction. Les pièges englués sont généralement colorés pour une utilisation en milieu fermé, pour les ravageurs volants (O'Hara, 2009).

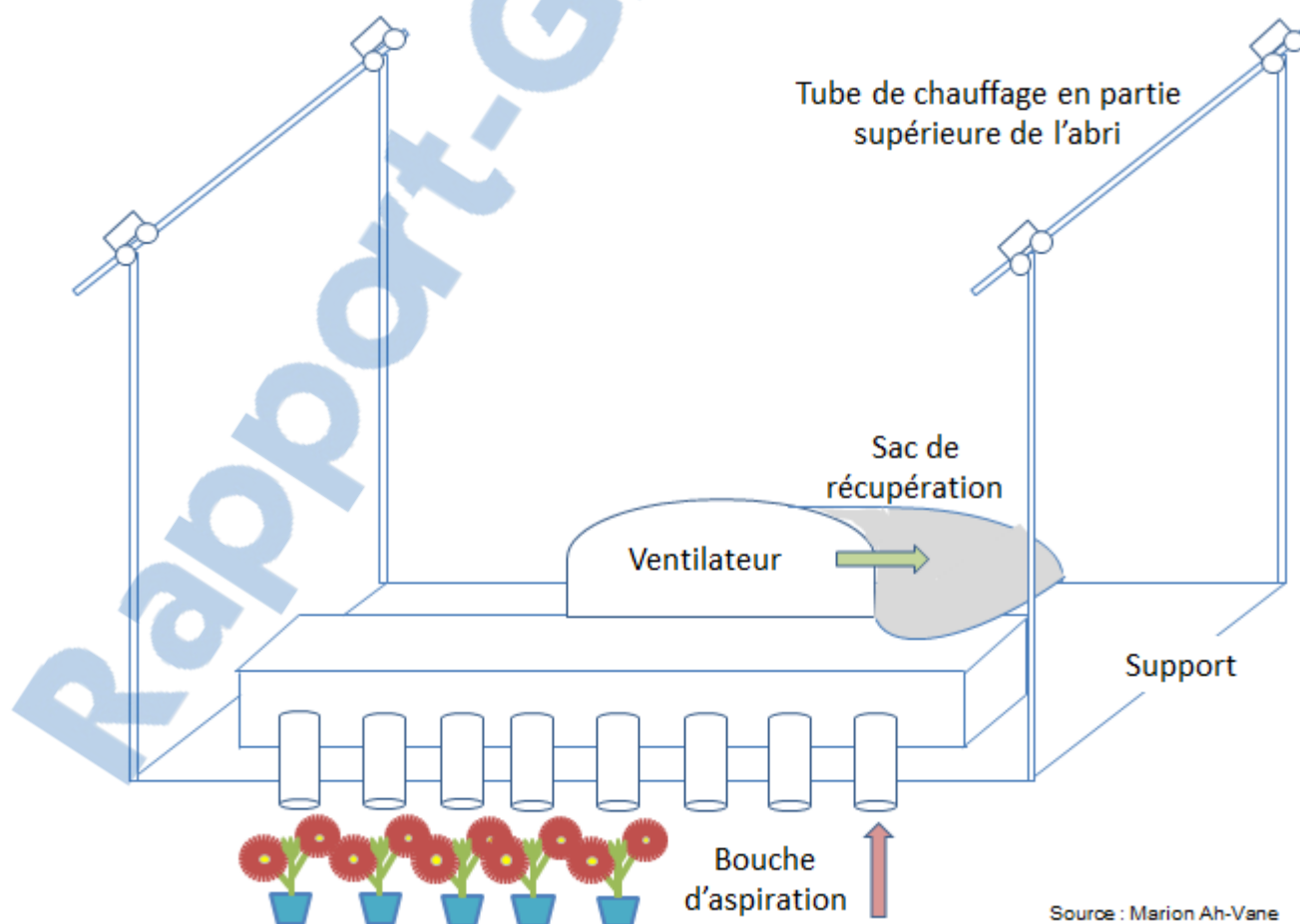
Les pièges chromatiques englués (Tableau IV) peuvent être associés à des phéromones afin de cibler d'avantage une espèce de ravageurs et renforcer l'attraction. En effet, les pièges à phéromones peuvent être utilisés pour attirer aussi bien les mâles que les femelles (Rodriguez-Saona et al., 2009). Les pièges lumineux sont plus récents dans la littérature, certaines longueurs d'ondes impactent l'orientation et la phototaxie de plusieurs espèces d'arthropodes (Shimoda et Honda, 2012).

De plus, l'utilisation de chariot de stimulation mécanique (Figure 10) (ou thigmomorphogénèse) montre une bonne efficacité « push and pull » (Crespel et al., 2018 ; Mary, communication personnelle, 2019).

Récemment, un aspirateur électrique (Figure 11) a été mis en place en culture de rose pour la fleur coupée afin de déranger et d'aspirer les ravageurs. Pour cela, un souffleur pour espace vert a été transformé en système de soufflage et d'aspiration de la végétation (Deogratias, 2019 ; Mary, communication personnelle, 2019).



**Figure 11** : Aspirateur électrique (Ronco et Drouineau, SCRADH, 2019).



**Figure 12** : Schéma de l'aspirateur utilisé pour lutter contre les ravageurs dans le cadre du projet RosaBIP.

Pour le projet RosaBIP, un autre type d'aspirateur va être testé, utilisant un système de ventilation (Figure 12) (Mary, communication personnelle, 2019).

#### **1.4.4 Quelques produits alternatifs**

Selon la réglementation, il existe une liste de produits phytopharmaceutiques de biocontrôle qui tient compte du statut réglementaire des produits, de la nature des substances actives, de la sécurité pour la santé et l'environnement. Depuis 200 ans, les savons ont toujours été utilisés pour contrôler les insectes. Dans la plupart des cas, le contrôle résulte de la perturbation des membranes cellulaires de l'insecte.

Par exemple, le savon noir élimine les cires protectrices qui recouvrent l'insecte, entraînant la mort par perte excessive d'eau (Cranshaw, 2008).

D'autres produits classés dans cette liste sont utilisés en cultures légumières et ornementales, tels que : Eradicoat, Xentari, Botector, Neudorff etc. (Annexe IX) (DGAL/SDQSPV/2019).

D'autres produits sont utilisés indirectement dans le contrôle des ravageurs. En effet, certains sont des stimulateurs de défenses naturels (SDN) chez les plantes (Klarzynski et Fritig, 2001). Albersheim et al, 1975, ont mis en évidence le concept de résistance induite par l'activation de défense via des molécules spécifiques. Contrairement aux SDN, les biostimulants améliorent la nutrition, indépendamment de la teneur en nutriments ce qui contribue à une certaine vigueur chez la plante (Du jardin, 2015).

### **1.5 La prophylaxie**

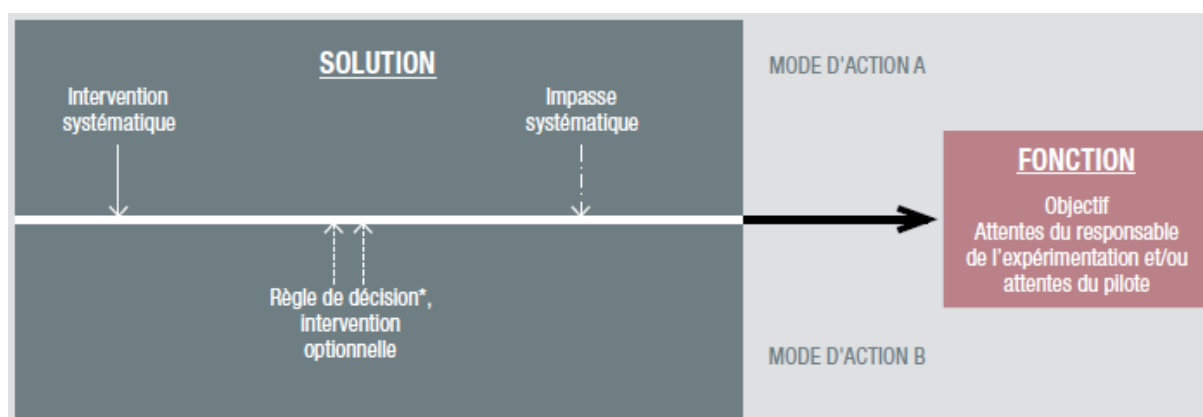
Les mesures d'hygiène (trier, jeter, nettoyer, désinfecter) font partie intégrante de la prophylaxie. Elles concourent à limiter les risques et éventuellement les interventions phytosanitaires. Ce sont des mesures préventives qui doivent être mis en place dès le début de la culture (Pardossi et al., 2011).

La notion d'organismes nuisibles réglementés est alors définie pour une production de qualité sanitaire (LegiFrance, 2000).

Une bonne maîtrise sanitaire des cultures comprend une bonne maîtrise de l'irrigation. Notamment sous abri, il est indispensable que le feuillage soit sec durant la nuit, afin d'éviter l'apparition des pathogènes.




De plus, l'organisation des cultures se fait en fonction des exigences des cultures et selon un type d'irrigation précis (aspersion, goutte à goutte...) tout en contribuant à une bonne gestion de l'eau (Mary, communication personnelle, 2019).





**Figure 13** : Schéma du système décisionnel (Harvard., 2017).

**Tableau V** : Dispositif de certification en trois niveaux progressifs (Blériot, 2011).

Différents niveaux	Thèmes spécifiques à la filière horticole
<p><b>Niveau 1 :</b></p> 	<p>✓ <i>le diagnostic environnemental des pratiques de production horticole :</i></p> <p>Le producteur entre dans la démarche de certification en réalisant lui-même le diagnostic environnemental de ses pratiques, au moyen d'un outil élaboré par l'institut technique Astredhor, mis à disposition sur le site Internet de Val'hor. Cinq thèmes sont abordés : la gestion de l'irrigation, la fertilisation, la protection des cultures, la gestion des déchets et la maîtrise de l'énergie. Cet autodiagnostic est validé par un conseiller horticole agréé. Le producteur peut alors s'engager dans l'étape suivante.</p>
<p><b>Niveau 2</b></p> 	<p>✓ <i>la certification des entreprises horticoles :</i></p> <p>Les audits sont réalisés par Ocacia, organisme de contrôle indépendant, sur la base d'un référentiel technique. Ce référentiel reprend les cinq thèmes du niveau 1, auxquels s'ajoutent : l'environnement de l'entreprise et un volet social spécifique aux métiers de l'horticulture. L'organisme indépendant certifie un niveau d'engagement environnemental de l'entreprise et valide son diagnostic social. Une Commission de certification décide ensuite de la délivrance des agréments. Le producteur peut alors utiliser la marque « Plante Bleue » pour attester de sa certification auprès des distributeurs et acheteurs.</p>
<p><b>Niveau 3</b></p> 	<p>✓ <i>la certification « HVE » (Haute valeur environnementale) :</i></p> <p>Les modalités de ce niveau de certification seront précisées une fois connues les dispositions des textes réglementaires actuellement en cours d'élaboration. Ce niveau s'attachera à évaluer les performances des entreprises sur la base d'indicateurs quantitatifs.</p>

## 1.6 Méthode d'étude du système

La réalisation de ce projet prend en compte plusieurs actions essentielles pour tester un système de culture en conditions réelles. Il s'agit de « définir les enjeux, les problématiques et les objectifs à atteindre, dans une situation de production définie, entre autres, par ses opportunités et contraintes. Le rôle de l'expérimentation système est de mettre au point des systèmes de culture (SdC) et de vérifier qu'ils peuvent atteindre les objectifs qui leur sont assignés » (Harvard et al., 2017). Par ailleurs, l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre doit être identique au fil des années afin de pouvoir piloter le système et mettre en place des règles de décisions (RdD) (Schaub et al., 2016). Mais, les RdD peuvent être définies seulement si les itinéraires techniques (ITK) sont adaptés à la culture.

Ainsi, l'élaboration d'un schéma décisionnel (Figure 13) peut être mise en place comme support d'échanges et de communication, puis être valorisé pour le conseil, l'action et la formation auprès de différents publics (Harvard et al., 2017).

## 1.7 Valorisation de la démarche PBI

Suite à toutes les mesures appropriées mises en avant pour privilégier les méthodes alternatives et les produits présentant de faibles risques pour la santé humaine et animale et pour l'environnement ; les actions de ces progrès doivent être perçues comme des activités valorisantes et valorisées. Ainsi, les producteurs respectant précisément « le cahier des charges », c'est-à-dire la justification et la traçabilité des bonnes pratiques d'hygiène pourront valoriser leur produit via un label de qualité.

### 1.7.1 Label de qualité

Le label de qualité a été mis en place afin de valoriser la démarche et le produit final. En horticulture, il existe trois types de valorisation : Le Label Rouge, Plante Bleue, et Fleurs de France.

Le Label Rouge valorise la qualité supérieure des végétaux. Il met en avant les variétés les plus florifères, de meilleure tenue et les plus résistantes aux maladies. De plus, il est également présent sur de nombreux produits alimentaires (Blériot, 2017). Le label Plante Bleue, affiche une démarche d'éco-responsabilité. Cette certification s'inscrit pleinement dans les objectifs du Grenelle de l'Environnement. Il s'agit d'un dispositif simple et progressif en trois niveaux (Tableau V) (Val'hor, 2011). Le label Fleurs de France, quant à lui rassure sur l'origine française des végétaux. Il certifie que la fleur, la plante, l'arbuste, l'arbre ou le bulbe ont été produits sur le territoire national (Val'hor, 2011).



**Figure 14** : Aspirateur à thrips récemment mis en place pour le projet RosaBIP.

**Tableau VI** : Echelle de notation par variables établie pour le projet RosaBIP.

Variables	Notation par classes d'abondance				
	1	2	3	4	5
<b>Stade floral (StdF)</b>	Absence	Bouton	Floraison	Stade dépassé	
<b>Thrips (T)</b>	Absence	1	2-5	6-10	>10
<b>Acariens (Ac)</b>	Absence	Présence	Abondance	Entoilage	
<b>Aleurodes (Al)</b>	Absence	Adultes	Pontes ou larves	Généralisé	
<b>Oïdium (O)</b>	Absence	Folioles	Plusieurs feuilles	Sur tige et boutons	
<b>Pucerons (P)</b>	Absence	Fondatrice	Fondatrice +larves	Colonie avec plusieurs aptères, des larves non ailés	Idem +4 ailés
<b>Cochenilles à bouclier (Cb)</b>	Absence	Présence	Beaucoup		
<b>Cochenilles farineuse (Cf)</b>	Absence	Présence	Beaucoup		
<b>Fourmis (F)</b>	Absence	Présence	Beaucoup		
<b>Chenille (Ch)</b>	Absence	Dégâts isolés et peu importants	Dégâts importants sur foyer	Nombreux foyers	
<b>Momies (X)</b>	Absence	Présence	Beaucoup		
<b>Acariens prédateurs (AcP)</b>	Absence	Présence	Beaucoup		
<b>Phytoseiulus persimilis (pp)</b>	Absence	Présence	Beaucoup		
<b>Prédateurs autres qu'acariens (Pr)</b>	Absence	Présence	Beaucoup		
<b>Parasitoïdes (Par)</b>	Absence	Présence	Beaucoup		
<b>Autres auxiliaires (Xa)</b>	Absence	Présence	Beaucoup		
<b>Dégâts (D)</b>	Absence	Dégâts mineurs	Dégâts majeurs		

## 1.8 Objectif de l'étude

Ce projet de recherche et d'expérimentation, RosaBIP, est centré sur la pépinière ornementale 3 stations d'expérimentation horticoles de l'institut de l'horticulture ASTREDHOR réparties entre le Nord et le Sud de la France. L'objectif principal est l'évaluation combinée de la lutte biologique et des nouvelles méthodes de lutte physique contre le thrips californien, *Frankliniella occidentalis* d'une culture de rosier, cultivée en conteneur sous abri non chauffé. La stratégie générale vise à limiter le plus possible les applications de produits phytosanitaires pour bénéficier le plus possible des services écosystémiques liés à la faune auxiliaire spontanée.

Il s'agit de trouver un compromis acceptable des deux méthodes (seuil d'intervention, fréquence de passage défini..), où la lutte biologique reste la base du système. Puis, il faut valider la meilleure combinaison à l'aide de différents leviers (lâcher d'auxiliaires, du paillage pour lutter contre les adventices et des produits alternatifs).

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1 Matériel végétal

Pour cette étude, deux variétés de rosier *Rosa polyantha* sont utilisées : The *Fairy* et *Fairy rood*. Les jeunes plants sont issus de godet fourni par la pépinière « Les trois chênes ». Au total, 135 plants de chaque variété ont été rempotés dans des pots de 4 litres.

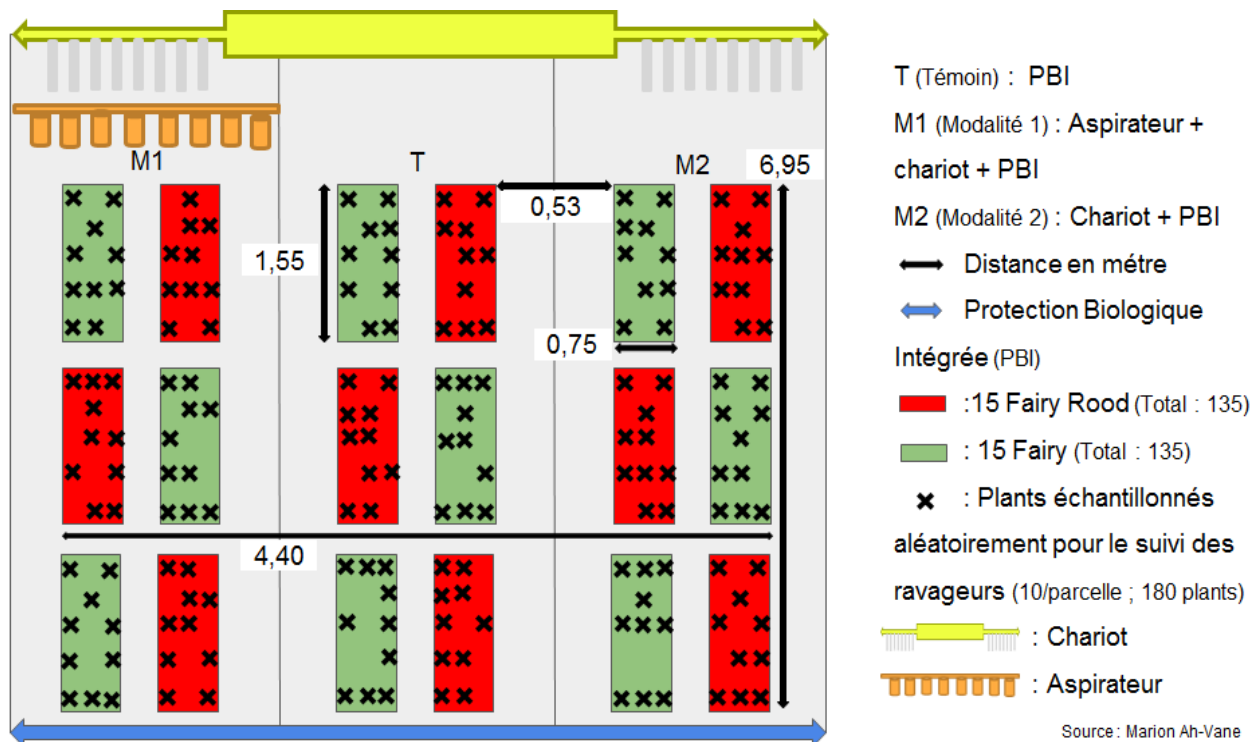
### 2.2 Méthodes

#### 2.2.1 Facteurs et modalités testées

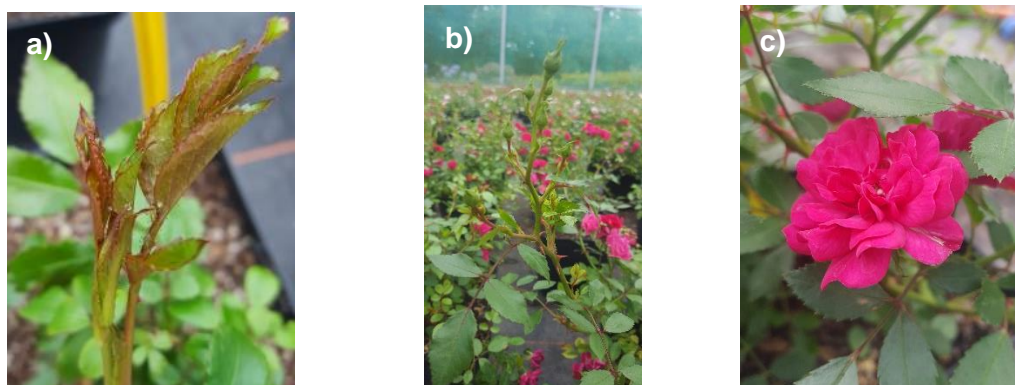
Cette étude porte sur l'évaluation d'un itinéraire global visant à diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires par l'utilisation combinée de la PBI et de la lutte physique. La cible principale contre laquelle on cherche à lutter est le thrips californien, *F. occidentalis*. Cet itinéraire est appliqué à une culture de rosier sous abri non chauffé. Une seule stratégie de lutte biologique est utilisée dans cet essai système et est étudiée sous la forme d'un observatoire pilotée au cours duquel sont appliqués un ensemble de règle de décision portant sur la stratégie d'apport des auxiliaires.

En fonction des observations réalisées, de la réussite de la lutte biologique et des connaissances acquises progressivement, les règles de décision sont adaptées au fur et à mesure du temps.





**Figure 15** : Schéma finale du plan d'expérimentation du projet RosaBIP.



**Figure 16** : Les différents stades de floraisons utilisés pour l'essai RosaBIP (a) Absence (végétatif) ; (b) bouton ; (c) floraison.



**Figure 17** : Exemple de parasitoïde de pucerons : (a) Individu adulte d'*Aphidius colemani* parasitant un puceron (Koppert.fr) ; (b) Momie vide de puceron parasité (source : Marion AH-VANE, Mars 2019).

Parallèlement à cela, deux méthodes de lutte physique doivent être testées :

- La lutte physique par un chariot d'irrigation à double effet qui permet de mettre en œuvre une méthode « push and pull » (Bande plastique engluée, jaune ou bleue, collant les insectes : Tableau IV) et la réalisation de simulations mécaniques (Figure 10).
- La lutte par aspiration (Figure 14).

Les références concernant ces deux méthodes de lutte physique étant insuffisantes et leur interaction avec la lutte biologique étant à préciser, leur étude fait objet dans ce dispositif d'une comparaison. Pour cela il est prévu d'étudier trois modalités de lutte physique :

- a) Témoin sans lutte physique
- b) Lutte physique par chariot double effet (push and pull et simulation mécanique)
- c) Lutte physique par aspiration

Afin d'observer les effets de ces modalités sur les thrips, deux étapes ont été pris en compte. Dans un premier temps, on a cherché à avoir une installation des thrips avant de mettre en œuvre les méthodes de lutte physique de façon intensive. Puis, dans un second temps voyant que les thrips ne se sont pas installés malgré deux inoculations (Annexe X), il a été décidé d'observer les effets de la lutte physique sur les pucerons.

De plus, l'une des deux modalités de lutte physique n'a pas pu être évaluée suite à un problème concernant l'aspirateur. En effet, il y a eu un retard lié au fabricant du prototype, d'où une installation tardive qui a empêché de mesurer l'efficacité du matériel pendant le stage.

## 2.2.2 Dispositif et méthode d'échantillonnage

Afin de suivre la dynamique des populations de ravageurs et d'auxiliaires, les trois stations expérimentales (CATE, SCRADH) participant au projet sont restreintes aux mêmes variables ainsi qu'aux mêmes échelles de notations (Tableau VI). Le dispositif se compose donc de 18 parcelles et de 15 plantes chacune. Chaque variété est répétée trois fois dans chaque modalité (60 plants par modalité - 30 *The Fairy* ; 30 *Fairy rood* - ) pour une répartition plus homogène. Cependant, l'étude des modalités de lutte physique (M1 et M2) ne fait pas l'objet de répétition. Les plantes observées sont repérées à l'aide de piquets numérotés disposés aléatoirement (Figure 15). Dans chaque parcelle, 10 plantes sont observées chaque semaine pour noter la présence des ravageurs, des auxiliaires et le stade physiologique (Figure 16) (soit 180 plantes observées au total /semaine ; Annexe XI). Les mêmes plantes ont été suivies tout au long de ce projet, afin d'avoir un suivi temporel des mêmes échantillons. L'objectif est de détecter l'existence des ravageurs présents (en foyers ou de façon diffuse) en fonction de l'échelle donnée, à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe binoculaire.

**Tableau VII:** Combinaisons de leviers pour la protection des rosiers.

Cible parasitaire	Leviers innovant et classique	Facteurs favorables
<b>Thrips</b> (Larves de tous les stades et adultes)	<b>Lutte biologique</b> par lâcher d'acariens prédateurs spécialistes et généralistes : <i>Amblyseius cucumeris</i> ou <i>Amblyseius swirskii</i> selon conditions, <i>Macrocheles robustulus</i> . <b>Lutte mécanique</b> par aspiration et collage des formes mobiles du thrips. Ou <b>lutte par produits alternatifs de bio-contrôle</b> . En dernier recours : <b>lutte chimique</b> par pulvérisation foliaire	<b>Compléments alimentaires</b> par saupoudrage de pollens. Retrait des boutons du poumon (prophylaxie). <b>Amélioration de l'habitat des prédateurs de thrips sur le substrat</b> (cosse de sarrasin).
Aleurodes	<b>Lutte mécanique</b> par aspiration et collage des formes mobiles. Ou <b>lutte par produits alternatifs de bio-contrôle</b> . En dernier recours, <b>lutte chimique</b> par pulvérisation foliaire	<b>Nourrissage</b> pour acariens prédateurs et maintien des auxiliaires indigènes.
Oïdium	Produits alternatifs de bio-contrôle : Armicarb, biostimulant. En dernier recours, lutte chimique par fongicide de synthèse	Gestion du climat de l'abri et limitation de la condensation nocturne
Chenille	<b>LB</b> par lâcher de chrysopes. Piégeage sexuel, pulvérisation foliaire de <i>Bacillus thuringiensis</i> . En dernier recours, lutte chimique compatible PBI	<b>Nourrissage</b> pour auxiliaires indigènes
Tétranyques	<b>LB</b> : Acariens prédateurs, <i>Amblyseius californicus</i> , <i>A. endersonii</i> , <i>Phytoseiulus persimilis</i> . Ou lutte par des produits alternatifs de bio-contrôle. En dernier recours, lutte chimique	<b>Nourrissage</b> pour auxiliaires indigènes
Pucerons	<b>LB</b> : Lâchers de parasitoïdes et d'insectes prédateurs (larves de chrysopes, Aphidoletes aphidimyza, Praon, Aphidus...). Lutte par produits alternatifs de biocontrôle sur foyers ou généralisé : savon noir, Lépidex. En dernier recours, lutte chimique avec substances compatibles PBI	<b>Nourrissage</b> pour parasitoïdes et insectes prédateurs indigènes
Cochenilles	<b>LB</b> : Chrysopes, <i>Coccophagus sp.</i> En dernier recours, lutte chimique.	<b>Nourrissage</b> pour parasitoïdes indigènes. Prophylaxie : retrait des bois secs du poumon



**Figure 18 :** Larve de chrysope se nourrissant d'un puceron (Source : Maud HERVE, mai 2019).

## 2.3 Descriptif des différents leviers

Le but est de combiner des leviers pour la protection des rosiers (Tableau VII).

Pour chaque ravageur, les différents apports d'auxiliaires se font de façon espacée dans le temps en préventif, en curatif léger ou en curatif renforcé ou encore par des traitements localisés de produit alternatif selon leur présence.

Pour la lutte contre les pucerons, il existe deux catégories d'auxiliaires. Les parasitoïdes (*Aphidus.sp*) (Figure 17, a et b) sont généralement apportés pour trois chapelles toutes les une ou deux semaines selon l'importance de l'infestation de pucerons.

Puis, les prédateurs tels que : *Chrysoperla camea* et/ou *Aphidoletes aphidimiza* (environ un individu par m<sup>2</sup> par apport) (Figure 18) ayant un mode d'action plus direct et qui complète l'action des mix de parasitoïdes. Comme évoqué précédemment, il faut tenir compte du pourcentage de plantes infestées, ainsi que les conditions favorables ou non pour l'apport d'auxiliaires (Annexe XII).

La stratégie de lutte contre les acariens repose principalement sur l'apport d'acariens prédateurs (*Amblyseius californicus*) tous les 15 jours selon les pourcentages de plantes touchées (Annexe XIII). Les règles de décision sont utilisées au contexte de culture afin d'optimiser les apports et de maîtriser les coûts de ces apports.

Dans un premier temps, la stimulation mécanique se fait uniquement lors de l'arrosage dans l'attente de l'installation du thrips californien. Soit onze allers-retours lors d'un arrosage prévu un à deux fois par semaines. Puis, la fréquence de passage du chariot à double effet a été augmentée avec l'augmentation des températures, nécessitant un arrosage une fois tous les deux jours à une fois par jour. Ensuite, une nouvelle augmentation de sa fréquence a été établie en dehors de l'arrosage, avec cinq passages de 20 minutes (dont neuf allers-retours par passages) prévus chaque jour de la semaine. L'efficacité du chariot sur les pucerons et pour les différentes modalités (M1 et M2) est testée sur chaque fréquence de passage.

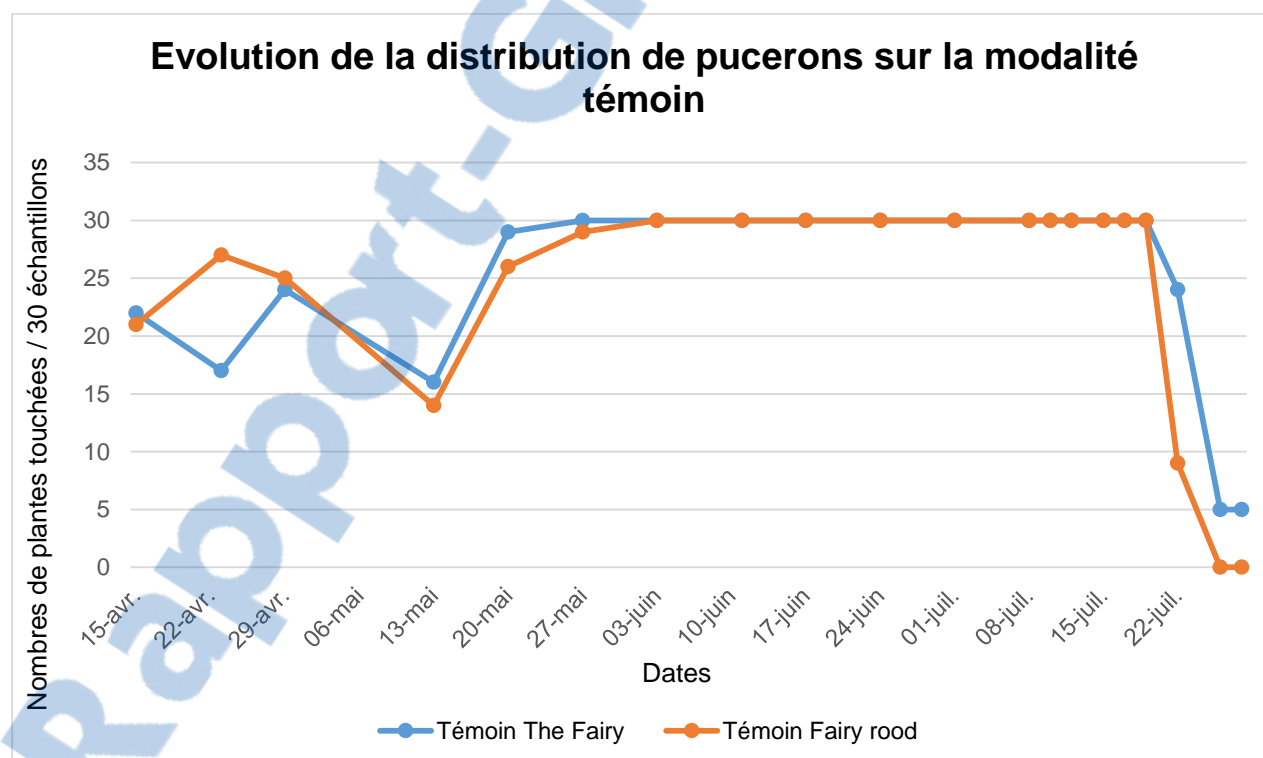
## 2.4 Itinéraire de culture

Le système de culture est basé sur le même système qu'en production de pépinière. Les rosiers en pot sont disposés dans une multichapelle double parois gonflable avec aération, avec une densité de culture entre six à huit plantes par m<sup>2</sup>, soit une surface totale de 166 m<sup>2</sup>.

Les rosiers nécessitent un substrat riche en éléments minéraux (Haudebourg, 1995). Ainsi, une fertilisation sera nécessaire lors du rempotage et par complément pendant la culture. Tout d'abord, l'ajout d'engrais « Osmocot Exact Hi-End 8-9 mois à 4 kg /m<sup>3</sup> » puis, « Osmocot Top Dress à 3 kg /m<sup>3</sup> » respectivement.

**Tableau n°8** : Exemple des critères de notation en qualité définis pour la commercialisation de plants de rosier buissonnant en pot.

Variables	Qualité A	Qualité B	Qualité C
<b>Hauteur de la plante</b>	50 – 70 cm	40 – 20 cm	Moins de 15 cm
<b>Nombre moyen de fleurs</b>	10 - 15	5 - 7	Moins de 5
<b>Nombre moyen de boutons floraux</b>	5 - 7	4 - 2	Moins de 1
<b>Aspect général des fleurs</b>	Très bon état sanitaire, pas de piqûre	Bon état sanitaire, une à deux piqûres	Mauvais état
<b>Aspect général des feuilles</b>	Vert foncé, luisante	Vert, non luisante	Vert-jaune, présence de taches



**Figure 19** : Courbes d'évolution du nombre de plantes touchées par les pucerons sur la modalité témoin, au cours du mois d'avril à juillet sur deux variétés de rosier (*The Fairy* et *Fairy road*).

Dans un premier temps, les plantes ont été disposées côte à côte. Puis, il a fallu les distancer et les tailler afin d'obtenir des plants uniformes à la maturité.

Le substrat utilisé est un terreau de haute-gamme particulièrement utilisé par les pépiniéristes, « TerreauxSTAR », avec un pH compris entre 5,5 – 5,8. De la cosse de sarrasin en paillage a été utilisé comme alternatif aux désherbants chimiques.

L'irrigation s'est faite par aspersion, à l'identique pour toutes les modalités. Autrement dit, environ deux à trois irrigations de 25 minutes par semaine, soit près de six litres d'eau par m<sup>2</sup>.

L'irrigation sera ajustée en fonction de la demande climatique et de l'humidité du substrat.

### **2.4.1 Dispositif envisagé**

Lors de ces six années de projet, un observatoire piloté a été mis en place avec quatre types d'actions (Annexe XIV). Ce dispositif a été choisi à l'aide des règles de décision concernant la lutte physique ou l'application de biostimulants et de produits alternatifs de bio-contrôle adaptés à la culture de rosier et aux systèmes de culture testés.

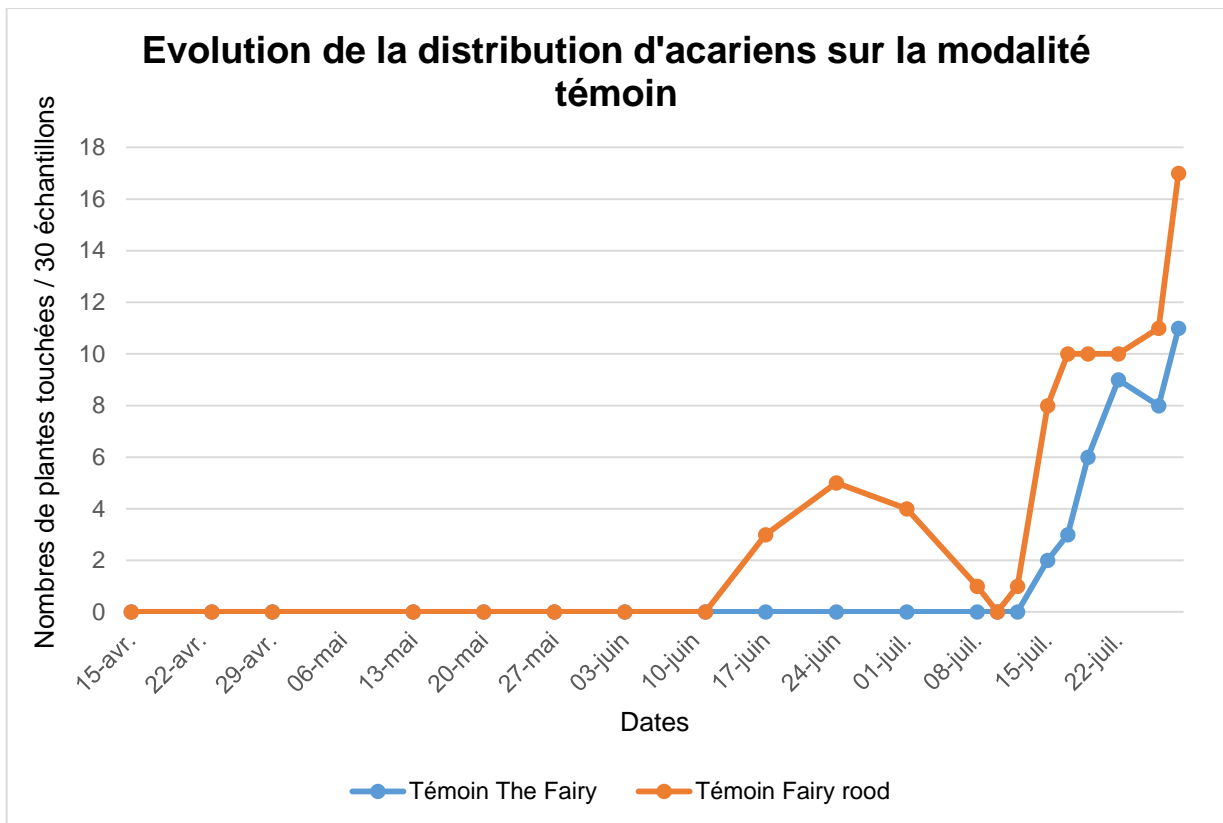
Tout d'abord, la mise au point du matériel et des modes opératoires de nouvelles méthodes alternatives doivent être progressivement adaptés, afin d'atteindre les objectifs de production, de réduction des pertes de récoltes liées aux ravageurs et maladies, les objectifs de qualité et de contrôle de l'état sanitaire et d'IFT fixé au départ du projet.

L'évaluation de la qualité des plants de rosiers a été mise en place par une échelle adaptée, s'inspirant du cahier des charges du label rouge (Grange, 2015 ; Tableau VIII). De plus, l'ensemble des analyses de données a été réalisée à l'aide du logiciel R (Rstudio version 3.4.3) pour déterminer la démarche à adapter.

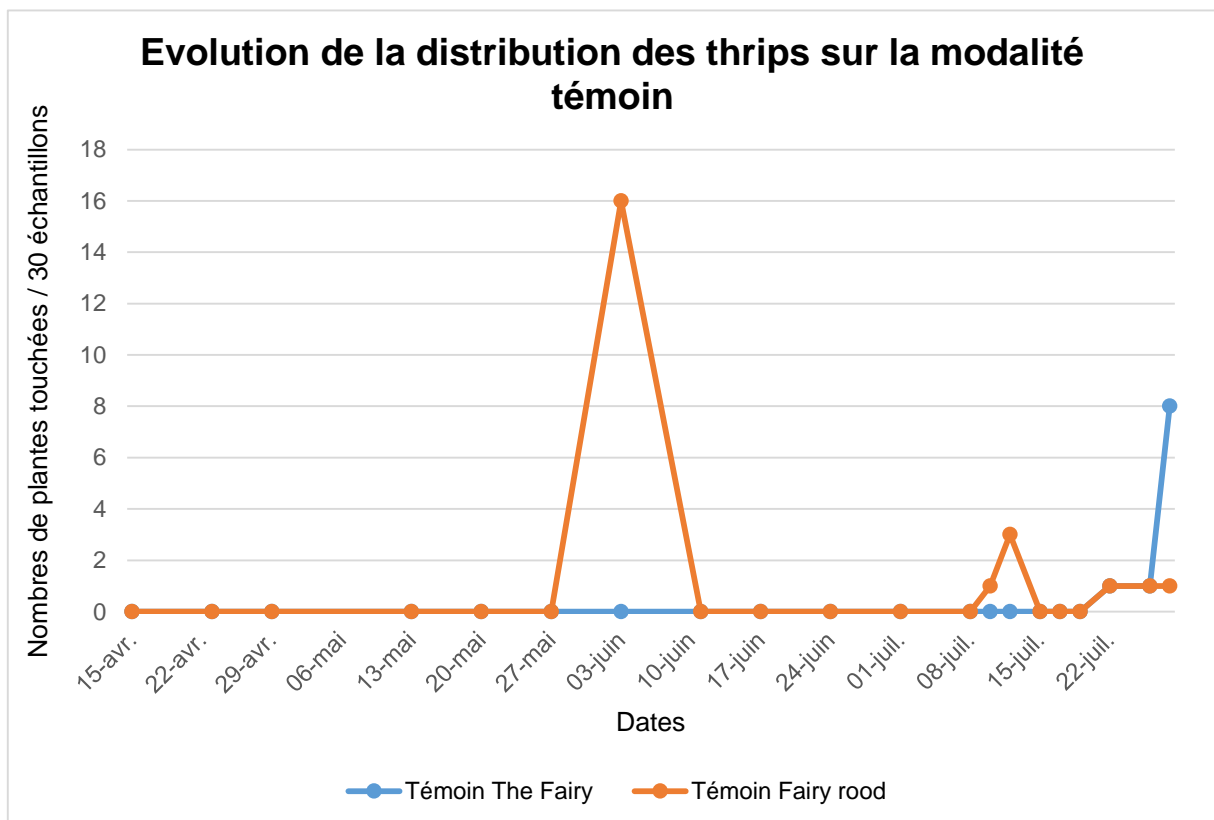
## **3. Résultats**

Le but de cet essai 2019, est de voir l'efficacité de la PBI sur les ravageurs présents (normalement le thrips californien). Les critères de notation sont principalement qualitatifs. Ceci dit, évaluer l'impact de la lutte biologique et la lutte physique sur la diminution ou la limitation des ravageurs avec cette échelle (Tableau VI), ne me semble pas assez représentatif de leur fréquence. Alors, les résultats suivant portent notamment sur une analyse de distributions de la présence de ravageurs (Pucerons, acariens, thrips). En sachant l'anormalité de ces variables étudiées, des tests statistiques adéquats ont été réalisés (Test khi deux, Fisher...).





**Figure 20** : Courbes d'évolution du nombre de plantes touchées par les acariens sur la modalité témoin, au cours du mois d'avril à juillet sur deux variétés de rosier (*The Fairy* et *Fairy road*).



**Figure 21** : Courbes d'évolution du nombre de plantes touchées par les thrips sur la modalité témoin, au cours du mois d'avril à juillet sur deux variétés de rosier (*The Fairy* et *Fairy road*).

### 3.1 Evolution des ravageurs

#### 3.1.1 Phénomènes liés à la présence des ravageurs

Dans un premier temps, une analyse du témoin sera faite pour chaque ravageur présent sans, afin de voir s'il existe un effet de la variété, des conditions climatiques, du stade de floraison la plante ou encore d'une certaine compétition entre ravageurs. De plus, l'efficacité de l'apport d'auxiliaires sera mise en évidence sur l'évolution des ravageurs.

Des attaques de pucerons ont été observées tout au long de la culture (Figure 19). L'attaque a démarré un mois après le rempotage, dès la mi-avril et à partir de la mi-mai, le nombre de plantes touchées par les pucerons s'est généralisé à l'ensemble de la culture. Les colonies de pucerons ont été présentes sur toutes les plantes échantillonnées jusqu'à la mi-juillet.

Ensuite à partir de la fin du mois de juillet, la présence des pucerons a beaucoup régressé pour quasiment disparaître en août.

D'autres ravageurs tels que les acariens (Figure 20) et les thrips (Figure 21) ont été identifiés avec une pression moins importante et plus tardive (fin juin, début juillet).

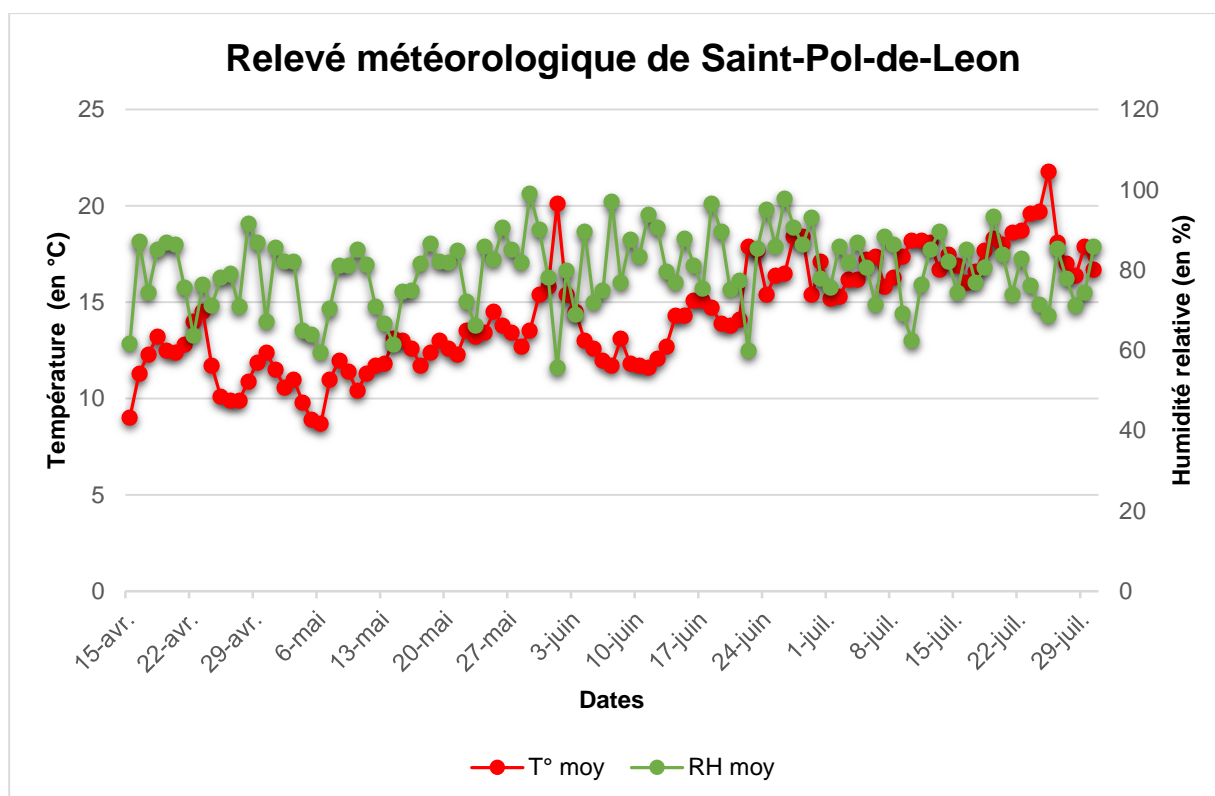
L'augmentation du nombre de plantes touchées par les thrips au début du mois de juin correspond à une inoculation (Annexe X).

##### a) Les variétés *The Fairy* et *Fairy rood*

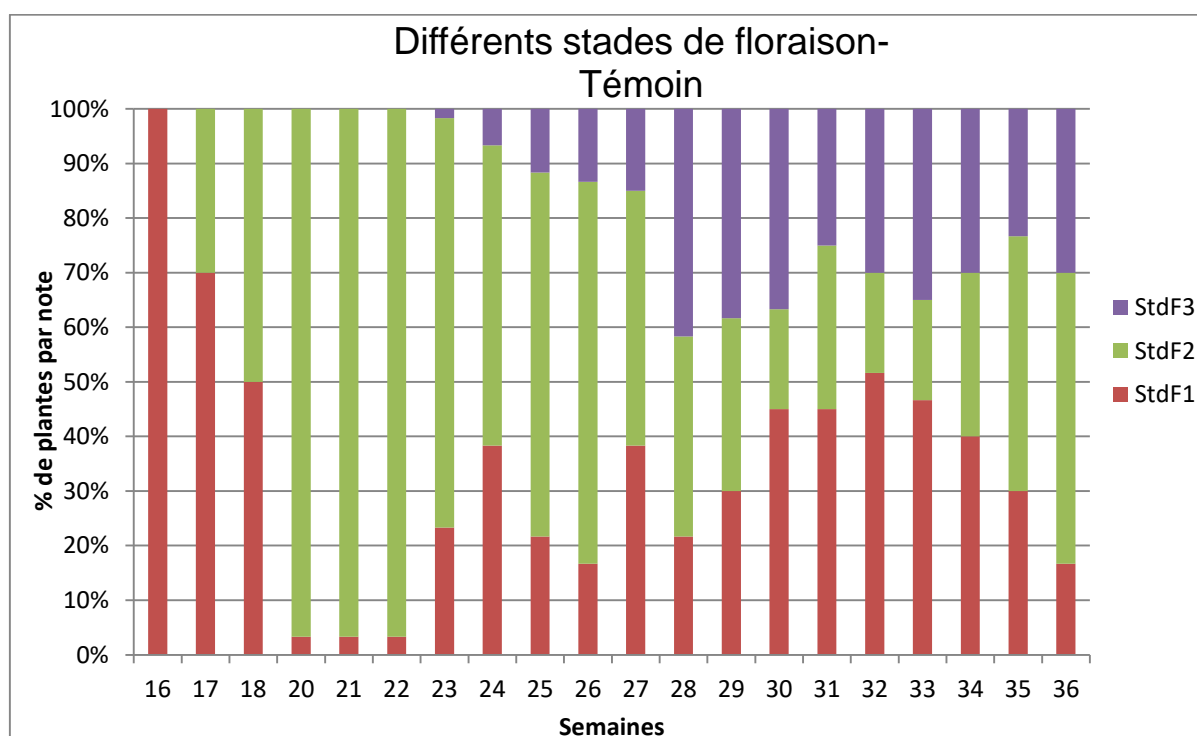
Pour les graphiques (Figure 19, 20), on ne peut pas dire qu'il existe une différence entre les variétés *The Fairy* et *Fairy rood*. En effet, on ne constate pas de différences significatives lorsqu'on analyse la distribution de la présence de pucerons ( $p\text{-value} = 0.45$ ) ou d'acariens ( $p\text{-value} = 0.41$ ), pour ces deux variétés (Annexe XV).

Cependant, lorsqu'on observe la figure 21 sans prendre en compte le pic d'inoculation, on s'aperçoit que le nombre de plantes où le thrips est présent n'est pas similaire pour ces deux variétés. En effet, l'analyse de la distribution de la présence du thrips à cette période révèle une différence significative entre les rosiers « *The Fairy* » et « *Fairy rood* » ( $p\text{-value} = 0.015$ ; Annexe XVI). Ceci dit, il est possible que la présence de ce ravageur puisse être expliquée par d'autres facteurs tels que les températures, l'humidité ou encore le stade de floraison des plantes.





**Figure 22 :** Graphique représentant les données en températures et en humidité relative à Saint-Pol-de-Léon pendant la période de l'essai RosaBIP.



**Figure 23 :** Graphique représentant l'évolution des différents stades de floraison attribuée au pourcentage de plantes suivies pour la modalité témoin (StdF1 : Absence « végétatif » ; StdF2 : Bouton ; StdF3 : Floraison).

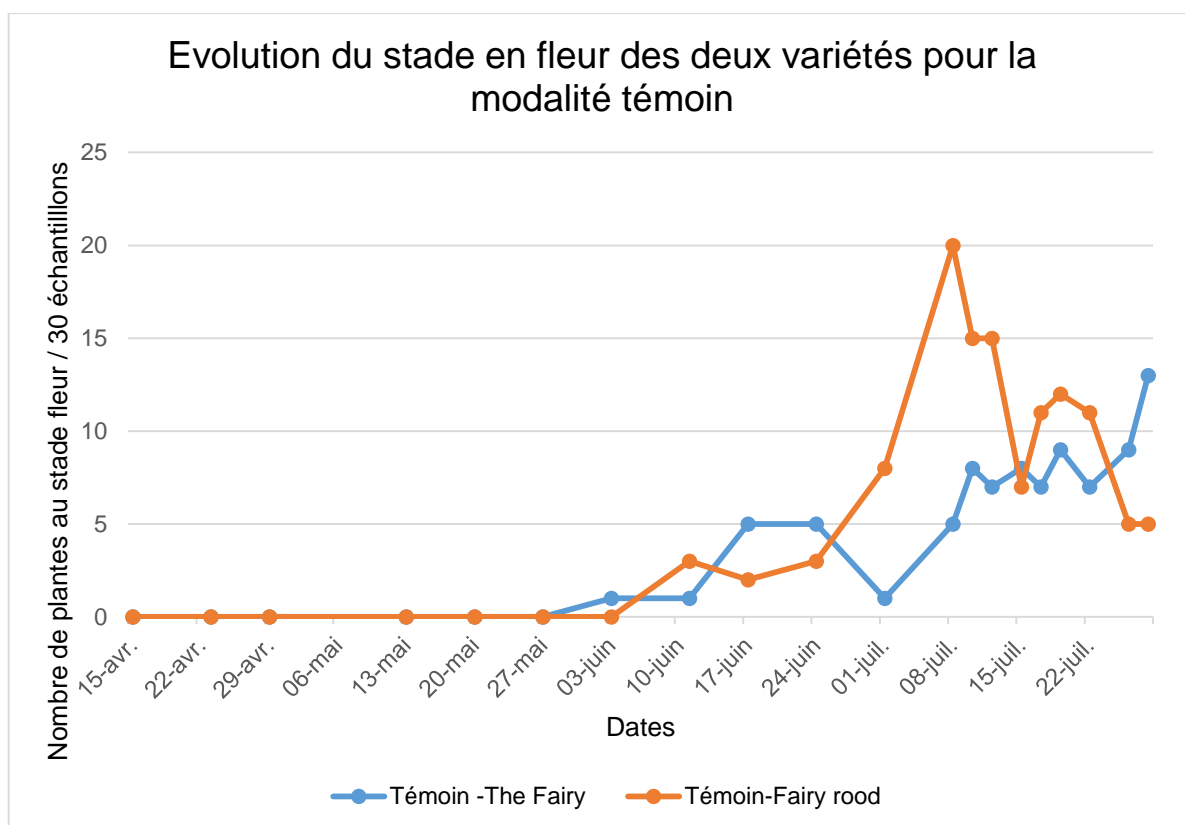
## b) Les conditions climatiques et le stade de la plante

D'après la figure 22, l'augmentation progressive des températures commence vers la fin du mois de mai, ce qui pourrait correspondre à l'augmentation importante du nombre de plantes touchées par les pucerons (Figure 19). Le pic de température au début du mois de juin a sûrement permis la généralisation de l'infestation (30 plantes touchées). Ainsi, on constate que durant toute la période d'été, la pression des pucerons est très élevée (30 plantes touchées de juin à juillet). Puis, on observe une chute assez importante de leur présence (Figure 19) à la fin du mois de juillet (22 juil.) lorsque les températures rechutent (Figure 22). Cela dit, la corrélation établie par différents modèles n'explique pas suffisamment leur présence, même en prenant en compte les différents stades de la plante (Annexe XVII).

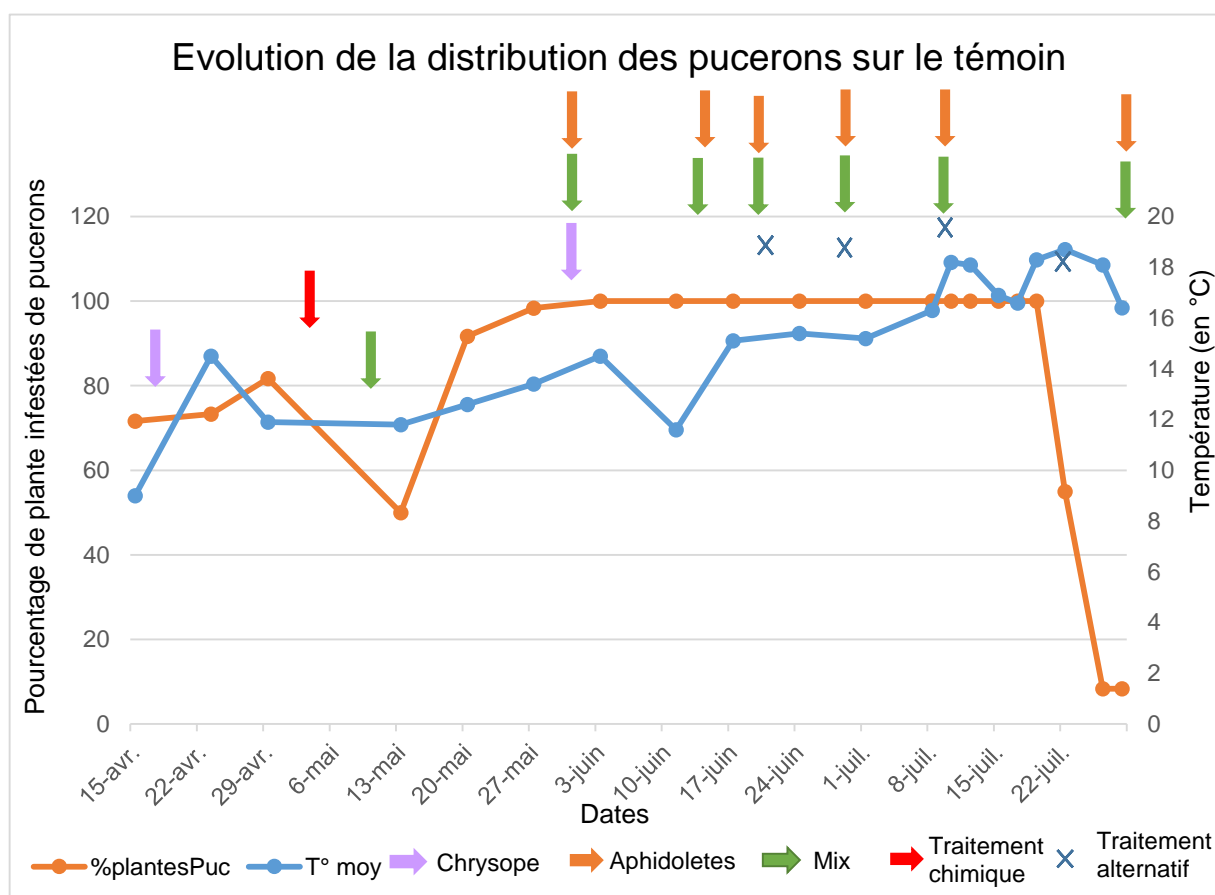
Concernant les acariens tétranyques, leur présence s'est fait plus tardivement (Figure 20). Certainement dû aux températures plus favorables à leur développement durant leur période d'apparition ( $p\text{-value} = 0,002$  ; Annexe XVIII ; Gough, 1991). En effet, 37% de la dispersion totale de leur distribution est expliquée principalement par les températures. Cependant, ce coefficient reste faible et ne permet pas d'expliquer la totalité de leur répartition. Bien qu'il y ait eu une période de canicule de juin – juillet, il n'y a pas eu de forte infestation de thrips (Figure 21). Même après la deuxième inoculation (26 juin ; Annexe X) le nombre de plantes infestées n'a pas beaucoup évolué. Il serait également possible que le taux d'humidité requis pour leur bon développement (70% RH) ne soit pas optimal et trop variable à cette période (Van Houten et al., 1995). Le stade de floraison peu avancé ne serait pas favorable à leur développement. En effet, les fleurs épanouies représentent une ressource importante et accessible pour de nombreux stades de thrips (Verrier, 2017).

Lorsqu'on observe le stade de floraison pour les plantes témoin (Figure 23), on distingue deux périodes distinctes. En effet, un premier stade plutôt végétatif et boutons allant de la semaine 16 à 26 (Avril – début juin). Puis, une deuxième partie (27 à 36ème semaine – Juin à Juillet) plus ou moins répartie sur les trois stades de floraison (végétatif, bouton et en fleur). La faible proportion de plantes en fleur de la modalité témoin pourrait donc expliquer le faible nombre de plantes touchées par les thrips (Figure 21 ; entre 2 et 8 plantes touchées / 30).

Comme vu précédemment, le nombre de plantes touchées par ce ravageur est différent sur les deux variétés (Annexe XVI). Ceci pourrait s'expliquer par le nombre de fleurs plus important pour la variété « *Fairy rood* » (Figure 24). Cependant à cette même période, on ne remarque pas de différence significative sur la distribution des plantes au stade de floraison pour les deux variétés témoin (Annexe XIX).



**Figure 24 :** Graphique représentant l'évolution du nombre de plantes ayant le stade 3 (floraison) pour les deux variétés (*The Fairy* et *Fairy road*) de la modalité témoin.



**Figure 25 :** Graphique représentant l'évolution de l'infestation de puceron et les différents apports d'auxiliaire du mois d'avril à juillet pour la modalité témoin.

### 3.2 L'effet des apports d'auxiliaires

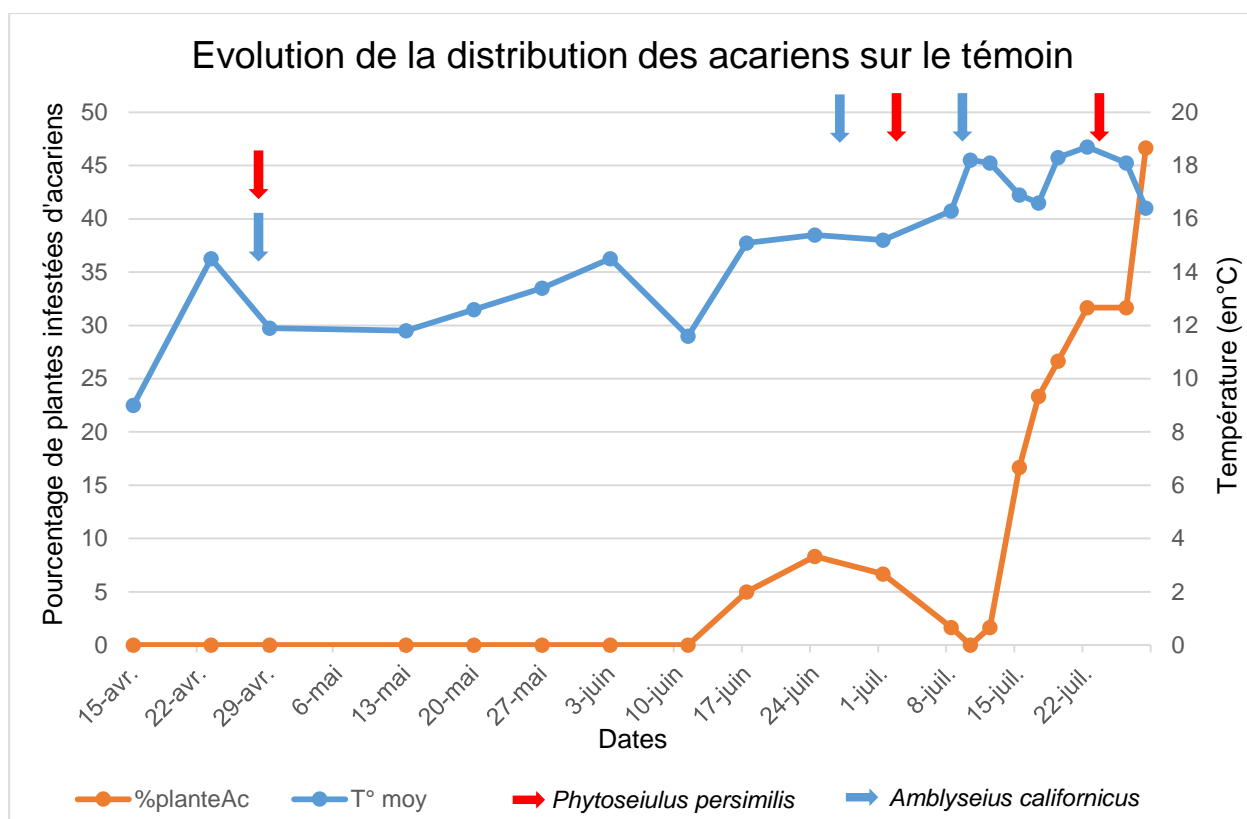
A l'aide des règles de décision évoquées précédemment (Annexe XII ; Annexe XIII), les apports d'auxiliaires sont adaptés au cours de l'essai.

En début de saison, de mars à mai, les températures, notamment nocturnes, sont restées relativement basses. De ce fait, les premiers apports de parasitoïdes réalisés en avril n'ont pas été efficaces et aucune momie n'était visible suite à ces apports. Ces auxiliaires ne se sont donc pas installés. Ce n'est qu'à partir de la mi-juillet que les larves d'Aphidoletes ont été plus présentes et ont permis de mieux maîtriser l'attaque de pucerons. Ce phénomène s'est conjugué à des températures de jour moins excessives, et donc moins favorables aux pucerons, et des températures de nuits moins basses et donc plus favorables aux auxiliaires. Les chrysopes apportées à cette période (15 avr.) sur les premiers foyers détectés (Figure 25) semblent avoir été plus efficaces et ont permis de maintenir la présence des pucerons à un niveau acceptable jusqu'à la mi-mai (13 mai) et cela, alors que les températures n'étaient pas encore trop favorables aux pucerons (Figure 22).

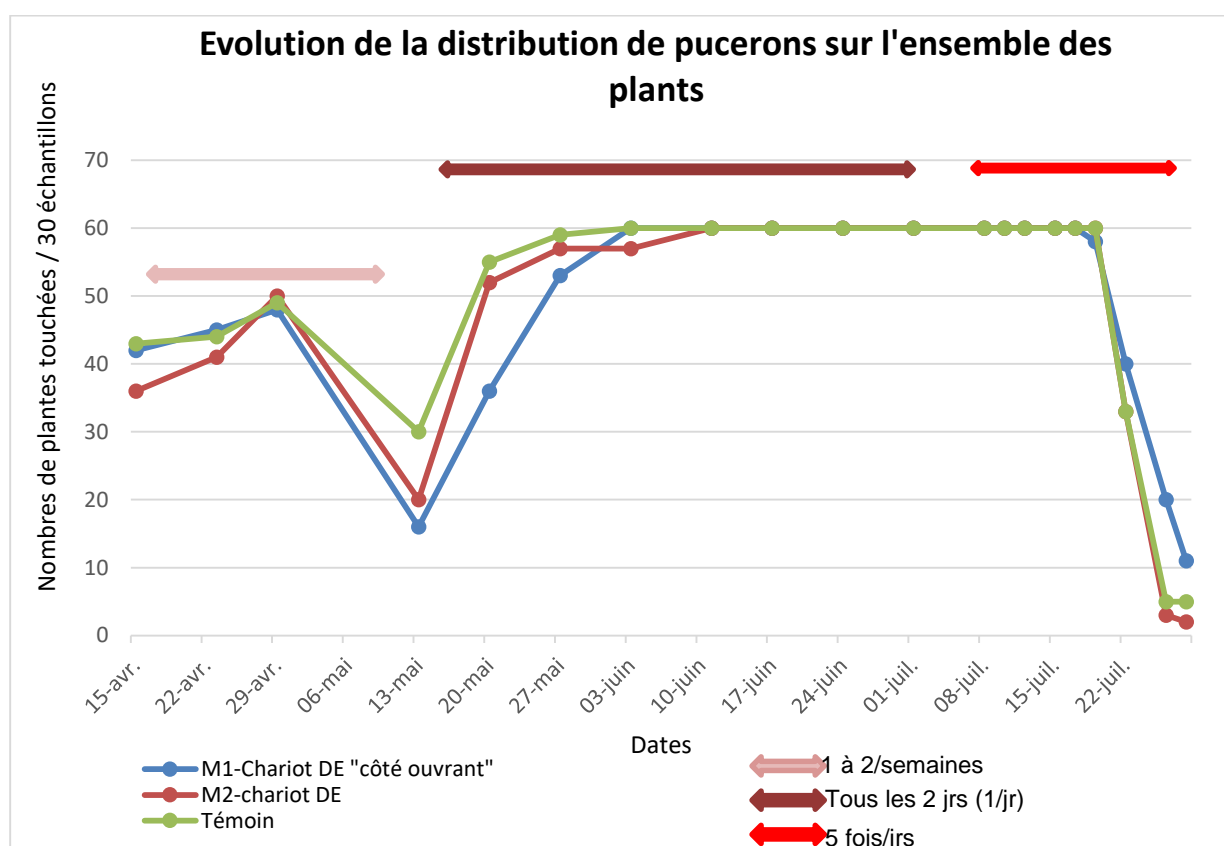
Mais comme cet auxiliaire est relativement coûteux, ces apports ont été trop espacés à partir de mi-mai quand le contexte météorologique est devenu très favorable à la multiplication des pucerons. La chute de pucerons vers la mi-mai s'explique par une mauvaise utilisation d'un fongicide (SCORE à trop forte dose) pour lutter contre *Diplocarpon rosae* (maladie de taches noires). Aussi, les populations de pucerons ont explosé à cette date pour contaminer l'ensemble des plantes de juin à mi-juillet.

Au début de l'été, les apports d'auxiliaires réalisés, que ce soit de parasitoïdes ou d'Aphidoletes (prédateurs) n'ont pas permis de maîtriser l'attaque malgré la fréquence de ces apports (une fois / semaine ou / 15 jours). Le taux de parasitisme est resté faible (moins de 10 % des pucerons étaient parasités) et des larves d'Aphidoletes n'ont commencé à être observées qu'à partir de mi-juillet. Les températures nocturnes sont restées en fait relativement basses jusqu'à la fin du mois de juin et si la météorologie était favorable à la présence des pucerons à cette période, elle n'était pas encore favorable à celle des parasitoïdes et du prédateurs Aphidoletes.

Par ailleurs, des traitements localisés au savon noir ont été réalisés en juin et juillet pour chercher à limiter la présence des pucerons alors que l'efficacité de lutte biologique était jugée insuffisante (Figure 25). Les premières applications ont entraîné la mortalité de pucerons mais l'efficacité est restée insuffisante au regard de la vitesse de multiplication des pucerons à cette période. Seul l'application réalisée mi-juillet sur une surface plus importante et en relation avec une augmentation de l'activité des prédateurs dans un contexte où les pucerons se multipliaient moins vite a permis d'apporter une réponse plus satisfaisante.



**Figure 26 :** Graphique représentant l'évolution de l'infestation d'acariens et les différents apports d'auxiliaire du mois d'avril à juillet pour la modalité témoin.



**Figure 27 :** Graphique représentant l'évolution de l'infestation de pucerons du mois d'avril à juillet pour chaque modalité, variétés confondues (M1, M2 et Témoin).

L'apport d'acariens prédateurs tels que *Amblyseius californicus* et *Phytoseiulus persimilis* ont été mis en prévention dès le 24 avril, avec pour nourriture un apport de pollen (Figure 26). Aucun traitement n'a été effectué contre ce ravageur au cours de cette période.

Une LB a été jugée efficace jusqu'au début du mois de juillet (<10% de plantes touchées). Cependant, l'apport d'acariens prédateurs a été insuffisant vers la fin du mois de juillet, d'où l'augmentation de l'infestation (>40% de plante touchées).

L'apport d'auxiliaires contre les thrips n'a pas été réalisé dû à leur faible présence et dans le but de tester la lutte physique (aspirateur) (Figure 21).

### 3.3 L'impact du chariot à double effet

Les observations portant sur la présence des pucerons dans les trois modalités étudiées ne montrent pas d'effet du chariot double effet (irrigation + push & pull) sur la présence de ce ravageur (Figure 27). Effectivement, lorsqu'on analyse la distribution de leur présence, on s'aperçoit qu'il n'existe pas de différence significative sur les trois modalités tout au long de cette période (Annexe XX).

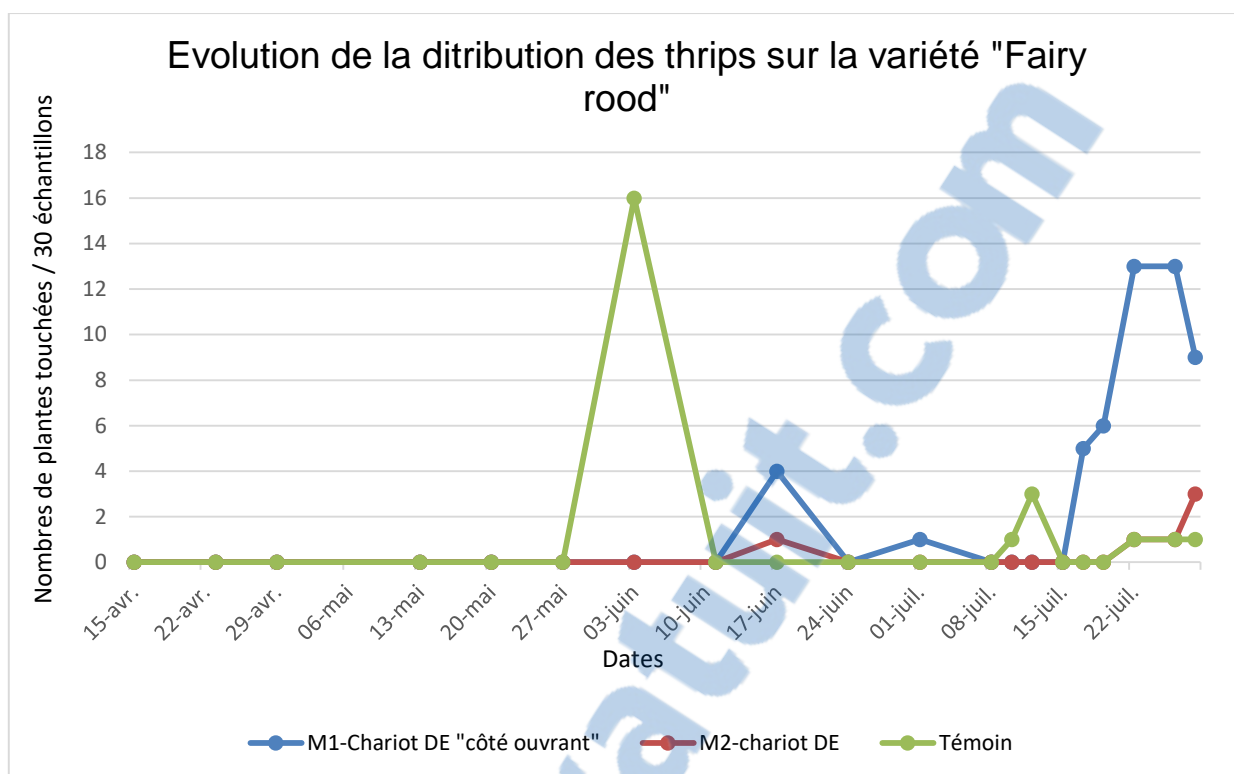
Nous avons toutefois distingué trois périodes de fonctionnement différentes au cours de la culture :

- Première période : Une première période du rempotage de l'essai jusqu'à mi-mai où le chariot a fonctionné au rythme de 1 à 2 fois /semaine.
- Deuxième période : De mai jusqu'au 8 juillet où le chariot a fonctionné au rythme de 1 fois tous les 2 jours à 1 fois /jour.
- Troisième période : A partir du 8 juillet, le chariot a fonctionné 5 fois /jour.

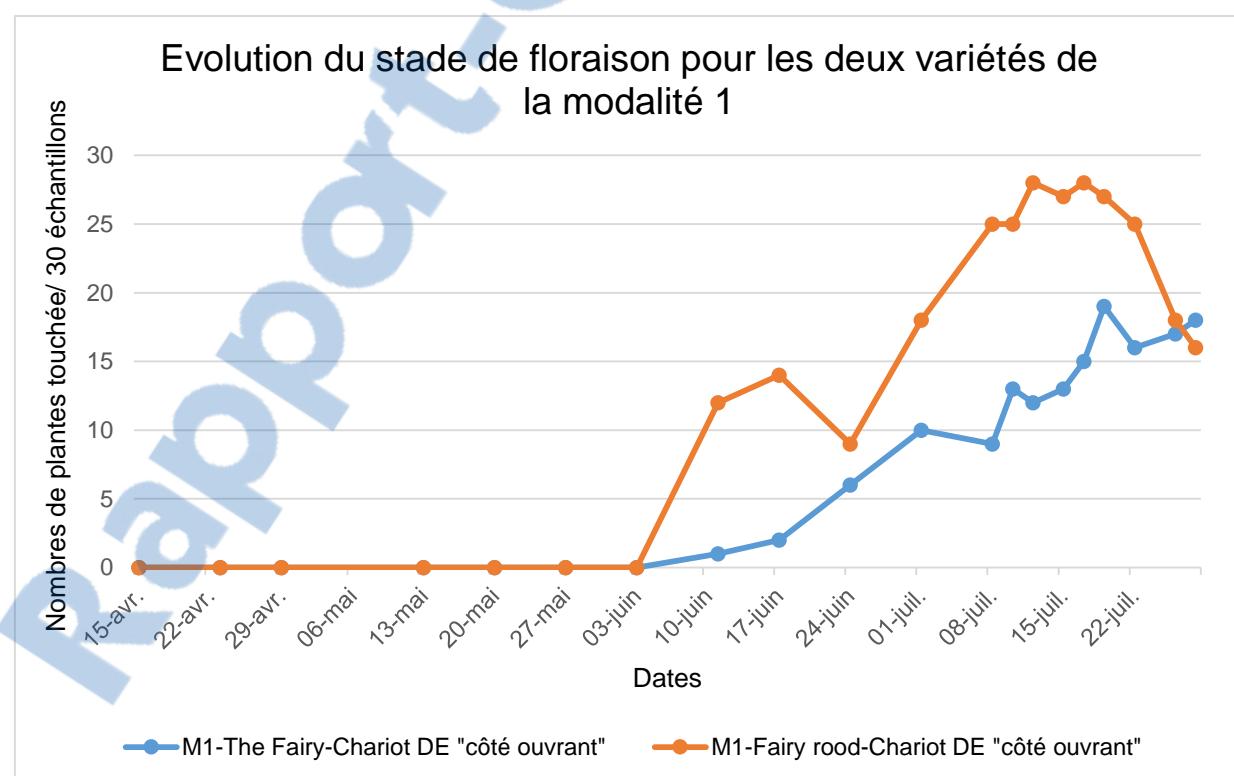
#### 3.3.1 Une période de passage peu fréquent

Au cours de la deuxième période, dans la modalité témoin, le nombre de plantes fortement touchées par les pucerons est légèrement plus élevé que dans les parcelles où il y a une lutte physique (Figure 27 ; 20 mai - 3 juillet). La distribution de sa présence n'est pas significativement différente (Annexe XXII) pour cette période entre les trois modalités. Il s'agit ici d'une période où la présence des pucerons est en forte croissance du fait de conditions météorologiques favorables à leur multiplication.

L'accroissement du rythme de passage du chariot pour l'irrigation du fait de l'augmentation des besoins en eau reste insuffisant pour diminuer la présence des pucerons dans la culture.



**Figure 28** : Courbes d'évolution du nombre de plantes touchées par les thrips, au cours du mois d'avril à juillet pour les trois modalités de la variété *Fairy rood* (M1, M2 et Témoin).



**Figure 29** : Graphiques représentant le nombre de plantes en fleur suivies pour la modalité M1 pour les variétés *The Fairy* et *Fairy rood*.



Toutefois, du fait de conditions très favorables à la multiplication des pucerons (et en l'absence de réelle efficacité de lutte biologique), cette lutte physique ne fait que retarder le développement du ravageur. Dès la mi-juin, la contamination par les pucerons devient équivalente dans les trois modalités. De la mi-juin jusqu'au début du mois de juillet, on n'observe ainsi pas de différence entre les trois modalités étudiées.

Pour les autres ravageurs (acariens et thrips), l'effet du chariot à faible fréquence n'a pas pu être mis en évidence du fait de leur absence (Figure 20 et 21).

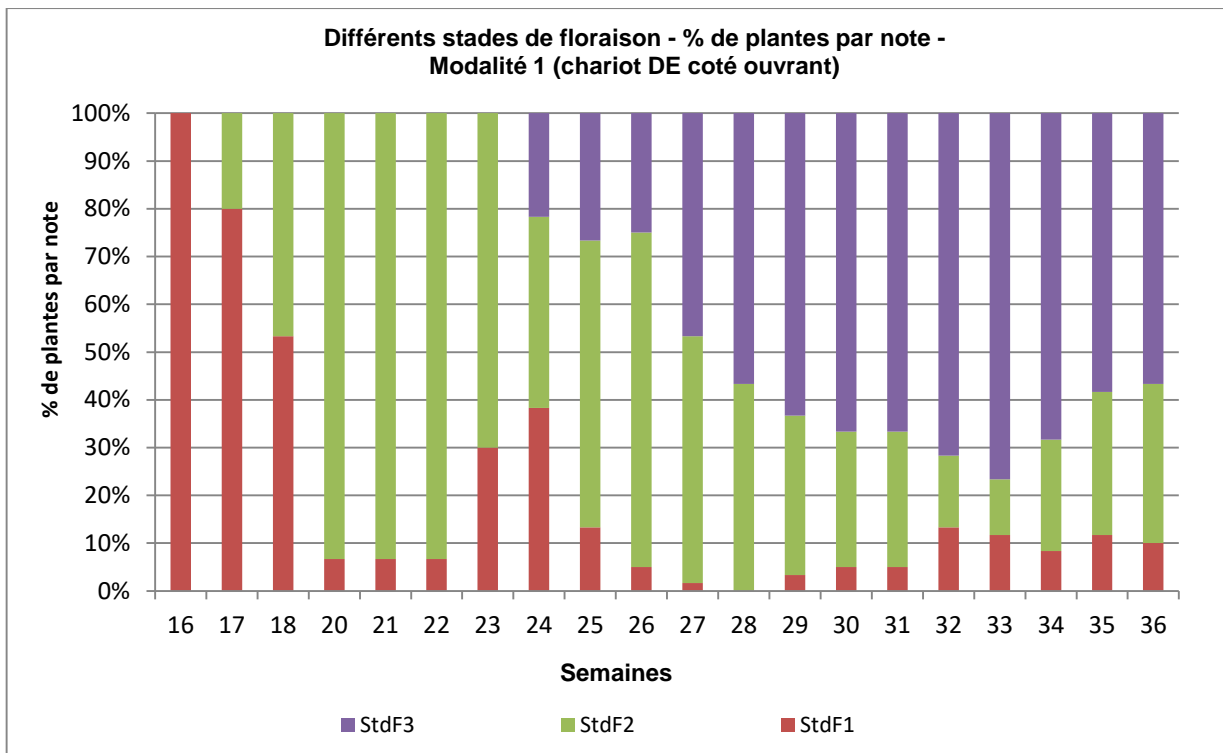
### 3.3.2 Période de passage fréquent (5 fois/jour)

Cependant, au cours de la troisième période de l'essai, c'est-à-dire à partir du moment où la fréquence de fonctionnement du chariot est augmentée à cinq passages par jour, on observe un effet significatif de la lutte physique du chariot sur la distribution des pucerons à cette période (Figure 27 ;  $p\text{-value} = 2,5 \cdot 10^{-12}$  Annexe XXIII).

Mais, cet effet n'affirme pas une lutte efficace du chariot à double effet. En réalité, la pression générale des pucerons décroît fortement dans la culture pour les trois modalités durant ces derniers mois.

Ce type d'innovation, a été mis en place pour lutter contre les thrips et les aleurodes. Malgré leur faible présence, lorsqu'on observe sa présence sur les deux autres modalités (Figure 28), on remarque que le nombre de plantes touchées est plus important pour la modalité 1 que le témoin. On constate même une différence significativement sur la modalité 1 mais uniquement pour la variété *Fairy rood* ( $p\text{-value} = 1,4 \times 10^{-8}$  ; Annexe XXIV). Ceci dit, cette forte pression pourrait s'expliquer par le fait qu'il y ait plus de fleurs sur cette variété dans cette modalité (Figure 29 et 30). Il existe un peu plus de 50% des plantes de la modalité 1 sont en pleine floraison à ce même moment (Figure 30 ; semaine 34 à 36 - Juillet). Cependant, même si on ne distingue pas de différence significative pour ce stade de floraison durant cette période, il ne faut pas négliger le stade en fleur élevé pour cette variété *Fairy rood* (Annexe XXV). De plus, il se pourrait que le côté ouvrant impacte la présence des thrips (condition plus favorable, microclimat, entrée facile) rendant inefficace la fréquence du chariot.

En fonction des résultats précédents, il est possible que la forte pression de pucerons ait un impact sur la présence de thrips. L'augmentation importante des thrips se fait vers la fin du mois de juillet (Figure 28) lorsqu'on observe une diminution de pucerons (Figure 27). En effet, la présence de pucerons influe significativement sur la présence de thrips (Test de khi deux d'indépendance,  $p\text{-value} = 1,295 \cdot 10^{-11}$ , Annexe XXVI).



**Figure 30 :** Graphiques représentant l'évolution des différents stades de floraison attribuée au pourcentage de plantes suivies pour les modalités M1 et M2 (StdF1 : Absence « végétatif » StdF2 : Bouton ; StdF3 : Floraison).

**Tableau IX:** Liste des indicateurs envisagés pour évaluer la performance des systèmes.

Indicateurs envisagés	Evaluation du système
Indicateurs agronomique	Nombre de tiges ou de plantes commercialisées/m <sup>2</sup> d'abri % de plantes ou fleurs commercialisées ou non commercialisées avec symptôme de thrips ou autres ravageurs
Indicateur économiques	Chiffres d'affaires /m <sup>2</sup> d'abri, Coût de la protection Coût de fabrication et de fonctionnement des outils de lutte physique
Indicateurs environnementaux	IFT produit phytosanitaire NODU Vert Biocontrôle Indice d'utilisation d'auxiliaire d'élevage Biodiversité fonctionnelle présente et impact sur celle-ci Consommation d'énergie/m <sup>2</sup> d'abri / an, indicateur de risque de transfert des matières actives vers l'environnement
Indicateurs sociaux	Temps d'application des méthodes de lutte/ m <sup>2</sup> d'abri Formation Acquisition de compétence Valorisation du savoir et des compétences



Par conséquent, la lutte physique par un chariot d'irrigation à double effet équipé d'un système push & pull envisagé pour lutter contre les thrips ne peut pas être confirmée comme étant actif pour les nuisibles rencontrés.

### 3.3 Évaluation de la qualité finale des rosiers

L'obtention de label rouge pour des rosiers en pot nécessite plusieurs critères, et principalement l'utilisation minimum de pot en 5 litres (Grange, 2015). Par ailleurs, pour cet essai, l'utilisation de pot était de 4 litres. Alors, la mise en place de critères de notation concernant la qualité de ces plants de rosiers s'inspire du cahier des charges du label rouge avec une échelle adaptée (Tableau VIII).

Cependant, malgré la mise en place de cette échelle ainsi que ces notations sur les différentes modalités n'ont pas pu être réalisées, dû à un contre temps survenu durant l'essai (Annexe XXVII). Le label rouge permet la distinction de « qualité supérieure » (Blériot, 2017). En revanche, cette échelle est établie pour que les rosiers soient commercialisables avec une démarche horticole, « Plante Bleue » (Val'hor, 2011). De plus, l'analyse de ces données concernant ces critères permettront d'avoir une idée de l'impact de chariot sur la ramification des plants, ainsi que la qualité de la fleur.

### 3.4 Calculs des indicateurs envisagés

Afin d'évaluer les performances des systèmes, plusieurs indicateurs différents doivent être estimés pour la commercialisation (Tableau IX). L'IFT se calcule différemment selon le type de traitement réalisé ou le type de produit utilisé (Pinault et al., 2009).

Malgré les difficultés rencontrées avec la présence des pucerons, le nombre d'applications phytosanitaires a été très faible et l'IFT observé est de 3. Cette valeur est très faible pour une culture de rosiers, car l'IFT en pépinière est généralement de 8. Il y a eu deux applications de produits alternatifs ont également été réalisées contre les ravageurs ainsi que plusieurs applications localisées au savon noir (Tableau X).

Les coûts des apports d'auxiliaires s'élèvent à environ 2€ le m<sup>2</sup>. Il s'agit d'un chiffre assez important qui doit être amélioré dans les prochains essais, grâce à l'innovation des méthodes (e.i. l'aspirateur).

**Tableau X** : Récapitulatif des différents traitements au cours de l'essai 2019, sur les rosiers.

<b>Variables</b>	<b>Produits phytosanitaires</b>	<b>Produits alternatifs</b>	
<b>Insectide contre les pucerons</b>	Utilisation du Teppeki, le 19 juin.	Utilisation de l'Eradicaot, le 22 mai et le 20 août.	Utilisation du savon noir à
<b>Acaricide</b>			
<b>Fongicide</b>	Utilisation du traitement SCORE, le 2 mai		
<b>Herbicide</b>			

## 4 Discussions

### 4.1 L'impact des différents facteurs sur la présence des ravageurs

De manière générale, l'ensemble des êtres vivants ont besoin de certaines conditions spécifiques pour leur bon développement (Figure 32).

Comme le montrent les résultats, la variation de la présence des ravageurs ou de l'efficacité des auxiliaires se font en grande partie en fonctions des conditions climatiques mais également avec l'interaction d'autres êtres vivants (plantes, autres organismes).

La qualité de la plante hôte peut affecter les traits de vie de certains insectes herbivores en entravant leur croissance, augmentant leur mortalité ou encore en réduisant la fécondité (Price et al., 1980).

#### 4.1.1 Les facteurs abiotiques et biotiques

##### a) Pucerons

Dans cet essai, une espèce de pucerons a été principalement détectée, *Macrosiphum rosae*. C'est l'un des ravageurs le plus important rencontré sur les rosiers (Golizadeh et al., 2016). On remarque sa présence dès le mois d'avril, malgré les températures encore douces.

En effet, certaines études montrent la capacité de cette espèce à s'adapter (développement, survie, fécondité..) à des températures faibles allant de 10°C à 22°C.

Chaque stade de vie du puceron sera plus ou moins diminué en fonction de l'augmentation des températures (Mehrparvar et al., 2007). Cette acclimatation expliquerait leur forte présence lors des températures d'autant plus élevées.

En effet, plusieurs études ont constatés que les trois espèces d'Aphidius ont la plus courte durée de vie avec 10 à 15 jours à 20 ° C et jusqu'à 20 jours à 15 ° C *A.abdominalis* a la plus longue durée de vie avec jusqu'à 2 mois à 20 ° C (Sampaio et al., 2007; Lins et al., 2011; De Conti et al., 2011). Ceci pourrait expliquer la maîtrise de la présence de pucerons entre le mois d'avril - mai, lorsque les températures sont encore faibles. A cette même période (avril-mai), le prédateur *Chrysoerla carnea* a également été utilisé (Figure 27). Le stade larvaire d'une chrysope varie de 4 semaines à 15 °C à 1 semaine à 30 °C (Butler et al., 1970).

Bien que, la durée du cycle biologique de certaines espèces de parasitoïdes et de prédateurs augmente à de faibles températures, leur efficacité reste à être approfondie.

En outre, malgré le mix proposé pour parasiter une plus large gamme d'espèce de pucerons nuisibles ; il faut noter que l'identification de ces derniers à l'œil nu (via des critères bien spécifique - longueur de cauda et cornicule - ) n'est pas suffisante.



Il existe une relation intraspécifique au sein des pucerons (sous-espèces), et une association avec des plantes hôtes spécifique et complexe (Annexe XXVIII ; Pons et al., 2018). Seule une analyse génétique permettrait de voir cette spécificité. De plus, une observation peu importante de momies à ce moment-là n'a pas été constatée. L'analyse de ces dernières a révélé de l'hyperparasitisme (*Asaphes.sp.*) (Annexe XXIX). Pendant les observations, des espèces de drosophiles parasitées ont été détectés. Ces dernières ont été récupérées dans le but de faire immerger le parasitoïde. Mais sans succès.

Il est connu que certaines espèces de parasitoïdes secondaires ont d'autres insectes hôtes que les pucerons (Sullivan et Völk, 1999). Ceci pourrait être une méthode de détection des hyperparasitismes, autres que les analyses (plus longues).

#### a) Acariens

Concernant les tétranyques tisserand, malgré leur importance dans les serres de rosiers, ce sont des nuisibles qui prospèrent généralement à des températures comprises entre 25°C et 28°C avec un taux d'humidité compris entre 60 % et 85 % (Nicetic et al., 2001 ; Stenseth, 1979). Ceci dit, leur présence tardive pourrait également s'expliquer par le fait d'une bonne gestion des acariens prédateurs en préventif. Par ailleurs, l'utilisation d'*Amblyseius californicus* et *Phytoseiulus persimilis* sont jugées plus efficace que *A.andersoni*. Ce dernier, ne s'agglomère pas particulièrement sur les feuilles présentant une densité élevée de tétranyques. Ils sont considérés comme des acariens prédateurs généralistes, car ils ne dépendent pas exclusivement des acariens ravageurs (Vanderlinden, 2004). Indépendamment de cela, ces auxiliaires *A.californicus* et *P.persimilis*, se développent principalement à des températures comprises entre 15°C et 25°C, ainsi qu'un taux d'humidité relativement bas (60%) (Weintraub et al., 2008).

#### b) Thrips

La présence des autres ravageurs et leurs adaptations aux climats sont plus difficiles.

Le thrips, *Frankliniella occidentalis*, est l'un des principaux ravageurs rencontrés sur diverses cultures dans le monde (Mouden et al., 2017). Cependant, cette année la présence de thrips dans la région a été très faible (OBS, communication personnelle, 2019). Comme on a pu constater, la présence de ce ravageur s'est faite tardivement pour les trois modalités (Figure 29). En effet, une étude récente établie dans une serre de roses montre que cette espèce de nuisible dépend des facteurs microclimatiques.





La densité plus forte de population adultes de thrips et de larves ont été enregistrés à 22° C et 27° C pour la température et 63% et 86% pour l'humidité, respectivement (Fatnassi et al., 2015).

Ainsi, les parcelles de rosiers se situant du côté des ouvrants (modalité 1) seraient plus propices à des microclimats optimaux pour le développement des thrips *F. occidentalis*.

En outre, la différence établie entre les trois modalités uniquement pour la variété « *Fairy rood* », peut être justifiée par le fait que le thrips, *F. occidentalis* est une préférence visuelle pour la couleur de la fleur de rose.

Une analyse faite par Elimem et Chermiti (2012), sur deux autres variétés de rose (« *Ociane* » et « *First-red* ») a révélé la présence d'un phototropisme de ce ravageur vis-à-vis de la couleur des pétales de sa plante hôte. Toutefois, aucune étude ne montre une préférence de ce ravageur entre les variétés « *The Fairy* » et « *Fairy rood* ». Pourtant, d'après les résultats précédents on discerne bien une différence significative pour la variété « *Fairy rood* ». Il serait également possible qu'il y ait une précocité de floraison pour cette variété.

## 4.2 L'importance de l'échelle de notation

Par conséquent, au regard de la complexité de l'étude une notation quantitative serait plus adaptée à déterminer l'efficacité du chariot à double effet. Etablir une échelle de fréquence des ravageurs possibles rencontrés permettrait de visualiser l'impact de la protection biologique intégrée en fonction de leur augmentation ou de leur diminution.

En effet, dans cet essai les catégories « présence » et « beaucoup » ne sont pas clairement définies. Ceci dit, les notes attribuées aux pucerons ne sont pas représentatives de leur fréquence. Lorsqu'on affecte la note 5 à une plante échantillonnée, cela ne signifie pas qu'elle présente plus de pucerons malgré le fait que c'est une note maximale dans la classe d'abondance (Tableau VI). Souvent, les notes 3 et 4 représentaient un plus grand nombre de pucerons que la note 5. Ainsi, le choix de regrouper l'ensemble des notes allant de 2 à 5 pour les pucerons comme étant la présence de ce ravageur (plante touchée) était plus caractéristique. Néanmoins, l'existence de ravageurs assignés à une plante n'est pas assez exemplaire pour évaluer l'action du chariot à double effet. L'échelle de notation proposée par le projet « Ecophyto » serait plus adéquat (Annexe XXX). Par ailleurs, des études évaluent des méthodes de dénombrement afin de suivre la dynamique de certaines populations (Walker, 1980).

**Rapport-Gratuit.com**

## 4.3 Les diverses variables pour une qualité optimale et à bas coût

### 4.3.1 Les conditions du système de culture et l'adaptation des règles de décisions

La gestion des ravageurs rencontrés sous abris non chauffé, semble particulièrement complexe. Une structure saine ainsi qu'une bonne qualité sanitaire des jeunes plants sont deux aspects importants dans cette situation.

Certaines productions classiques de plantes méditerranéennes (Myrthe, Callistemon, Teucrium..) peuvent être cultivées dans un premier temps sous abris puis, en extérieur. Ce système permet de réguler les populations de ravageurs (projet Ecophyto, 2019).

En effet, les conditions climatiques et la faune spontanée impactent fortement la dynamique des ravageurs. A l'avenir la mise en place innovante des méthodes de lutte physique pourrait être envisagée à l'extérieur.

C'est pour cela que l'adaptation des règles de décision est importante et évolue selon le système de culture.

Il existe trois facteurs qui interviennent dans la construction de ces règles (Annexe XII et XIII) :

- l'intensité des attaques de ravageurs
- les conditions climatiques favorables ou défavorables pour les auxiliaires
- le parasitisme plus ou moins important.

Comme nous avons pu constater, la diversité intraspécifique de pucerons est davantage à prendre en compte pour qu'il y ait une efficacité du parasitisme. Ainsi que, la sensibilité des espèces végétales qui va être amenée à évoluer par les phénomènes de co-évolution (Cf.Berruyer, 2018).

La mise en place de capteurs de température et d'humidité relative de l'air dans les multi-chapelles est importante. Lorsque le climat n'est pas favorable aux auxiliaires, l'utilisation de produits alternatifs en préventif pourrait être une solution afin de garder une qualité sanitaire des plants.

## 5 Conclusion et perspectives

La protection biologique intégrée est un système intéressant mais complexe à mettre en place. Cette méthode (PBI), constitue un enjeu important en horticulture car elle favorise la protection de l'environnement et apporte une démarche qualité valorisante.

La mise en place d'une démarche agro-écologique innovante en rosier hors sol sous abri dans le secteur horticole du CATE (à Saint-Pol-de-Léon) a été mise en place pour évaluer les différents leviers pour une meilleure combinaison des méthodes afin de réduire les IFT.



Le dispositif a permis d'observer la présence des ravageurs et des auxiliaires par des notations hebdomadaires. L'expérimentation organisée principalement pour lutter contre le thrips *Frankliniella occidentalis* a dû être adaptée en fonction des ravageurs rencontrés. Une présence très forte de pucerons a par contre été observée dans la culture malgré la mise en œuvre d'apports de différents auxiliaires. L'analyse des observations a montré que l'efficacité de cette stratégie de lutte biologique a été insuffisante jusqu'au mois de juillet. Les parasitoïdes apportés se sont peu installés et peu de momies de pucerons ont été observées. Cette situation est probablement liée à trois facteurs :

- La météorologie de l'année. Les températures nocturnes relativement fraîches durant tout le printemps ont été défavorables à l'installation des parasitoïdes alors qu'elles ont tout de même permis une forte multiplication des pucerons. Une autre stratégie aurait pu être de privilégier à cette période des apports de chrysopes, qui est un prédateur intéressant des pucerons mais son coût relativement élevé a nécessité d'en limiter les apports.
- La sélectivité des parasitoïdes par rapport aux espèces de pucerons présentes. Dans cet essai, seul le puceron *Macrosiphum rosae* a été observé. Or, les parasitoïdes d'élevage qui ont été apportés l'ont été sous forme d'un mix de plusieurs espèces de parasitoïdes dans lequel la proportion de parasitoïdes attaquant *M. rosae* était insuffisante. Ce choix technique aurait dû être réorienté dès l'identification du puceron majoritaire au printemps en apportant le parasitoïde le plus adapté en quantité suffisante.
- Des hyperparasitoïdes ont également été identifiés au cours de l'été dans des momies de pucerons. Ces hyperparasites ont probablement participé à l'installation des parasitoïdes des pucerons.

L'effet de la lutte physique par un chariot d'irrigation double effet n'a pas été suffisant pour limiter fortement la présence des pucerons dans le contexte de très forte infestation de la culture par ce ravageur.

La lutte biologique contre les acariens a donné plus de satisfaction et a permis de relativement bien maîtriser ce ravageur.

Malgré les difficultés rencontrées avec la présence des pucerons, le nombre d'applications phytosanitaires a été très faible et l'IFT observé est de 3 (très faible pour une culture de rosiers).

Pour l'essai 2020, les règles de décision sont amenées à être précisées, notamment concernant la méthode d'observation. Des méthodes d'analyse génétique sur les pucerons seront nécessaires afin de mieux cibler les parasitoïdes. De plus, pour les pépiniéristes qui souhaitent développer cette technique, une formation pour les employés est essentielle afin



qu'ils soient capables de repérer les foyers et les signaler. Un nettoyage et une désinfection des abris à la fin de l'essai 2019 devraient retarder l'arrivée des pucerons l'année prochaine.

Une installation plus précoce de plantes relais sous-abris et la mise en place d'infrastructures écologiques aux abords des abris pourrait favoriser la microfaune spontanée.

Le secteur horticole du CATE pourrait également produire ses propres plants à l'avenir par bouturage pour garantir une bonne qualité sanitaire de base. De plus, la disposition des plantes dans son système, ainsi que la mise en place de capteurs de température et d'hygrométrie sera nécessaire. Enfin, il ne faudra pas négliger l'impact des méthodes de lutte physique sur la qualité finale des plants.

## 6 Bibliographies

Albersheim, P., Anderson-Prouty, A.J., (1975). Host-Pathogen Interactions. *Plant Physiol.* 56 : 286-291.

AuxiMore, (2014). Optimiser le contrôle biologique des bioagresseurs en systèmes de grandes cultures. *Cultivons les auxiliaires*, 6p.

Blériot, L., (2017). Quelques variétés labellisées 3p.

Berger, F., Delval, Ph., (2018). Pièges Chromatiques. <http://www.ecophytopic.fr/tr/m%C3%A9thodes-de-lutte/m%C3%A9thodes-physiques/pi%C3%A9geage-chromatique>. (consulté le 20/04/2019).

Berruyer, R., (2018). Structure et fonction des gènes de résistances. [cours – M1] Berruyer, Université d'Angers, Evolution des gènes R (14), 69p.

Bolckmans, K., (2005). Biological Control of Whiteflies and Western Flower Thrips in Greenhouse Sweet Peppers with the Phytoseiid Predatory Mite *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). Second International Symposium on Biological Control of Arthropod, 11p.

Boll, R., Geria, A., Marconi, A., Migliore, O., Salles, M., Fauvergue, X., (2001). Les plantes-relais : une solution de lutte biologique ?. *Phytoma*. La défense des Végétaux – N°536, 5.

Breitenmoser, S., (2013). Influence des insecticides sur les auxiliaires dans les céréales et pommes de terre, Production végétale, Suisse, 8p.

Brun, R., Mary, L., (2003). La rose sous serre pour la fleur coupée, Astredhor, page 146.

Buechel, T., (2019). Sous la surface : Thrips. Promix. <https://www.pthorticulture.com/fr/zone-du-savoir/sous-la-surface-thrips/>. (consulté le 31/03/2019).

Cannesan, M.A., Coutant, J., Deogratias, J.M., Ferre, A., Hebbinckuys, T., Jacob, L., Langlois, A., Maugin, E., Paris B., Soleymani, A., Stapel, O., Winocq M.L., Robert, F., Penneac'h, A., Lecomte, C., Drouineau, A., Descamps, S., Prog'homme, V., Marie, A., Calvarin, V., Vandernoot, I., Becart, P., Doise, S., Vuillermet, D., (2018). Guide technique sur les méthodes alternatives en protection des plantes. ASTREDHOR, Paris, 144p.

Cranshaw, W.S., (2008). Insect Control Soaps and Detergents. Colorado States University. Insect Series | Home and Garden. No. 5.547, 2p.



Crespel, L., Morel, P., Li-Marchetti, C., Deogratias, J- M., Ferre, A., Stapel, O., Robert, F., (2018). Contrôler l'architecture des plantes horticoles en prenant en compte les facteurs génétiques, environnementaux et culturels. *Innovations Agronomiques* 63 : 43-55.

Butler, G.D., Ritchie, P. L., (1970). Development of *Chrysopa carnea* at Constant and Fluctuating Temperatures. *Journal of Economic Entomology*, Volume 63, Issue 3, p. 1028–1030. <https://doi.org/10.1093/jee/63.3.1028> .

Dassonville, N., Thielemans, T., Gosset, V., Rosemeyer, V., (2015). Constant presence of complementary parasitoids for preventive control of aphids in ornamental plants. *Acta Horticulturae* 363–374. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1099.42> .

Deogratias, J.M., (2019). Les méthodes de protection physique comme alternative aux pesticides. Filière HORTICOLE, ASTREDHOR-Sud-Ouest-GIE Fleurs et Plantes, Lycée Viticole de Montagne, 10p.

Drouineau, A., Ferre, A., (2016). Végétaux permettant l'alimentation des auxiliaires, pour une protection biologique de la production et du paysage. Innovation en protection intégrée et co-construction de schémas de production horticole intrants phytosanitaires. Groupe PBI ASTREDHOR-UMT FloriMed Sophia-Antipolis, 22p.

Du Jardin, P., (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021> .

Elimem, M., Chermiti, B., (2012). Color Preference of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera; Thripidae) and *Orius* sp. (Hemiptera; Anthocorridae) Populations on Two Rose Varieties 6.

Fatnassi, H., Pizzol, J., Senoussi, R., Biondi, A., Desneux, N., Poncet, C., et al. (2015). Within-Crop Air Temperature and Humidity Outcomes on Spatio-Temporal Distribution of the Key Rose Pest *Frankliniella occidentalis*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126655> .

Ferre, A., (2012). Des plantes fleuries pour protéger de futures fleurs en "PBI plein air". *Phytoma-La-défense des végétaux*, 651: 21-24.

FERRE A., (2016) Les plantes de service, pivot de la production alternative. *Phytoma*, 691: 22-26.

Ferre, A., (2016). Végétaux permettant l'alimentation des auxiliaires, pour une protection biologique de la production et du paysage 22p.

Ferrero, M., (2009). Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique 237p.

Fraval, P.A., (2012). Les pucerons - 1ère partie 6p.

Golizadeh, A., Jafari-Behi, V., Razmjou, J., Naseri, B., Hassanpour, M., (2017). Population Growth Parameters of Rose Aphid, *Macrosiphum rosae* (Hemiptera: Aphididae) on Different Rose Cultivars. *Neotropical Entomology* 46, 100–106. <https://doi.org/10.1007/s13744-016-0428-4> .



Gough, N., (1991). Long-term stability in the interaction between *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* producing successful integrated control on roses in southeast Queensland. *Exp Appl Acarol* 12, 83–101. <https://doi.org/10.1007/BF01204402>.

Grange, R., (2015). 02.41.79.63.61 [contact@excellence-vegetale.org](mailto:contact@excellence-vegetale.org) 36p.

Guoliang, W., (2003). History of rose in cultivation. Jiangsu Forestry Academy, Dongshanqiao, Nanjing, China, Elsevier, 9. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227620-5/00045-8>.

Harvard, M., Alaphillippe, E.A., Deytieux, V., Estorgues, V., Labeyrie, B., Lafond, D., Meynard, J.M., Petit, M.S., Plénet, D., Picault, S., Faloya, V., (2017). Guide de l'expérimentateur système: concevoir, conduire et valoriser une expérimentation "système" pour les cultures assolées et pérennes, GIS PIClég, GIS Fruits, Réseau ECOVITI, RMT Systèmes de culture innovants, *GIS Relance Agronomique*, 172p.

Haudebourg M.T., (1995). Roses & Jardins : Tout ce qu'il faut savoir sur leur origine et leur histoire. Collection n°55, Edition n°1, Hachette, Anita Pereire, Baume-les-Dames, 311 p.

INRA, (2013). *Podosphaera pannosa*. <http://ephytia.inra.fr/fr/Contents/view/16166>. (consulté le 13/04/019).

INRA, (2019). Lutte biologique. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/25472/Agiir-Lutte-biologique>. (consulté le 14/04/019).

Jandricic, S., (2015). Spray technique affects nematode rates. Greenhouse Floriculture IPM Specialist, OMAFRA. <https://onfloriculture.wordpress.com/2015/04/02/spray-technique-affects-nematode-rates/>. (consulté le 13/04/2009).

Klarzynski, O., Fritig, B., (2001). Stimulation des défenses naturelles des plantes. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - *Sciences de la Vie*, 324 : 953–963. [https://doi.org/10.1016/S0764-4469\(01\)01371-3](https://doi.org/10.1016/S0764-4469(01)01371-3).

Khajehali, J., Van Leeuwen, T., Tirry, L., (2009). Susceptibility of an organophosphate resistant strain of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) to mixtures of bifenazate with organophosphate and carbamate insecticides. *Springer*, 49 : 185–192. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9261-3>.

Lavorel, S., (2013). Plant functional effects on ecosystem services. Laboratoire d'Ecologie Alpine. *Journal of Ecology*, 101 : 4–8. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12031>.

LeBerre, A., (2014). Rosa app. Maladies et ravageurs. INRA. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/16194/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Les-maladies-et-ravageurs>. (consulté le 01/04/2019).

Lee, Y.-S., Song, M.-H., Ahn, K.-S., Lee, K.-Y., Kim, J.-W., Kim, G.-H., (2003). Monitoring of Acaricide Resistance in Two-Spotted Spider Mite (*Tetranychus urticae*) Populations from Rose Greenhouses in Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 6 : 91–96. [https://doi.org/10.1016/S1226-8615\(08\)60173-9](https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60173-9).



**Rapport-Gratuit.com**

Leghari, A.J., Laghari, U.A., Laghari, A.H., (2016). Cultivation of rose (ROSA INDICA L.). Journal of Floriculture and Landscaping. <https://doi.org/10.25081/jfcls.2016.v2.3044> .

LegiFrance (2000). Arrêté du 31 juillet 2000 établissant la liste des organismes nuisibles aux végétaux, produits végétaux et autres objets soumis à des mesures de lutte obligatoire. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000584174>. (consulté le 28/04/2019).

Li-Marchetti, C., Le Bras, C., Chastellier, A., Relion, D., Morel, P., Sakr, S., Hibrand-Saint Oyant, L., Crespel, L., (2017). 3D Phenotyping and QTL analysis of a complex character: rose bush architecture. *Tree Genet Genomes*.

Lins, J.C., Bueno, V.H.P., Sidney, L.A., Silva, D.B., Sampaio, M.V., Pereira, J.M., Nomelini, Q.S.S., Lenteren, J.C. van, (2013). Cold storage affects mortality, body mass, lifespan, reproduction and flight capacity of Praon volucre (Hymenoptera: Braconidae). *European Journal of Entomology*, 110 : 263–270. <https://doi.org/10.14411/eje.2013.039> .

Liorzou, M., Pernet, A., Li, S., Chastellier, A., Thouroude, T., Michel, G., Malécot, V., Gaillard, S., Briée, C., Foucher, F., Oghina-Pavie, C., Clotault, J., Grapin, A., (2016). Nineteenth century French rose (Rosa sp.) germplasm shows a shift over time from a European to an Asian genetic background. *Journal of Experimental Botany* 67 : 4711–4725. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw269> .

Malécot, V., (2016). Expertise nomenclature et taxonomique concernant le nom Rosa floribunda. Institut de Recherche en Horticulture et Semences, AGROCAMPUS-OUEST campus d'Angers. 5.

Mehrpavar, M., Hatami, B., (2007). Effect of temperature on some biological parameters of an Iranian population of the Rose Aphid, Macrosiphum rosae (Hemiptera: Aphididae). *European Journal of Entomology* 104 : 631–634. <https://doi.org/10.14411/eje.2007.078>.

Miclot, A.S., Larenaudie, M., Roman, H., Chastellier, A., Thouroude, T., Foucher, F., Robert, F., DelaCour, J.M., Tragin, M., Gros, O., Gironde, S., Bersihand, S., Massot, M., Bryone, F., Félix, F., Hibrand-Saint Oyant, L., (2016). Maîtrise des maladies fongiques du feuillage des rosiers de jardin : vers une démarche de valorisation et labellisation des ressources génétiques économes en intrants phytosanitaires. *Innovations Agronomiques*, 49 : 179-188.

Mouden, S., Sarmiento, K.F., Klinkhamer, P.G., Leiss, K.A., (2017). Integrated pest management in western flower thrips: past, present and future: Integrated pest management in western flower thrips. *Pest. Manag. Sci.* 73, 813–822. <https://doi.org/10.1002/ps.4531>.

Mouttet, R., Bearez, P., Thomas, C., Desneux, N., 2011. Phytophagous Arthropods and a Pathogen Sharing a Host Plant: Evidence for Indirect Plant-Mediated Interactions. *PLoS ONE* 6, e18840. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018840>.



Nicetic, O., Watson, D.M., Beattie, G.A.C., Meats, A., Zheng, J., (2001). Integrated pest management of two-spotted mite *Tetranychus urticae* on greenhouse roses using petroleum spray oil and the predatory mite, 2p.

Nilsson, U., Porcel, M., Świergiel, W., Wivstad, M., (2016). Habitat manipulation – as a pest management tool in vegetable and fruit cropping systems, with the focus on insects and mites. Swedish University of Agricultural Sciences, 54p.

Noack, R., (2003). BREEDING | Selection Strategies for Disease and Pest Resistance, in: Encyclopedia of Rose Science. Elsevier, pp. 49–55. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227620-5/00100-2>.

O'Hara, J., (2008). Tachinid Flies (Diptera Tachinidae). Agriculture and Agri-Food, Canada, Ottawa, 334p.

Pardossi, A., Carmassi, G., Diara, C., Incrocci, L., Maggini, R., Massa, D. (2011). Fertigation and Substrate Management in Closed Soilless Culture. Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie, Università di Pisa, Pisa, 64p.

Pingault, N., Pleyber, E., Champeaux, C., Guichard, L., Omon, B., (2009). Produits phytosanitaires et protection intégrée des cultures : l'indicateur de fréquence de traitement. Notes et études socio-économiques n°31, pp. 61-94, [http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf\\_nese090332A3.pdf](http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf_nese090332A3.pdf).

Pons, X., Lumbierres, B., Madeira, F., Starý, P., (2018). Aphid–parasitoid diversity in urban green areas: a background for conservative control strategies. *Biodiversity*, 19 : 172–178. <https://doi.org/10.1080/14888386.2018.1503970>.

Price, P.W., Bouton, C.E., Gross, P., McPherson, B.A., Thompson, J.N., Weis, A.E., (1980). Interactions Among Three Trophic Levels: Influence of Plants on Interactions Between Insect Herbivores and Natural Enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11 : 41–65. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.11.110180.000353>.

Robin, P., (1998). Horticulture sans sol: histoire et actualité. Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales, *INRA Editions*, 46-47, pp.97-130.

Schaub A., Toupet A.L., Deytieux V., Toqué C., Petit M.S., Cadoux S., Minette S., Vivier C., Geloën, M., Massot P., Fonteny C., & Reau R. 2016. Décrire un système de culture expérimenté, pour aider à son pilotage, faciliter son analyse et communiquer. Guide méthodologique du réseau expérimental du Réseau Mixte Technologique «Systèmes de culture innovants», Mai 2016, p 68.

Scradh, 2016. Ecophyto, pour mieux accompagner l'innovation en protection des plantes. La fiche-technique environnement du SCRADH, N°34. [www.scradh.com](http://www.scradh.com).

Shameh, S., Hosseini, B., Alirezalu, A., Maleki, R., (2018). Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of Petals of Six Rosa Species from Iran. *Journal of AOAC International*, 101 : 1788–1793. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0111>.



Shimoda, M., Honda, K., (2013). Insect reactions to light and its applications to pest management. *Entomology and Zoology*, 48 : 413–421. <https://doi.org/10.1007/s13355-013-0219-x>.

Sullivan, D.J., Völkl, W., (1999). Hyperparasitism : Multitrophic Ecology and Behavior. Annual Review of Entomology, Volume 44, pp 291-315. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.291>.

Suresh, J., (2015). Effect of different growing media on growth of pot grown Rose (*Rosa chinensis* Jacq.) 3p.

Stenseth, C., (1979). Effet of temperature and humidity on the development of *Phytoseiulus persimilis* and its ability to regulate populations of *tetranychus urticae* [acaria : Phytoseiidae. Tetranychidae]. Norwegian Plant Protection Institute, *Entomophaga*, 24 (3), 311-317.

Theux, M., (2015). Les syrphes et les pucerons : Le cas de *Myzus persicae* et d'*Episyrphus balteatus*. *Phytopharmacie et phytopatologie*, Master Architecture du Paysage. 15p. <https://fr.slideshare.net/MaelleThueux/les-syrphes-et-les-pucerons>.

Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., de Vries, S., (2005). Benefits and Uses of Urban Forests and Trees, in: Konijnendijk, C., Nilsson, K., Randrup, T., Schipperijn, J. (Eds.), Urban Forests and Trees. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 81–114. [https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X\\_5](https://doi.org/10.1007/3-540-27684-X_5).

Val'hor, (2011). Communiqué de presse - Val'hor officialise la création de la certification « Plante Bleue », 18p.

Van Der Liden, A., (2004). *Amblyseius andersoni* chant (Acari: Phytoseiidae), successful predatory mite on *Rosa* spp. Communications in agricultural and applied biological science, Wageningen University and Research Centre. 157-163.

Verrier, C., (2017). Protection Biologique Intégrée sur Rosier en serre : Optimisation de la lutte contre le thrips (*Frankliniella occidentalis*), suivi et outils de décision. Mémoire mention Biologie et Technologie du Végétal, Université d'Angers, p 68.

Vijulie, I., Matei, E., Manea, G., Preda, M., Cocos, O., Cuculici, R., (2017). Exploitation of Agricultural Land in Romania through Niche Crops, as an Alternative for the Development of Local Economy. Case Study : Rose Culture 5, 13p.

Walker, P.T., (1980). Standardization of Pest Assessment.: Normalisation des méthodes pour L'évaluation des populations de déprédateurs. EPPO Bulletin 10, 93–96. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1980.tb02629.x>.

Weintraub, P., Palevsky, E., (2008). Evaluation of the predatory mite, *Neoseiulus californicus*, for spider mite control on greenhouse sweet pepper under hot arid field conditions. *Experimental and Applied Acarology*, 45 : 29–37. <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9169-3>

Winocq, M.-L., (2011). Méthodes d'évaluation de la qualité sanitaire des jeunes plants horticoles. *Innovations Agronomiques*, 15 : 1-8.





## 7 Annexes



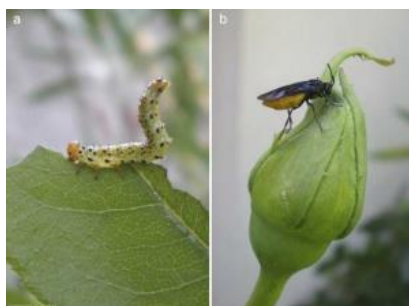
Annexe I : L'oïdium du rosier provoqué par *Podosphaera pannosa* (albizia, 2013).



Annexe II : La rouille provoqué par *Phragmidium mucronatum* (Le Berre, 2014).



Annexe III : Symptômes des taches noires obtenus après inoculation, *Diplocarpon rosae* (Miclot et al., 2016).



Annexe IV : Les tenthrèdes (*Arge pagana*) se remarquent par la position d'alerte des fausses chenilles qui dévorent le limbe (a). L'adulte (b) est reconnaissable à son abdomen jaune (Le Berre, 2014).





Annexe V : Dégâts sur feuilles de rosier causés par la mégachille (insecte hyménoptère) qui découpe le limbe en demi-cercle. *Megachile centuncularis* (Le Berre, 2014).



Annexe VI : Boucliers blancs de la cochenille *Aulacaspis rosae* (pou blanc des rosiers) sur bois de rosier dont les piqures affaiblissent gravement la plante. *Rosa spp.* (Le Berre, 2014).



Annexe VII : Mineuses des pousses pouvant être provoqué par *Ardis pallipes* et *A. sulcata*, ou encore par *Cladardis elongatula* et *Hymenoptera Tenthredinidae* (Le Berre, 2003).

**Rapport-Gratuit.com**

Mix-biobest	<i>Aphelinus abdominalis</i>	<i>Aphidius colemani</i>	<i>Aphidius ervi</i>	<i>Aphidius matricariae</i>	<i>Ephedrus cerasicola</i>	<i>Praon volucre</i>
<b>Acyrtosiphon malvae</b>			**			***
<i>Amphoro</i>			*			***
<i>Aphis craccivora</i>		**		*		**
<i>Aphis fabae</i>		*		**		
<i>Aphis forbesi</i>				*		***
<b>Aphis gossypii</b>		***		***		
<i>Aphis idaei</i>		*		**		
<i>Aphis frangulae</i>		*		**		
<i>Aphis nasturii</i>				**		
<i>Aphis ruborum</i>				**		
<i>Aphis schneideri</i>		*				
<i>Aphis spiraeicola</i>				**		
<b>Aulacorthum solani</b>	***		***		***	***
<b>Chaetosiphon fragaefolii</b>					*	*
<i>Dysaphis aplifolia</i>			**			
<i>Erecaphis fimbriata</i>	**					
<i>Illinia pepperi</i>			***			
<b>Macrosiphum euphorbiae</b>	***		***			***
<b>Macrosiphum rosae</b>	***					***
<i>Mysus ascaionicus</i>				*		
<i>Mysus nicotianae</i>				**		*
<i>Mysus omatus</i>		**		**		
<b>Mysus persicae</b>	***	***	***	***		
<i>Ovatus crataegarius</i>	*			**		
<b>Rhodobium porosum</b>	**		*		*	*

Annexe VIII : Tableau récapitulatif d'un mix de parasitoïdes possible proposé par Biobest.



Partie A: Produits phytopharmaceutiques de biocontrôle comprenant des micro-organismes		
Substance active	Nom commercial	N°AMM
Adoxophyes orana GV strain BV-0001	CAPEX	2140187
Ampelomyces quisqualis	AQ 10	2100207
Aureobasidium pullulans (strains DSM 14940 and DSM 14941)	BLOSSOM PROTECT	2110079
Aureobasidium pullulans (strains DSM 14940 and DSM 14941)	BOTECTOR	2120082
Aureobasidium pullulans (strains DSM 14940 and DSM 14941)	CINERKIL	2140036
BACILLUS FIRMUS I-1582	FLOCTER	2120069
Bacillus pumilus QST 2808	BALLAD	2140160
Bacillus subtilis str. QST 713	SERENADE JARDINS	2110040
Bacillus subtilis str. QST 713	SERENADE MAX	2100162
Bacillus thuringiensis subsp. aizawai	XENTARI	2020241
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	DIPEL DF	2010513
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	BACIVERS DF	2010513
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	BACTOSPEINE DF	2010513
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	BACTURA DF	2010513
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	BIOBIT DF	2010513
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	INSECTOBIOL DF	2010513
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	SCUTELLO DF	2010513
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	DIPEL DF JARDIN	2150417
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	BACIVERS DF JARDIN	2150417
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	BACTOSPEINE DF JARDIN	2150417
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	BACTURA DF JARDIN	2150417
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	SCUTELLO DF JARDIN	2150417
Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki	FORAY 48 B	8900137
Beauveria bassiana strain 147	OSTRINIL	9300093
Coniothyrium minitans	CONTANS WG	9900189
Coniothyrium minitans	FELIZ	2140217
Cydia pomonella granulosis virus	CARPOVIRUSINE 2000	9800076
Cydia pomonella granulosis virus	CARPOVIRUSINE EVO 2	2120081
Cydia pomonella granulosis virus	CARPOVIRUSINE GARDEN	2150851
Cydia pomonella granulosis virus	MADEX PRO	2130175
Cydia pomonella granulosis virus	MADEX TWIN	2140238
Gliocladium catenulatum souche J1446	PRESTOP	2120177
Gliocladium catenulatum souche J1446	PRESTOP 4B	2150847
Helicoverpa armigera nucleopolyhedrovirus	HELICOVEX	2140094
Isaria fumosorosea Apopka strain 97	PREFERAL	2010206
Lecanicillium muscarium strain Ve6	MYCOTAL	2040354
Metarhizium anisopliae var. anisopliae BIPESCO 5/F52	MET52 GRANULÉ	2110055
Metarhizium anisopliae var. anisopliae BIPESCO 5/F52	MITAXION G	2110055
Phlebiopsis gigantea	ROSTOP	2120176
Pseudomonas chlororaphis MA342	CERALL	2080056
Pythium oligandrum	POLYVERSUM	2150328
Streptomyces K61 (formerly S. griseoviridis)	MYCOSTOP	2140208
Trichoderma asperellum strains ICC012 T25 and TV1	XEDAVIR	2130089
Trichoderma asperellum T34	ASPERELLO T34 Biocontrol	2160492
Trichoderma asperellum T34	T34 Biocontrol	2160492
Trichoderma atroviride I-1237	ESQUIVE WP	2080004
Trichoderma atroviride I-1238	TRI-SOIL	2160686
Trichoderma atroviride T11 et Trichoderma asperellum T25	TUSAL	2150839
Trichoderma gamsii ICC080	TELLUS	2150155
Trichoderma harzianum Rifai strains T-22 and ITEM-908	TRIANUM-G	2090168
Trichoderma harzianum Rifai strains T-22 and ITEM-908	TRIAGRO GR	2090168
Trichoderma harzianum Rifai strains T-22 and ITEM-908	TRIANUM-P	2090169
Trichoderma harzianum Rifai strains T-22 and ITEM-908	TRIAGRO WG	2090169
Virus de la mosaïque du pèpino, souche CH2, isolat 1906	PMV-01	2159995
Virus de la mosaïque jaune de la courgette souche bénigne	AGROGUARD-Z	2060125
Virus de la polyhedrose nucléaire	LITTOVIR	2160706

Annexe IX : Début de liste de produits alternatifs utilisés en cultures légumières et ornementales.





Nombre de Thrips / fleur	Fleur de chou	1er apport 03/06/2019	2eme apport 23/06/2019
	1	0	2
	2	0	1
	3	1	2
	4	0	1
	5	0	2
	6	0	2
	7	0	2
	8	0	2
	9	2	2
	10	0	2
	11	0	1
	12	1	0
	13	0	1
	14	1	0
	15	0	0
	16	0	0
	17	1	0
	18	0	1
	19	0	2
	20	2	2
	21	1	1
	22	3	1
	23	0	1
	24	0	0
	25	0	0
	26	0	1
	27	1	0
	28	0	0
	29	0	1
	30	2	1

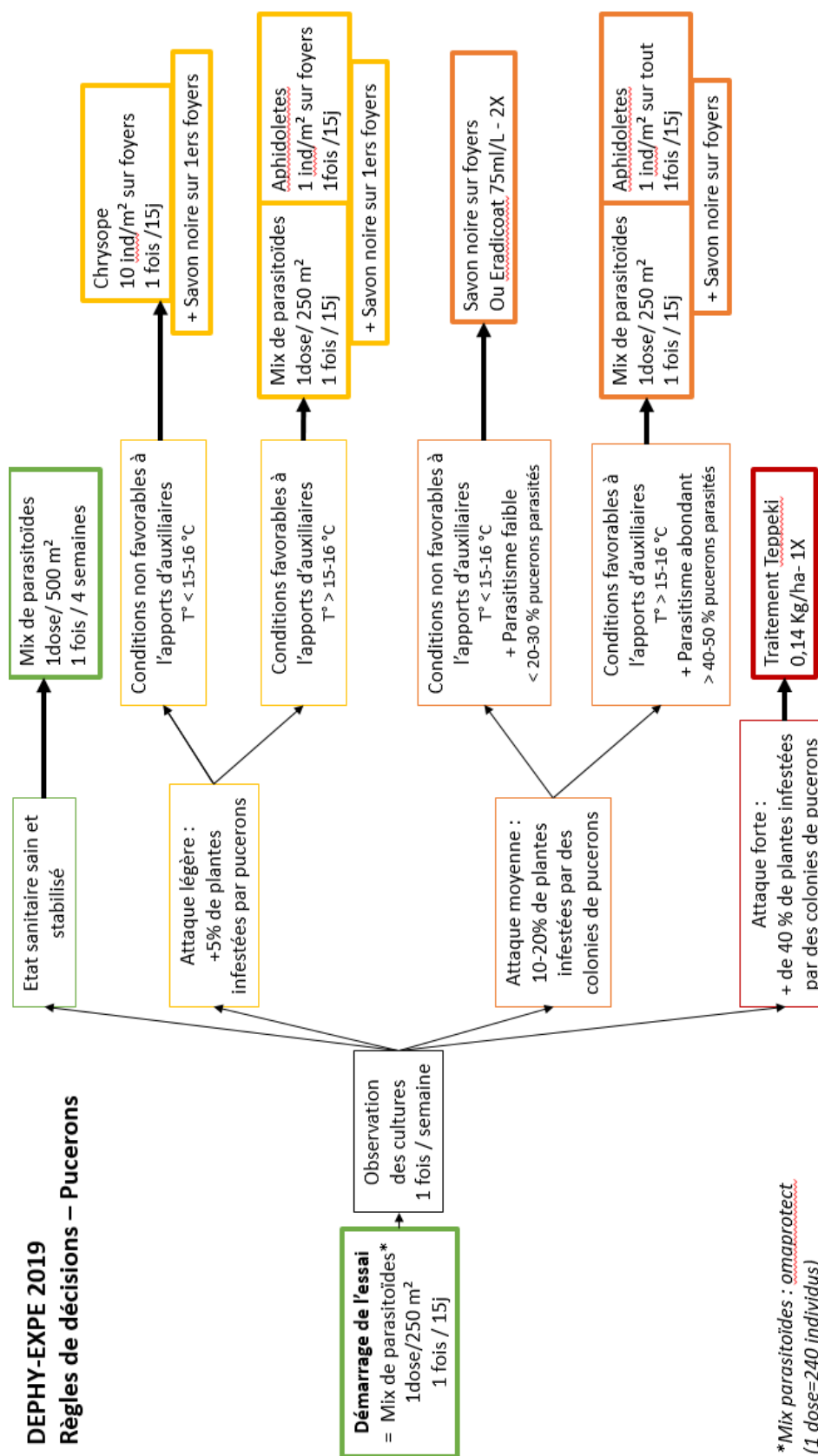
Annexe X : Tableau représentant le nombre de thrips présent lors d'un échantillonnage aléatoire de fleur de chou.



[illegible]



## DEPHY-EXPE 2019 Règles de décisions – Pucerons



Annexe XII : Règles de décisions mis en place pour la lutte biologique contre les pucerons.

**Rapport-Gratuit.com**







		2018				2019				2020				2021				2022				2023			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Action n°1 Mise au point du matériel et des méthodes opératoires des nouvelles méthodes alternatives	Tache 1.1 : Caractérisation de l'environnement des abris, végétalisation des abords																								
	Tache 1.2 : Mise au point du matériel et des modes opératoires de la lutte physique par aspiration et collage																								
	Tache 1.3 : Mise au point des modes opératoires de l'application de biostimulant et de produits alternatif de biocontrôle																								
Action n°1 Mise au point des stratégies globales combinant la lutte biologique et la 2ème méthodes alternatives	Tache 2.1 : Mise au point d'une stratégie globale combinant la lutte biologique et la lutte physique. Test de différentes combinaisons et mises au point des règles de décision																								
	Tache 2.2 : Mise au point d'une stratégie globale combinant la lutte biologique et l'application de biostimulants et de produits alternatifs de biocontrôle. Test de différentes combinaisons et mises au point des règles de décision.																								
Action n°3: Validation de la meilleure combinaison entre la lutte biologique et la lutte physique ou l'application de biostimulant et de produits alternatifs de biocontrôle	Tache 3.1 : Validation de la stratégie globale, c'est-à-dire de la meilleure combinaison possible entre la lutte physique et la lutte biologique																								
	Tache 3.2: Validation de la stratégie globale, c'est-à-dire de la meilleure combinaison possible entre l'application de biostimulants et de produits alternatifs de biocontrôle et la lutte biologique																								
Action n°4	Valorisation et diffusion des résultats																								
Comités de pilotage																									

Annexe XIV : Planning de mise en œuvre des actions du projet RosaBIP.



### Pearson's Chi-squared test

```
data: Puc
X-squared = 19.009, df = 19, p-value = 0.4563
```

### Fisher's Exact Test for Count Data

```
data: Ac
p-value = 0.4128
alternative hypothesis: two.sided
```

Annexe XV : Test de Khi deux (a) et de Fisher (b) (approprié selon les données) comparant la distribution des plantes touchées par les pucerons et les acariens pour le témoin sur les deux variétés (*Fairy* et *Fairy road*).

### Fisher's Exact Test for Count Data

```
data: Thr
p-value = 0.01522
alternative hypothesis: two.sided
```

Annexe XVI : Test de Fisher comparant la distribution des plantes touchées par les thrips pour le témoin sur les deux variétés (*Fairy* et *Fairy road*).

### Analysis of Variance Table

Response: d\_corr\$PourPuc

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
d_corr\$Tmoy	1	92.4	92.43	0.0934	0.7641
d_corr\$RHmoy	1	707.5	707.48	0.7148	0.4111
d_corr\$StdF1	1	93.7	93.67	0.0946	0.7626
d_corr\$Tmoy:d_corr\$RHmoy	1	1066.0	1066.02	1.0771	0.3158
Residuals	15	14846.2	989.75		

Annexe XVII : Anova sur le modèle de régression linéaire le plus complexe entre la distribution des plantes touchées par les pucerons et les différents facteurs pouvant affectés leur présence.



## Analysis of Variance Table

Response: d\_corr\$PourAc

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
d_corr\$Tmoy	1	1316.41	1316.41	8.1219	0.01217 *
d_corr\$RHmoy	1	0.13	0.13	0.0008	0.97742
d_corr\$StdF1	1	17.52	17.52	0.1081	0.74686
d_corr\$Tmoy:d_corr\$RHmoy	1	144.52	144.52	0.8917	0.35999
Residuals	15	2431.22	162.08		

---

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

call:

```
lm(formula = d_corr$PourAc ~ d_corr$Tmoy + d_corr$RHmoy + d_corr$StdF1 +
    d_corr$Tmoy * d_corr$RHmoy)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-19.209	-5.185	-1.680	3.710	34.365

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	66.093075	114.814157	0.576	0.573
d_corr\$Tmoy	-3.973460	7.585658	-0.524	0.608
d_corr\$RHmoy	-1.335077	1.453063	-0.919	0.373
d_corr\$StdF1	-0.008413	0.137151	-0.061	0.952
d_corr\$Tmoy:d_corr\$RHmoy	0.091548	0.096951	0.944	0.360

Residual standard error: 12.73 on 15 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.3782, Adjusted R-squared: 0.2124

F-statistic: 2.281 on 4 and 15 DF, p-value: 0.1088

Annexe XVIII : Anova sur le modèle de régression linéaire le plus complexe entre la distribution des plantes touchées par les acariens et les différents facteurs pouvant affectés leur présence.

### Pearson's Chi-squared test

data: StdF1FR

X-squared = 10.96, df = 7, p-value = 0.1404

Annexe XIX : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes au stade de floraison pour le témoin sur les deux variétés (*Fairy* et *Fairy road*).

### Pearson's Chi-squared test

data: Pucmod

X-squared = 36.438, df = 38, p-value = 0.5417

Annexe XX : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes touchées par les pucerons pour les trois modalités sur la variété *Fairy road*.



#### Pearson's Chi-squared test

```
data: Pucmodfr2  
X-squared = 4.0656, df = 12, p-value = 0.9822
```

Annexe XXII : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes touchées par les pucerons pour les trois modalités à une fréquence de passage peu importante (1 fois/jours) sur les deux variétés (*Fairy* et *Fairy rood*).

#### Pearson's Chi-squared test

```
data: Pucmodfr3  
X-squared = 89.948, df = 16, p-value = 2.558e-12
```

Annexe XXIII : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes touchées par les pucerons pour les trois modalités à une fréquence de passage intensive (5 fois/jours) sur les deux variétés (*Fairy* et *Fairy rood*).

#### Pearson's Chi-squared test

```
data: ThrmodR  
X-squared = 72.935, df = 18, p-value = 1.431e-08
```

Annexe XXIV : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes touchées par les thrips pour les trois modalités (M1, M2 et T) sur la variété *Fairy rood*.

#### Pearson's Chi-squared test

```
data: stdfm1FR  
X-squared = 11.086, df = 8, p-value = 0.1969
```

Annexe XXV : Test de Khi deux comparant la distribution des plantes au stade de floraison pour la modalité 1 sur les deux variétés (*Fairy* et *Fairy rood*).

#### Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
data: table(don$P, don$T)  
X-squared = 45.822, df = 1, p-value = 1.295e-11
```

Annexe XXVI : Test du khi deux d'indépendance évaluant si la présence de thrips et de pucerons sont dépendants.



**Rapport-Gratuit.com**

Parasitoid species	Number of associations	
	With aphids	Tritrophic plant-aphid
<i>Adialytus salicaphis</i> (Fitch)	4	6
<i>Adialytus thelaxis</i> (Stary)	2	2
<i>Aphidius absinthii</i> Marshall	2	2
<i>Aphidius colemani</i> Viereck	2	2
<i>Aphidius ervi</i> Haliday	3	4
<i>Aphidius matricariae</i> Haliday	14	20
<i>Aphidius salicis</i> Haliday	1	2
<i>Aphidius sonchi</i> Marshall	1	1
<i>Aphidius urticae</i> Haliday	2	2
<i>Binodoxys acalephae</i> (Marshall)	6	8
<i>Binodoxys angelicae</i> (Haliday)	14	32
<i>Binodoxys heraclei</i> (Haliday)	1	1
<i>Diaeretiella rapae</i> (M'Intosh)	6	6
<i>Diaeretus leucopterus</i> (Haliday)	2	2
<i>Ephedrus chaitophori</i> Gardenfors	1	1
<i>Ephedrus niger</i> Gautier, Bonnamour and Gaumont	1	1
<i>Ephedrus persicae</i> Froggatt	8	9
<i>Euaphidius cingulatus</i> (Ruthe)	2	4
<i>Lipolexis gracilis</i> Förster	10	12
<i>Lysiphlebus confusus</i> Tremblay and Eady	3	3
<i>Lysiphlebus fabarum</i> (Marshall)	7	9
<i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson)	39	81
<i>Pauesia laricis</i> (Haliday)	1	1
<i>Praon abjectum</i> (Haliday)	3	3
<i>Praon volucre</i> (Haliday)	4	4
<i>Pseudopraon mindariphagum</i> Stary	1	1
<i>Trioxyx brevicornis</i> (Haliday)	2	3
<i>Trioxyx curvicaudus</i> Mackauer	4	4
<i>Trioxyx falcatus</i> Mackauer	1	1
<i>Trioxyx pallidus</i> (Haliday)	10	13
<i>Trioxyx phyllaphidis</i> Mackauer	1	1
<i>Trioxyx remaudierei</i> Stary and Rakhshani	1	1
<i>Trioxyx tenuicaudus</i> Stary	2	3

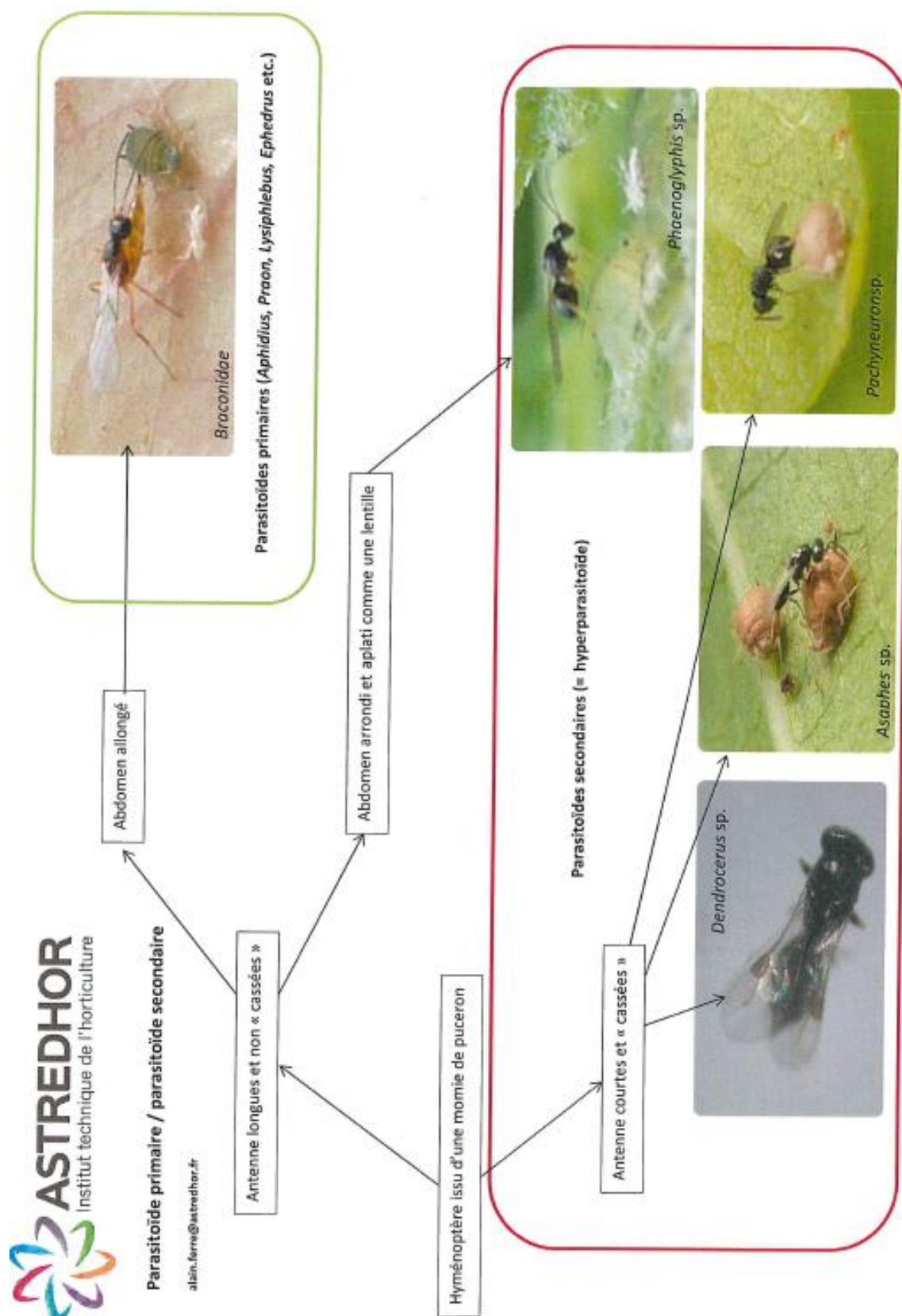
Annexe XXVII : Tableau représentant l'association des parasitoïdes à un certain nombre d'espèces de pucerons et de plantes hôtes selon Pons et al., 1980.



	Date						Date						Date				
	Hauteur des plants (en cm)	Nb moyens de fleurs	Nb moyen de boutons floraux	Aspects des feuilles	Aspects des fleurs		Hauteur des plants (en cm)	Nb moyens de fleurs	Nb moyen de boutons floraux	Aspects des feuilles	Aspects des fleurs		Hauteur des plants (en cm)	Nb moyens de fleurs	Nb moyen de boutons floraux	Aspects des feuilles	Aspects des fleurs
M1F	1					TF	61					M2F	121				
	2						62						122				
	3						63						123				
	4						64						124				
	5						65						125				
	6						66						126				
	7						67						127				
	8						68						128				
	9						69						129				
	10						70						130				
	11						71						131				
	12						72						132				
	13						73						133				
	14						74						134				
	15						75						135				
	16						76						136				
	17						77						137				
	18						78						138				
	19						79						139				
	20						80						140				
	21						81						141				
	22						82						142				
	23						83						143				
	24						84						144				
	25						85						145				
	26						86						146				
	27						87						147				
	28						88						148				
	29						89						149				
	30						90						150				
M1R	31					TR	91					M2R	151				
	32						92						152				
	33						93						153				
	34						94						154				
	35						95						155				
	36						96						156				
	37						97						157				
	38						98						158				
	39						99						159				
	40						100						160				
	41						101						161				
	42						102						162				
	43						103						163				
	44						104						164				
	45						105						165				
	46						106						166				
	47						107						167				
	48						108						168				
	49						109						169				
	50						110						170				
	51						111						171				
	52						112						172				
	53						113						173				
	54						114						174				
	55						115						175				
	56						116						176				
	57						117						177				
	58						118						178				
	59						119						179				
	60						120						180				

Annexe XXVIII : Feuille de notation de la qualité du rosier selon les différentes modalités  
(M1 : Modalité 1 ; M2 : Modalité 2 ; T : Témoin ; F : *The Fairy* et R : *Fairy road*).








Annexe XXIX : Illustration représentant la différence entre un parasitoïde primaire et un parasitoïde secondaire.



<b>Variables</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Thrips</b>	absence	1	2-3	4-7	8-15	16-32
<b>Pucerons</b>	absence	1-3	4-10	11-30	31-100	>100
<b>Cochenilles</b>	absence	1 organe touché (nœud, feuille)	2-3 organes touchés	4 organes et plus		
<b>Acariens</b>	absence	1-10	10-50	>50	toile	
<b>Chenilles</b>	absence	dégâts ou excréments sans chenille	1 chenille vivante	2 chenille et plus		
<b>Aleurodes</b>	absence	quelques adultes	3-10	11-30	31-100	>100
<b>Mineuses</b>	absence	1 feuille touchée	2-3 feuilles touchées	4 feuilles et plus		
<b>Cicadelles</b>	absence	1-2	3-10	>10		

Annexe XXX : Echelle de notation du projet Ecophyto 2019.



  		Diplôme: Master Mention : Biologie Végétale (BV) Parcours : Qualité des Productions Spécialisées
Auteur(s) : Marion AH-VANE Date de naissance* : 04/05/1995		Organisme d'accueil : Station expérimentale du CATE Adresse : Vezendoquet, 29250 SAINT-POL-DE-LEON Maître de stage : Laurent MARY
Nb pages : 48                      Annexe(s) : XXXI		
Année de soutenance : 2019		
Titre français : Démarche agro-écologique innovant en rosier hors sol sous abri pour une culture à bas niveau Intrants phytosanitaires.		
Titre anglais : Innovative agro-ecological approach in ground rose under shelter for a low level crop Phytosanitary inputs.		
Résumé (1600 caractères maximum) :  <p>Ce projet visait à évaluer l'intérêt de la l'utilisation combinée de la lutte biologique et de méthodes de lutte physique dans une stratégie globale de protection d'une culture de rosier de pépinière cultivée en conteneur sous abri non chauffé. Une des principales cibles visées était le thrips californien <i>Frankliniella occidentalis</i>. Il était prévu de comparer deux méthodes de lutte physique, d'une part, la technique « Push and Pull » par la mise en œuvre d'un chariot d'irrigation à double effet et d'autre part, une technique d'aspiration des ravageurs. Pour cela une expérimentation a été mise en place en mars 2019 à la station du CATE à Saint-Pol-de-Léon dans le Finistère. Un dispositif a permis d'observer la présence des ravageurs et des auxiliaires jusqu'en août 2019 par des observations hebdomadaires. Toutefois, deux difficultés sont apparues au cours de cette expérimentation. La présence des Thrips a été très faible et n'est intervenue que tardivement et l'effet des modalités étudiées sur ce ravageurs n'a pas pu être examinée. De plus, un des dispositifs de lutte physique prévu au départ (l'aspiration) n'a été installé que tardivement du fait du temps nécessaire à la fabrication du pilote et son évaluation n'a pas été non plus possible pendant la durée du stage. Les tests se sont alors réalisés sur la présence de pucerons. L'analyse des observations montre la complexité de la protection biologique intégrée et met en évidence la combinaison de facteurs pour une bonne gestion des ravageurs et maladies.</p>		
Abstract (1600 caractères maximum) :  <p>This project aimed to evaluate the interest of the combined use of biological control and physical control methods in a comprehensive strategy to protect a nursery rose crop grown in unheated under shelter. One of the main targets was Californian thrips, <i>Frankliniella occidentalis</i>. It was planned to compare two methods of physical control, on the one hand, the technique "Push and Pull" by the implementation of a double-acting irrigation trolley and on the other hand, a technique of aspiration of pests. For this, an experiment was set up in March 2019 at the CATE station in Saint-Pol-de-Léon in Finistère. A device made it possible to observe the presence of pests and auxiliaries until August 2019 by weekly observations. However, two difficulties appeared during this experiment. The presence of Thrips was very low and did not occur until late and the effect of the modalities studied on this pest could not be examined. In addition, one of the physical control devices initially planned (suction) was installed late because of the time required for the manufacture of the pilot and its evaluation was also not possible during the course of the internship. The tests were then performed on the presence of aphids. The analysis of observations shows the complexity of integrated biological protection and highlights the combination of factors for good pest and disease management.</p>		
Mots-clés : Protection biologique intégrée, règle de décision, IFT, Rosier, ravageurs Key Words: Integrated biological protection, decisions rules, IFT, Rose bush, pests		

\* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires