
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Suivi du projet FRAGASYST

Chambre d'agriculture du Loir-et-Cher

Zone de l'Erigny 11-13-15 RUE LOUIS JOSEPH PHILIPPE
41018 BLOIS



Tuteur entreprise :

Annie GENNY

Conseillère spécialisée en culture légumière

Tuteur académique :

José SERRANO

Dorian RUMEAU

IUT

2021-2022

1. Structure d'accueil

L'organisme m'ayant accueilli pour mon stage de 4^{ème} année et pour une durée de 3 mois est la Chambre d'Agriculture du Loir-et-Cher.

Les Chambres d'agriculture sont des organisations consulaires, tout comme les Chambres de commerce et des métiers. C'est-à-dire qu'il s'agit d'établissements publics de l'Etat ayant pour rôle de représenter les principaux acteurs du secteur privé (secteur agricole, rural et forestier). Ces établissements publics sont dirigées par des élus professionnels et bénéficient donc d'une autonomie administrative et sont soumises à la tutelle des pouvoirs publics. Les Chambres d'agriculture sont présentes dans tous les départements, et même au niveau régional et national. Les différents niveaux supérieurs servent à dicter les orientations sur le territoire auxquels elles sont rattachées.

Leur but est de représenter les intérêts économiques et professionnels de l'agriculture et également d'être un relais entre le monde agricole, l'Etat et les différents acteurs socio-économiques.

La Chambre d'agriculture du Loir-et-Cher située à Blois suit les directives de la Chambre d'agriculture Centre-val de Loire tout comme les Chambres d'Indre (Châteauroux), Indre-et-Loire (Tours), Cher (Bourges), Loiret (Orléans) et Eure-et-Loir (Chartres).

Concernant le projet d'entreprise de la Chambre d'agriculture du Loir-et-Cher, il s'articule autour de 3 missions, 4 défis, 5 valeurs et 6 engagements bien définis.

Ses missions sont, premièrement, d'être une organisation professionnelle avec un rôle d'orientation et de représentation car les Chambres d'agriculture représentent l'organe consultatif, représentatif et professionnel des intérêts agricoles. Ensuite, de mettre en avant son rôle de service public en assurant par délégation l'ensemble des actions liées à l'installation ou encore la gestion des dossiers de création ou de cessation d'activité agricole. Enfin, sa dernière mission est d'être un organisme d'appui et d'accompagnement en contribuant à l'amélioration de la performance économique, sociale et environnementale des exploitations agricoles et de leurs filières et en accompagnant la démarche entrepreneuriale des agriculteurs.

La Chambre d'agriculture de Blois s'est fixée 4 défis qui sont : créer de la valeur pour plus de vie dans les exploitations et les territoires, prendre en compte l'évolution des attentes sociétales, accompagner des systèmes agricoles durables et développer des capacités d'innovations entrepreneuriales.

Au niveau de ses valeurs, la Chambre se définit avec la proximité, la performance durable, la dynamique collective, l'anticipation et l'autonomie.

Enfin, les 6 engagements de la Chambre sont : contribuer à la performance économique, sociale et environnementale des exploitants, développer les groupes, les projets collectifs qui sont force d'adaptation et d'innovation, valoriser les projets et services de l'agriculture au cœur des territoires, soutenir les dynamiques entrepreneuriales des agriculteurs, construire une image positive de l'Agriculture de la Chambre d'agriculture, développer une Chambre d'agriculture efficiente au service des agriculteurs et des territoires.

2. Mission

La mission qui m'a été attribuée pour ce stage consiste à mesurer l'efficacité des aménagements dirigés par le projet Fragasyst. Pour mieux comprendre cette mission il est pertinent de saisir ce qu'est le projet Fragasyst, de sa genèse à son utilité finale.

Enjeux et objectifs poursuivis

La fraise est très appréciée des Français, en effet près de 2kg sont consommés par personne et par an. Elle présente un fort taux d'occupation du marché (70%, Chiffres CTIFL 2010) et arbore à la fois l'image d'un aliment « plaisir » et d'un aliment bénéfique pour la santé. Bien que plébiscitée pour ses bienfaits, elle a fait l'objet ces dernières années d'une mauvaise publicité mettant d'une part en avant un nombre important de traitements phytosanitaires réalisés (références du DEPHY Fraise 2012 sur le créneau 'fraises de printemps': Indice de Fréquence de Traitement (IFT) moyen de 12 en Lot et Garonne et Sud Est ; de 6 en Bretagne (du fait d'une gestion généralisée de l'oïdium avec du soufre à IFT nul)) et d'autre part la présence de résidus interdits par la législation française. Les producteurs ainsi que la filière n'ont pas attendu ces critiques pour réagir. À l'initiative de l'AOP nationale Fraises de France et dans le but d'assurer la compétitivité de la filière, des travaux ont été amorcés, notamment au sein du projet DEPHY Fraise 2012, afin de proposer aux consommateurs un produit de qualité, attrayant et compétitif mais aussi respectueux de l'humain et de l'environnement. Motivés par l'envie d'être acteurs du changement de modèle agricole qui se dessine, les partenaires du projet FragaSyst proposent ici un projet en rupture et aux objectifs ambitieux.

Ce projet se focalisera sur le créneau "fraises de printemps", créneau sur lequel le marché est actuellement le plus porteur. En s'appuyant sur les acquis du projet DEPHY Fraise 2012 ayant permis de diminuer de 50% l'IFT dans 70% des cas, le présent projet vise le double objectif de (i) faire évoluer les systèmes de production actuels vers des systèmes de production de fraise hors-sol agro-écologiques n'utilisant des pesticides de synthèse (toutes familles confondues) qu'en ultime recours pour s'approcher d'un IFT 0 et de (ii) garantir une rentabilité économique de la production.

Avec une approche systémique en reconception, combinant plusieurs leviers ("matériel végétal", "biocontrôle", "biodiversité", "lumière" et "fertirrigation") et visant le zéro pesticide, le projet FragaSyst s'inscrit dans les attentes de l'appel à projet DEPHY-EXPE du plan Ecophyto II et souhaite s'intégrer au réseau national DEPHY Ecophyto.

Le projet rassemble cinq partenaires situés dans les principales régions de production de fraise de printemps (Sud-Ouest en particulier Lot-et-Garonne et Dordogne, deux premiers départements producteurs de fraise en France, Bretagne, Centre, PACA).

Etat des connaissances au démarrage du projet

Le projet FragaSyst fait suite au projet DEPHY Fraise 2012 nommé « Vers une protection biologique intégrée des cultures de fraises sous abris » (et appelé par la suite DEPHY v1). Focalisé sur l'atténuation des bioagresseurs en culture de fraises grâce à l'utilisation de la Protection Biologique

Intégrée (PBI), ce projet a permis d'obtenir des réductions d'IFT de 50% sur parcelles de fraises de printemps (3 des 5 systèmes étudiés), en maintenant un niveau de rendement comparable à la référence mais avec un coût de protection en moyenne 14 fois supérieur à une stratégie de protection de référence. Dans DEPHY v1, deux problématiques majeures restent non maîtrisées par l'unique application de solutions de biocontrôle (lâchers d'auxiliaires et/ou produits de biocontrôle): les pucerons et l'oïdium. Plus largement, des difficultés de gestion persistent aussi sur thrips et acariens tétranyques.

Les résultats du projet DEPHY v1 et d'essais menés en station d'expérimentation depuis 2008 présentent des résultats encourageants concernant la protection contre le thrips (*Frankliniella occidentalis*) sur le créneau de fraises de printemps. En effet, dans le cadre du DEPHY v1, 100% des traitements de synthèse ont été supprimés et remplacés par, au minimum, un apport d'acariens prédateurs *Neoseiulus cucumeris* et/ou *Amblyseius swirskii* sous forme de sachets à hauteur d'un sachet tous les deux mètres linéaires, 1 à 2 mois après plantation. Cette suppression des traitements insecticides de synthèse sur thrips est due d'une part au fait que, s'ils s'installent, les acariens prédateurs sont souvent suffisamment efficaces à eux seuls, et d'autre part au fait que les insecticides homologués sur thrips ne sont pas ou pas assez efficaces et non compatibles avec les auxiliaires. En cas de très forte pression en thrips, comme nous l'avons observé ces dernières années sur le créneau fraises remontantes, les acariens prédateurs ne suffisent pas et les dégâts sur fruits sont grands. De ce fait, la problématique "thrips" reste important.

Concernant l'acarien tétranyque (*Tetranychus urticae*), dès sa détection, les stratégies de protection reposent sur des apports répétés des acariens prédateurs *Phytoseiulus persimilis* ou *Neoseiulus californicus* et/ou sur l'application d'un acaricide compatible avec les auxiliaires (souvent une application suffit). En fonction des sites, l'installation des *Phytoseiulus persimilis* s'est avérée aléatoire et très longue malgré de nombreux apports réalisés (2 à 11 apports).

Concernant les pucerons, cinq espèces différentes sont très fréquemment rencontrées seules ou en mélange sur une même parcelle de fraisiers. D'après les observations réalisées sur les 5 sites et les 5 années écoulées du projet DEPHY v1, le pourcentage de parcelles avec du *Chaetosiphon fragaefolii* et/ou de l'*Acyrtosiphon malvae rogersii* est de 32%, avec du *Rhodobium porosum* de 24%, de l'*Aphis* sp. de 8% et avec du *Macrosiphum euphorbiae* de 44%. Sur le créneau 'fraise de printemps', la problématique "puceron" débute dans le mois suivant la plantation avec l'éclosion des œufs et/ ou le développement des larves selon les espèces au cœur des plants, ce qui affecte directement le développement du fraisier et donc son potentiel de production. S'ils restent présents sur le plant, leur population peut devenir problématique à nouveau à partir d'avril, cette fois, sur fruits. De nombreux essais d'apports de parasitoïdes (en mix ou par espèce) ou de prédateurs des pucerons (larves de chrysopes, pupes de syrphes (*Episyrphus balteatus* et à partir de 2016 *Sphaerophoria rueppelli*) ou de la cécidomyie (*Aphidoletes aphidimyza*)) en préventif et en curatif ont été réalisés par Invenio et ses partenaires et n'ont, à ce jour, pas permis d'établir une stratégie de protection efficace et viable économiquement. Seuls les apports répétés de larves de chrysope peuvent donner, dans certains cas, des résultats intéressants mais à un coût très élevé pour le producteur (à hauteur d'un apport de 1 larve de chrysope par plant, le coût de la PBI s'élève à 2300€/ha contre 47€/ha pour une application de Calypso). Face aux échecs d'apports de parasitoïdes

commerciaux et au manque de compréhension de ce phénomène généralisé, une thèse CIFRE sur ce sujet a été initiée en avril 2017, en parallèle du projet DEPHY v1 et suite à une première étude sur les pucerons réalisée lors d'un stage à SAVEOL (devenu à présent CMO - Coopérative Maraîchère de l'Ouest et partenaire du projet FragaSyst) en 2016. Ce stage a montré que les pucerons hébergent des bactéries symbiotiques (*Hamiltonella defensa* et *Regiella insecticola*) qui pourraient les protéger d'éventuels parasitoïdes, et que les espèces de parasitoïdes testées pourraient présenter des spécificités d'hôtes pouvant expliquer l'inefficacité de certains auxiliaires actuellement utilisés. La thèse CIFRE approfondit actuellement le sujet et nourrira, par ses résultats, les stratégies mises en place dans le présent projet.

L'oïdium du fraisier (*Podosphaera macularis*) affecte directement le rendement commercial par la présence de taches blanches sur les fraises rendant les fruits non commercialisables. Dans certains cas, si aucune intervention phytosanitaire n'est réalisée, 100% des fruits peuvent être atteints et non commercialisables. En fonction des régions, l'IFT "oïdium" représente de 0 (dans certaines serres en Bretagne en raison de la possibilité d'utilisation de lampes à soufre dans les serres verre, et non prises en compte dans le calcul de l'IFT) à 60% (dans le Sud-Ouest et Sud Est) de l'IFT total du fraisier en culture de printemps. La problématique de baisse des traitements est donc plus forte dans certaines régions que dans d'autres. Dans les régions concernées, trouver une combinaison efficace pour lutter contre le développement de ce champignon permettrait ainsi de diminuer fortement l'IFT et d'atteindre les objectifs fixés dans ce projet. Dans le cadre du projet DEPHY v1, il a été observé, en cas de faible pression en oïdium, que les applications foliaires de produits de biocontrôle (Armicarb /Essen'ciel /Soufre mouillable) et/ou la sublimation de soufre (fonctionnement des lampes à soufre la nuit uniquement sous serre verre) présentent un niveau d'efficacité proche des traitements fongicides de synthèse, mais avec une durée d'efficacité plus courte. Dans le cas de forte pression en oïdium, les produits de biocontrôle ne suffisent pas et des traitements à base de fongicides de synthèse ont, jusqu'à présent, dû être utilisés (en moyenne 5 applications) afin de ne pas perdre de rendement.

Les leviers travaillés dans le cadre du projet DEPHY v1 ont donc montré leurs limites. La bibliographie et les résultats expérimentaux d'essais analytiques menés en parallèle montrent que d'autres leviers pourraient avoir un effet sur les bioagresseurs du fraisier et seront utilisés en combinaison dans le projet FragaSyst : (1) solutions de biocontrôle (=produits de biocontrôle, micro-organismes, macro-organismes, par exemple certains champignons entomopathogènes pour lutter contre les pucerons), (2) matériel végétal tolérant à certains bioagresseurs (notamment l'oïdium), (3) aménagements agroécologiques (en vue d'améliorer la biodiversité autour et/ou au sein de la culture), (4) lumière (utilisée ponctuellement pour à la fois stimuler la plante et la mettre en conditions d'alerte vis à vis des bioagresseurs et agir directement sur le développement des bioagresseurs en le limitant) et (5) adaptation de la ferti-irrigation (exemple: une diminution du niveau de la fertilisation azotée des plants pour rééquilibrer la physiologie du plant et limiter son attractivité vis à vis de certains bioagresseurs).

Au niveau des produits de biocontrôle, de nouveaux produits sont régulièrement homologués et sont dans un premier temps testés en conditions expérimentales. On distingue parmi ces produits, ceux à action physique type savons (Flipper), huiles essentielles (Essen'ciel) et huiles

(Dev 1502 actuellement sous ADE), peu sélectifs, ceux à action microbiologique comme les champignons entomopathogènes (Mycotal, Met 52, Naturalis...) et les stimulateurs de défense des plantes (SDP, tel que le Bastid (COS OGA)). Les auxiliaires (macro-organismes), déjà utilisés dans le DEPHY v1, sont également considérés dans le levier 'solutions de biocontrôles'.

Au niveau matériel végétal, des variétés tolérantes à certains bioagresseurs sont actuellement disponibles pour les producteurs et intéressantes sur le créneau de production de printemps en particulier vis à vis de l'oïdium (variétés Ciflorette et Cigaline par exemple). Mais à ce jour, si elles sont produites, ce n'est qu'à destination de niches car le marché de la fraise est aujourd'hui segmenté quasiment exclusivement sur le nom des variétés. Cependant dans une logique d'évolution de cette segmentation vers des critères agroécologiques forts, souhaités par les consommateurs, ces variétés pourraient constituer un matériel intéressant (dire d'experts).

Au niveau des aménagements favorisant la biodiversité, dans le cadre du projet DEPHY v1, un site chez un producteur a montré l'intérêt des plantes relais comme réservoir en auxiliaires contre les pucerons (site suivi par l'Aprel). De plus, des travaux tels que ceux menés par le GRAB avec utilisation des soucis (*Calendula*) comme plantes hébergeant l'auxiliaire *Macrolophus* en hiver (Des soucis en fleurs pour des soucis en moins, Lambion, 2014) ou ceux menés par le CTIFL concernant l'aménagement de bandes fleuries pour se protéger du thrips (Des bandes fleuries pour se protéger du thrips, Le Corre, 2017) montrent l'intérêt d'aménagements agroécologiques pour favoriser la présence des auxiliaires dans les cultures. A contrario, des essais préliminaires sur l'intérêt de plants d'alyse maritime pour la multiplication et le maintien de la punaise *Orius laevigatus* prédatrice de thrips avaient donné des résultats décevants chez CMO, Invenio et LCA (essais 2011 à 2014). Les résultats des travaux préalablement cités ne peuvent être directement appliqués à la culture de fraise de printemps mais sont une base de travail, qui sera étayée grâce aux avancées récentes dans ce domaine, actuellement sujet de nombreuses recherches (projets AGATH, Macroplus ou Reguleg).

Au niveau "lumière", ce levier est aujourd'hui largement utilisé par les producteurs pour favoriser le développement du plant et contrecarrer la réduction de la photopériode naturelle sur des plantations précoces comme la fraise de printemps. Mais la lumière est aussi un levier de protection des cultures. Elle a été par exemple largement étudiée pour la protection des fruits en post-récolte (Wang et al., Eur. J. Plant Pathol. (2010) 127: 125–135) et des résultats intéressants, obtenus cette fois-ci en culture, sont en train d'émerger sur de nombreuses espèces cultivées en serre. La lumière peut intervenir dans deux mécanismes distincts : (1) une stimulation des défenses naturelles de la plante, (2) une destruction ou une inhibition des mécanismes de développement des bioagresseurs (notamment les champignons). Plusieurs études par exemple sur le concombre et la tomate (Rajalingam et al., Phytopathology (2015) 105: 4-412; Islam et al., J. Phytopathology (2008) 156: 708–714; Urban et al., Plant Physiol. Biochem. (2016) 105: 1-11) démontrent l'intérêt de la technique. Le même type d'approche se développe sur fraisier (Janisiewicz et al., Phytopathology (2016) 106: 386-94) et il s'agira dans le cadre du projet de définir leur pertinence dans un contexte proche de la production et d'évaluer l'impact possible de cet apport de lumière artificiel sur l'état sanitaire, les rendements mais aussi l'installation des auxiliaires. En effet pour ces derniers, des études indiquent que l'apport de lumière artificielle peut modifier leurs comportements (Johansen et al., Annals of Applied Biology (2011), 159: 1–27). Des essais spécifiques sur l'utilisation de la lumière sont en cours actuellement dans le cadre d'autres projets, les résultats permettront d'alimenter le projet FragaSyst afin d'intégrer ce levier dans les systèmes.

Pour la fertirrigation, il a été montré que la qualité d'alimentation d'une plante impacte sa sensibilité aux divers bioagresseurs (Fertilisation et sensibilité des cultures de laitue et de tomate aux bioagresseurs, Raynal, 2014) et influence le développement et la reproduction des ravageurs (The influence of plant fertilisation regime on plant aphid parasitoid interactions, Jansson J., 2003). L'azote, en particulier, est connu pour ses effets souvent favorables vis-à-vis des ravageurs. D'autres éléments tels que le potassium, le magnésium ou le phosphore, apparaissent aussi comme influants sur les populations de pucerons. Un plant riche en azote et en potassium a des organes végétatifs très turgescents (feuilles) et est très attractif pour les pucerons et l'oïdium. A contrario, un plant avec une ferti-irrigation plus 'serrée' limite le développement des bioagresseurs mais également le rendement et produit des fruits de moins bonne qualité.

Le projet FragaSyst permettra donc d'évaluer des leviers innovants non travaillés dans le cadre du projet DEPHY v1 et agissant principalement de manière préventive. Ces leviers seront évalués en combinaison et leur compatibilité sera vérifiée pour assurer une protection globale à la culture de fraise de printemps vis-à-vis de l'ensemble des bioagresseurs.

Principes d'actions et stratégies envisagées pour atteindre les objectifs du projet

Le projet Fragasyst propose de créer des systèmes de production de fraises avec utilisation des pesticides de synthèse en ultime recours. L'objectif « zéro pesticide » est au coeur de la réflexion. La démarche vise à concilier l'efficacité technique de la protection et la rentabilité économique des exploitations. Le principe repose sur la reconception des systèmes pour mobiliser au maximum les processus de régulation naturelle, les stratégies envisagées reposent à la fois sur des actions préventives et curatives pour assurer un équilibre de fonctionnement et une protection globale des systèmes de culture.

L'hypothèse du projet FragaSyst est de reconstruire et d'évaluer un système de production créant, au sein de l'outil de culture qu'est l'abri, à la fois des conditions favorables au développement des auxiliaires et défavorables à celui des bioagresseurs pour limiter les dégâts et ainsi éviter l'usage des pesticides de synthèse. L'approche de reconception est novatrice ainsi que l'intégration de nouveaux leviers (biologiques, physiques, variétaux et environnementaux) par rapport au projet DEPHY v1. L'aspect économique des solutions sera un indicateur important dans le projet, gage d'une adoption généralisée des techniques en production.

Six systèmes seront étudiés dans le cadre du projet FragaSyst, correspondant aux principales conditions de production de fraises de printemps en France.

Le système 'final' du projet DEPHY v1 dans lequel la PBI est intensifiée servira de stratégie de base pour la protection des cultures des six systèmes. Les autres leviers, décrits ci-dessous, seront combinés de manières différentes dans chaque système, en fonction des situations rencontrées.

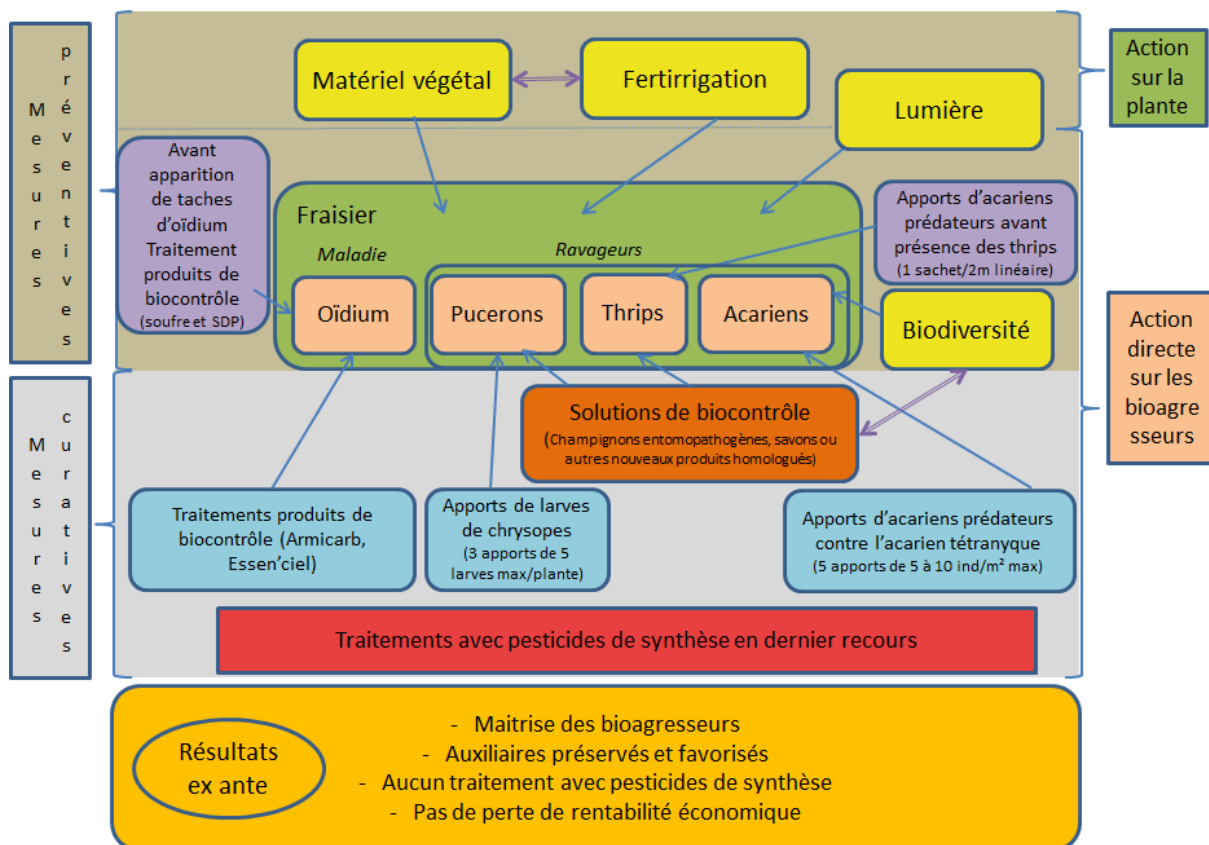


Image 1 : démarche de protection agroécologique proposée par le projet FragaSyst

Les leviers du précédent schéma sont présentés ci-dessous, des plus préventifs au plus curatifs :

- levier «matériel végétal» : Le matériel végétal est un point capital dans la construction de systèmes de production sans pesticide. Il s'agit, par ce levier, de jouer sur les niveaux de tolérance de la plante aux différents bioagresseurs afin de trouver un compromis judicieux entre les niveaux de rendement, les niveaux de tolérance à l'un, à l'autre ou à plusieurs bioagresseurs et les attentes du marché. Par exemple, dans les cas où l'oïdium représente le bioagresseur engendrant la plus grande part d'IFT, les systèmes seront élaborés à partir d'un matériel végétal tolérant à ce champignon, sur lequel pourront être combinés les leviers "solutions de biocontrôle", "lumière", "fertirrigation" et "biodiversité".

- levier "fertirrigation" : la fraise hors-sol est produite sous abri et est alimentée par ferti-irrigation. Il s'agira par ce levier, de jouer sur le niveau de fertilisation et d'irrigation de la plante. Le développement d'une stratégie de fertirrigation 'de compromis' entre les aspects rendement et état sanitaire, et l'adaptation du climat (principalement hygrométrie et amplitudes thermiques) constitue, tout en étant combiné aux autres leviers, un outil supplémentaire afin de tendre vers l'objectif zéro pesticide. Ce levier sera fortement lié au levier "variétal" car les besoins en fertirrigation dépendent de chaque variété.

- levier "lumière" : la lumière sera utilisée dans les systèmes d'une part comme outil de stimulation du fraisier en vue de le protéger des bioagresseurs et d'autre part comme 'créateur d'ambiance' défavorable au contrôle du développement des bioagresseurs. En fonction des systèmes, l'une ou l'autre fonction sera privilégiée et son application sera adaptée (application ponctuelle (pour éviter

l'effet délétère sur les plants, fréquence d'application, longueur d'ondes, densité de lampes, type de lampes..).

- levier "biodiversité" : la PBI a été optimisée dans le cadre du projet DEPHY v1 par la mise au point de stratégies et la gestion d'apports d'auxiliaires. Il s'agit ici d'augmenter l'efficacité de ces stratégies en créant des conditions pour renforcer l'activité des auxiliaires introduits ou indigènes grâce à une amplification de la régulation naturelle des ravageurs aériens. La mise en place d'aménagements agro-écologiques permanents ainsi que l'utilisation de plantes de service permettront d'assurer une présence précoce, permanente et nombreuse dans la serre des ennemis naturels des bioagresseurs du fraisier, en particulier des pucerons et des thrips. Ces aménagements auront une deuxième fonction puisqu'ils seront également organisés pour contrôler le climat dans l'abri de production. Divers dispositifs pourront être envisagés : (i) plantes relais infestées avec un puceron inoffensif pour la culture de fraise et parasité par un parasitoïde, positionnées dans la culture sous les gouttières hors-sol ou entre les plants. Installées tôt en culture, elles constituent un réservoir de parasitoïdes et de prédateurs indigènes se maintenant sur ces plantes jusqu'à l'apparition des pucerons sur les fraisiers, (ii) bandes enherbées ou bandes fleuries installées sous la culture, en bordure intérieure ou extérieure de serre pour attirer à proximité de la culture des prédateurs de pucerons (coccinelles, syrphes, Aphidoletes, chrysopes...) et thrips (Orius, Aeolothrips...) et parasitoïdes de pucerons et pour créer des conditions favorables à l'installation des auxiliaires et des champignons entomopathogènes, grâce à une hygrométrie adaptée et des niches biologiques intéressantes. Afin de choisir les types de dispositif les plus adaptés à chaque système, ce levier pourra être travaillé en concertation avec les réseaux Ferme au sein d'un groupe de travail spécifique.

- levier "solutions de biocontrôle" : Ce levier constitue la base de travail des six systèmes. Outre les apports d'auxiliaires validés par le projet DEPHY v1, des produits de biocontrôle viendront renforcer la stratégie de protection. Seuls les produits de biocontrôle homologués et inscrits dans la liste des produits phytopharmaceutiques de biocontrôle (au titre des articles L.253-5 et L.253-7 du code rural et de la pêche maritime) seront utilisés, de même que les auxiliaires autorisés sur le territoire. Les produits de biocontrôle à action physique étant peu sélectifs, ils seront préférentiellement appliqués avant installation des auxiliaires (indigènes ou introduits). Leurs conditions d'application seront optimisées (volume de bouillie important, traitement en milieu de journée et par temps sec..) et adaptées en fonction des observations et résultats expérimentaux. Pour lutter de façon ciblée contre les pucerons et les thrips, des produits contenant des champignons entomopathogènes pourront être intégrés au système de culture. Le choix du produit à base de champignons entomopathogènes homologués sur fraisier se fera en fonction du ravageur ciblé et des résultats d'essai d'efficacité réalisés en parallèle au sein des stations d'expérimentation. Les conditions d'application devront être optimisées, les produits à base de champignons entomopathogènes seront donc testés en combinaison avec des conduites culturales voire des aménagements de l'abri adaptés à leur développement (ex : création de conditions de forte hygrométrie dans l'abri grâce à un engazonnement du sol et à l'installation de micro-asperseurs sous les gouttières, pas d'utilisation de soufre ou autres fongicides car incompatibles avec le développement des champignons).

- levier "pesticides de synthèse" : ce levier ne sera utilisé qu'en dernier recours en cas de trop grands risques de perte de rendement et d'affaiblissement des plants ou de l'inefficacité des leviers cités précédemment.

Les leviers décrits ci-dessus agissent d'une part sur le stock initial des bioagresseurs (levier "solutions de biocontrôle" mesures préventives) car ils permettent d'atténuer la pression des bioagresseurs sur la culture afin de limiter les dégâts (leviers "matériel végétal", "fertirrigation", "biodiversité" et "lumière" en jaune sur le schéma) et d'autre part, ils peuvent être des solutions de rattrapage (leviers "solutions de biocontrôle" en orange sur schéma).

Résultats attendus

Le projet FragaSyst permettra, en fin de projet, d'obtenir six systèmes de production de fraises de printemps sans pesticide de synthèse (ou en ultime recours). D'après l'analyse ex-ante, les leviers mobilisés permettront (i) de maîtriser les bioagresseurs, (ii) de préserver voire de développer les auxiliaires (naturels et introduits), (iii) de ne pas utiliser de pesticide de synthèse et de (iv) maintenir la rentabilité économique des systèmes.

Si ces résultats sont atteints, les objectifs du projet FragaSyst seront remplis. La filière fraise aura alors des solutions pour répondre aux attentes sociétales de respect de l'environnement et de respect de la santé humaine, autant celles des producteurs et des salariés agricoles que des consommateurs.

Un accompagnement technique des producteurs souhaitant répondre au marché de la fraise "sans pesticide" pourra être organisé sur la base des résultats de ce projet. Ce projet permettra d'accélérer la construction de références technico-économiques solides sur les différents leviers et leur combinaison afin de pouvoir les utiliser et les adapter dans d'autres situations voire d'autres systèmes de production sous abri n'utilisant pas de produit phytosanitaire de synthèse. Ce projet expérimente des techniques et outils de production innovants, obtenir des références sur ces sujets constitue une avancée importante et innovante pour la filière fraise.

Plus globalement, l'approche de travail collaborative et pluriannuelle, initiée dans le cadre du projet DEPHY v1, apportera une garantie de co-construction et d'échanges mutuels d'informations entre partenaires en vue d'apporter plus rapidement des solutions aux producteurs. Grâce à ce projet, les compétences des partenaires sur la culture de fraises de printemps et ses applications seront renforcées. Invenio, LCA, l'APREL, CMO et Rougeline se positionneront comme leaders du sujet en France.

S'ils s'avèrent pertinents, les leviers travaillés pourront, à terme, permettre d'établir des fiches CEPP. Ce projet s'inscrit pleinement dans deux des cinq thèmes de l'Axe Recherche du plan Ecophyto, qui sont Innovation, intégration et durabilité en protection des plantes et Approches globales couplant le préventif et le curatif, et dimensions territoriales.

3. Déroulé de la mission

Le projet Fragasyst se déroule comme décrit dans le tableau suivant :

Action	Finalité	Tâches	Calendrier	Acteur
1. Co-conception des systèmes	Définir les stratégies à mettre en place dans les différents systèmes	Rédaction des protocoles par système pour l'année n+1 en fonction des résultats de l'année n	Septembre	Ensemble des partenaires
		Dans le cadre du comité de pilotage (atelier de co-conception), discussion, validation des protocoles	Octobre (1 à 2 jours)	Ensemble des partenaires
		groupe de travail par levier ou transversaux nécessitant un travail plus approfondi avec des partenaires spécialistes	Octobre	Ensemble des partenaires
2. Réalisation et évaluation	Mise en œuvre des systèmes et saisies de données permettant d'évaluer leur efficacité	Plantation	Fin novembre à janvier	Ensemble des partenaires
		mise en place des leviers à action préventive selon les protocoles définis pour chaque système	Dès la plantation	Ensemble des partenaires
		Suivi hebdomadaire des cultures	De janvier à juin	Ensemble des partenaires
		réunion téléphonique tous les mois, échange sur l'évolution des systèmes	Au moins de janvier à juin	Ensemble des partenaires
		si besoin, en fonction des observations, mise en place des leviers à action curative	De janvier à juin	Ensemble des partenaires
3. Diffusion	Communiquer sur les résultats du projet	organisation de visite des systèmes	De janvier à juin	Ensemble des partenaires
		Rédaction d'un compte rendu par système et par année	Septembre	Ensemble des partenaires
		Synthèse des résultats de l'ensemble des systèmes par année	Octobre	Invenio
		Réunion techniques (présentation des résultats)	Souvent de septembre à décembre	Ensemble des partenaires
		Rédaction d'articles	Toute l'année	Ensemble des partenaires
		Journée bilan des 11 années d'expérimentation système (DEPHY v1 + FragaSyst)	Dernière année de projet	Ensemble des partenaires

Tableau 1 : Phasage du projet Fragasyst

Ma mission se concentre donc sur la deuxième action – réalisation et évaluation – et plus principalement le suivi hebdomadaire des cultures, et donc sur le suivis des populations des ravageurs et des auxiliaires.

MÉTHODOLOGIE EXPÉRIMENTALE

Les essais sont menés dans un dispositif “observatoires pilotés” combinant différents leviers techniques innovants. Les combinaisons de leviers, les règles de décisions et les seuils choisis seront réajustés chaque année en fonction des résultats obtenus, de l’évolution du contexte et de la réglementation. Il n’y aura pas de témoin au sein de chaque système mais les références issues du projet DEPHY v1 serviront de point de départ et de système de référence, auquel seront comparés les systèmes finaux en fin de projet.

Cas des observatoires pilotés L’objectif de l’ensemble des systèmes testés est de tendre vers un IFT zéro sur chacun des systèmes tout en maintenant la rentabilité économique du système.

Le système de culture étudié correspond à une production annuelle de fraises de printemps en hors-sol sous abri, menée en Protection Biologique Intégrée (PBI). La “fraise de 14 printemps” comme son nom l’indique concerne les cultures de fraises dont le créneau de production principal se situe au printemps (entre février et début juillet selon les régions). Selon les types d’abri, les régions et les systèmes de chauffage, la plantation de cette culture s’échelonne de novembre de l’année n-1 à février de l’année n. En parallèle, le début de production de fraises s’échelonne de février à avril de l’année n. La PBI mise en place sur chaque système est la stratégie de base issue du projet DEPHY v1 (apports d’auxiliaires et produits de biocontrôle). Sur cette base, six systèmes agro-écologiques de production de fraises seront créés : 2 systèmes chauffés sous serre plastique (1 Sud-Ouest, 1 Sud-Est), 2 systèmes chauffés sous serre verre (1 Sud-Ouest, 1 Bretagne) et 2 systèmes non chauffés (1 Sud-Ouest, 1 Centre). Ces six systèmes sont représentatifs des principales régions de production de fraises de printemps et des différents abris et conduites culturales utilisés pour produire cette fraise en France.

Au démarrage du projet, chaque partenaire travaillera au moins deux leviers au sein du système (voir tableau ci-dessous). Ces leviers ont été définis en fonction des affinités, compétences techniques et contraintes ‘marché’ initiales de chaque partenaire. Par la suite et de manière progressive, les stratégies de chaque système seront complétées via l’implémentation des leviers travaillés par les autres partenaires. Les évolutions des systèmes se construira dans l’atelier de co-conception décrit plus haut dans la partie ‘programme de travail’. L’objectif étant qu’à l’issue du projet, chaque partenaire soit en mesure d’exploiter plusieurs leviers et obtenir un système agroécologique et économique performant répondant aux objectifs fixés.

Le dispositif mis en place permet d’obtenir deux répétitions de chaque type d’abri (deux systèmes sous serre plastique non chauffée, deux systèmes sous serre plastique chauffée et deux systèmes sous serre verre chauffée). Dès la 1ère année, excepté le levier lumière un peu plus prospectif et testé en station d’expérimentation, les leviers seront combinés dans au moins deux systèmes en même temps. Concernant le levier “solutions de biocontrôle”, les 6 systèmes l’appliqueront dès la 1ère année, l’efficacité des nouveaux produits de biocontrôle sera donc observée dans 6 situations différentes. La répétition à la fois des leviers et des types de systèmes

(chauffé/non chauffé) et d'abris (serre verre/plastique) permet d'asseoir statistiquement les résultats du projet. En fonction des résultats du réseau, les leviers seront combinés progressivement jusqu'à obtenir, en fin de projet et dans chaque système une combinaison des leviers nécessaires pour atteindre les objectifs du projet (IFT 0 et rentabilité économique).

Collecte et analyse des données

L'ensemble des observations et mesures réalisées dans le projet FragaSyst sont définies pour caractériser ces systèmes et pour les évaluer par rapport aux objectifs définis précédemment. Au sein de chaque système, quels que soient les leviers mis en place, les variables collectées seront les suivantes :

- Enregistrement du rendement commercial et rendement brut en kg/m² à l'échelle de la parcelle. Cet enregistrement participera à la validation économique des systèmes.
- Toutes les heures, enregistrement des données de température et d'hygrométrie dans les abris. Cet enregistrement permettra de connaître l'environnement climatique des fraisiers, de comparer les années et les systèmes et pourra aider à comprendre la réussite ou l'échec de la combinaison des leviers et déterminer les règles de décision.
- De la plantation à l'arrachage des plants, enregistrement des interventions culturales réalisées (nettoyage des plants par suppression des vieilles feuilles, traitements (doses), apports d'auxiliaires (quantité), etc...) et du nombre d'heures nécessaires à la réalisation de celles-ci. Ces données permettront de calculer les IFT et les coûts de production.
- Sur les fraisiers, toutes les semaines, notation des bioagresseurs et auxiliaires par classe et des dégâts occasionnés. Sur les plantes relais, plantes hôtes et aux abords de la culture notation par classe des auxiliaires et ravageurs présents (nombre de plantes observées et classes seront définies en fonction des systèmes en début de projet). Ces observations de terrain permettront de connaître l'évolution des bioagresseurs et auxiliaires et de prendre les décisions en cours de culture pour les leviers agissant de 16 façon curatives sur les bioagresseurs. Ces données permettent également de valider ou non les stratégies mises en place vis à vis de l'état phytosanitaire des plants.

Les observations et mesures seront réalisées par chaque partenaire au sein de chaque système testé. Des observations complémentaires pourront être réalisées en fonction des leviers mis en place (exemple : inventaire faunistique, analyses des solutions de ferti-irrigation...). Une grille d'observation commune sera élaborée lors de l'atelier de co conception des systèmes en début de projet. Les données seront ensuite rentrées dans le logiciel Agrosyst et sous forme de tableur commun à tous les systèmes pour les données non prises en compte dans AgroSyst. Les données seront analysées et interprétées en vue de répondre aux indicateurs ci-dessous. Des schémas et graphiques pourront faciliter la visualisation des résultats en vue d'une diffusion et d'un transfert simple et concret aux producteurs et dans les réseaux DEPHY Ferme.

Plusieurs indicateurs seront suivis dans le projet FragaSyst dans l'objectif de caractériser ces systèmes et de les évaluer par rapport à l'objectif recherché :

- indicateurs agronomiques : variation de l'IFT de chaque système, évolution de l'efficacité globale des systèmes / état zéro (= état final du projet DEPHY v1)

- indicateurs économiques : variation du rendement commercial, variation de la marge brute de chaque système, variation de la quantité de main d'œuvre nécessaire au fonctionnement du système
- indicateurs environnementaux et écologiques : évolution de la présence et des classes d'auxiliaires et ravageurs au sein et autour du système, évolution du nombre d'interventions culturales, variation de la biodiversité du système (faune et flore)
- indicateur social : évolution des conditions de travail (évolution de la température moyenne dans les abris par exemple), évolution des 'besoins en main d'œuvre' du système.

Les variations mentionnées seront appréciées en comparaison avec l'état "zéro" du système correspondant aux résultats finaux obtenus sur la stratégie dite "DEPHY" du projet Dephy v1, avec 50% de réduction de l'IFT.

De manière plus précise, la mission qui m'a été confié pour mener à bien ce projet était les notations de l'évolution des populations de ravageurs et d'auxiliaires. Plus exactement, le relevé des thrips, pucerons, momies, amblyseius, chrysopes, syrphes et orius.

Les ravageurs

Les Thrips

Les thrips sont des insectes de petites tailles (de 1 à 2.5mm), de forme allongée et de couleur jaune brun. Ils constituent l'ordre des thysanoptères et la famille des triphidae. Le cycle de vie comporte 6 phases. D'abord l'œuf pondue dans les feuilles ou au cœur des bourgeons. Il y a deux stades larvaires (première larve et seconde larve) de couleur jaune, la première larve reste proche du lieu d'éclosion et la seconde se laisse tomber au sol pour réaliser la nymphose. La nymphose est la transformation de la larve en nymphe avec que cette dernière se transforme en adulte. Après sa transformation en adulte, ce dernier va pouvoir s'envoler pour aller coloniser des plantes pour son alimentation et sa reproduction.

Ce sont des insectes piqueur-suceur, les fleurs piquées par des larves ou des adultes produisent des fruits déformés et décolorés.

Nom scientifique : *Frankliniella occidentalis*

Les Pucerons

Les pucerons sont des insectes de 1 à 4mm, ils peuvent être de couleur noire, brune, verte ou encore orange. Ce sont des insectes suceurs qui mordent la plante pour se nourrir de la sève, de ce fait ils l'affaiblissent et peuvent transmettre des maladies. Si dans une plantation un plant est malade les pucerons peuvent transmettre la maladie à toute la plantation si la population est bien développée. Il s'agit donc des ravageurs les plus destructeurs.

Nom scientifique de l'espèce le plus souvent rencontrée : *Macrosiphum euphorbiae*

Les auxiliaires

Amblyseius

Les amblyseius sont des acariens prédateurs d'acariens tétranyques ou de thysanoptères (thrips). L'adulte mesure 0.5mm, a une forme de poire avec des longues pattes, l'œuf a un diamètre de 0.14mm est transparents et se situe généralement sur les trichomes (poils des plantes) ou au niveau des nervures sur la face intérieure des feuilles. Il se nourrit des œufs et du premier stade larvaire des aleurodes et des thrips et attaque les acariens tétranyques. En l'absence de proie il peut pratiquer le cannibalisme ou encore consommer d'autres agents de lutte biologique.

Nom scientifique : *Amblyseius cucumeris*

Momies

Les momies sont la preuve de la présence d'insectes parasitoïdes, ces derniers infectent une espèce hôte, bien souvent des pucerons, et la larve grandit à l'intérieur du puceron jusqu'à ce que ce dernier en eurent et que le parasitoïdes puissent en sortir, laissant donc derrière lui un cadavre de puceron vide identifié comme momie.

Nom scientifique : *Praon volucre*

Chrysopes

Les Chrysopes mesurent 10 à 15mm au stade adultes, mais ce sont principalement les larves qui sont prédatrices des œufs de puceron. Ce sont des auxiliaires extrêmement efficaces, une larve à elle seule peut dévorer des centaines d'œufs. Ces auxiliaires sont très souvent apportés comme solution de biocontrôle, mais l'apport est délicat car les espèces utilisées sont aussi cannibales si elles n'ont d'autres choix.

Nom scientifique : *Chrysoperla carnea*

Syrphes

Les syrphes sont des insectes pouvant, grâce à leur morphologie, rester en vol stationnaire, ce qui est plus efficace pour les identifier sur le terrain. Tout comme les chrysopes, ce sont les larves qui sont intéressantes en tant qu'auxiliaires car elles se nourrissent d'œufs ou de larve de pucerons.

Nom scientifique : *Eupeodes corollae*

L'image suivante est un récapitulatif des interactions ravageurs-auxiliaires (principalement puceron) fournit par un des partenaires de la Chambre d'Agriculture, Biobest, il s'agit d'un producteur d'auxiliaires.

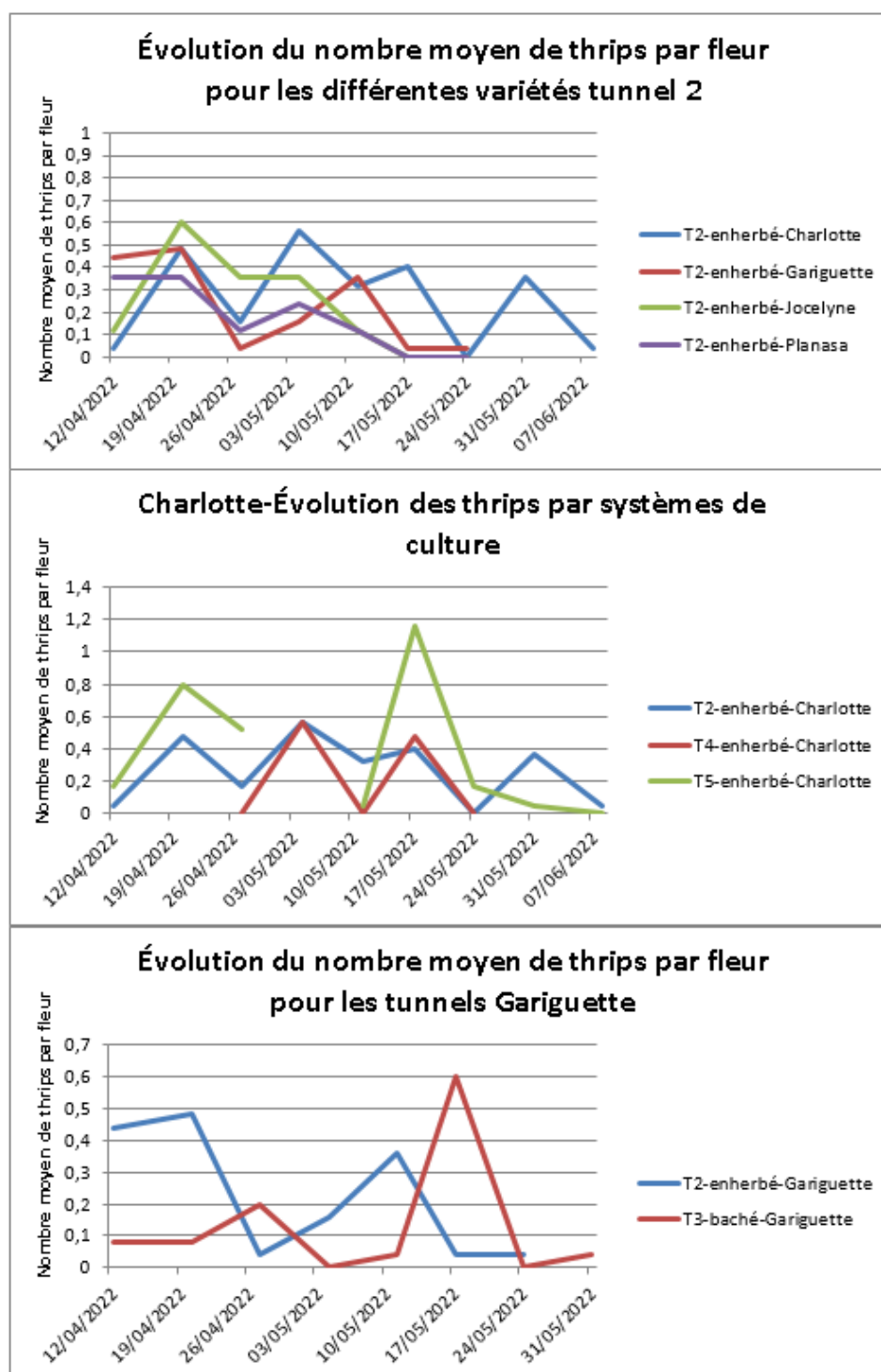


Image 2 : Identification des pucerons et de leurs prédateurs (Biobest)

4. Livrable de la mission

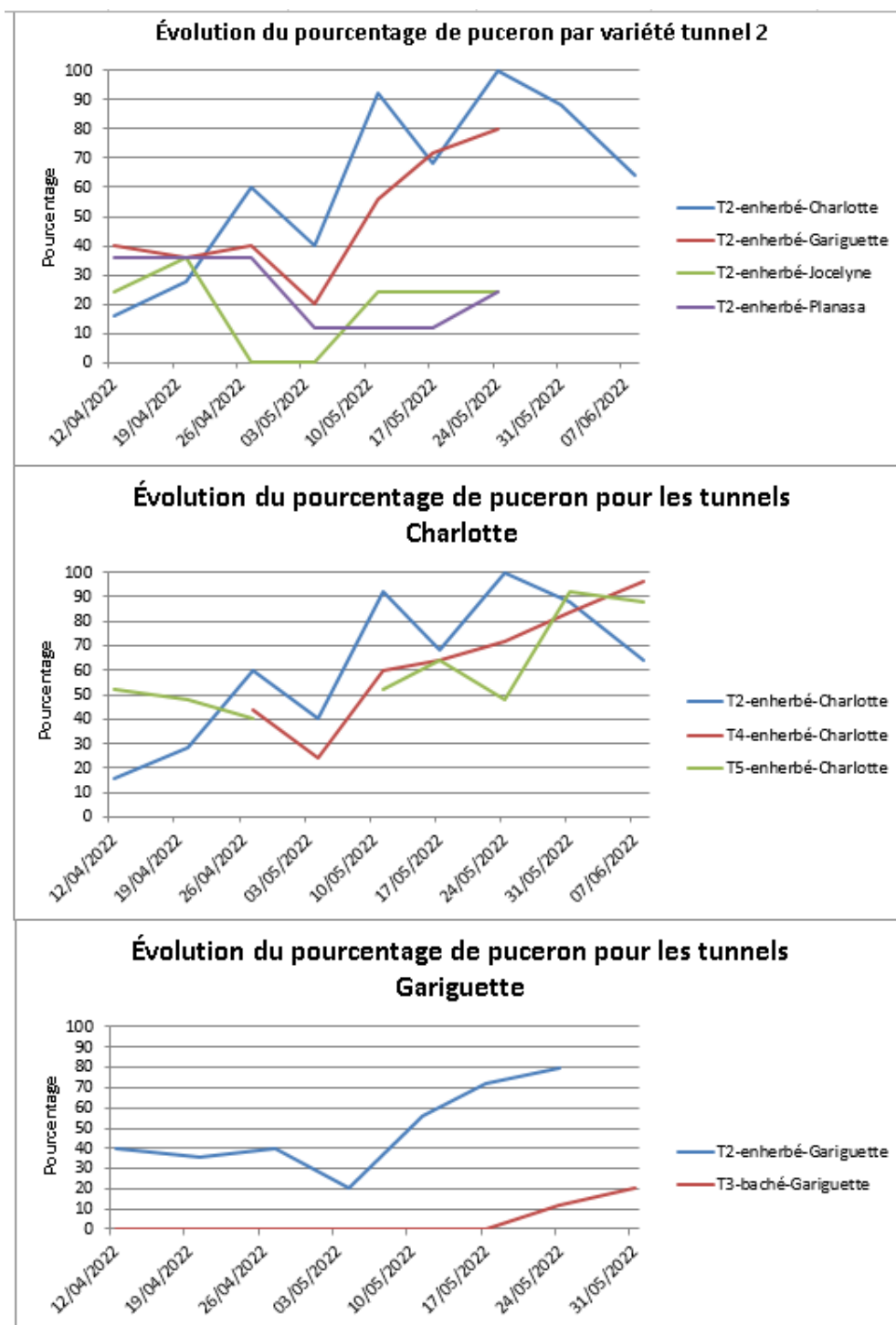
Le projet Fragasyst n'étant pas terminé lors de la fin de mon stage je n'ai donc pas accès au livrable de la mission. Cependant, à partir des données récoltées je suis en mesure de les mettre en forme pour pouvoir les interpréter. Ce qui suit est donc la mise e forme de ma mission mais ne constitue pas le livrable officiel du projet Fragasyst.

Les notations ont été faites sur des tunnels précis avec une variété précise. Le tunnel 2 du site d'observation suivait à 100% le cahier des charges du projet Fragasyst, le tunnel 4 et 5 suivent le protocole du producteur avec donc ses traitements mais le tunnel 4 et plus traité au soufre afin de voir l'impact sur les auxiliaires, quant au tunnel 3 il s'agit du tunnel bâché et non enherbé comme tous les autres.



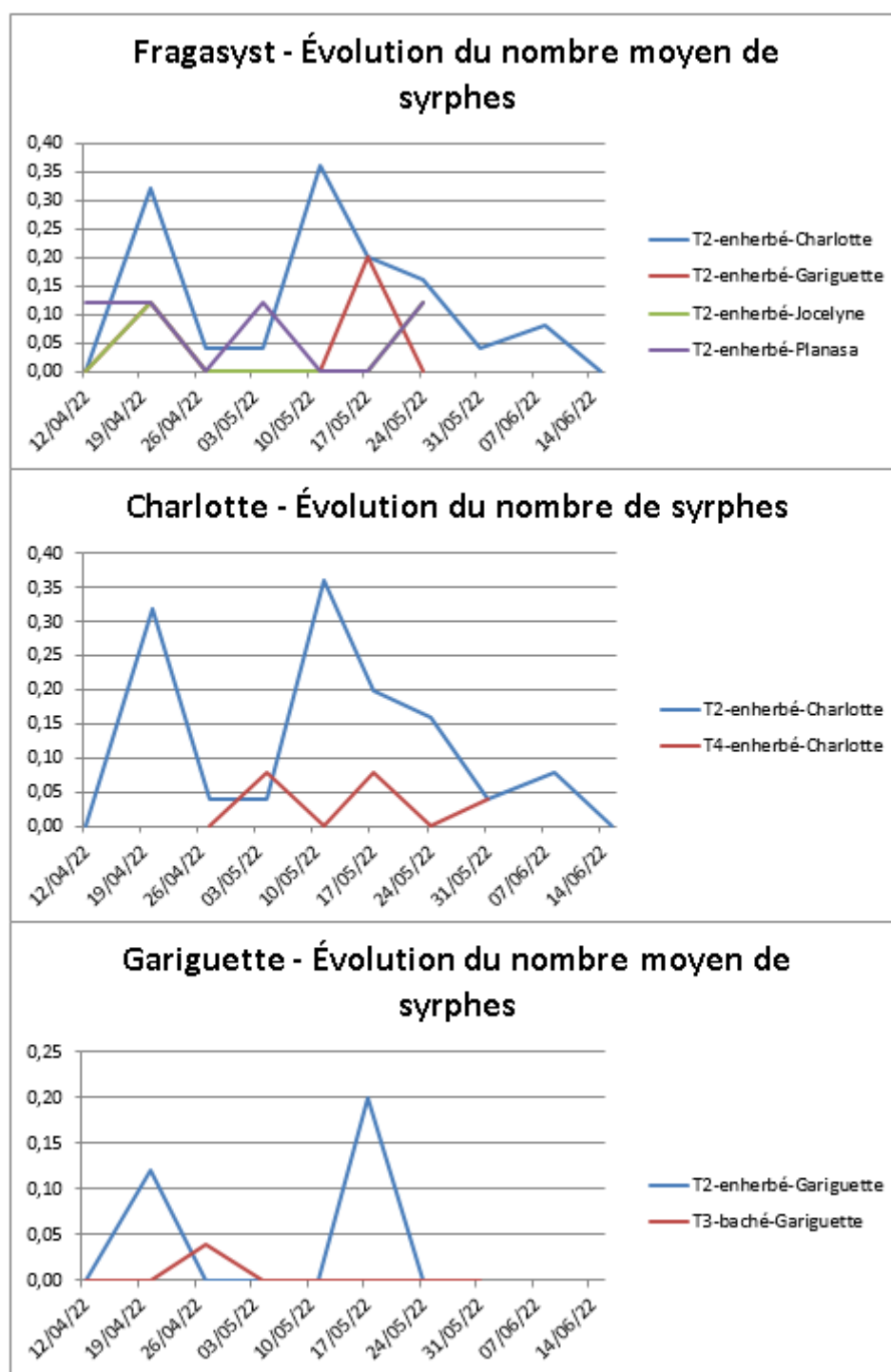
Graphique 1 : cumulé des données de notations pour le thrips

Les thrips sont de manière globale peu présents, au niveau des variétés aucune n'est plus ou moins touchée que les autres. Même au niveau des stratégies d'actions, aucune ne semble réellement se mettre en avant.



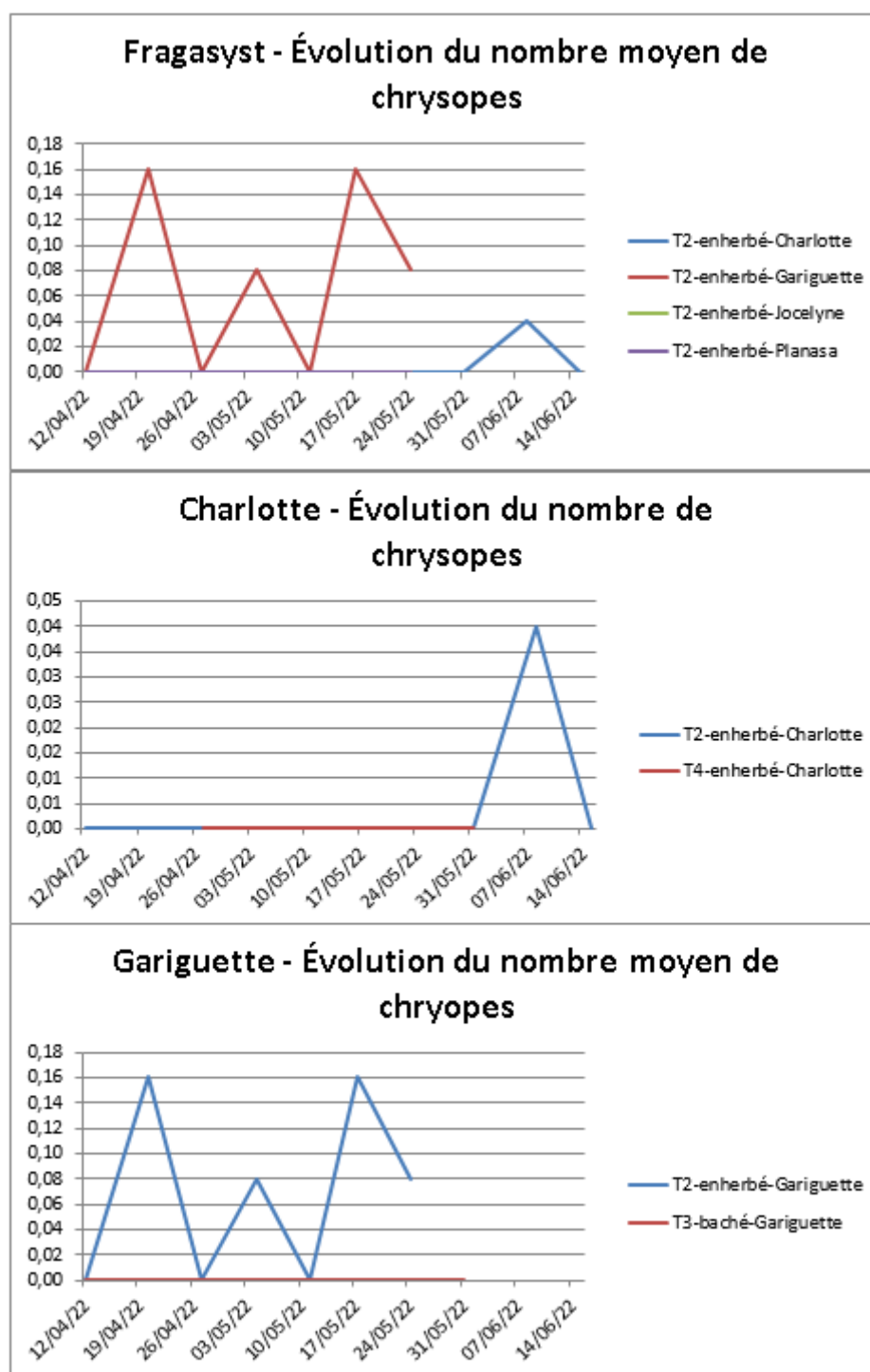
Graphique 2 : cumul des données de notations pour le puceron

Les pucerons sont nettement bien plus présents sur Charlotte que sur d'autres variétés, Jocelyne et Planasa sont très peu touchées. Le tunnel sous stratégie Fragasyst est le plus touché mais l'écart n'est pas si grand que ça. Cependant le tunnel bâché est lui presque insensible aux populations de pucerons.



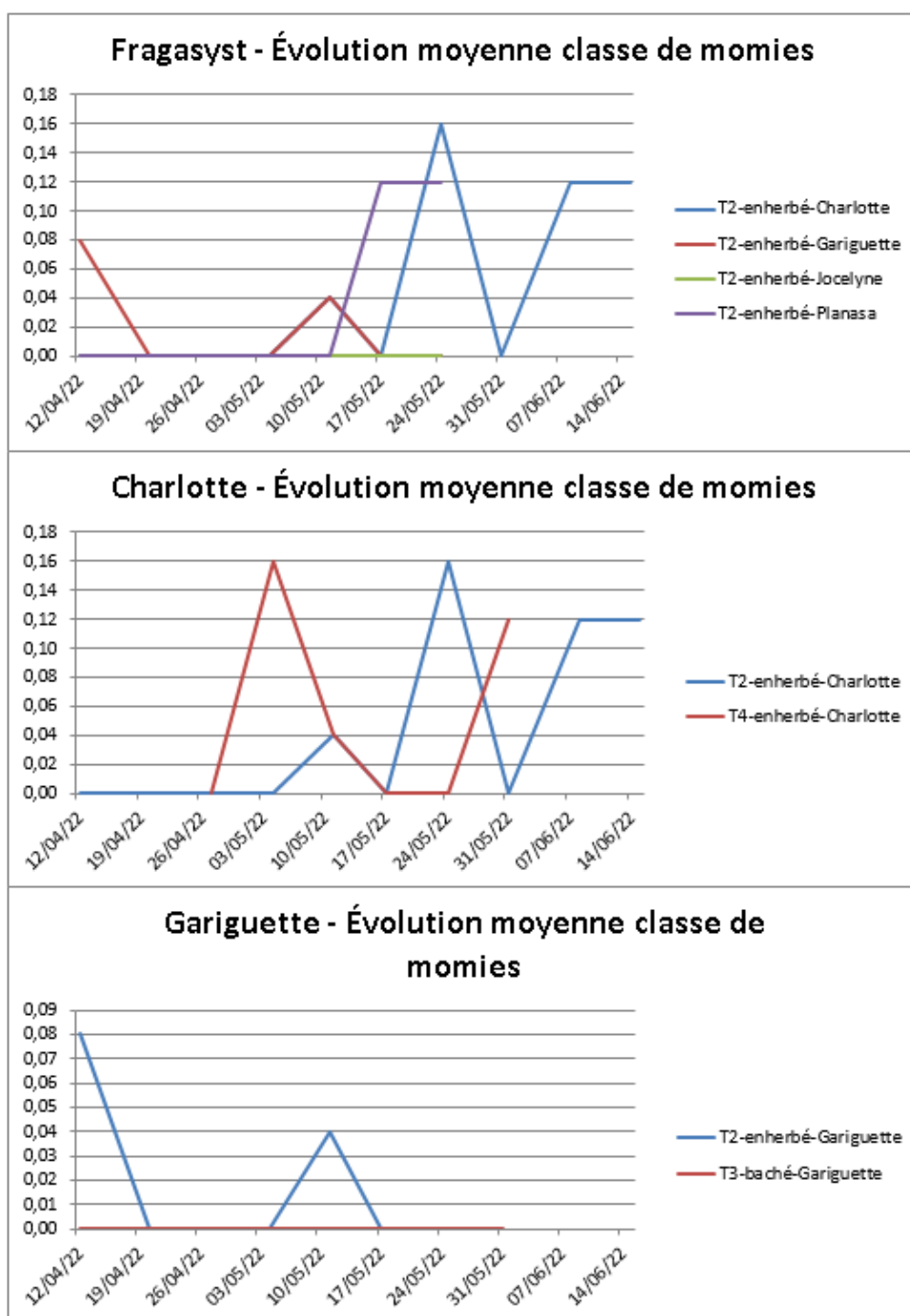
Graphique 3 : cumul des données de notations pour le syrphes

Les syrphes sont révélateurs de la biodiversité qui peut se retrouver dans les tunnels non traités, seul le tunnel 2 à vue une présence remarquable de syrphes. Une fois de plus la Charlotte est plus colonisée par cette espèce, ce qui paraît logique au vu de la forte présence de puceron sur cette dernière.



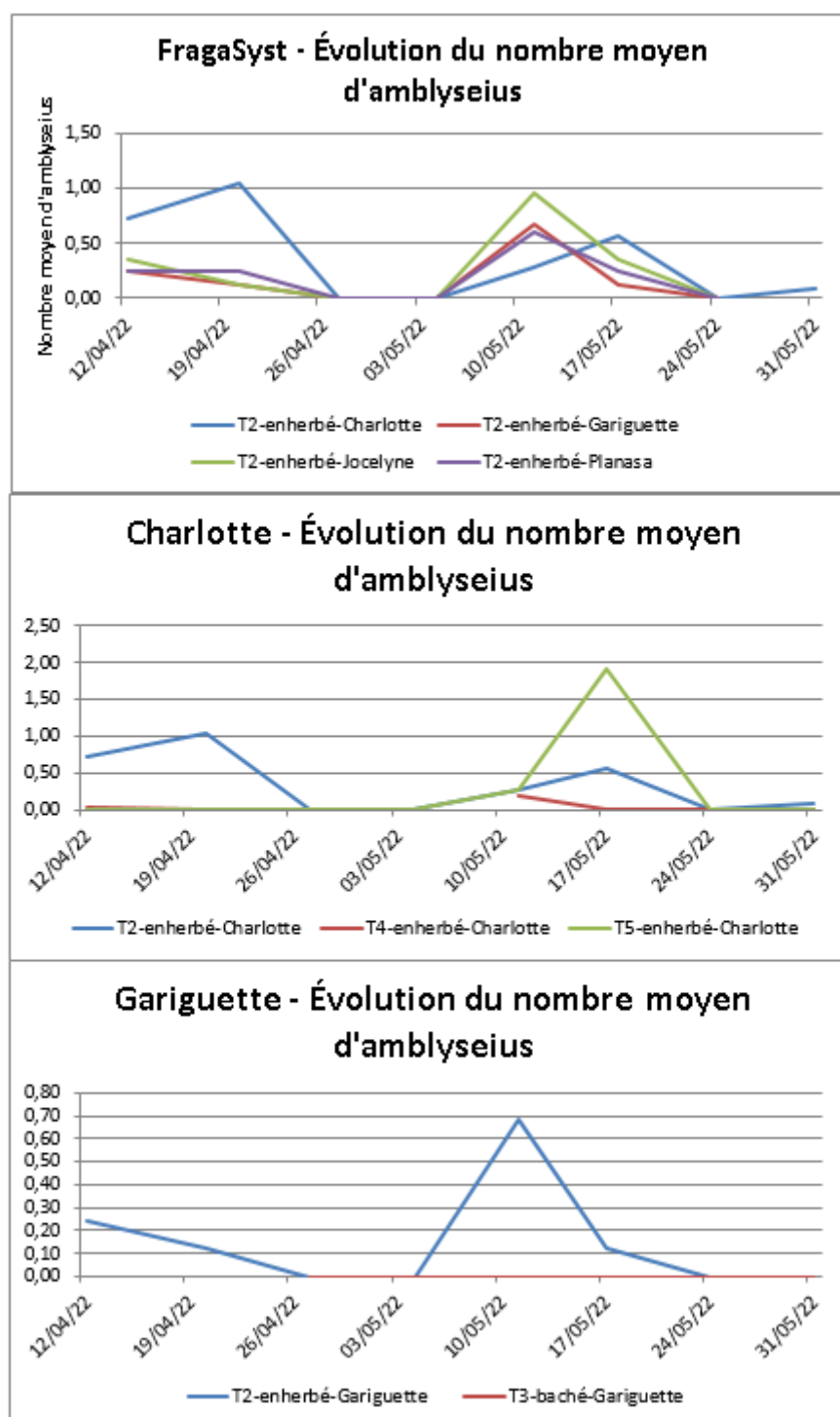
Graphique 4 : *cumul des données de notations pour le chrysopes*

Les chrysopes sont très discret sur les notations effectuées, certes nous remarquons une présence dominante sur la Gariguette mais ce ne sont que de faibles valeurs.



Graphique 5 : cumulé des données de notations pour les momies

Les momies elles aussi sont peu remarquables même si l'on peut relever une plus forte présence sur Charlotte, encore une fois en lien avec la présence très élevée de pucerons. Et une nouvelle fois le tunnel bâché ne voit toujours que très peu de présence d'auxiliaire (comme de ravageurs).



Graphique 6 : *cumul des données de notations pour l'amblyseius*

Pour les amblyseius, aucune variété ou stratégie se démarque vraiment, si ce n'est une forte présence lors d'une seule semaine sur le tunnel 5. Et comme sur les autres analyse le tunnel bâché reste le plus pauvre.

5. Retour sur l'expérience

Ce stage était très enrichissant, il m'a permis de découvrir le domaine agricole qui m'attire tant et d'acquérir de nouvelles connaissances concernant le fonctionnement de certains écosystèmes et l'identification de certaines espèces. Être au plus proche des agriculteurs sur le terrain m'a apporté une vision du domaine que je ne pouvais pas découvrir autrement, que ce soit la difficulté du métier par l'adaptation aux aléas climatiques ou encore le fonctionnement concret d'une exploitation (main d'œuvre, produits de traitement, vision sur la biodiversité).

J'ai également pu découvrir le travail en équipe au bureau ainsi que la vie en entreprise. Ce qui, pour moi, était un point positif afin de ne pas être sur le terrain de manière continue. L'alternance travail bureau-terrain était très appréciable et suffisamment bien répartie.

Cependant, concernant les missions qui m'ont été confiées, j'ai pu constater la réalité des choses. Un essai, aussi précis qu'il puisse être en amont, se voit très souvent revu et rééquilibré pendant qu'il est en cours. Il faut savoir s'adapter et réajuster les opérations. Les aléas climatiques étaient le facteur le plus problématique, car il fallait adapter chaque journée à la météo pour le travail sur le terrain. Mais de manière plus globale il faut aussi adapter les relevés sur le long terme si par exemple la saison est anormalement chaude, certaines cultures s'arrêteront ou se termineront plus tôt.

Enfin, je remercie la Chambre d'agriculture du Loir-et-Cher pour m'avoir accueilli durant ces 3 mois de stage. Ce stage m'a offert une vision précieuse de l'agriculture pratiquée actuellement en France, avec ses objectifs mais surtout ses réalités d'efficacité concernant la sauvegarde de la biodiversité, qui sont, selon moi, pas encore suffisantes.



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Dorian RUMEAU

Titre : Suivi du projet FRAGASYST

2021-2022

Sous-titre : Juger l'intérêt de divers aménagements paysagers en culture de fruits hors-sol sur l'attractivité des auxiliaires

Résumé : The FragaSyst project consists of co-constructing high-performance agroecological and economic systems to produce spring strawberries in France, without synthetic pesticides. With a systemic approach in redesign aimed at zero pesticides, while combining various innovative agronomic and environmental levers. This project has the dual objective of (i) changing current production systems towards agro-ecological soilless strawberry production systems using synthetic phytosanitary products (all families combined) only as a last resort to approach IFT 0 and (ii) guarantee the economic profitability of production.

Mots Clés : fraise – reconception – serre – systèmes agroécologiques - rentabilité économique

Entreprise : Chambre d'agriculture du Loir-et-Cher

Zone de l'Erigny 11-13-15 RUE LOUIS JOSEPH PHILIPPE 41018 BLOIS

Tuteur entreprise :

Annie GENNY

Conseillère spécialisée en culture légumière

Tuteur académique :

José SARRANO