

Université de Perpignan Via Domitia

Master 1^{re} année «< Biologie, Ecologie, Evolution »>

Spécialité professionnelle «< Biodiversité et Développement Durable »>

**SUIVI DE LA POPULATION DE PSYLLE DU PRUNIER (*CACOPSYLLA PRUNI*) ET
ÉVALUATION DE SA PRÉFÉRENCE CHROMATIQUE :
ÉTUDE COMPARATIVE DE PIÈGES ENGLUÉS DE DIFFÉRENTES COULEURS
DANS LES PYRÉNÉES-ORIENTALES**

Marine LAFONT



Année universitaire 2024 – 2025

Sous la direction de : Rémi ESPERT

Fondation UPVD Chaire AgroLab BioMed, 1 Rue du Musée

66000 PERPIGNAN – tél 04 68 66 22 54

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de mon stage et à l'élaboration de ce travail.

Tout d'abord, je remercie très sincèrement mon maître de stage Rémi Espert, chargé de projet à la chaire AgroLab BioMed, pour son encadrement, sa disponibilité, ses conseils avisés et son soutien tout au long de cette expérience.

Je remercie également Cédric Bertrand, responsable de la chaire AgroLab BioMed de la Fondation UPVD, pour m'avoir permis d'intégrer ce projet et de le mener à bien dans d'excellentes conditions.

Mes remerciements vont aussi à Olivier Rey, responsable pédagogique du Master 1 BEE-BDD, pour ses conseils et son suivi durant l'année universitaire.

Je tiens à remercier Nathalie Courthieu de la SICA Centrex pour nous avoir présenté son travail de battage sur prunier myrobolan et pour les échanges enrichissants autour des dynamiques de population de psylles dans les Pyrénées-Orientales.

Merci à Nicolas Bennes de la FDGDON66 pour sa présentation très instructive sur l'Enroulement Chlorotique de l'Abricotier (ECA) et la gestion des vergers dans les Pyrénées-Orientales, ainsi que pour sa disponibilité et la rapidité avec laquelle il a répondu à mes questions.

Je souhaite également remercier Mathilde Banet, stagiaire avec moi, pour son aide précieuse, son soutien et la bonne ambiance partagée durant ces mois de stage.

Enfin, je remercie toutes les personnes que j'ai croisées au cours de ce stage, pour leurs échanges et conseils, qui ont contribué à enrichir mon expérience professionnelle et personnelle.

SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION.....	1
II.	MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	6
1.	Sites d'études	6
2.	Pièges englués chromatiques	7
3.	Fréquence des relevés et identification	8
4.	Données météorologiques	10
5.	Analyses statistiques	10
III.	RESULTATS.....	11
1.	Dynamique de la population de <i>Cacopsylla pruni</i>	11
a.	Localisation des sites de piégeage	11
b.	Visualisation 3D et contexte paysager	12
c.	Evolution temporelle des captures	13
2.	Influence de la couleur des pièges sur les captures.....	13
a.	Captures totales par couleur (données filtrées)	14
b.	Evolution hebdomadaire des captures par couleur (données brutes).....	14
3.	Evolution des captures en fonction des stades phénologiques.....	15
4.	Comparaison des captures entre abricotiers et prunelliers.....	16
IV.	DISCUSSION	17
1.	Dynamique de population de <i>C.pruni</i>	17
2.	Préférence chromatique.....	18
3.	Type d'arbre hôte : rôle central du prunellier	19
4.	Limites de l'étude.....	19
5.	Perspectives d'amélioration	22
V.	CONCLUSION.....	24
VI.	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	25

Table des figures

Figure 1 : Morphologie de <i>Cacopsylla pruni</i>	3
Figure 2 : Cycle biologique de <i>Cacopsylla pruni</i> et transmission du phytoplasme <i>Candidatus Phytoplasma prunorum</i>	3
Figure 3 : Dynamique de population de <i>Cacopsylla pruni</i>	4
Figure 4 : Mode de transmission du phytoplasme par <i>Cacopsylla pruni</i>	4
Figure 5 : Carte de localisation des sites de suivi du psylle <i>Cacopsylla pruni</i> dans les Pyrénées-Orientales, répartis selon trois zones écologiques contrastées.....	7
Figure 6 : Installation des pièges englués chromatiques dans le cadre du suivi de <i>Cacopsylla pruni</i> .8	
Figure 7 : Étapes de la pose, du suivi et de l'identification des psylles sur les pièges englués	9
Figure 8 : Principaux stades phénologiques observés au cours du suivi	9
Figure 9 : Localisation des sites de piégeage de <i>Cacopsylla pruni</i> dans les Pyrénées-Orientales	12
Figure 10 : Carte 3D des sites de piégeage de <i>Cacopsylla pruni</i> avec représentation de la topographie	12
Figure 11 : Nombre total de <i>Cacopsylla pruni</i> capturés chaque semaine dans chaque zone.....	13
Figure 12 : Comparaison du nombre de <i>Cacopsylla pruni</i> capturés selon la couleur des pièges chromatiques (blanc, bleu, jaune), après filtrage des données.....	14
Figure 13 : Évolution hebdomadaire du nombre total de <i>Cacopsylla pruni</i> capturés en fonction de la couleur des pièges chromatiques (blanc, bleu, jaune) entre février et mai 2025.	15
Figure 14 : Abondance moyenne de <i>Cacopsylla pruni</i> capturés selon la couleur des pièges chromatiques (blanc, bleu, jaune) et les principaux stades phénologiques de l'abricotier (bourgeonnement, débourrement, floraison, nouaison, développement du fruit).....	16
Figure 15 : Nombre moyen de <i>Cacopsylla pruni</i> capturés par type d'arbre (abricotier vs prunellier, toutes couleurs et zones confondues).....	17

I. INTRODUCTION

La chaire AgroLab BioMed, lancée en décembre 2020 à l'initiative de Cédric Bertrand, enseignant-chercheur au laboratoire CRILOBE de l'Université de Perpignan Via Domitia (UPVD), est un programme de recherche innovant dédié à la promotion d'une agriculture durable. Son objectif principal est de développer et soutenir de nouvelles techniques visant à réduire l'utilisation des pesticides de synthèse en agriculture.

Pour atteindre cet objectif, la chaire a mis en place un Agro Living Lab, un espace collaboratif réunissant toutes les parties prenantes de l'agriculture, y compris les agriculteurs, les chercheurs, les industriels du biocontrôle, les institutionnels et les consommateurs. Ce laboratoire vivant permet de tester, optimiser et diffuser des savoirs sur des alternatives à la lutte chimique, en se concentrant sur les cultures centrales du Roussillon telles que l'arboriculture, la viticulture et le maraîchage.

Les axes principaux de la chaire AgroLab BioMed qui incluent l'innovation par l'expérimentation sont :

- Tester à grande échelle des méthodes et pratiques culturales chez des agriculteurs locaux et dans le reste du département.
- Réunir les parties prenantes : offrir un espace d'échanges pour les industriels du biocontrôle, les institutionnels, les chercheurs, les universitaires, les agriculteurs et les consommateurs.
- Diffuser les résultats : partager les nouveaux savoir-faire auprès du plus grand nombre.

En soutenant des projets expérimentaux issus de problématiques spécifiques aux Pyrénées-Orientales, la chaire AgroLab BioMed joue un rôle clé dans l'innovation agricole locale, en favorisant des solutions durables et respectueuses de l'environnement.

Contexte de l'étude

La FDGDON 66 (Fédération Départementale de Défense contre les Organismes Nuisibles des Pyrénées-Orientales) et la Chaire Sharka, une autre chaire de la Fondation UPVD spécialisée dans l'étude et la gestion de la sharka, une maladie virale très dévastatrice sur les pêchers, se sont réunies pour mettre en lumière une autre difficulté concernant les vergers d'abricotiers dans le département : la maladie de l'ECA (Enroulement Chlorotique de l'Abricotier).

Actuellement, les arboriculteurs s'appuient sur le suivi réalisé à la SICA CENTREX à Torreilles (66) par Nathalie Courthieu. Cependant, Torreilles est proche de la mer, cela place ce suivi à une distance significative des hôtes hivernants du psylle, qui sont les conifères des zones boisées situées en altitude. Cette situation géographique n'engendre peut-être donc pas le modèle de suivi le plus adapté dans le cadre d'une gestion de l'utilisation des traitements insecticides dans tout le département.

En s'appuyant sur les travaux de Nicolas Sauvion (INRAE), la Chaire AgroLab BioMed a décidé de mettre en place un suivi spatial et temporel à l'échelle du département afin d'améliorer le suivi et la gestion du psylle du prunier, le vecteur du phytoplasme responsable de l'ECA. Un protocole a été établi combinant un suivi par battage et, pour diversifier les méthodes de capture, un suivi par piégeage. En parallèle, des pièges englués de différentes couleurs vont être mis en place pour tester l'efficacité de chaque coloris dans la capture des psylles. Dans le cadre de cette étude, nous ne traiterons que le suivi par piège englué.

L'ECA

L'Enroulement Chlorotique de l'Abricotier (ECA) est une maladie végétale causée par le phytoplasme *Candidatus Phytoplasma prunorum* (Seemüller & Schneider, 2004), une bactérie sans paroi capable d'infecter les *Prunus*. Cette infection peut toucher aussi bien des espèces cultivées (abricotier, pêcher, amandier), que des espèces sauvages (prunellier), mais avec des niveaux de sensibilité variable en fonction de l'espèce. L'abricotier est particulièrement sensible à ce phytoplasme.

Le phytoplasme colonise les vaisseaux du phloème de la plante, entraînant leur obstruction et provoquant un stress oxydatif. Les premiers symptômes apparaissent généralement après deux à trois années d'incubation.

Deux types de symptômes se manifestent : l'un en fin d'hiver et l'autre en été. En fin d'hiver, les arbres contaminés présentent un débourrement végétatif précoce, conséquence directe du stress engendré par le phytoplasme. Ce symptôme est souvent très visible. En été, un enroulement des feuilles et un jaunissement internervaire peuvent être observés. Cependant, ces signes sont plus difficiles à attribuer spécifiquement à l'ECA, car ils peuvent également résulter d'autres facteurs, comme un stress hydrique, une carence nutritive, le vent ou d'autres contraintes environnementales.

À terme, l'ECA provoque une diminution de la production de fruits, une chute prématurée des fruits avant maturation, et conduit à la mort de l'arbre deux à trois ans après l'apparition des premiers symptômes.

L'ECA touche environ 2 % des vergers d'abricotiers dans les Pyrénées-Orientales, soit près de 8 000 arbres par an (FDGDON 66, n.d.).

Le vecteur

Le principal vecteur du phytoplasme *Candidatus Phytoplasma prunorum*, responsable de l'ECA, est le psylle du prunier, *Cacopsylla pruni* (Scopoli, 1763). Ce psylle appartient à la famille des *Psyllidae*, qui regroupe de nombreux insectes piqueurs-suceurs spécialisés dans la colonisation des arbres fruitiers de la famille des *Rosaceae*. C'est un petit insecte ailé de 2,5 à 3 mm, avec de longues antennes et des ailes brunes et translucides (Figure 1).



Figure 1 : Morphologie de *Cacopsylla pruni*.
À gauche : vue de deux individus adultes (source : Rémi Espert).
À droite : individu adulte en train de se nourrir sur une feuille (source : C. Quintin).

Cacopsylla pruni est un insecte oligophage, c'est-à-dire qu'il se nourrit d'un petit nombre d'espèces différentes : les *Prunus* (abricotier, prunier, pêcher, prunellier) et les *Pinophytes* (ou Conifères). Il suit un cycle de vie migratoire étroitement lié à la phénologie des plantes hôtes. Ce cycle se compose de quatre phases principales : reproduction, migration, hivernage et reimmigration (Figure 2).

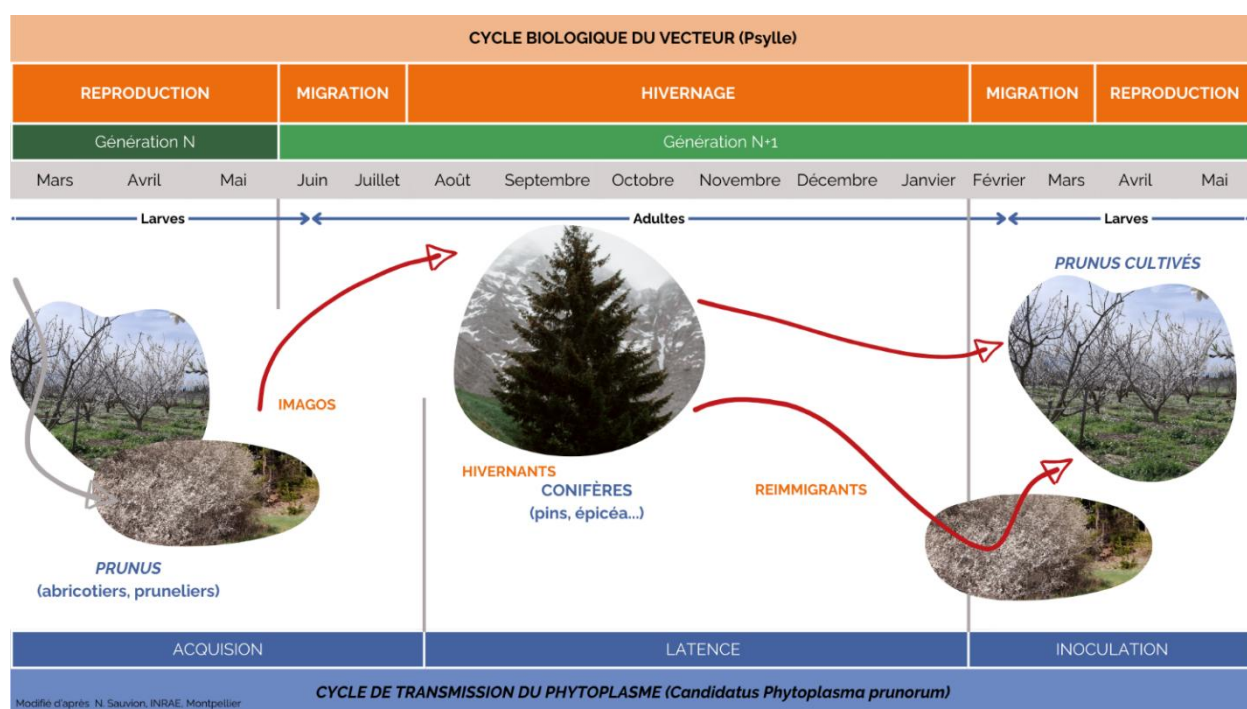


Figure 2 : Cycle biologique de *Cacopsylla pruni* et transmission du phytoplasme *Candidatus Phytoplasma prunorum*. Le cycle de vie du psylle suit quatre phases principales : reproduction au printemps sur les *Prunus*, migration vers les conifères en été, hivernage en diapause, et reimmigration vers les *Prunus* en fin d'hiver. La transmission du phytoplasme suit une période de latence de huit mois, avec une phase d'acquisition au printemps et une phase d'inoculation lors de la reimmigration. (Modifié d'après N. Sauvion, INRAE Montpellier).

A la fin de l'hiver, les psylles adultes hivernants retournent vers les *Prunus* pour se reproduire. Les larves éclosent en mars et passent par cinq stades de développement avant de devenir adultes aux alentours du mois de juin (Figure 3). Les adultes émergents (nouvelle génération) quittent ensuite les *Prunus* à la fin du printemps ou au début de l'été pour migrer vers des conifères (principalement des pins et des épicéas), où ils passent l'hiver en diapause.

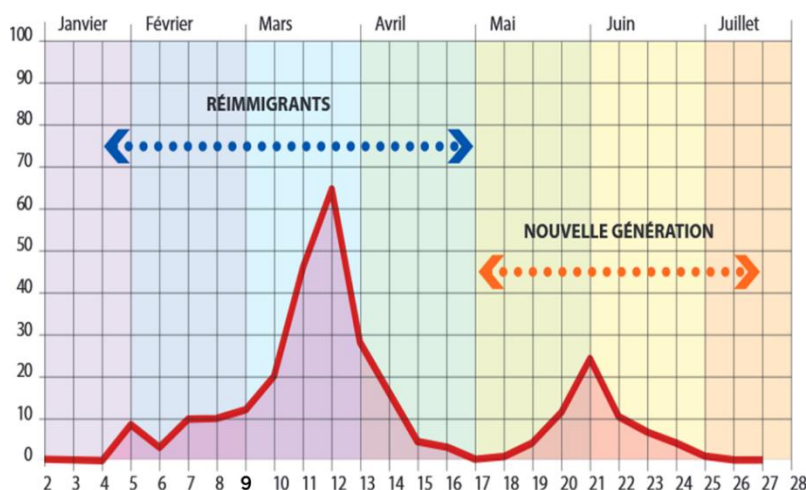


Figure 3 : Dynamique de population de *Cacopsylla pruni*.

La courbe montre deux pics d'activité : le premier au printemps correspondant aux réimmigrants, et le second en fin de printemps correspondant à la nouvelle génération.

(Source : SICA CENTREX, 2013)

C'est au cours des repas de sève sur les *Prunus* au printemps que le psylle acquiert le phytoplasme. Lorsqu'un psylle se nourrit sur une plante infectée, le phytoplasme pénètre dans son tube digestif, traverse la paroi intestinale et migre dans l'hémolymphe. Il atteint ensuite les glandes salivaires, où il commence à se multiplier. Ce processus d'acquisition et de multiplication du phytoplasme suit un mécanisme de transmission persistante : une fois acquis, le phytoplasme reste dans le corps du psylle pendant tout son cycle de vie (Figure 4). Contrairement à une transmission non persistante (où le pathogène est temporairement retenu dans l'appareil buccal), le phytoplasme nécessite une période de latence prolongée avant de pouvoir être retransmis.

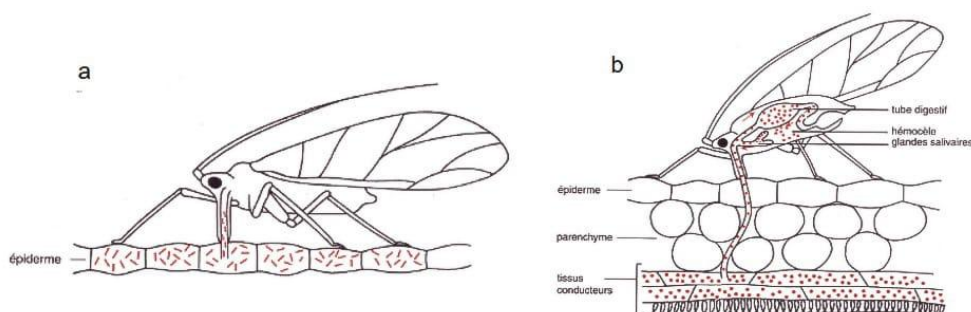


Figure 4 : Mode de transmission du phytoplasme par *Cacopsylla pruni*.

(a) Transmission non persistante : l'insecte vecteur acquiert l'agent pathogène lors d'un repas court sur une plante infectée. Le pathogène reste sur les pièces buccales de l'insecte et peut être transmis rapidement à une plante saine. Il n'y a pas de phase de latence et la transmission ne dure que quelques heures à quelques jours.

(b) Transmission persistante : après ingestion du phytoplasme, celui-ci traverse la paroi intestinale, circule dans l'hémolymphe, atteint les glandes salivaires, et peut alors être transmis à une plante saine lors d'un nouveau repas. Cette transmission implique une période de latence et le vecteur reste infectieux toute sa vie. (Source : Boquel, S., Le Rap et Lecoq, 2008)

Les psylles de nouvelle génération ne peuvent cependant pas transmettre le phytoplasme avant leur retour en fin d'hiver. Durant l'hivernage, les psylles restent immobiles et réduisent leur activité métabolique. Cette phase est cruciale pour la maturation du phytoplasme dans le corps de l'insecte. En effet, le phytoplasme se multiplie activement dans le psylle, en particulier dans les glandes

salivaires. Cette multiplication nécessite une période de latence d'environ huit mois. Une fois la charge de phytoplasme dans les glandes salivaires maximale, les psylles deviennent hautement infectieux au moment de leur retour vers les *Prunus* à la fin de l'hiver. Cette charge infectieuse permet une efficacité de transmission du phytoplasme atteignant 60 % lors des premiers repas de sève sur les arbres hôtes (Thébaud et al., 2009)

Les nymphes de *C. pruni* ne parviennent pas à se développer sur les conifères, bien qu'elles puissent y ingérer de la sève. Cette incapacité pourrait s'expliquer par l'absence de sorbitol dans la sève des conifères, un sucre essentiel au développement des nymphes, alors qu'elle contient des composés comme l'acide quinique et le pinitol, qui pourraient avoir un effet défavorable sur leur croissance (Gallinger et Gross, 2018). Cette période de développement sur les *Prunus*, qui s'étend jusqu'en été, est donc essentielle pour assurer la survie et la maturation des nymphes.

La durée de vie totale du psylle est d'environ un an, le cycle se terminant lorsque les adultes retournent vers les *Prunus* au printemps suivant pour se reproduire.

La lutte

La lutte contre l'ECA est principalement prophylactique. Dans les Pyrénées-Orientales, la FDGDON 66 surveille la maladie en visitant les vergers entre janvier et février pour repérer et marquer les arbres présentant un débourrement végétatif précoce, c'est-à-dire en feuille, signe caractéristique de l'ECA. Les arbres marqués sont ensuite coupés ou arrachés dans la semaine qui suit afin de limiter la propagation de la maladie.

Pour réduire l'expansion du phytoplasme, les agriculteurs doivent obligatoirement se procurer des jeunes plants, porte-greffes et greffons accompagnés d'un passeport phytosanitaire européen (DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes, 2016).

En complément des mesures prophylactiques, les arboriculteurs en agriculture conventionnelle utilisent des insecticides (Cyperméthrine, Spinosad, Flonicamide) pour contrôler la population de psylles (Paleskić et al., 2017). En agriculture biologique, la pulvérisation d'argile blanche est largement utilisée. Celle-ci forme une barrière physique qui perturbe le comportement de piqûre des psylles en bloquant l'insertion de leur stylet dans les tissus du phloème, réduisant ainsi leur capacité à transmettre le phytoplasme. Cette méthode, agissant à la fois comme répulsif visuel et comme barrière mécanique, a démontré son efficacité pour limiter la transmission (Sabaté et al., 2016).

Mise en place de l'étude

Cette étude a plusieurs objectifs :

- Mettre en place un suivi spatial et temporel de la population de psylle à l'échelle du département.
- Déterminer si le psylle a une attirance chromatique en fonction de la couleur des pièges englués.

L'intérêt majeur de cette étude repose sur une meilleure compréhension du comportement de *Cacopsylla pruni*, notamment en ce qui concerne son attirance pour certaines couleurs. Une étude hongroise a montré que *C. pruni* est plus attiré par le blanc (Bodnár et al., 2022). Cette étude compare l'efficacité de capture de pièges englués de cinq couleurs différentes : blanc, jaune, jaune fluorescent, rouge et transparent. Afin de compléter ces résultats dans le contexte local, nous avons échangé avec Nathalie COURTHIEU qui travaille à la SICA CENTREX (détachée par la Chambre d'Agriculture 66). Elle nous a informés avoir participé à une expérimentation utilisant des pièges englués. Contrairement à l'étude hongroise, les résultats de leur essai ont montré que les pièges de couleur bleue étaient les seuls qui semblaient capturer le plus efficacement *Cacopsylla pruni*.

Sur la base de ces informations, un protocole a été mis en place en utilisant des pièges englués de couleur blanche, jaune fluorescent et bleue, afin de répondre à la problématique suivante :

Comment la couleur des pièges englués influence-t-elle l'efficacité de la capture de *Cacopsylla pruni* dans les vergers et sur prunelliers des Pyrénées-Orientales ?

Dans le but d'évaluer cet aspect à l'échelle du territoire des Pyrénées-Orientales, trois zones géographiques distinctes ont été sélectionnées pour l'installation des pièges. Ces zones ont été choisies en fonction de leur situation paysagère et climatique contrastée. La zone A, en pied de montagne, est proche des massifs de conifères, hôtes hivernants du psylle, ce qui la rend particulièrement intéressante pour étudier la phase de remigration. Les zones B et C se trouvent en plaine, dans des environnements agricoles avec une grande abondance de vergers d'abricotiers. La zone B se situe dans un secteur central du département, tandis que la zone C, plus proche du littoral, présente des conditions plus chaudes et plus sèches. Cette diversité permet de tester l'influence potentielle des conditions environnementales locales sur les captures et les préférences comportementales de *C. pruni*. Nous nous attendons à une attraction plus forte des psylles pour les pièges blancs, notamment lors de la floraison des arbres hôtes, ainsi qu'à une dynamique de population en zone C similaire à celle observée par la Sica Centrex en 2013 (Figure 3), et donc différente de celle des autres zones.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Sites d'études

L'étude a été menée dans le département des Pyrénées-Orientales, au sein de la plaine du Roussillon, répartie en trois zones géographiques distinctes (Figure 5).

La zone A, en pied de montagne, se situe dans les environs de Prades, Vinça et Bouleternère. Elle est localisée à une altitude légèrement supérieure à celle des zones de plaine, ce qui induit un climat plus frais et plus humide, avec des amplitudes thermiques plus marquées. Cette zone est

également plus proche des zones boisées de conifères, hôtes hivernants de *Cacopsylla pruni*, ce qui en fait un site stratégique pour observer la phase de remigration printanière des adultes vers les hôtes de reproduction. Quatre points de suivi ont été implantés dans des prunelliers sauvages (*Prunus spinosa* L., 1753), chacun équipé de pièges chromatiques.

La zone B couvre le secteur de Thuir, Le Soler et Saint-Félic-d'Avall. La zone est composée de prunelliers (*P. spinosa*) et d'abricotiers cultivés (*Prunus armeniaca*). Trois points de suivi ont été mis en place : deux dans des prunelliers et un dans un verger d'abricotiers.

La zone C, localisée autour de Pia, Clair et Rivesaltes, comprend des vergers d'abricotiers et des haies de prunelliers sauvages. Quatre points de suivi y ont été définis : trois dans des vergers d'abricotiers et un dans un prunellier.

Dans les vergers d'abricotiers, les pièges chromatiques ont pu être installés avec l'accord des agriculteurs, qui ont été informés du protocole de suivi et ont autorisé l'accès régulier à leurs parcelles pour les relevés.

Le découpage de ces zones permet de comparer la dynamique des populations de psylles en fonction de l'altitude, du type d'hôte (prunellier ou abricotier), du climat et de la structure paysagère.

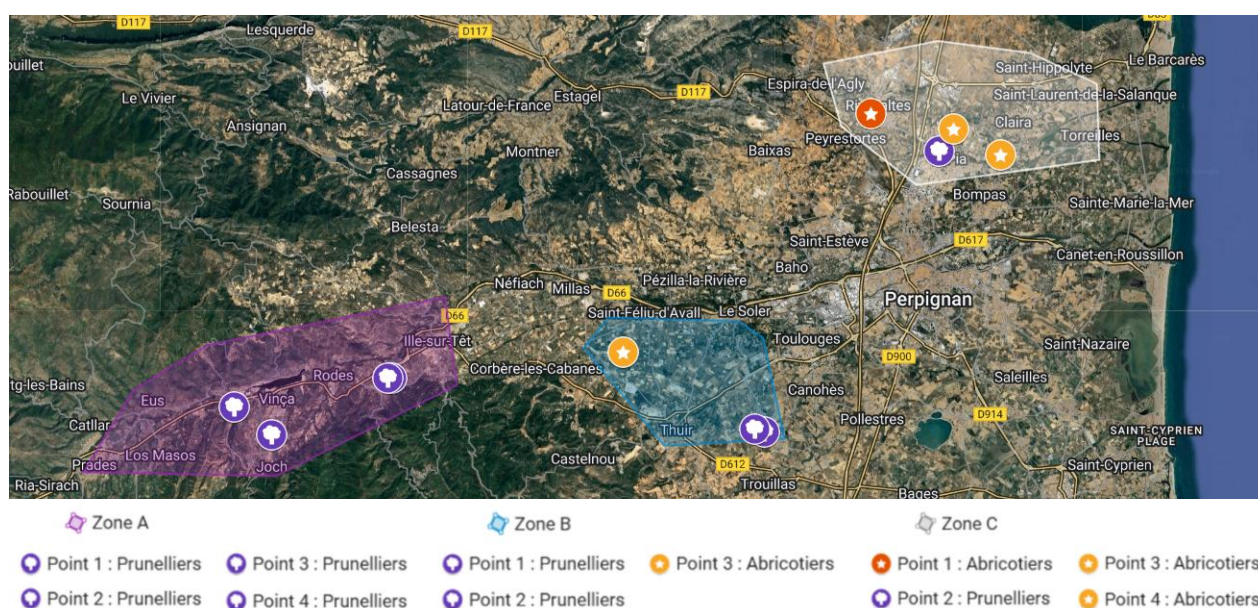


Figure 5 : Carte de localisation des sites de suivi du psylle *Cacopsylla pruni* dans les Pyrénées-Orientales, réparties selon trois zones écologiques contrastées. Les zones d'étude sont :

- Zone A (violet) : secteur de Prades, Vinça, Bouleternère, Ille-sur-Têt
- Zone B (bleu) : secteur de Saint-Félic, Thuir, Le Soler, Ponteilla
- Zone C (gris) : secteur de Pia, Clair et Rivesaltes

Chaque zone comprend plusieurs points d'échantillonnage, différenciés selon le type d'arbre (abricotiers ou prunelliers). Source : image de base Google Maps, modifiée par Rémi Espert.

2. Pièges englués chromatiques

D'après les données bibliographiques, *Cacopsylla pruni* présente des préférences chromatiques, notamment pour le blanc pendant la floraison (Bodnár et al., 2022). Afin d'évaluer

cette préférence dans différents contextes, trois couleurs de pièges ont été sélectionnées : bleu, blanc et jaune fluorescent.

- Les pièges bleus (10 x 20 cm, produit par Décamp' Radical®) ont été choisis sur la base d'expérimentations menées localement (Nathalie Courthieu, SICA CENTREX), montrant leur efficacité hors floraison. Ces pièges ont été redimensionnés pour correspondre aux formats standard des autres pièges.
- Les pièges blancs ("SZ" series, 10 × 16 cm, CSALOMON®, Budapest, Hongrie) ont été choisis notamment en raison de leur similitude visuelle avec les pétales blancs des fleurs d'abricotiers et de prunelliers (Bodnár et al., 2022).
- Les pièges jaunes fluorescents ("SZ" series, 10 × 16 cm, CSALOMON®, Budapest, Hongrie) sont classiquement utilisés pour les insectes piqueurs-suceurs (Sabaté et al., 2016).

Les pièges ont été installés sur deux espèces hôtes (Figure 6) : le prunellier sauvage (*Prunus spinosa*) et l'abricotier cultivé (*Prunus armeniaca*). Ils ont été fixés directement sur les branches, à une hauteur comprise entre 0,5 m et 1,5 m, dans la zone d'activité principale des psylles adultes.

Dans chaque point de suivi, six pièges ont été installés : deux de chaque couleur. Chaque piège a été identifié individuellement afin d'assurer un suivi rigoureux et reproductible.



Figure 6 : Installation des pièges englués chromatiques dans le cadre du suivi de *Cacopsylla pruni*.

À gauche : fixation d'un piège bleu sur un prunellier sauvage (*Prunus spinosa*) en zone A.

Au centre : pose des pièges dans un verger d'abricotiers (*Prunus armeniaca*) en zone B.

À droite : pièges dans un verger d'abricotiers en fleurs (*Prunus armeniaca*) en zone B.

3. Fréquence des relevés et identification

Les pièges ont été installés lors de la semaine 7, soit à la mi-février. Le premier relevé a été effectué en semaine 8, marquant le début du suivi des populations de *Cacopsylla pruni*. Le suivi a duré 10 semaines.

Un protocole régulier a été appliqué dès l'installation : les plaques ont été relevées chaque semaine pour le comptage des individus capturés. Toutes les deux semaines, les pièges ont été remplacés afin d'éviter leur saturation par la poussière ou les insectes non ciblés. Cette régularité permet de suivre l'évolution des populations de psylles sur l'ensemble de la période de présence active dans les vergers.

Lors des semaines où les plaques n'étaient pas remplacées, les individus déjà comptabilisés étaient retirés, afin d'éviter tout risque de double comptage la semaine suivante. Cette méthode garantit la fiabilité des données collectées.

Le comptage des psylles a été réalisé directement sur le terrain (Figure 7). L'identification s'est appuyée sur des caractères morphologiques visibles à l'œil nu ou à la loupe (forme générale, taille, aspect et coloration des ailes). En cas de doute sur l'identification, les individus ont été conservés pour être observés à la loupe binoculaire.

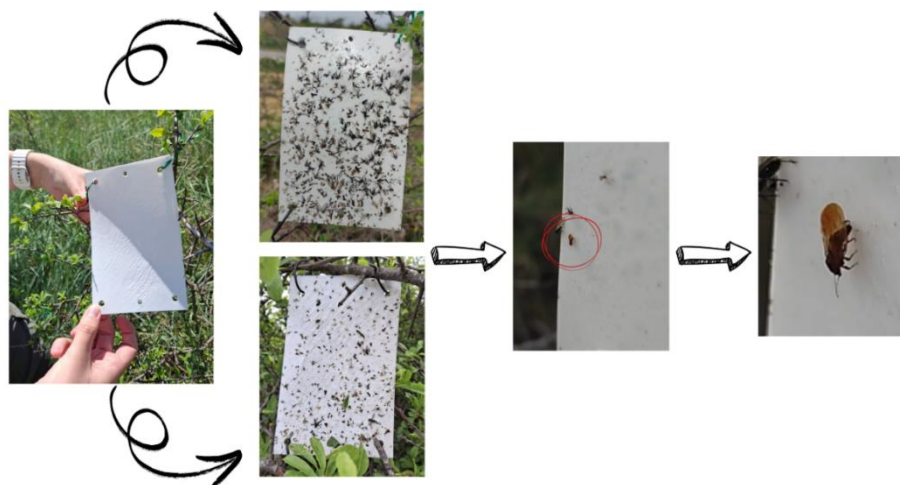


Figure 7 : Étapes de la pose, du suivi et de l'identification des psylles sur les pièges englués.

À gauche : installation d'une blanche sur un prunellier.

Au centre : exemples de plaques saturées en insectes après plusieurs jours d'exposition.

À droite : observation d'un psylle sur plaque blanche, puis zoom pour identification à partir de critères morphologiques visibles à l'œil nu (forme, taille, coloration des ailes). Sources photos : Mathilde Banet et Marine Lafont

En complément de ces observations, les stades phénologiques (Figure 8) des arbres ont été relevés à chaque point de comptage. Cela permet de croiser les dynamiques de population de *C. pruni* avec les phases de développement des arbres hôtes.



Figure 8 : Principaux stades phénologiques observés au cours du suivi.

(a) : Abricotier

(b) : Prunellier

De gauche à droite : bourgeonnement, débourrement, floraison, nouaison, développement des fruits.

Ces observations phénologiques sont importantes pour interpréter les variations d'attractivité des pièges colorés en fonction des périodes clefs du cycle biologique des *Prunus*, comme cela a été mis en évidence dans l'article de Bodnár et al. (2022), où l'attraction à la couleur blanche était maximale pendant la floraison des abricotiers.

Le dernier relevé a été effectué à la semaine 17, soit à la fin du mois d'avril, ce qui couvre l'intégralité de la phase de remigration et de la reproduction sur les *Prunus*.

4. Données météorologiques

En complément du suivi, des données météorologiques ont été recueillies pour les trois zones d'étude, afin d'explorer d'éventuelles corrélations entre l'abondance de *Cacopsylla pruni* et les conditions climatiques.

Les données de température (minimale et maximale), la vitesse maximale du vent, ainsi que les précipitations ont été récupérées à l'échelle hebdomadaire pour toute la période de suivi :

- Pour les zones A (Vinça) et B (Thuir), les informations ont été obtenues via la plateforme Météoblue (<https://meteoblue.com/>), à partir des localisations correspondantes.
- Pour la zone C (Rivesaltes), les données ont été extraites de la station météorologique de l'aéroport de Rivesaltes, accessible via le site Weather Spark (<https://weatherspark.com/>) (pour les températures et la vitesse maximale du vent), et Météoblue (pour les précipitations).

Ces données permettront de mettre en relation l'activité du psylle avec des facteurs environnementaux clés, comme les variations de température ou les épisodes pluvieux.

5. Analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Rstudio.

Dans un premier temps, une approche descriptive a été menée pour suivre l'évolution des captures de *Cacopsylla pruni* au fil des semaines, en fonction de la zone géographique, de la couleur des pièges et du type d'arbres hôtes. Le nombre total de psylles capturés a été comptabilisé pour chaque combinaison de ces facteurs, puis représenté sous forme de courbes et de graphiques, afin de dégager les principales tendances.

Pour évaluer l'influence des différentes variables explicatives sur le nombre de captures, nous avons utilisé des modèles linéaires généralisés (GLM) adaptés aux données de comptage, en suivant une loi de Poisson (où la variance est supposée proportionnelle à la moyenne). La présence d'une éventuelle surdispersion a été systématiquement vérifiée à l'aide du ratio de dispersion (résidu de déviance divisé par les degrés de liberté). Lorsque ce ratio dépassait 1,5, signe d'une variabilité trop importante pour un modèle de Poisson, nous avons eu recours à un modèle mixte de type glmmTMB, avec une distribution binomiale négative (nbinom1), plus appropriée pour ce type de données.

Les effets principaux de la zone géographique, de la couleur des pièges, du type d'arbres hôtes, ainsi que de leurs interactions, ont été testés pour identifier les différences significatives entre les modalités. Des comparaisons multiples entre modalités ont été réalisées à l'aide de la fonction emmeans (Estimated Marginal Means), qui permet d'estimer les moyennes marginales ajustées issues des modèles. Cette fonction est particulièrement utile pour comparer les effets de chaque modalité d'un facteur (par exemple, les couleurs de piège) tout en tenant compte de l'effet des autres variables du modèle. Elle fournit également des contrastes post-hoc et des tests de significativité entre paires de modalités, avec correction des p-values lorsque nécessaire.

L'analyse des préférences chromatiques de *C. pruni* a permis de comparer l'efficacité relative des pièges bleus, blancs et jaunes fluorescents. Une attention particulière a été portée à l'évolution de cette préférence selon les stades phénologiques des arbres, notamment la floraison. Pour cela, une interaction entre la couleur du piège et la période de suivi a été testée, afin de détecter d'éventuelles variations saisonnières dans le comportement visuel du psylle.

Les captures ont également été comparées entre les deux types d'arbres hôtes, abricotiers (*Prunus armeniaca*) et prunelliers (*Prunus spinosa*), en suivant une méthodologie identique. Un modèle intégrant l'interaction entre la couleur du piège et le type d'arbre a permis d'évaluer si la préférence chromatique du psylle variait selon l'espèce végétale.

L'ensemble de ces analyses a pour objectif de mieux comprendre les facteurs influençant la distribution et l'abondance de *Cacopsylla pruni*, en particulier en lien avec les conditions environnementales, les caractéristiques des hôtes et les préférences comportementales du ravageur.

III. RESULTATS

1. Dynamique de la population de *Cacopsylla pruni*

Afin de caractériser la dynamique temporelle globale de la population de *Cacopsylla pruni*, le nombre total d'individus capturés chaque semaine a été recensé dans chaque zone.

a. Localisation des sites de piégeage

La Figure 9 présente la localisation des sites de piégeage dans les trois zones étudiées (A, B et C), situées dans les Pyrénées-Orientales. Cette carte 2D permet de visualiser clairement la répartition des pièges chromatiques installés dans des vergers d'abricotiers et sur des prunelliers sauvages.

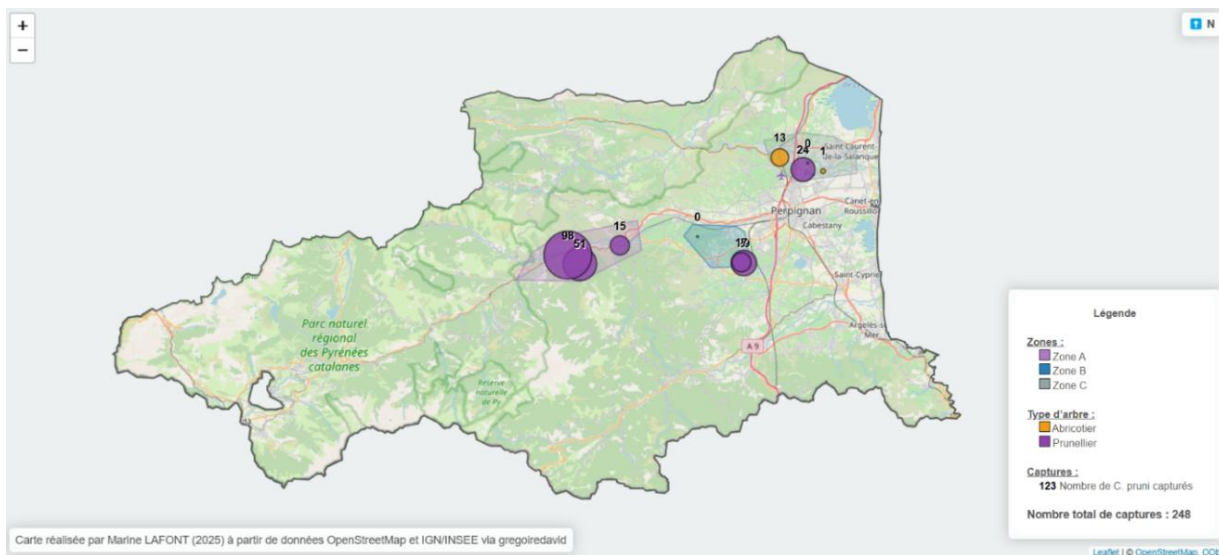


Figure 9 : Localisation des sites de piégeage de *Cacopsylla pruni* dans les Pyrénées-Orientales. Les cercles sont proportionnels au nombre de psylles capturés. Les zones A (violet), B (bleu) et C (gris) ainsi que les types d'arbres (abricotier en orange, prunellier en violet) sont indiqués. Accessible en ligne : <https://carte-2d-psylles.netlify.app/>

Les captures varient selon les sites, avec des effectifs allant de 0 à 84 individus. Les pièges posés sur prunelliers présentent généralement un nombre plus élevé de captures que ceux installés sur abricotiers. Les zones A, B et C montrent des niveaux de captures contrastés, tant en termes d'intensité que de répartition spatiale.

b. Visualisation 3D et contexte paysager

La Figure 10 présente la version en 3D des sites de piégeage. L'intégration de la topographie permet d'interpréter certaines dynamiques observées. Les zones boisées visibles en vert correspondent aux forêts de conifères, à l'exclusion des pins à crochets, qui se trouvent à des altitudes trop élevées pour être pertinentes dans le cadre du suivi de *C.pruni*.

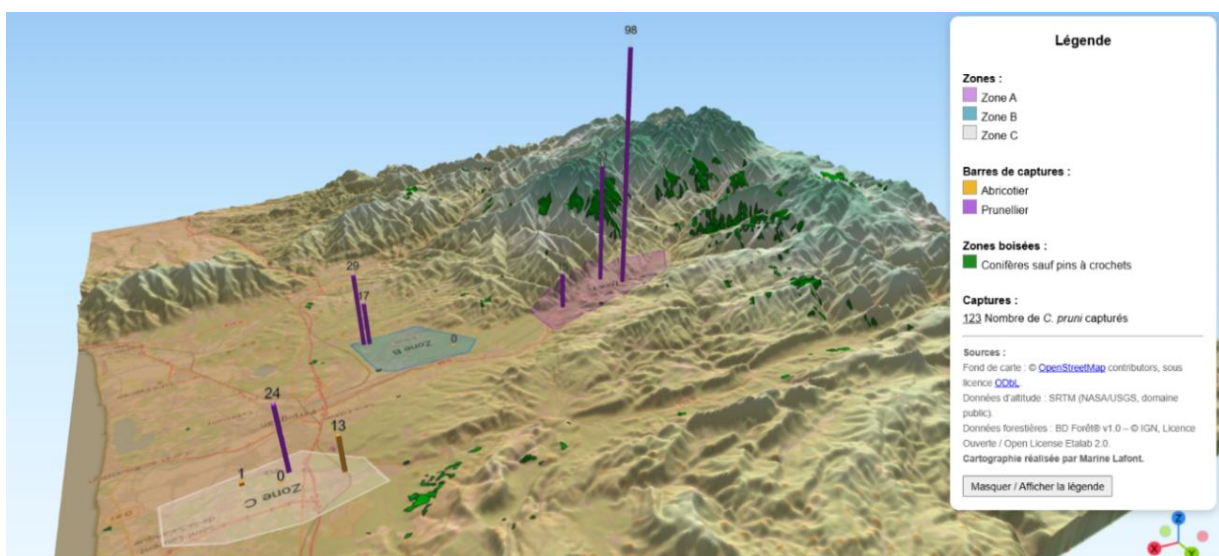


Figure 10 : Carte 3D des sites de piégeage de *Cacopsylla pruni* avec représentation de la topographie. Les zones de conifères sont affichées en vert. Les barres indiquent le nombre de captures par site, selon la zone (A, B, C) et le type d'arbre (abricotier ou prunellier). Accessible en ligne : <https://carte-3d-psylles.netlify.app/>

La Figure 10 met en évidence une forte hétérogénéité spatiale des captures de *Cacopsylla pruni* entre les zones. Les plus fortes abondances sont observées en zone A, en proximité des zones boisées de conifères, et principalement sur prunellier. Les zones principales de conifères se situent dans le massif du Canigou, le massif du Madres et aux abords du col de Jau. À l'inverse, les zones B et C, plus éloignées de ces habitats forestiers, présentent des captures plus faibles, notamment en zone C.

c. Evolution temporelle des captures

La Figure 11 présente l'évolution hebdomadaire du nombre total de *Cacopsylla pruni* capturés par zone ainsi qu'au niveau global. On observe une nette augmentation des captures entre les semaines 9 et 11, atteignant un pic à la semaine 11, avant une chute brutale en semaine 12. Un second pic est visible en semaine 14, principalement porté par la zone A, tandis que les zones B et C enregistrent à ce moment-là des niveaux de captures quasiment nuls. Après ce second pic, les captures diminuent de nouveau en zone A.

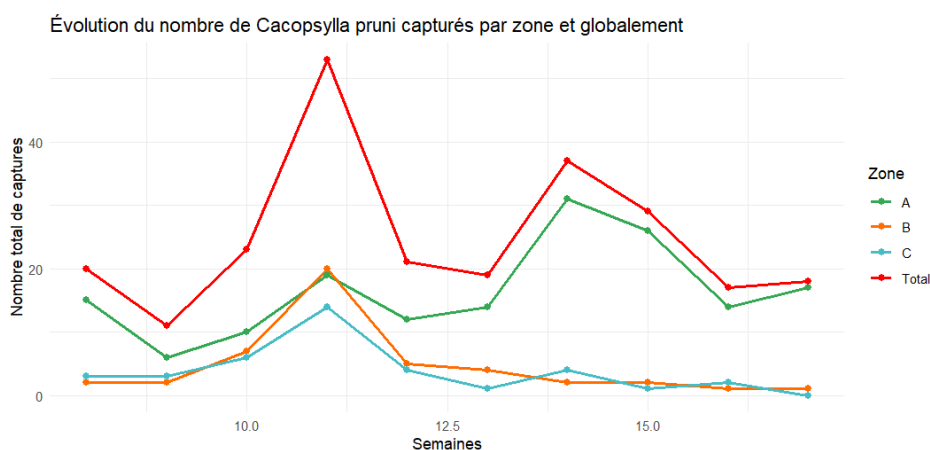


Figure 11 : Nombre total de *Cacopsylla pruni* capturés chaque semaine dans chaque zone (arbres et couleurs de pièges confondus).

Chaque courbe représente le cumul hebdomadaire des captures pour une zone spécifique ou pour l'ensemble des zones.

Un modèle glmmTMB avec une distribution Negative Binomial type 1 a été utilisé pour tester l'effet de la zone sur le nombre de captures de *Cacopsylla pruni*. La surdispersion (= 2,06) justifie l'usage de cette famille de distribution. Les résultats montrent que les captures sont significativement plus faibles en zone C qu'en zone A (p-valeur < 0,0001), et également plus faibles en zone B qu'en zone A (p-valeur < 0,0001). En revanche, la différence entre les zones B et C n'est pas significative (p-valeur = 0,1720).

2. Influence de la couleur des pièges sur les captures

L'évaluation d'une éventuelle préférence chromatique chez *Cacopsylla pruni* constitue un axe central de cette étude. Les données issues des pièges blancs, jaunes fluo et bleus ont été analysées pour mettre en évidence les différences éventuelles de captures selon la couleur. Une filtration a été

appliquée uniquement pour la représentation en boîte à moustaches (boxplot), afin de mieux visualiser les différences entre les couleurs. Les points de prélèvement hebdomadaires (groupes de six plaques, deux par couleur, sur un même arbre) ont été exclus lorsqu'ils comptaient un total de 0 ou 1 psylle capturé. Cette démarche permet de réduire l'influence des valeurs très faibles et de mieux faire ressortir les écarts de distribution entre les différentes couleurs de pièges.

a. Captures totales par couleur (données filtrées)

Le nombre total de psylles capturés sur chaque type de piège, toutes zones et types d'arbres confondus, a été visualisé à l'aide d'un boxplot. Seules les données pour lesquelles plus d'un individu a été capturé par point ont été conservées, ce qui permet de mieux visualiser les écarts de distribution entre les couleurs.

La Figure 12 montre que les pièges blancs présentent des valeurs médianes et des étendues interquartiles supérieures à celles des pièges jaunes et bleus. Les captures sont donc globalement plus élevées pour les plaques blanches, suivies des bleues, puis des jaunes.

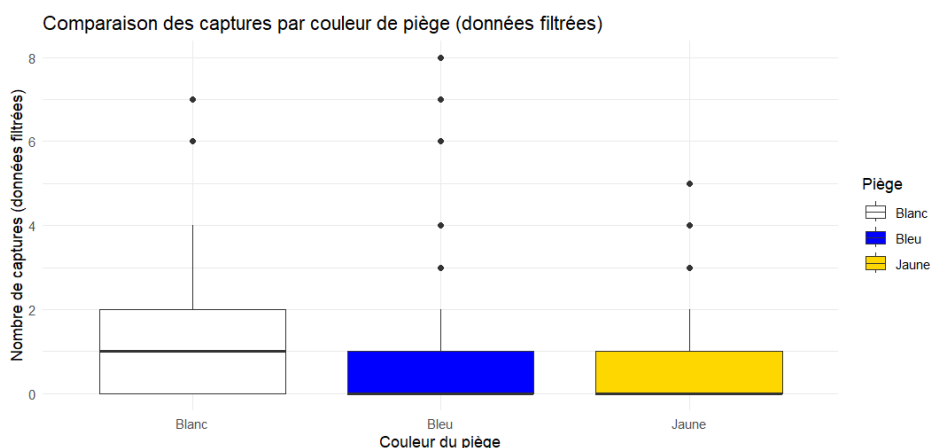


Figure 12 : Comparaison du nombre de *Cacopsylla pruni* capturés selon la couleur des pièges chromatiques (blanc, bleu, jaune), après filtrage des données.

Chaque boîte représente la distribution des captures par couleur de piège ; les points noirs indiquent les valeurs aberrantes.

Un modèle glmmTMB avec une distribution “Negative Binomial type 1” a été utilisé pour tester l’effet de la couleur des pièges sur le nombre de captures de *Cacopsylla pruni*. La surdispersion (= 2,09) justifie le recours à ce type de modèle. Les résultats montrent que les pièges bleus et jaunes capturent significativement moins de psylles que les pièges blancs (p-valeur = 0,0020 pour bleu vs blanc ; p-valeur = 0,0030 pour jaune vs blanc). En revanche, aucune différence significative n’a été observée entre les pièges bleus et jaunes (p-valeur = 0,9899).

b. Evolution hebdomadaire des captures par couleur (données brutes)

Une seconde approche a consisté à examiner l’évolution temporelle des captures hebdomadaires, cette fois-ci en conservant l’ensemble des données (sans filtration), afin de visualiser la dynamique globale de colonisation par couleur de piège.

La Figure 13 illustre cette évolution. Un pic net est observé autour de la semaine 11 pour l'ensemble des pièges, avec une prédominance marquée des pièges blancs. Un second pic apparaît en semaine 14, cette fois principalement porté par les pièges bleus. Dans l'ensemble, les pièges blancs affichent les captures les plus élevées en première partie de suivi, tandis que les pièges jaunes restent globalement en dessous, avec des niveaux stables. Les pièges bleus, initialement peu performants, montrent une augmentation plus marquée en fin de période. Entre les semaines 14 et 15, environ 50% des psylles capturés étaient sur des pièges bleus.

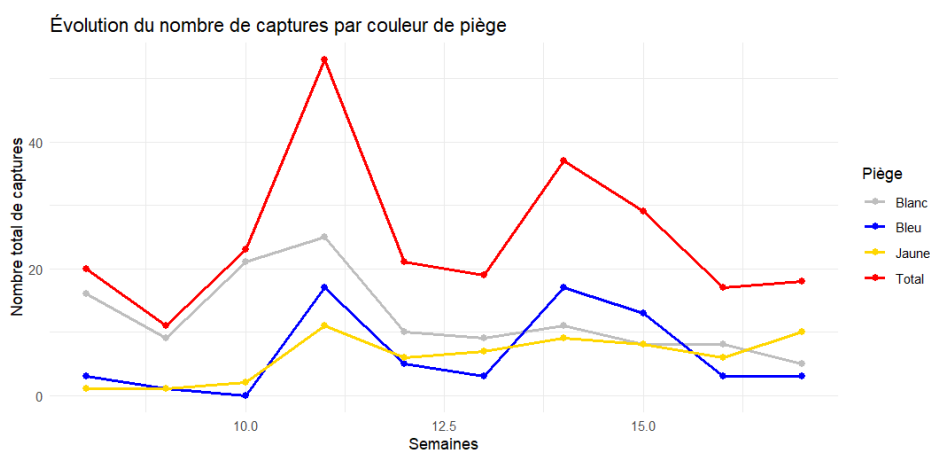


Figure 13 : Évolution hebdomadaire du nombre total de *Cacopsylla pruni* capturés en fonction de la couleur des pièges chromatiques (blanc, bleu, jaune) entre février et mai 2025.

Chaque courbe représente la dynamique des captures pour une couleur spécifique, ainsi que le total toutes couleurs confondues.

Un modèle glmmTMB avec une distribution Negative Binomial type 1 a été appliqué à ces données, en réponse à une surdispersion détectée ($= 2,60$). Le modèle met en évidence un effet significatif de la couleur du piège sur le nombre de captures. Les pièges jaunes et bleus capturent significativement moins de psylles que les pièges blancs (p -valeur = 0,0006 pour jaune vs blanc ; p -valeur = 0,0007 pour bleu vs blanc). Aucune différence significative n'a été observée entre les pièges bleus et jaunes (p -valeur = 0,9956).

3. Evolution des captures en fonction des stades phénologiques

Les données de captures hebdomadaires ont été mises en relation avec les stades phénologiques des arbres hôtes observés sur le terrain, à savoir le bourgeonnement, le débourrement, la floraison, la nouaison et le développement du fruit. Cette approche permet de replacer la dynamique des captures dans le contexte du développement végétatif des arbres.

La Figure 14 présente l'évolution des captures hebdomadaires de *Cacopsylla pruni* selon la couleur des pièges, superposée aux phases phénologiques. Nous pouvons observer que le nombre de captures est faible en phase de bourgeonnement, puis augmente dès le débourrement, avec une prédominance des pièges blancs. La floraison correspond à un pic de captures, particulièrement marqué sur les plaques blanches, suivies des jaunes, tandis que les bleues restent moins attractives.

Lors de la nouaison, une diminution est observée sur les pièges blancs et jaunes, tandis que les captures augmentent sur les pièges bleus. En phase de développement des fruits, les captures diminuent pour l'ensemble des pièges. Les différences entre les couleurs s'atténuent en fin de cycle.

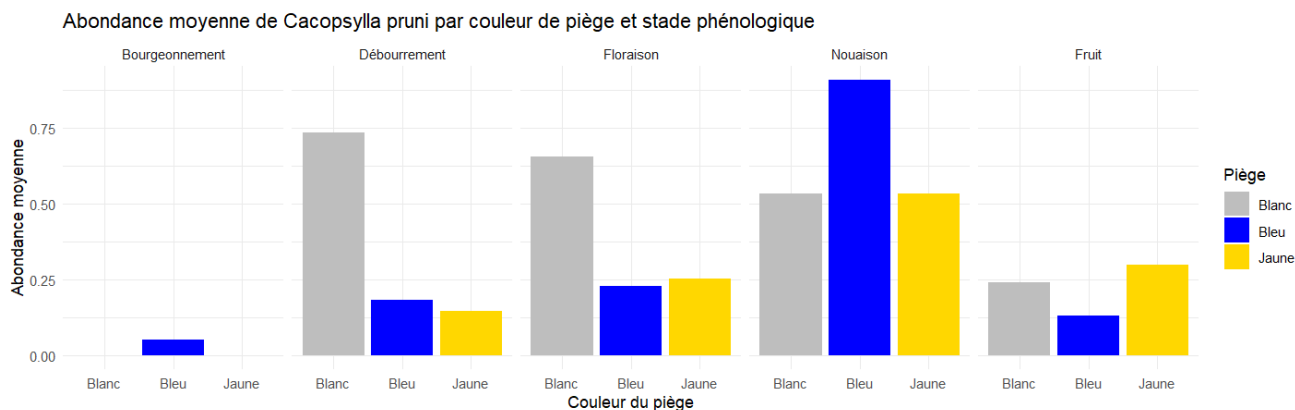


Figure 14 : Abondance moyenne de *Cacopsylla pruni* capturés selon la couleur des pièges chromatiques (blanc, bleu, jaune) et les principaux stades phénologiques de l'abricotier (bourgeonnement, débourrement, floraison, nouaison, développement du fruit).

Les barres représentent l'abondance moyenne pour chaque couleur de piège à chaque stade.

Un modèle glmmTMB avec une distribution Negative Binomial type 1 a été appliqué à ces données, en réponse à une surdispersion détectée ($> 1,5$). Le modèle met en évidence un effet significatif de l'interaction entre la couleur du piège et le stade phénologique sur le nombre de captures. Au stade de débourrement, les pièges bleus et jaunes capturent significativement moins de psylles que les pièges blancs (p -valeur = 0,0267 pour blanc vs bleu ; p -valeur = 0,0464 pour blanc vs jaune). À la floraison, les captures sur pièges blancs semblent rester supérieures, mais les différences ne sont pas significatives (p -valeur = 0,5091 pour blanc vs bleu) et jaunes (p -valeur = 0,4425 pour blanc vs jaune). En nouaison, le bleu n'est pas significativement supérieur aux autres couleurs (p -valeurs > 1).

4. Comparaison des captures entre abricotiers et prunelliers

Dans le but de déterminer si le type d'arbre hôte influence l'abondance des captures de *Cacopsylla pruni*, une comparaison a été réalisée entre les pièges installés sur abricotiers cultivés (*Prunus armeniaca*) et ceux placés sur prunelliers sauvages (*Prunus spinosa*). Ces deux espèces de *Prunus* sont reconnues comme hôtes de *C. pruni*.

La Figure 15 présente le nombre moyen de psylles capturés par arbre, en regroupant l'ensemble des semaines de suivi, toutes couleurs et zones confondues. Nous pouvons observer que les prunelliers enregistrent des captures moyennes beaucoup plus élevées que les abricotiers.

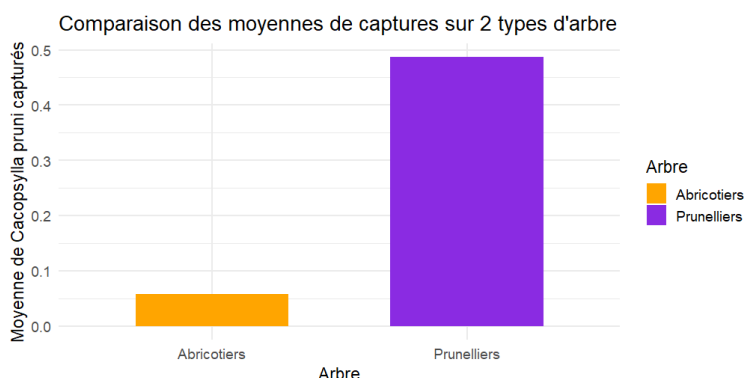


Figure 15 : Nombre moyen de *Cacopsylla pruni* capturés par type d'arbre (abricotier vs prunellier, toutes couleurs et zones confondues).

Un modèle glmmTMB, ajusté avec une distribution Negative Binomial type 1 pour tenir compte de la surdispersion ($= 2.15$), a permis de tester l'effet du type d'arbre sur les captures. Les résultats indiquent un effet significatif du facteur "Arbre", avec plus de captures observées sur les prunelliers que sur les abricotiers ($p\text{-valeur} < 0,001$).

IV. DISCUSSION

1. Dynamique de population de *C.pruni*

L'analyse hebdomadaire des captures montre que la population de *Cacopsylla pruni* a présenté deux pics d'activité distincts durant la période de suivi (Figure 11).

Le premier, très marqué, a été observé en semaine 11 sur l'ensemble des zones, et correspond très probablement à l'arrivée massive des remigrants hivernants sur les arbres-hôtes de type *Prunus*. Ce pic est cohérent avec les dynamiques observées en 2013 par la SICA CENTREX, où une vague similaire de remigrants avait été observée en semaine 12 (Figure 3). Le fait d'observer ce phénomène après plusieurs années pourrait montrer que le cycle de *C. pruni* suit un rythme saisonnier régulier.

Un deuxième pic, plus modéré et exclusivement observé en zone A, est apparu en semaine 14. Contrairement au second pic observé en 2013, lié à l'émergence estivale de la nouvelle génération, celui-ci ne suit pas le même modèle. Il semble plutôt montrer une reprise d'activité de remigrants restés inactifs, possiblement réactivés par une amélioration soudaine des conditions météorologiques. En effet, la semaine 12 a été marquée par un temps plus frais et humide, peu favorable à l'activité des psylles. Le retour du soleil et l'élévation des températures en semaine 13 ont probablement permis une réactivation comportementale rapide des individus présents dans l'environnement proche.

La localisation exclusive de ce second pic en zone A soutient cette hypothèse. Cette zone, bordée de massifs boisés de conifères, constitue un habitat favorable à l'hivernation. Elle pourrait ainsi abriter une population résiduelle plus importante, restée temporairement inactive et prête à se disperser dès que les conditions deviennent optimales. En effet, au niveau spatial, une tendance se distingue facilement selon un ordre d'abondance : $A > B > C$ (Figure 9). Bien que la différence entre les zones

B et C ne soit pas significative (p -valeur = 0,23), cet ordre reste cohérent avec la configuration paysagère des sites. La zone A, en pied de montagne, est proche d'habitats naturels riches en conifères, tandis que la zone C, en plaine littorale, en est plus éloignée. Cette structure influence probablement à la fois la densité des populations hivernantes et la vitesse de recolonisation au printemps. La cartographie 3D des sites (Figure 10) illustre clairement ce lien entre topographie, couvert végétal et intensité des captures. Les volumes les plus élevés sont enregistrés à proximité des zones de conifères, tandis que les zones ouvertes montrent des densités plus faibles. Ces éléments confirment que la dynamique printanière de *C. pruni* est le résultat combiné de facteurs météorologiques ponctuels et de la structure du paysage, en particulier la proximité d'habitats d'hivernation.

À noter également qu'en zone A sur les pièges localisés à Bouleternère (Figure 9), plus aucun individu n'a été piégé après la semaine 12 alors que les captures suivaient la dynamique croissante globale. Après avoir échangé avec l'agriculteur qui possède la parcelle de pêchers en face de ces points de capture, il apparaît qu'un traitement insecticide à base de Movento® a été appliqué à cette période suite à une forte invasion de pucerons. Cet insecticide systémique agit sur les insectes après leur alimentation. Il est donc probable que cela ait entraîné une mortalité indirecte de *C. pruni*, expliquant l'arrêt soudain des captures à Bouleternère. De plus, lors des pulvérisations réalisées au tracteur, une dérive de produit est fortement probable, d'autant plus que les arbres de la parcelle sont de petite taille et que les prunelliers, formant une sorte de barrière végétale contre la voie ferrée, ont pu capter davantage de résidus d'insecticide. En l'absence de ce traitement, il est raisonnable de penser que les captures auraient continué d'augmenter, renforçant encore davantage la différence observée entre la zone A et les deux autres zones.

2. Préférence chromatique

Les résultats montrent que *Cacopsylla pruni* est plus attiré par les pièges englués de couleur blanche, même si cette attirance varie selon les stades phénologiques des plantes hôtes. Une comparaison globale des captures indique que les plaques blanches présentent une distribution plus élevée que les jaunes et les bleues (Figure 12), ce qui souligne leur attractivité supérieure sur l'ensemble de la période de suivi. L'analyse hebdomadaire révèle que cette préférence pour le blanc est particulièrement marquée entre les semaines 9 et 12, ce qui correspond à la période de floraison des *Prunus* (Figure 13). Les psylles seraient attirés par le blanc, probablement en réponse à des stimuli visuels associés aux fleurs (Bodnár et al., 2022). Par la suite, les captures sur pièges blancs diminuent progressivement, tandis que les pièges bleus enregistrent une augmentation relative.

En prenant en compte les stades phénologiques des plantes hôtes, nous pouvons établir une corrélation entre ceux-ci et les couleurs de pièges qui capturent le plus efficacement (Figure 14). Les

pièges blancs sont nettement plus efficaces au stade du débourrement et de la floraison, où les différences de captures entre couleurs sont statistiquement significatives en débourrement. En revanche, à partir de la nouaison, les différences tendent à s'atténuer, avec une montée des captures sur pièges bleus, alors que celles sur pièges blancs et jaunes diminuent. La couleur bleue pourrait devenir plus attractive en fin de printemps en raison de sa ressemblance avec les fruits des prunelliers, qui présentent une teinte bleutée à violacée. En fin de cycle, les écarts entre les couleurs sont moins marqués.

Les pièges jaunes, pour leur part, montrent une efficacité faible tout au long du suivi, confirmant leur faible pertinence pour le suivi de *C. pruni*. Leur usage, souvent recommandé pour d'autres ravageurs, ne semble pas adapté ici.

Ainsi, bien que l'attractivité du blanc ne soit pas constante tout au long du suivi, son efficacité maximale pendant la phase de débourrement justifie son usage prioritaire pour la détection précoce de *C. pruni*. La mise en relation des résultats globaux, temporels et phénologiques montre clairement que la préférence chromatique est conditionnée par la phénologie de l'hôte.

3. Type d'arbre hôte : rôle central du prunellier

Les données montrent que les prunelliers (*P. spinosa*) hébergent significativement plus de *Cacopsylla pruni* que les abricotiers (*P. armeniaca*) dans toutes les zones étudiées (Figure 9 et Figure 10). Ce résultat est en accord avec les données de la littérature, qui décrivent *C. pruni* comme une espèce oligophage, se reproduisant principalement sur des *Prunus* sauvages (Carraro et al., 2004; Sabaté et al., 2016).

Cette tendance est confirmée par une analyse globale des captures (Figure 15), qui montre une différence très significative de densité moyenne entre les deux types d'hôtes. Les prunelliers hébergent nettement plus de *Cacopsylla pruni* que les abricotiers.

Les abricotiers semblent donc jouer un rôle secondaire, principalement comme site de passage ou de nourrissage temporaire. En revanche, les prunelliers, particulièrement ceux localisés à proximité des zones de conifères (zone A), apparaissent comme des foyers de reproduction majeurs, à cibler en priorité dans les stratégies de surveillance.

Ce rôle central du prunellier justifie de concentrer les efforts de suivi et de gestion sur ces hôtes sauvages, en particulier en bordure de vergers, afin d'anticiper les pics de population. Des actions prophylactiques comme la surveillance ou la limitation de leur densité pourraient être envisagées (Sauvion, 2012).

4. Limites de l'étude

Plusieurs facteurs méthodologiques et contextuels ont pu influencer les résultats obtenus dans le cadre de ce suivi de population de *Cacopsylla pruni*. L'un des premiers éléments à considérer est

l'influence des conditions météorologiques. La période de suivi a été marquée par des températures globalement plus fraîches que la normale, notamment en février et mars. À titre d'exemple, les températures moyennes observées au site de Rivesaltes sur la première quinzaine de février 2025 étaient souvent comprises entre 7 °C et 10 °C, avec plusieurs jours ne dépassant pas les 8 °C en moyenne (source : Weather Spark). Il est probable que ces conditions aient affecté la dynamique de *C. pruni*, en particulier la période de sortie d'hivernation et le début de la migration vers les hôtes de type *Prunus*. Chez de nombreuses espèces de psylles, la température est un facteur déterminant pour l'activation des individus hivernants. Bien que cette relation n'ait pas encore été formellement démontrée pour *C. pruni*, certaines études suggèrent que des facteurs abiotiques, en particulier la température, peuvent moduler l'activité printanière des psylles (Gallinger et Gross, 2018). De plus, des épisodes de précipitations peuvent également avoir joué un rôle. Plusieurs jours de pluie ont été enregistrés durant les mois de février et mars, avec par exemple un cumul de plus de 13 mm le 8 février à Rivesaltes. Ces conditions pluvieuses peuvent limiter l'activité de vol des insectes. Un refroidissement prolongé en début de saison et des épisodes de précipitation pourraient ainsi retarder l'arrivée des remigrants sur les arbres-hôtes, ce qui aurait pour effet de sous-estimer leur abondance sur les pièges englués au cours des premières semaines.

Par ailleurs, les traitements phytosanitaires réalisés aux abords des points de suivi peuvent constituer un biais important. L'exemple de la zone A l'illustre bien : l'application de Movento® contre les pucerons a probablement affecté la population locale de psylles, faussant les observations sur les semaines suivantes. Ce type d'intervention extérieure, difficile à contrôler, doit être pris en compte dans l'interprétation des données, car il peut masquer ou atténuer des dynamiques naturelles de population.

En outre, le suivi a débuté à la mi-février, conformément au protocole prévu. Cependant, la présence de psylles sur les pièges dès les premiers relevés dans la zone A suggère que leur arrivée dans les vergers avait probablement commencé avant l'installation des pièges. Ainsi, une partie des remigrants précoces pourrait ne pas avoir été détectée. Pour les campagnes futures, il serait judicieux de débiter le suivi dès janvier, afin de mieux couvrir la période complète de remigration et améliorer la précision des données sur le début du cycle biologique.

Un autre point important est la durée limitée de l'étude, restreinte à une seule saison de février à mai. Or, les populations d'insectes varient fortement d'une année à l'autre selon le climat, les plantes hôtes ou les pratiques agricoles. Il serait donc nécessaire de reproduire le protocole sur plusieurs années pour confirmer les tendances observées.

En termes de couverture spatiale, le nombre de points de suivi est resté limité, en particulier dans les vergers d'abricotiers. Cela a fortement restreint la capacité de comparaison entre prunelliers et abricotiers, notamment pour évaluer si les préférences chromatiques du psylle varient selon

l'espèce hôte. Pour pallier cette faiblesse, l'augmentation du nombre de pièges et la diversification des sites, avec une répartition équilibrée entre les deux types d'hôtes, sont des pistes à envisager.

Cependant, les résultats confirment que *Cacopsylla pruni* fréquente majoritairement les prunelliers. Les abricotiers, bien que visités ponctuellement, semblent surtout servir de plantes de passage durant la migration, comme le confirment les études de référence. Dès lors, la pertinence de maintenir des points de piégeage dans les vergers d'abricotiers peut être remise en question. Une stratégie alternative serait de concentrer le suivi uniquement sur les prunelliers, afin d'optimiser la qualité et la quantité des données collectées.

Le piégeage chromatique, bien qu'efficace pour le suivi des populations de psylles, présente certaines limites en matière de sélectivité. En effet, plusieurs insectes non ciblés ont été retrouvés sur les plaques, parfois en grand nombre. Certaines plaques, notamment les jaunes fluos, étaient fortement saturées de mouches, moucherons et autres petits insectes, ce qui compliquait l'observation visuelle des psylles. Par ailleurs, des cas de piégeage accidentel d'abeilles ont été relevés, en particulier sur les plaques bleues. À cela s'ajoute l'observation de quelques plumes collées sur certaines plaques, suggérant un contact avec des oiseaux, attirés ou dérangés par le dispositif. Ces captures involontaires posent la question de l'impact environnemental de ce type de méthode, notamment vis-à-vis des pollinisateurs et auxiliaires. Ces éléments soulignent que les pièges englués, s'ils sont utiles pour le suivi, ne sont pas totalement neutres pour la faune environnante, et leur usage doit donc s'inscrire dans une réflexion plus large sur les pratiques d'observation à faible impact écologique.

Dans ce contexte, certaines alternatives pourraient être envisagées. Des produits phytosanitaires autorisés en agriculture biologique, tels que l'argile kaolinite, les huiles essentielles ou encore le savon noir, sont souvent considérés comme ayant un impact plus ciblé, à condition d'être utilisés dans le respect des doses et des conditions d'application. Par exemple, une étude récente a montré que l'huile essentielle de clou de girofle, appliquée via des diffuseurs en nanofibres, pouvait perturber le comportement de recherche de l'hôte chez *Cacopsylla pyri*, le psylle du poirier, en masquant les signaux olfactifs (Czarnobai De Jorge et al., 2022). Mais, les agriculteurs sont rarement équipés de diffuseurs en nanofibres. Par ailleurs, des tests en laboratoire sur le surfactant Tween 20 (polyoxyéthylène sorbitan monolaurate) ont révélé une efficacité élevée contre les nymphes de *C. pyri*, sans effets phytotoxiques notables à des concentrations maîtrisées (Pehlevan et Kovanci, 2016). Bien que ces expérimentations n'aient pas encore été menées sur *Cacopsylla pruni*, elles ouvrent des pistes intéressantes. Compte tenu des similitudes biologiques entre les espèces, il serait pertinent d'évaluer ces approches alternatives sur *C. pruni*, notamment dans le cadre d'une gestion intégrée, en complément des mesures prophylactiques et des stratégies de piégeage.

Certaines substances phytosanitaires peuvent parfois s'avérer moins néfastes pour la faune auxiliaire que certaines méthodes mécaniques comme les plaques engluées, dont l'effet non ciblé reste difficile à maîtriser. Cela renforce la nécessité d'une approche au cas par cas, fondée sur des essais rigoureux et intégrée dans une stratégie de gestion durable des ravageurs.

5. Perspectives d'amélioration

Afin de renforcer la lutte contre l'Enroulement Chlorotique de l'Abricotier (ECA), plusieurs pistes peuvent être envisagées. À l'échelle régionale, la surveillance prophylactique assurée par la FDGDON 66 constitue un pilier essentiel. Toutefois, cette stratégie pourrait être complétée par des actions supplémentaires visant à limiter les infections en amont. En complément, des moyens de lutte chimique et biologique sont mobilisés. Si les insecticides et la pulvérisation d'argile sont déjà mobilisés dans les systèmes conventionnels et biologiques, d'autres pistes sont actuellement explorées pour renforcer la protection des vergers tout en réduisant la dépendance aux insecticides.

Dans une logique de réduction des intrants phytosanitaires, plusieurs leviers innovants sont testés à l'échelle nationale, notamment dans le cadre du projet MIRAD (Maîtrise des Intrants et des Résidus pour des vergers d'Abricotiers Durables) porté par le CTIFL (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes). Parmi ces leviers, l'installation de filets anti-insectes à maille fine a montré une efficacité remarquable : en empêchant physiquement l'entrée des psylles dans les vergers, ces dispositifs ont permis, sur plusieurs années d'expérimentation, d'éviter toute contamination par l'ECA (Fevrier et al., 2024). Cependant, leur coût d'installation constitue un frein majeur à leur adoption, en particulier pour une culture à rentabilité incertaine comme l'abricotier. Selon les données du projet MIRAD, le coût d'installation de filets anti-insectes dans les vergers d'abricotiers varie entre 50 000 et 100 000 € par hectare, selon le type de dispositif (monorang ou monoparcelle) et la présence éventuelle d'équipements complémentaires comme les bâches anti-pluie (Ecophytopic, 2024). Bien que les systèmes de filets soient rentables sur des cultures à forte valeur ajoutée comme le pommier (Gagnon Lupien et Beaulieu, 2022), leur transposition à l'abricotier reste délicate. La rentabilité plus faible de la filière, conjuguée à une forte variabilité des prix de marché liée aux aléas climatiques, aux volumes produits et à la concurrence des importations, rend l'investissement beaucoup plus risqué pour les producteurs. Malgré leur coût, les filets présentent plusieurs avantages agronomiques : limitation de la transmission de l'ECA, protection contre la grêle, réduction des effets du vent et amélioration potentielle de la qualité des fruits. Une analyse coût-bénéfice intégrant ces services écosystémiques et la diminution des intrants permettrait d'évaluer leur pertinence, notamment en vergers denses, en productions sous label ou en zones à risque climatique. Pour résoudre la problématique d'accès aux pollinisateurs pendant la floraison, période critique également pour la transmission de l'ECA, le modèle "monoparcelle" fermé avec ruches intégrées

constitue une option cohérente, combinant protection contre les psylles et maintien de la reproduction des arbres.

Parallèlement au suivi de populations de *C. pruni*, nous avons exploré son attirance vis-à-vis de différentes espèces de *Prunus*. D'après plusieurs études (Carraro et al., 2004), un gradient de préférence semble exister chez *C. pruni*, suivant l'ordre : Prunelliers (*P. spinosa*) > Prunier Myrobolan (*P. cerasifera*) > Abricotier (*P. armeniaca*) > Pêcher (*P. persica*).

Pour approfondir cette hypothèse, nous avons mené une expérimentation avec Cédric Bertrand, visant à comparer les composés volatils floraux émis par ces quatre espèces. Des vials contenant des fleurs fraîches ont été préparés, puis l'air saturé en composés volatils a été échantillonné par microextraction en phase solide et analysé par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (SPME-GC-MS). Les résultats ont mis en évidence deux groupes distincts : le prunellier et le myrobolan, qualifiés d'attractifs, et l'abricotier et le pêcher, considérés comme moins attractifs. Un composé, le nonadécane, s'est révélé plus abondant dans les espèces attractives, suggérant un rôle potentiel dans l'attraction de *C. pruni*. Afin de vérifier cette hypothèse, la Chaire Agrolab Biomed prévoit de tester l'attractivité du nonadécane appliqué sur des plaques blanches engluées, pour déterminer s'il s'agit bien du composé responsable de l'attraction observée.

Le piégeage chromatique testé dans cette étude constitue également une piste intéressante. Traditionnellement utilisé pour le suivi, il peut aussi contribuer à la régulation des populations. Ce mode de piégeage a montré son efficacité contre d'autres ravageurs, tels que punaises, thrips, cicadelles ou la tenthrède du pommier (*Hoplocampa testudinea*), pour laquelle les pièges blancs non réfléchissants ont permis des captures nettement supérieures, soulignant l'importance des stimuli visuels dans la détection de l'hôte (Owens et Prokopy, 1978).

Les résultats de cette étude soutiennent l'intérêt du piégeage de masse comme stratégie complémentaire contre *C. pruni*. En croisant nos données avec les dynamiques suivies par la SICA CENTREX, il apparaît qu'une pose ciblée de pièges blancs avant le pic de la nouvelle génération (mai-juin) permettrait de capturer un grand nombre d'individus avant leur dispersion. Déployé au bon moment, ce piégeage réduirait la population adulte avant la transmission ou l'acquisition du phytoplasme, en complément des traitements insecticides ou argileux appliqués plus tôt lors du pic de remigration.

Bien qu'il n'existe actuellement aucune étude scientifique spécifiquement sur le piégeage de masse de *Cacopsylla pruni*, les résultats obtenus pour des espèces proches comme *Cacopsylla pyri*, le psylle du poirier, suggèrent un intérêt potentiel. Par exemple, des essais menés sur cette espèce ont montré que l'usage intensif de pièges englués jaunes en verger permettait de réduire les populations adultes, bien que cette stratégie doive être intégrée à un ensemble de mesures complémentaires pour une efficacité durable (Bozkurt et Uğur, 2022).

Par conséquent, il serait pertinent d'évaluer le potentiel du piégeage de masse dans les vergers d'abricotiers. L'utilisation de pièges blancs, posés avant le pic de la nouvelle génération, pourrait s'avérer une méthode simple et complémentaire pour limiter la dissémination du pathogène.

Toutefois, la disposition optimale des pièges (en périphérie, de façon homogène, en bordure de haies ou concentrée sur les foyers de pression) ainsi que leur densité d'installation restent à définir. Des essais spécifiques sur *C. pruni* en verger d'abricotiers seraient donc nécessaires pour confirmer l'efficacité de cette méthode, en préciser les conditions d'utilisation sur le terrain, et l'intégrer de manière cohérente dans une stratégie globale de protection du verger.

La complémentarité entre mesures prophylactiques, protection physique, traitement à base d'insecticide ou d'argile, méthode de piégeage et un suivi régulier constitue une voie prometteuse pour renforcer la résilience des vergers face à l'ECA.

V. CONCLUSION

Cette étude menée dans les Pyrénées-Orientales entre février et mai 2025 a permis de suivre la dynamique de la population de *Cacopsylla pruni*, vecteur de l'enroulement chlorotique de l'abricotier (*Candidatus Phytoplasma prunorum*), et d'évaluer sa préférence chromatique à l'aide de pièges englués de différentes couleurs. L'objectif principal était d'identifier les périodes de forte activité des adultes remigrants ainsi que les types de pièges les plus efficaces pour un suivi optimisé.

Les résultats obtenus ont mis en évidence une activité saisonnière marquée, avec un pic de captures observé au cours du débourrement et de la floraison des arbres hôtes. En ce qui concerne la préférence chromatique, les pièges blancs se sont révélés globalement plus attractifs pour *C. pruni* que les pièges jaunes et bleus, en particulier en période de floraison, confirmant les observations faites dans des études antérieures, notamment celle de Bodnár et al. (2022). Ces résultats soulignent l'intérêt d'utiliser les pièges blancs comme outil de détection précoce, dans une approche de surveillance raisonnée.

Par ailleurs, les données récoltées ont permis de mieux comprendre l'importance écologique du prunellier comme hôte privilégié de *C. pruni*, et son rôle potentiel dans la dynamique épidémiologique de la maladie. La comparaison entre abricotiers et prunelliers révèle également une influence notable du type d'arbre hôte sur le niveau de captures.

En conclusion, cette étude apporte des éléments concrets pour améliorer les stratégies de suivi du psylle du prunier et contribue à la mise en place d'une gestion intégrée de l'ECA. Elle ouvre également la voie à de futures recherches sur l'influence des conditions paysagères, des facteurs phénologiques et des signaux sensoriels et olfactifs dans la biologie de *C. pruni*, dans une optique de réduction des intrants phytosanitaires.

VI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bodnár, D., Koczor, S., Tarcali, G., Tóth, M., Ott, P., and Tholt, G., 2022, *Cacopsylla pruni* (Hemiptera, Psyllidae) in an apricot orchard is more attracted to white sticky traps dependent on host phenology: Biodiversity Data Journal, v. 10.
- Bozkurt, V., and Uğur, A., 2022, Using yellow sticky traps in control to *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae) on pear trees: Bitki Koruma Bülteni, v. 62, p. 36–42.
- Carraro, L., Ferrini, F., Ermacora, P., and Loi, N., 2004, Transmission of European Stone Fruit Yellows phytoplasma to *Prunus* species by using vector and graft transmission: Acta Horticulturae, p. 449–453.
- Czarnobai De Jorge, B., Hummel, H. E., and Gross, J., 2022, Repellent Activity of Clove Essential Oil Volatiles and Development of Nanofiber-Based Dispensers against Pear Psyllids (Hemiptera: Psyllidae): Insects, v. 13, p. 743.
- DRAAF Auvergne-Rhône-Alpes, 2016, Description de la maladie de l'ECA, accessed February 11, 2025, at Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire at <https://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/description-de-la-maladie-de-l-eca-a516.html>.
- Ecophytopic, 2024, Système bio avec filets – INRAE Gotheron – Projet MIRAD, accessed February 21, 2025, at Réseau DEPHY – Ecophyto at <https://ecophytopic.fr/dephy/concevoir-son-systeme/systeme-bio-filets-inrae-gotheron-mirad>.
- FDGDON 66, n.d., Fédération Départementale des Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles des Pyrénées-Orientales, accessed February 13, 2025, at FDGDON 66.
- Fevrier, F., Michaud, M., Brun, L., Fleury, A., Chamet, C., Codini, M., and Guiraud, M., 2024, Des leviers innovants pour des systèmes de culture à faible niveau d'intrants.
- Gagnon Lupien, N., and Beaulieu, C., 2022, Utilisation de filets d'exclusion des insectes en verger de pommiers: CETAB+.
- Gallinger, J., and Gross, J., 2018, Unraveling the Host Plant Alternation of *Cacopsylla pruni* – Adults but Not Nymphs Can Survive on Conifers Due to Phloem/Xylem Composition: Frontiers in Plant Science, v. 9, p. 484.
- Owens, E. D., and Prokopy, R. J., 1978, Visual Monitoring Trap for European Apple Sawfly12: Journal of Economic Entomology, v. 71, p. 576–578.
- Paleskić, C., Bachinger, K., Brader, G., Kickenweiz, M., Engel, C., Wurm, L., Czipin, L., and Riedle-Bauer, M., 2017, Cage and field experiments as basis for the development of control strategies against *Cacopsylla pruni*, the vector of European Stone Fruit Yellows: Annals of Applied Biology, v. 170, p. 357–368.
- Pehlevan, B., and Kovancı, O. B., 2016, Laboratory Evaluation of Tween 20 for Potential Use in Control of *Cacopsylla pyri* L. Eggs and Nymphs (Homoptera: Psyllidae).
- Sabaté, J., Laviña, A., and Batlle, A., 2016, Incidence and distribution of '*Candidatus* Phytoplasma prunorum' and its vector *Cacopsylla pruni* in Spain: an approach to the epidemiology of the disease and the role of wild *Prunus*: Plant Pathology, v. 65, p. 837–846.
- Sauvion, N., 2012, Clés de compréhension et de gestion de l'Enroulement Chlorotique de l'Abricotier (ECA): INRA (Institut National de la Recherche Agronomique).
- Thébaud, G., Yvon, M., Alary, R., Sauvion, N., and Labonne, G., 2009, Efficient Transmission of '*Candidatus* Phytoplasma prunorum' Is Delayed by Eight Months Due to a Long Latency in Its Host-Alternating Vector: Phytopathology®, v. 99, p. 265–273.

RÉSUMÉ

L'Enroulement Chlorotique de l'Abricotier (ECA), causé par le phytoplasme *Candidatus Phytoplasma prunorum* et transmis par le psylle *Cacopsylla pruni*, représente une menace majeure pour les vergers d'abricotiers dans les Pyrénées-Orientales. Cette maladie peut entraîner la mort des arbres en quelques années.

Dans le cadre de la Chaire AgroLab BioMed, ce stage avait pour objectif le suivi de la population de *C. pruni* à l'aide de pièges englués de différentes couleurs (blanc, jaune fluorescent et bleu) installés dans trois zones du département, afin d'analyser la dynamique spatiale et temporelle du ravageur et d'évaluer sa préférence chromatique.

Les résultats ont révélé deux pics d'activité : un premier pic général observé lors du débourrement et de la floraison, avec une forte préférence pour les pièges blancs, et un second pic observé exclusivement en Zone A (en pied de montagne), avec une tendance de préférence pour les pièges bleus. Dans toutes les zones, les captures étaient significativement plus nombreuses sur prunelliers que sur abricotiers, confirmant leur rôle d'arbre-hôte principal.

Cette étude fournit des éléments concrets pour optimiser la surveillance de *C. pruni* et propose des pistes pour intégrer ces connaissances dans des stratégies de lutte durable et de réduction des produits phytosanitaires.

Mots clés : *Cacopsylla pruni*, ECA, prunellier, abricotier, piège englué chromatique.

ABSTRACT

The European stone fruit yellows (ESFY), caused by the phytoplasma *Candidatus Phytoplasma prunorum* and transmitted by the psyllid *Cacopsylla pruni*, represents a major threat to apricot orchards in the Pyrénées-Orientales. This disease can cause tree's death within a few years.

As part of the AgroLab BioMed program, this internship aimed to monitor *C. pruni* populations using sticky traps of different colors (white, fluorescent yellow, and blue) installed in three areas of the department, in order to analyze the spatial and temporal dynamics of the pest and to assess its chromatic preference.

The results revealed two activity peaks: a first, general peak observed during budburst and flowering, with a strong preference for white traps, and a second peak observed exclusively in Zone A (at the mountain foothills), with a tendency toward a preference for blue traps. In all zones, captures were significantly higher on blackthorn than on apricot trees, confirming their role as the main host plant. This study provides concrete insights to optimize *C. pruni* monitoring and proposes avenues to integrate this knowledge into sustainable pest management strategies and to reduce the use of phytosanitary products.

Keywords : *Cacopsylla pruni*, ESFY, blackthorn, apricot tree, colored sticky trap.