

Projet SUPOR – Compilation essais et résultats action 1 : Améliorer la connaissance de la biologie des punaises phytophages en verger de pommiers et de poirier et rechercher leurs ennemis naturels

Table des matières

1	Objectifs.....	2
2	Matériels et méthodes	2
2.1	Individus suivis.....	2
2.2	Piégeage	2
2.3	Frappage.....	3
2.4	Prélèvements d'individus	4
2.5	Prélèvement des ooplaques	5
3	Résultats	6
3.1	CTIFL / SudExpé	6
3.1.1	Données issues des pièges	6
3.1.2	Données issues des frappages.....	9
3.2	Sites de la Chambre d'agriculture de Savoie-Mont-Blanc.....	10
3.2.1	Données issues des pièges	10
3.2.2	Données issues des frappages.....	12
3.2.3	Bilan	Erreur ! Signet non défini.
3.3	Sites de la Morinière.....	15
3.3.1	Données issues du piégeage.....	15
3.3.2	Données issues des frappages.....	16
3.3.3	Dissections d'individus	19
3.3.4	Bilan de suivis des populations.....	19
3.4	Site de la Pugère	19
3.4.1	Données issues des pièges	19
3.4.2	Données issues des frappages.....	23
3.5	Suivi de population à INRAE	24
4	Bilan année 2021	24

1 Objectifs

L'objectif de la première action de ce projet est d'améliorer la connaissance de la biologie des punaises phytophages et de rechercher des auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes). Des pièges et des frappages sont mis en place afin d'observer, collectées, dénombrées et identifiées les punaises. Les femelles sont mises de côté et envoyées à l'INRAE ou La Morinière dans le but d'obtenir une moyenne de la maturation ovarienne à différentes dates et ainsi connaître la période de pondaison.

2 Matériels et méthodes

2.1 Individus suivis

Toutes les espèces de la famille des Pentatomidae et Coreidae piégées ou récupérées en frappages sont identifiées. Leur stade de développement sont également distingués selon les critères suivants :

- Adulte
- « Larves jeunes » qui correspond aux stades L2 et L3 (le stade L1 n'est pas mobile)
- « Larves âgées » qui correspond au stade L4 et L5

Il s'agit d'essayer de déterminer une dynamique de population. Concernant les espèces observées, dans les faits on retrouve essentiellement, les espèces Pentatomidae suivantes : *Raphigaster nebulosa*, *Palomena prasina*, *Halyomorpha halys*, *Nezara viridula* et *Dollicoris baccarum*. On retrouve également les Coreidae suivantes : *Coreus marginatus* et *Gonocerus acuteangulatus*.

2.2 Piégeage

Il s'agit de positionner des pièges sur des parcelles de chaque site partenaire afin d'effectuer un suivi biologique sur la saison. Suivant les premiers résultats obtenus en 2020, le choix est fait de n'utiliser pour le projet que les pièges « Diablex » de la société Progarein (anciennement pièges Rescue déjà testés). Les ailettes du piège sont positionnées vers le bas.

Trois kits de phéromones seront mis à l'étude :

- La phéromone « Phérocon BMSB » de la société Trécé distribuée en France par Andermatt via les kits de piégeage Sticky trap. Ayant fait preuve de son efficacité, elle constitue la référence. Elle doit être remplacée toutes les 12 semaines
- La phéromone de la société Progarein* associée au piège Diablex. Il s'agit de la phéromone choisie par le réseau de piégeage coordonné par la FFL d'Occitanie et l'ANPP. Sa durée d'action est de 8 semaines.
- Le kit de phéromones distribué par la société Bioprox. Elle possède 2 attractifs comme la phéromone Trécé. Sa durée d'action est de 9 semaines

***Remarque importante :** à la suite de l'inefficacité de la phéromone remontée par les techniciens du réseau au fournisseur Progarein, celui-ci a opéré un changement de phéromones avec une multiplication par dix de la quantité de l'attractif. Ce changement a été effectué au cours du mois de juillet dans chaque site.

Structure	Type de piège	type de phéromone	Site	Culture et Variété verger	Conduite
SudExpé	Diablex	Trécé (ref)	Haie bordure Nord verger	Pommes « Goldrush »	AB
SudExpé	Diablex	Progarein	Haie bordure Nord verger	Pommes « Goldrush »	AB
SudExpé	Diablex	Bioprox	Haie bordure Nord verger	Pommes « Goldrush »	AB
SudExpé	Diablex	Trécé (ref)	Haie bordure Est verger	Pommes « Cripps red »	PFI
SudExpé	Diablex	Progarein	Haie bordure Est verger	Pommes « Cripps red »	PFI
SudExpé	Diablex	Bioprox	Haie bordure Est verger	Pommes « Cripps red »	PFI
La Pugère	Pyramide AgBio	Progarein	Verger	Pommier « Braeburn »	PFI
La Pugère	Diablex	Progarein	Verger	Pommier « Braeburn »	PFI

La Pugère	Diablex	Progarein	Haie composite : Orme, peuplier, arbre de Judée, noisetier, ronce, peuplier	A 5m Pommier « Braeburn »	Bordure PFI
La Pugère	Diablex	Bioprox	Haie composite : Orme, peuplier, arbre de Judée, noisetier, ronce, peuplier	A 5m Pommier « Braeburn »	Bordure PFI
La Pugère	Diablex	Trécé	Haie composite : Orme, peuplier, arbre de Judée, noisetier, ronce, peuplier	A 5m Pommier « Braeburn »	Bordure PFI
La Pugère	Diablex	Progarein	Surface boisé (13m de large) et Haie composite : Orme, peuplier, chêne, aubépine, cornouiller	Poirier Williams à 20-25m	Bordure PFI
La Pugère	Diablex	Bioprox	Surface boisé (13m de large) et Haie composite : Orme, peuplier, chêne, aubépine, cornouiller	Poirier Williams à 20-25m	Bordure PFI
La Pugère	Diablex	Trécé	Surface boisé (13m de large) et Haie composite : Orme, peuplier, chêne, aubépine, cornouiller	Poirier Williams à 20-25m	Bordure PFI
La Morinière	Diablex	Progarein	Haie multiespèces	-	Non traité
La Morinière	Diablex	Progarein	Pomme	Swing® Xeleven	AB
La Morinière	Diablex	Progarein	Pomme	Gala	PFI
La Morinière	Diablex	Bioprox	Pomme	Golden	PFI
La Morinière	Diablex	Bioprox	Haie multiespèces	-	AB
La Morinière	Diablex	Bioprox	Pomme	Jugala	AB
CIASMB	Diablex	Trécé	Poirier		PFI
CIASMB	Diablex	Progarein	Poirier		PFI
CIASMB	Diablex	Bioprox	Poirier		PFI

2.3 Frappage

Les frappages sont réalisés en fréquence hebdomadaire de mi-mars à fin juin pour déterminer les émergences. Les femelles seront collectées et disséquées afin de connaître leur maturité sexuelle. Les frappages sont ciblés dans les parcelles à historique et les haies (ciblage particulier sur les espèces suivantes : ronciers, sureaux, genêts).

Structure	Site	Espèce(s)	Variété si verger	Conduite	Nombre d'arbres observés
SudExpé	Verger	Pommier	Granny (Challenger)	PFI	46 arbres concomitant
SudExpé	Haie bordure Est verger	Pommier en bordure	Cripps red	PFI	40 arbres frappés : frênes, grenadier, ronciers...
SudExpé ⁽¹⁾	Haie bordure Ouest verger	Pommier en bordure	Braeburn	PFI	30 arbres frappés : frênes, ronciers...
La Pugère	Haie Bordure verger pommier	Arbre de Judée	/	PFI	10 frappages
La Pugère	Bordure verger pommier	Noisetier	/	PFI	10 frappages
La Pugère	Bordure verger pommier	Sureau	/	PFI	10 frappages

La Pugère	Bordure verger pommier	Orme	/	PFI	10 frappages
La Pugère	Bordure verger pommier	Ronce	/	PFI	10 frappages
La Pugère	Bordure verger poirier	Orme	/	PFI	10 frappages
La Morinière	Haie multi espèces	Multiples	-	AB	33 arbres frappées (cornouiller, ronce, érable, aubépine, obier, etc.)
La Morinière	Haie multi espèces	Multiples	-	Non traité	33 arbres frappées (cornouiller, ronce, érable, aubépine, obier, etc.)
La Morinière	Bois	Multiples	-	Non traité	33 arbres frappées (aubépine, chêne, merisier, nerprun des rochers, etc.)
La Morinière	Verger	Pommier	Pink Lady® Rosy Glow	PFI	33 arbres concomitants
La Morinière	Verger	Pommier	Swing® Xeleven	AB	33 arbres concomitants
La Morinière	Verger	Pommier	Regalyou	AB	33 arbres concomitants
CIASMB	Verger	Poirier	/	PFI	50 arbres
CIASMB	Verger	Pêcher	/	PFI	50 arbres
CIASMB	Haie multi espèces	Multiples	/	PFI	50 arbres
CIASMB	Haie multi espèces	Multiples	/	PFI	50 arbres

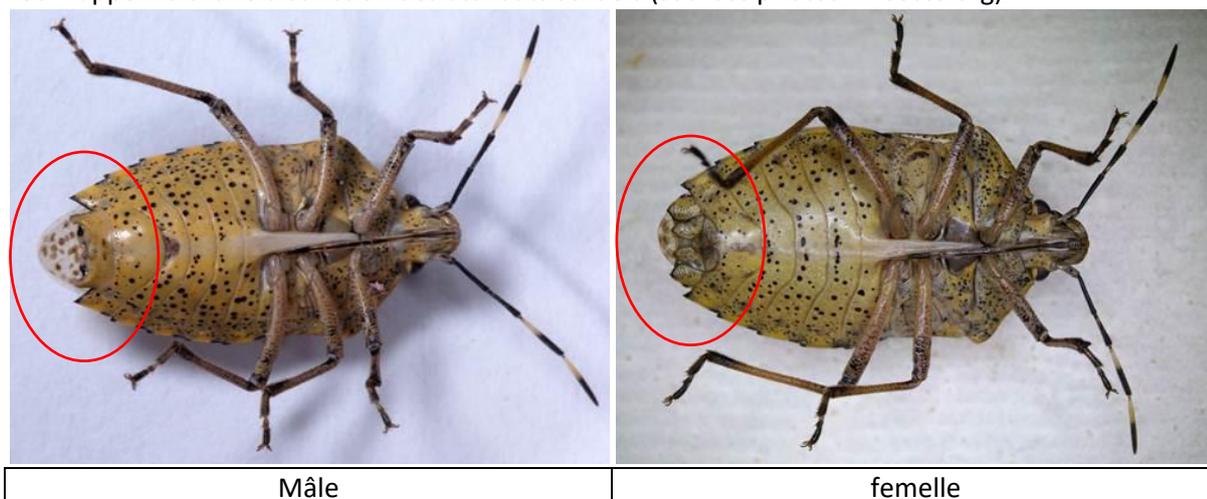
⁽¹⁾ Ce site correspond à la haie d'un verger d'un producteur partenaire de SudExpé basé à Candillargues. Les frappages chez lui ont été effectués jusqu'à fin avril uniquement.

2.4 Prélèvements d'individus

Les insectes sont prélevés **lors des frappages**. On cible particulièrement le début de saison.

Il s'agit de ne conserver que les femelles afin d'effectuer des dissections ovariennes.

Pour rappel voici une distinction des attributs sexuels (sources photos : insecte.org) :



Stockage : dans un pot hermétique et envoi le plus rapidement possible pour ne pas dégrader les individus.

Attention, afin d'avoir des lots représentatifs statistiquement, il est nécessaire que chaque envoi contienne au minimum 10 individus pour une zone géographique donnée.

2.5 Prélèvement des ooplaques

Pas de collectes spécifiques mais une attention particulière lors des incursions dans les vergers (par exemple, pour les observations tavelure, carpocapse, pucerons...).

1. Cibler les dessous de feuille et les pédoncules et l'enherbement au sol
2. Récupération des ooplaques et de leur support, envoi des ooplaques prélevées à l'INRAE. Les ooplaques peuvent être stockées dans des tubes à hémolyse ou des boîtes de pétri (veillez à les rendre bien hermétique)
3. Traçabilité et identification à l'image des prélèvements d'insectes : date de prélèvement, fournisseur, commune et département, plante hôte et variété si plante cultivée, numéro unique.
4. Si les échantillons sont stockés avant envoi, ils peuvent l'être au frigo afin de ralentir les émergences
5. S'il y a émergence de parasitoïdes avant envoi, ils peuvent être mis au frigo afin de ralentir leur activité puis mis dans de l'alcool à 90° ou 70° à défaut.

3 Résultats

3.1 CTIFL / SudExpé

3.1.1 Données issues des pièges

Tous les pièges ont été installés la semaine 13 (29/03-04/04). Le dernier relevé s'est fait la semaine 39 (27/09-03/10).

Etant donné le nombre assez faible d'individus piégés au cours de la saison, les résultats présentant le nombre d'individu piégés par type de phéromones, agrège les données des deux pièges installés sur le site expérimental de Marsillargues (bordure de parcelle AB et PFI)

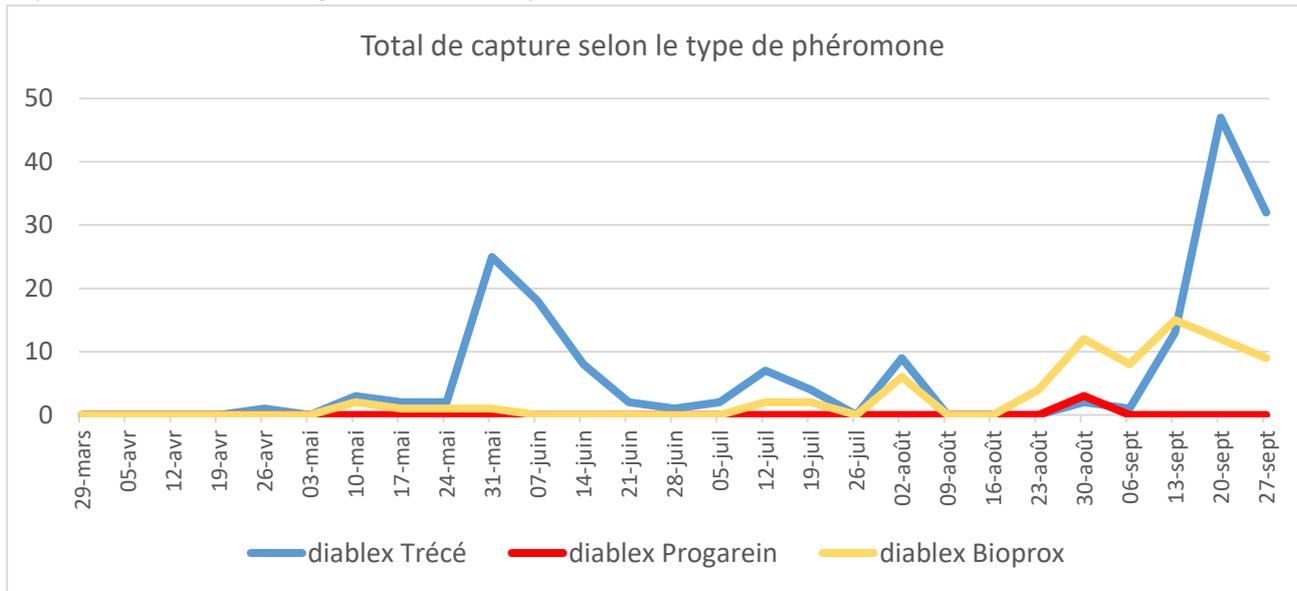


Figure XX : Nombre totale de captures selon le type de phéromones

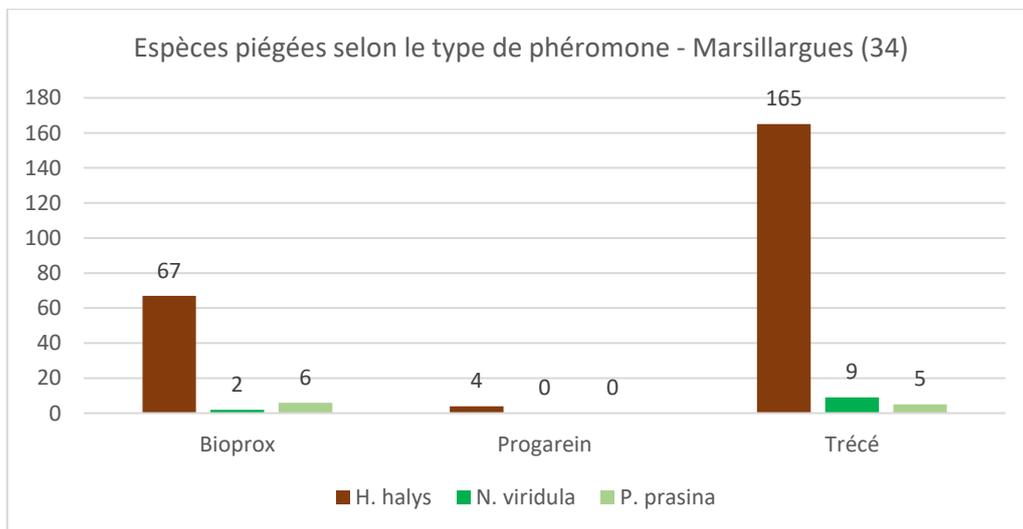


Figure XX : Nombre total des différentes espèces de punaises observées indépendamment de leur stade selon les phéromones positionnées

Les graphiques ci-dessus montrent que seuls les pièges équipés avec les phéromones Trécé et Bioprox ont piégés des individus. Les pièges avec les phéromones Progarein n'ont quasiment pas piégés d'individus et cela également après le changement de concentration opéré par le fournisseur mi-juillet. Les pièges Bioprox ont piégés le tiers d'individu piégés avec les phéromones Trécé. Les individus ont été retrouvés aux mêmes périodes.

L'expérience a montrée toutefois concernant les phéromones Bioprox que le renouvellement doit être effectués toutes les 7-8 semaines plutôt que toutes les 9 semaines comme recommandé par le fournisseur.

L'évolution du nombre des différentes espèces de punaises observées sur les 6 pièges au cours du temps sont présentés dans les graphiques ci-dessous.

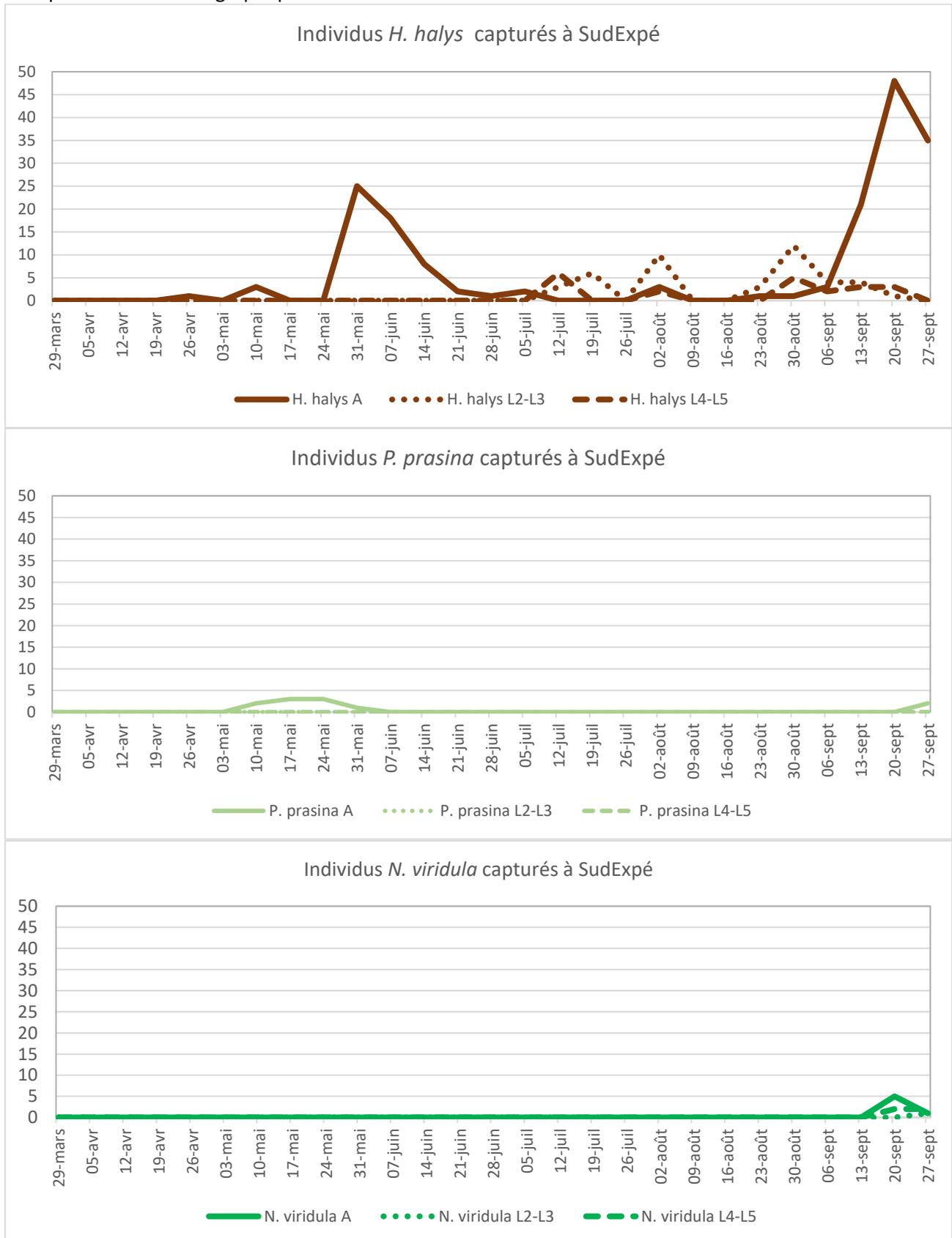


Figure XX : Dynamique de population selon les espèces capturées à SudExpé tout type de pièges cumulés

On remarque une réelle dynamique de population uniquement pour l'espèce *Halyomorpha halys*. *Palomena prasina* n'est observé qu'au stade adulte sur le mois de mai et fin septembre. *Nezara viridula* est observée uniquement au mois de septembre, on retrouve tous les stades adultes et larves.

Concernant *H. halys*, les tous premiers adultes sont piégés fin avril-début mai. On observe ensuite un premier pic d'adultes courant juin. Puis les premières larves jeunes et âgées sont piégées au cours du mois de juillet puis août. Le deuxième pic d'adultes est très net à partir du mois de septembre. On peut donc faire l'hypothèse qu'en 2021, les adultes piégés au cours du mois de mai-juin correspondent aux hivernants de retour dans les vergers pour leur reproduction. Le deuxième pic correspond à une deuxième génération d'adultes.

3.1.2 Données issues des frappages

Les frappages ont toujours été effectués en début de matinée, dans la mesure du possible lors de conditions peu venteuses.

Globalement très peu d'individus ont été observés pendant les frappages : souvent pas plus de 1 à 3 individus par session. Le détail est indiqué ci-dessous.

semaine	Verger Pommier									Haie multi-espèce Marsillargues									Haie Multi espèce Candillargues								
	H. halys			R. nebulosa			P. prasina			H. halys			R. nebulosa			P. prasina			H. halys			R. nebulosa			P. prasina		
	A	L2-L3	L4-L5	A	L2-L3	L4-L5	A	L2-L3	L4-L5	A	L2-L3	L4-L5	A	L2-L3	L4-L5	A	L2-L3	L4-L5	A	L2-L3	L4-L5	A	L2-L3	L4-L5	A	L2-L3	L4-L5
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 8 : punaises observées lors des frappages au cours du temps

Les individus sont essentiellement piégés dans la haie de bordure du verger de pommier PFI (Joya® Cripps red). On observe les premiers individus adultes d'*H. halys* en deuxième quinzaine de mai. Les essences qui semblent attirer davantage d'individus sont les frênes.

3.2 Sites de la Chambre d'agriculture de Savoie-Mont-Blanc

3.2.1 Données issues des pièges

En 2020, Le suivi des différents pièges a permis de mettre en évidence que la phéromone BMSB de chez TRECE fonctionne mais que les plaques engluées vendues dans le kit ne permettent pas la capture des individus. En revanche, Les pièges AG BIO et RESCUE associés à cette phéromone permettent le suivi des individus. Le suivi de ces pièges avait permis grâce à l'observation d'une remontée de jeunes larves fin août de mettre en évidence l'existence d'une deuxième génération bien marquée.

Pour la saison 2021, il a été décidé de comparer différentes phéromones et déterminer si une est plus attractive.

L'optimisation du piégeage permet de mieux connaître la dynamique des populations de ce ravageur dans nos conditions climatiques (arrivée des 1^{ers} adultes, pic d'invasion, détections des 1^{ères} larves, période d'intensification, nombre de générations, départ hivernal...)

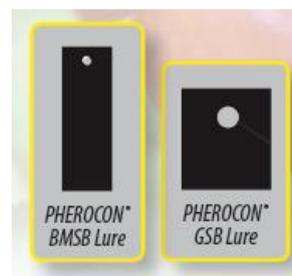
Le piégeage des premiers individus qui reviennent en verger permet d'optimiser la fermeture des barrières mécaniques qui pourront être mises en place dans la lutte contre ce ravageur.

La meilleure connaissance des dynamiques de populations permet de créer un modèle et de le valider.

L'optimisation du piégeage pourra également permettre d'expérimenter un piégeage massif comme méthode de lutte

La phéromone PHEROCON BMSB Lure :

PHEROCON STINK BUGS est produite par la société américaine TRECE et vendue en France par Jean Paresys ou ANDERMATT. Ce produit contient 2 médiateurs chimique, le murganthiol et le methyldecatrienoate. Le changement de capsule doit être réalisé au bout de 9 à 12 semaines.



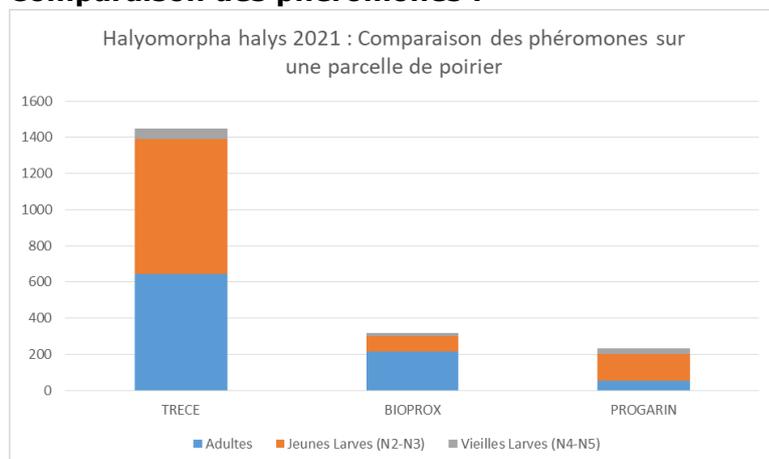
La phéromone 630549

Cette phéromone est produite par CYBELE AGROCARE et commercialisée en France par BIOPROX. Ce produit contient 2 médiateurs chimique, le murganthiol et le (E, E, Z) -2,4,6-décatriénoate d'éthyle. Deux parties sont à utiliser ensemble. Le changement de capsule doit être réalisé au bout de 10 à 12 semaines.

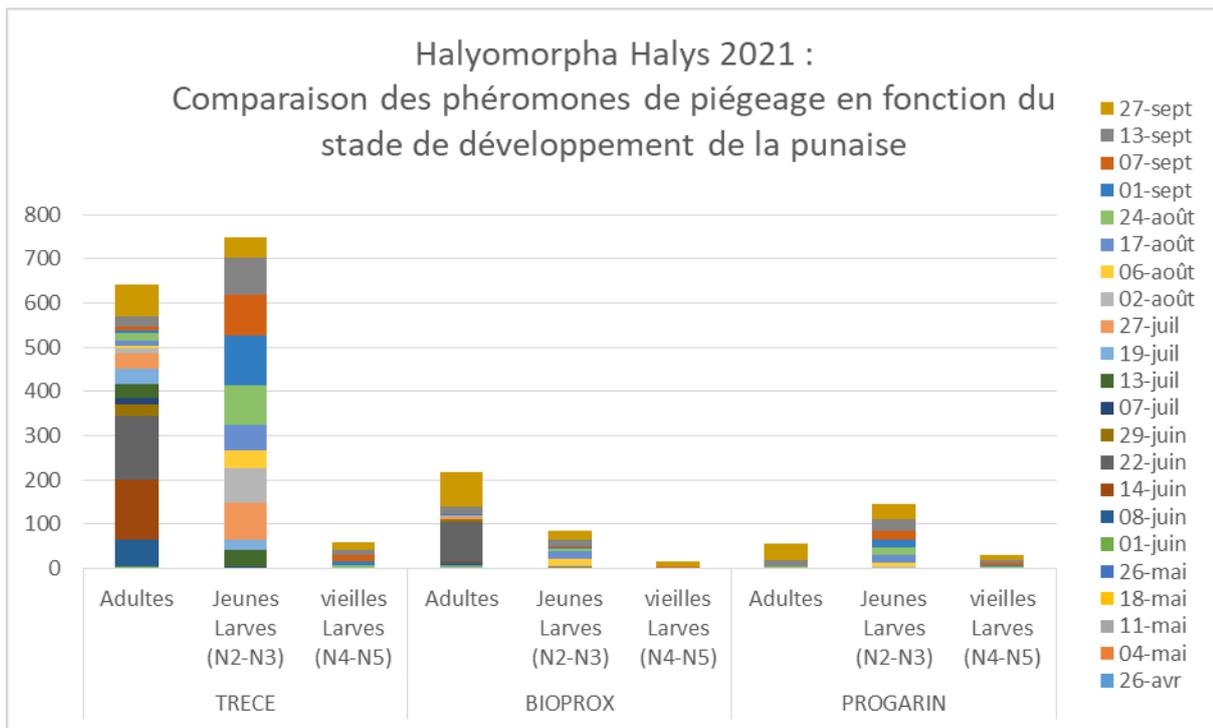
La phéromone PROGARIN

Ce produit fabriqué et commercialisé par la société PROGAREIN. Le support d'imprégnation est fabriqué à partir de caoutchouc naturel. L'ingrédient actif est le Murgantiol (< 7mg/capsule). La longévité de diffusion n'est pas indiquée

Comparaison des phéromones :



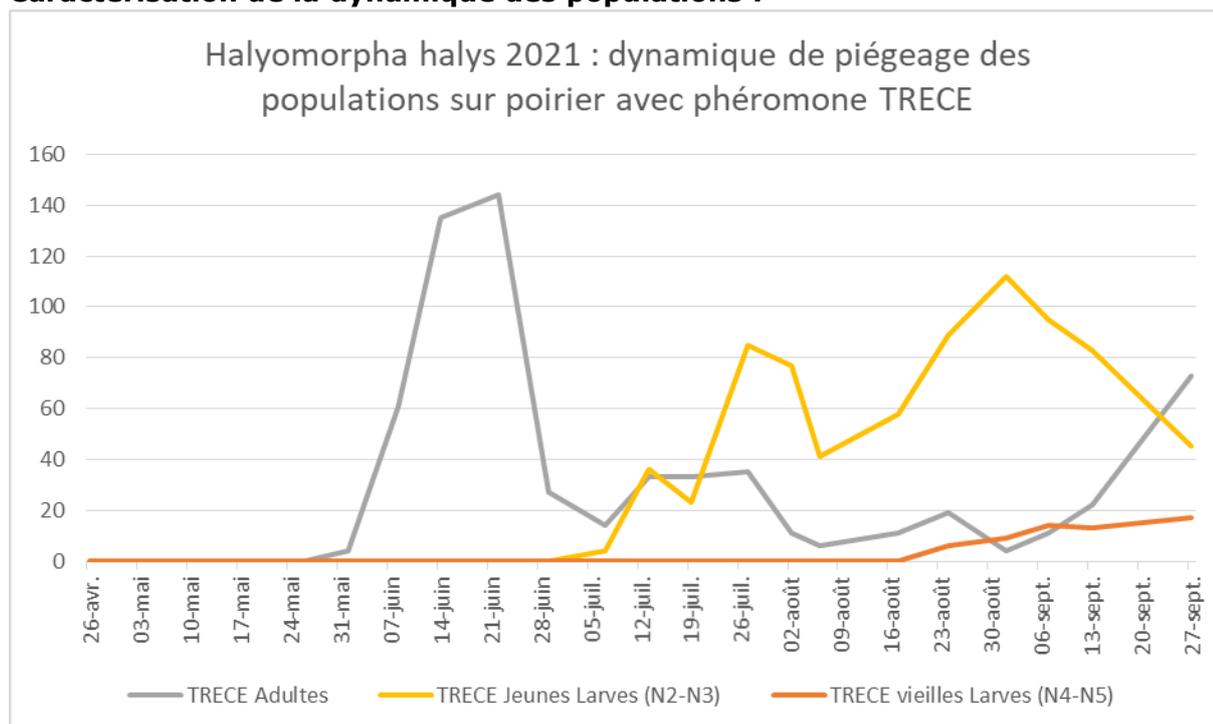
Avec le même piège, la phéromone TRECE permet une meilleure capture de tous les stades.



Même si la phéromone commercialisée par BIOPROX ne permet pas de capturer autant d'individus que celle produite par TRECE, elle permet de capturer des individus tout au long de la saison.

La phéromone produite par la société PROGARIN n'a permis aucune capture avant le 6 août. A partir de cette date les capsules ont été changées par des capsules bien plus concentrées sans beaucoup plus de résultats.

Caractérisation de la dynamique des populations :



Les adultes issus de l'hivernage ont été observés à partir du 1^{er} juin et tout au long de la saison. Des pics de captures sont visibles courant juin et fin septembre. Les adultes semblaient être peu présents en juillet et particulièrement au mois d'août. Les adultes observés en septembre sont probablement d'adultes issus de la 1^{ère} génération de larves d'été.

Les premières jeunes larves sont piégées le 7 juillet et leur pic de piégeage s'est étalé de début juillet à fin septembre. En 2021 une seule génération de jeunes larves a été observée, alors qu'en 2020, 2 générations de jeunes larves avaient été mises en évidence.

Très peu de vieilles larves sont capturées. La phéromone d'agrégation est-elle vraiment attractive sur ce stade larvaire ?

3.2.2 Données issues des frappages

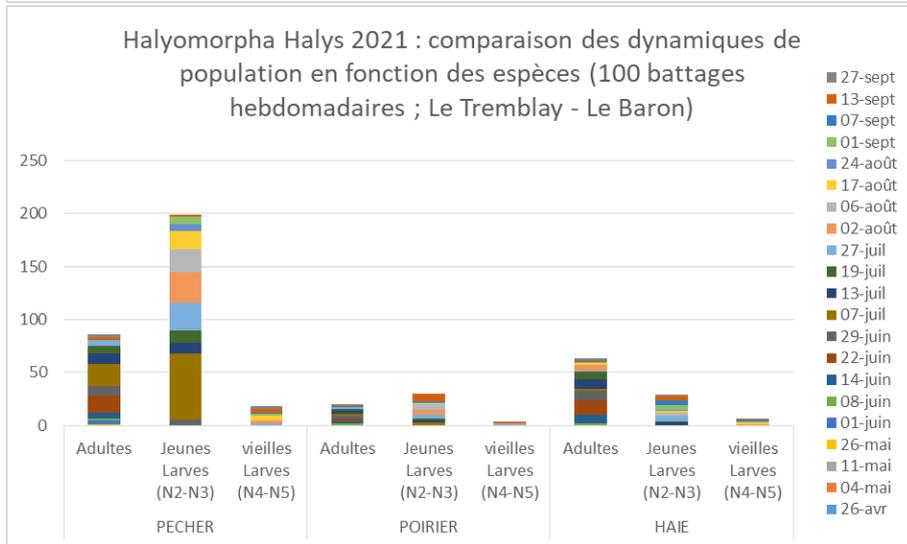
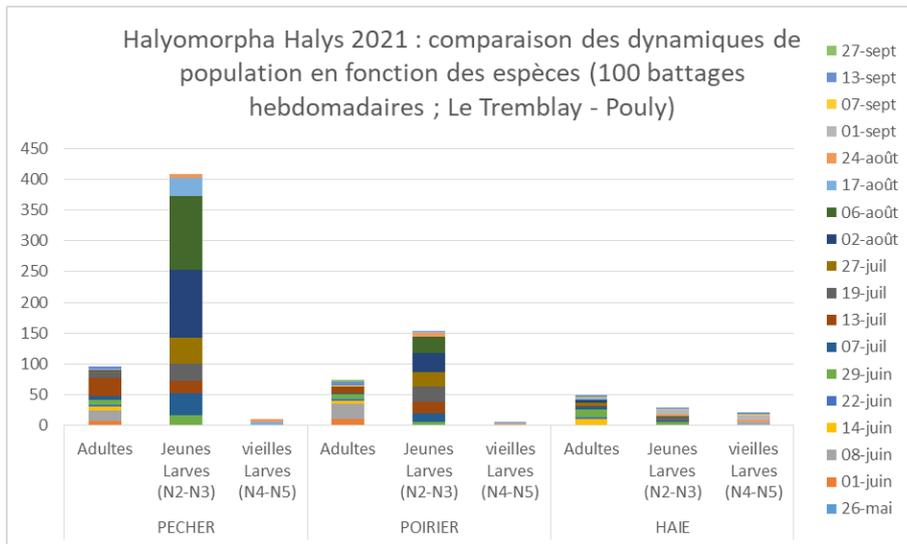
Des battages ont été réalisés toutes les semaines sur 2 parcelles du Tremblay sur du pêcher du poirier et dans les haies variées à proximité des vergers. Le battage a pour but de quantifier le nombre de punaise et de localiser les fortes pressions.

Méthode utilisée :

A l'aide d'une nappe de battage (parapluie japonais) 100 frappages sont effectués sur les branches (50 de chaque côté de la ligne). Le battage permet de décrocher les punaises pour les récupérer dans la nappe et les identifier.

Efficacité des battages :

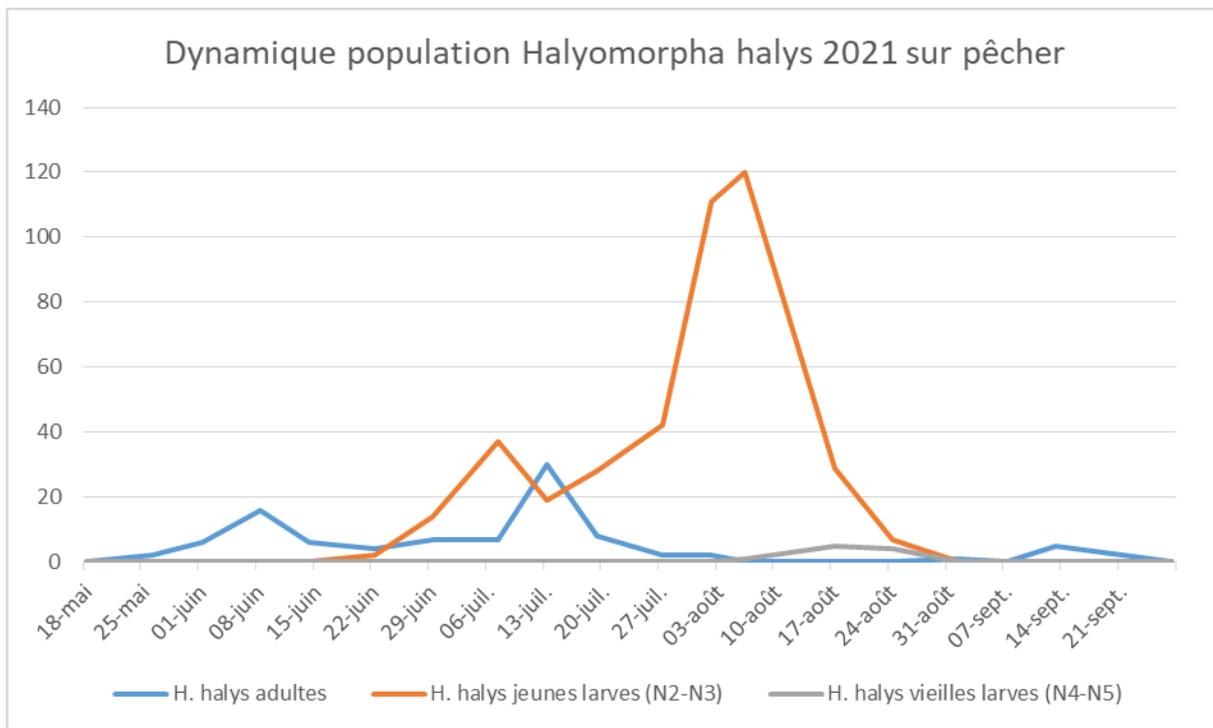
Par rapport en 2020, l'absence de fruit en raison des fortes gelées du 8 avril a permis de poursuivre les battages toute la saison.



Les pêchers semblent plus attractifs par rapport aux poiriers ou aux haies, ce qui confirme les observations de 2020.

D'avoir pu réaliser ces battages toute la saison a permis de déterminer l'évolution de la présence des différents stades de la punaise diabolique en fonction du temps.

Cette caractérisation de la dynamique de présence des différents stades d'Halyomorpha halys permet de valider la méthode de piégeage car il y a un risque de surattractivité des phéromones sur certains stades d'individus

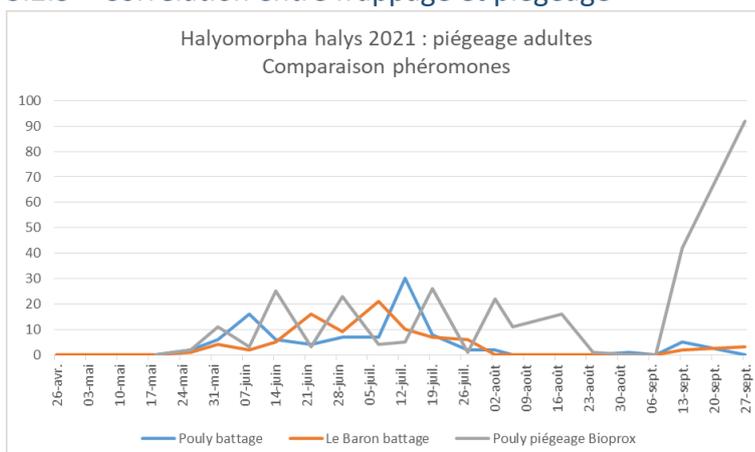


Les adultes issus de l'hivernage ont été observés à partir du 25 mai jusqu'à fin juillet mais leur présence n'a jamais été très forte. Les adultes ne semblaient pas être présents au mois d'août, mais en l'absence de pêche, la culture est-elle encore attractive ? Des adultes sont de nouveau observés en septembre, il s'agit probablement d'adultes issus de la 1ère génération de larves d'été

Les premières jeunes larves ont été observées le 22 juin et le pic de présence s'est étalé de début juillet à mi-août. En 2021 une seule génération de jeunes larves a été observée lors des battages réalisés hebdomadairement, alors qu'en 2020, 2 générations de jeunes larves avaient été mises en évidence par piégeages. Cela est sûrement dû à l'été froid et pluvieux notamment la semaine du 14 juillet.

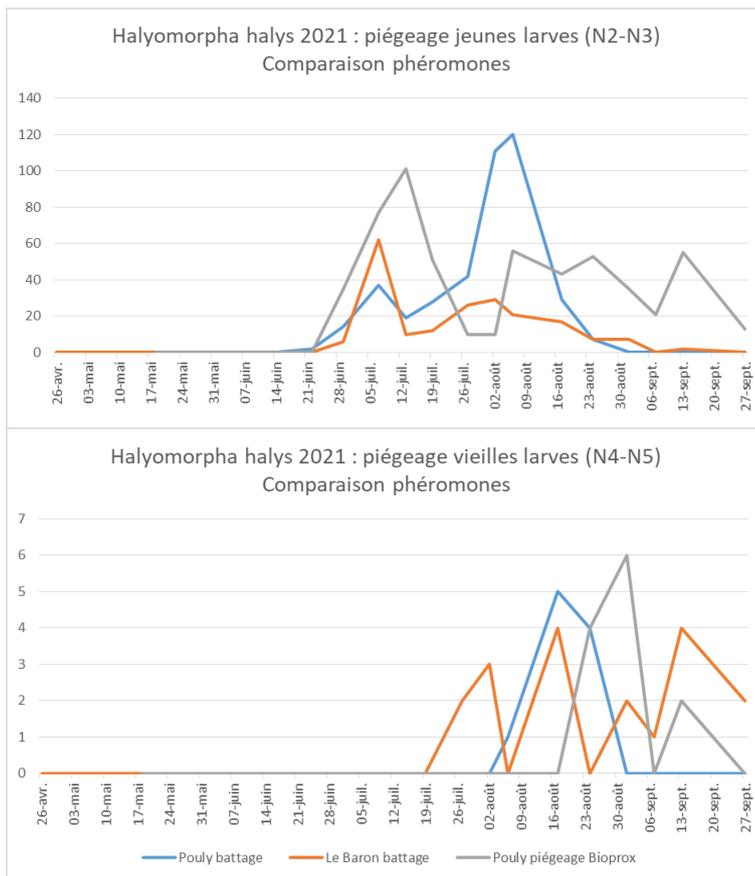
Très peu de vieilles larves ont été observées, en l'absence de pêche, la culture est-elle encore attractive ?

3.2.3 Corrélation entre frappage et piégeage



Concernant la dynamique de présence des adultes, battage et piégeage semblent parfaitement corrélés sur la détection du début de présence en verger puis sur les dynamiques de population des mois de juin et de juillet.

A partir de début août et en septembre, la phéromone d'agrégation est sûrement trop attractive et le piégeage risque de surestimer les populations.



Les jeunes larves sont plus présentes que les adultes tout au long de la saison. Elles sont difficiles à observer mais faciles à capturer par battage et par piégeage

Le battage et le piégeage semblent corrélés sur la saison.

Le piégeage semble surestimer les populations fin août et en septembre. Il est peut-être plus difficile de déterminer un pic de présence avec le piégeage.

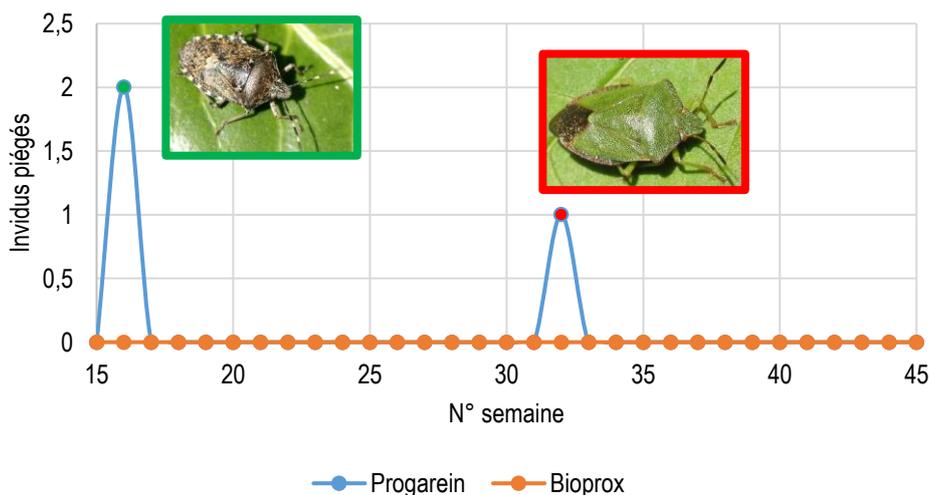
Les vieilles larves sont difficiles à observer et à piéger. Les captures sont peu représentatives.

Le battage et le piégeage semblent corrélés mais en raison du trop petit nombre d'individus observé, il est difficile de conclure.

3.3 Sites de la Morinière

3.3.1 Données issues du piégeage

Malgré les 6 pièges utilisés sur toute la station, et quelle que soit la phéromone et la localisation de cette dernière aucune punaise phytophage n'a été réellement capturée. Ce phénomène étant peu surprenant puisque les deux phéromones utilisées sont reconnues comme étant spécifique de *H.halys*.



Piégeage des punaises phytophages via les deux phéromones testées.



r.nebulosa restant « à l'entrée » du piège ; individu n'étant plus dans le piège lors de l'observation suivante.

Néanmoins, 3 individus, uniquement à l'état adulte ont été observés au sein d'un piège diablex avec la phéromone progarein, avec 2 *R.nebulosa* lors de la semaine 16 (obs. du 19 avril) et 1 *P.prasina* lors de la semaine 32 (obs du 9 août). Ces 3 individus « piégés » semblent correspondre à des captures accidentelles puisque les punaises restent « à l'entrée » du piège puis disparaissent lors des observations suivantes. Dans ces conditions, il est difficile de mesurer l'efficacité de ces phéromones sur les punaises indigènes rencontrées (*p.prasina*, *R.nebulosa*, *G.acuteangulatus*, *c.marginatus*, etc.).

Par ailleurs, sans surprise, aucune *H.halys* n'a été décelé lors de cette phase de piégeage, phénomène peu surprenant puisque cette punaise n'a été observé qu'à une seule reprise en 2021 dans la région Centre Val-de-Loire (proximité d'Orléans – 45).

3.3.2 Données issues des frappages

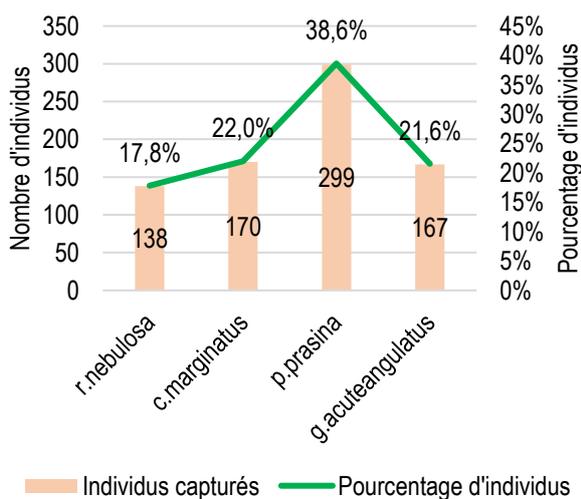
A contrario des pièges établis sur le site de La Morinière, le frappage des pommiers et autres environnements proches du verger (bois, haies multi espèces) a permis un suivi des populations des punaises phytophages de qualité.

Ces frappages ont été initiés au cours de la semaine 10 (8 mars) et se sont clôturés lors de la semaine 44 (2 novembre) où ces observations étaient effectuées de manière hebdomadaire.

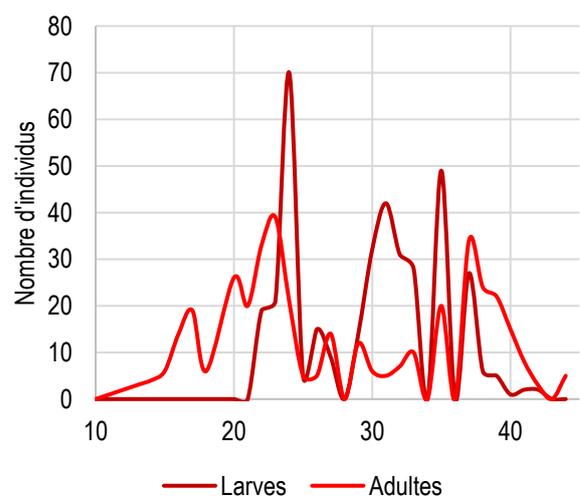
Comme pour le précédent site, les frappages sont réalisés dès que possible sous même conditions climatiques : début d'après-midi, T°C > 15°C, sous conditions peu venteuses.

3.3.2.1 Suivi des punaises phytophages.

Comme vont le démontrer les graphiques suivants, les frappages ont permis la capture de nombreux individus, contrairement aux pièges évoqués précédemment.



Espèces rencontrées au cours de la saison.



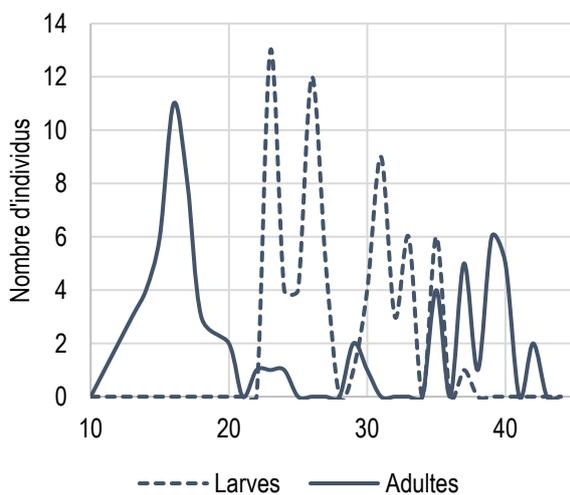
Suivi des punaises phytophages.

Le graphique de gauche présente le nombre d'individus observés, tout stade de développement confondu sans distinction des lieux des captures. Ce graphique cumule donc les larves et les adultes ainsi que les différents lieux de suivis (bois, haies et parcelles de pommes PFI et AB).

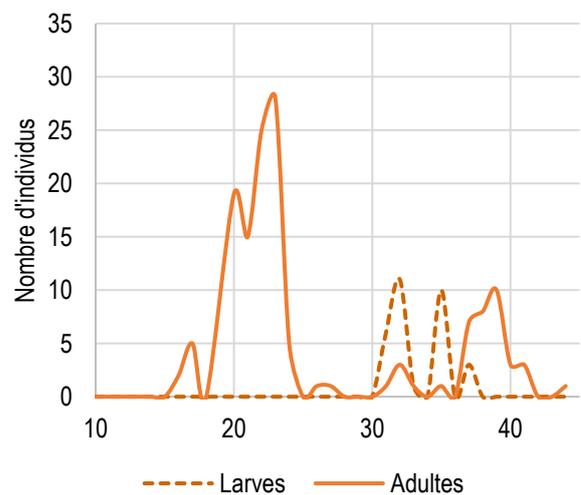
Sur l'ensemble de la saison, se traduisant par 32 observations, un total de 704 individus a été observé. Si l'on se spécifie à l'espèce, *P. prasina* a été observé en plus grande quantité avec près de 300 individus, soit 38.6% des captures annuels. Dans une moindre mesure, les 3 autres espèces sont retrouvées moins fréquemment avec respectivement 138, 170 et 167 captures pour *R. nebulosa*, *C. marginatus* et *G. acuteangulatus*, soit 17.8, 22.0 et 21.6 % des captures annuelles.

Le second graphique de droite présente quant à lui la dynamique de captures des espèces en distinguant les stades de développement principaux (larves et adultes), toujours en cumulant les lieux d'observation. En revanche, celui-ci ne permet pas une distinction par espèce, action qui sera établie plus tard dans le document. D'après ce graphique, il est notable que les adultes sont présents sur une grande partie de la saison avec la première capture dès la semaine 13 (obs. du 29 mars) et la dernière capture au cours de la semaine 44, correspondant à la dernière observation du 2 novembre. Néanmoins, des différences d'intensité sont notables, celles-ci étant plus ou moins en adéquation avec les pics de captures des différents stades larvaires. Ce graphique ne représentant qu'un cumul de toutes les espèces, il est préférable de ne pas pousser les commentaires de ce graphique.

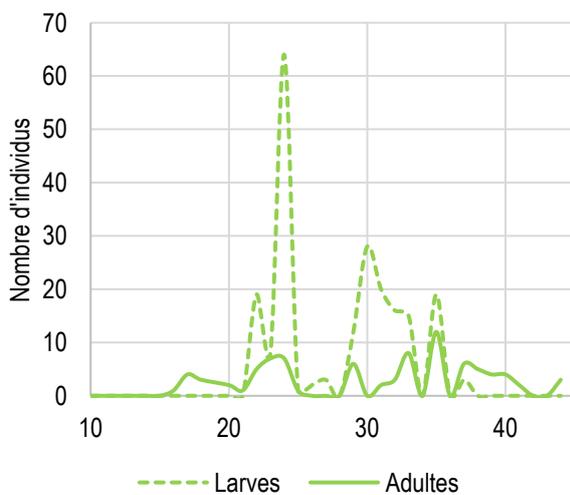
Dans l'ensemble des graphiques suivants, le chiffre indique entre parenthèses correspond au nombre de générations par espèce déterminées via une synthèse bibliographique.



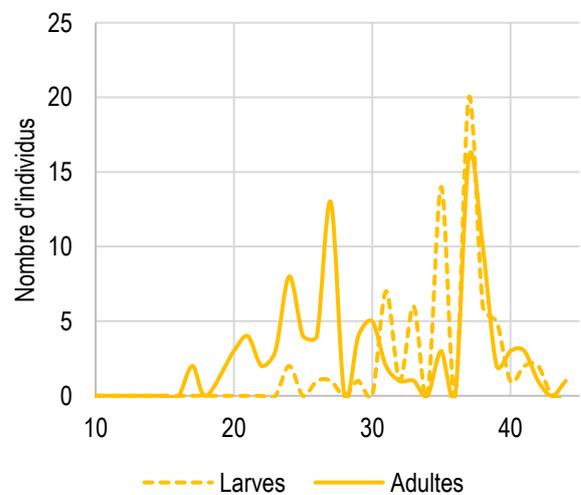
Suivi de *R. nebulosa* (1).



Suivi de *C. marginatus* (2).



Suivi de *P. prasina* (1).



Suivi de *A. acuteangulatus* (1).

3.3.2.2 *Rhaphigaster nebulosa*

Pour cette espèce, deux périodes de vols semblent s'observer : le premier dès le début des suivis jusqu'à la semaine 20 avec un pic lors de la semaine 16, le second plus tard en saison correspond à la fin des observations larvaires dès la semaine 34 jusqu'à l'hivernation des individus.

Au niveau des stades larvaires, ceux-ci sont observés dès la semaine 22 jusqu'en semaine 35 avec des intensités de captures variables au cours de chaque observation.

3.3.2.3 *Coreus marginatus*

Concernant cette espèce, les dynamiques de capture sont proches de l'espèce précédente *R.nebulosa*. En effet, un pic de capture apparaît au cours de la fin du mois de mai et le début du mois de juin (semaines 21-22) et d'autres captures notables au cours des semaines 38 à 40 (fin septembre à début octobre). A propos des larves, très peu d'entre-elles ont été observées, uniquement recensés les semaines précédant le deuxième vol des adultes.

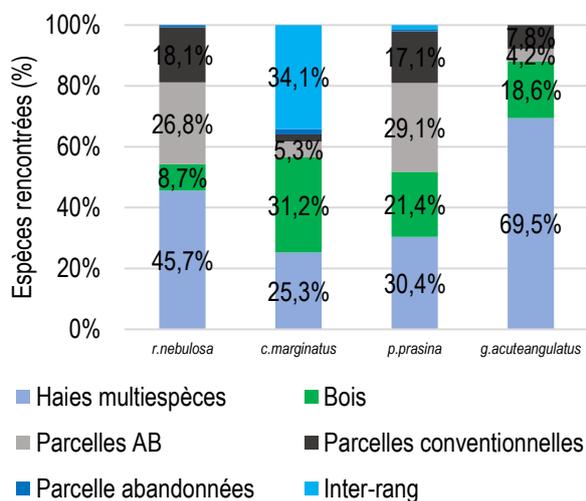
3.3.2.4 *Palomena prasina*

Pour l'espèce la plus rencontrée au cours du suivis des populations, *P.prasina*, les adultes ont été rencontrés tout au long de la saison, sans qu'un pic de capture soit notable. A propos des stades larvaires, un pic est observé lors de la semaine 24 (mi-juin) ainsi que des captures non négligeables à la fin du mois de juillet et du mois d'août.

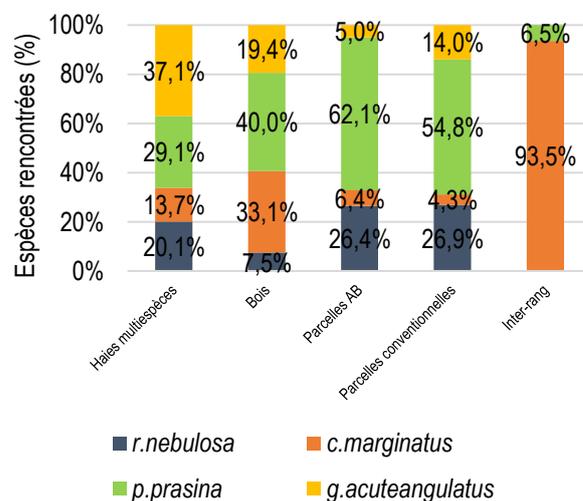
3.3.2.5 *Gonocerus acuteangulatus*

Enfin, pour la dernière espèce suivie, des adultes sont rencontrés tout au long de la saison, même s'il semble apparaître une accalmie au niveau des captures de la semaine 28 à 36 (mi-juillet à début septembre). Les semaines suivantes, un pic de capture annuel est notable suivie d'une forte baisse en raison de l'hivernation des individus. Pour les stades larvaires, une certaine corrélation est présente ils apparaissent quelques semaines après les premiers adultes quantifiés.

3.3.2.6 Influence de l'environnement proche du verger



Répartition spatiale des espèces.



Répartition des espèces selon le lieu d'observation.

Comme le démontre parfaitement le graphique de gauche ci-dessus, les haies multi espèces et les bois à proximité des parcelles de pommes concentrent une très grande partie des individus. En effet, pour les espèces *R.nebulosa*, *P.prasina* et *C.marginatus* sont présentes à plus de 50% au sein de ces deux environnements. Le constat est par ailleurs nettement amplifié pour *G.acuteangulatus* qui se retrouve à 88% dans ces deux mêmes environnements dont rien que 70% au sein des haies multi espèces. Ce constat n'est pas réellement surprenant puisque l'environnement proche est reconnu depuis maintenant plusieurs années comme source d'inoculum en punaises phytophages.

Pour les autres environnements suivis, aucune différence n'est notable quelle que soit l'espèce entre les parcelles conduites en AB ou en PFI.

Enfin, fait notable, l'espèce *C.marginatus* se trouve en très forte densité dans les inter-rang enherbés naturellement, où sa présence sur le rumex est observée à de nombreuses reprises au cours des suivis.

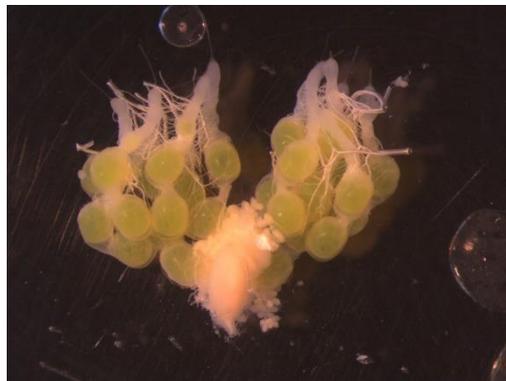
Le graphique de droite présente quant à lui la localisation des punaises phytophages. Sans surprise et en lien avec les différentes observations préalablement établies, toutes les espèces sont rencontrées quel que soit la localisation, hormis l'inter-rang qui présente une diversité moindre des espèces. Par ailleurs, le nombre d'individus observé est variable selon les espèces.

3.3.3 Dissections d'individus

La dissection des individus a été initiée en début d'année avec l'objectif de suivre l'évolution de maturité sexuelle des individus pour anticiper les pontes.

2 critères suivis :

- Evolution du développement ovarien
- Etat de la spermathèque



Appareil reproducteur femelle à maturité sexuelle avancée.

De manière générale, le nombre d'individus disséqués assez faible ainsi que le manque de maîtrise de la technique ne permettent de déceler avec certitude les périodes de maturité sexuelle (mâle et femelle).

Par ailleurs, le manque cruel de bibliographie sur les phases de maturité sexuelle des nombreuses punaises phytophages ne rend pas aisée l'utilisation de cette méthode

3.3.4 Bilan de suivis des populations

Comme évoqué au cours des différents points précédents, le suivi des populations n'a pu se faire que par les frappages des arbres (ou autres environnements proches du verger) puisque les phéromones/pièges utilisés n'ont pas montré d'appétence particulière.

Les frappages permettent néanmoins de planifier les grandes périodes de présences des différentes espèces phytophages. Néanmoins, cette méthode est très fortement chronophage, mais il s'agit actuellement la seule méthodologie (disponible ? envisagée ?) permettant ce suivi de qualité.

Enfin, augmenter les dissections pour améliorer les connaissances sur l'évolution de maturité sexuelle des femelles permettrait d'en apprendre davantage sur le comportement de ces espèces, et ainsi prévoir les pontes.

3.4 Site de la Pugère

3.4.1 Prélèvement ooplaques et individus adultes

Au total du 10 juillet au 5 octobre 2021, 21 échantillons ont été envoyés : 4 ooplaques et 17 adultes d'*Halyomorpha halys*.

Tableau XX : Tableau récapitulatif des échantillons d'œufs et d'adultes *Halyomorpha halys* envoyés à l'INRAE Sophia Antipolis

Ref échantillon	Date de capture	Lieux de capture	parcelle	Ooplaques	Adulte <i>Halyomorpha halys</i>	Date d'envoi
PUG_001	10/07/2021	St Andiol 13	feuille tomate jardin Carine	111 œufs Nezara ?		12/07/2021
PUG_002	20/07/2021	Mallemort 13370	P9 Crimson hors filet	28 œufs gris (palomena?)		20/07/2021
PUG_003	22/07/2021	Sénas (13)	Amandier	8 œufs blancs		23/07/2021
PUG_004	25/03/2021	Mallemort 13370	exploitation Pugère		1	23/07/2021
PUG_005	20/05/2021	Chateuneuf de Gadagne	Jardin		1	23/07/2021
PUG_006	02/08/2021	St Andiol 13	Jardin (ronces)		1	02/08/2021
PUG_007	25/08/2021	Mallemort 13370	P5 haie		1	31/08/2021
PUG_008	30/08/2021	Sénas (13)	Amandier	14 œufs		31/08/2021
PUG_009	23/08/2021	Charleval	Pommier		6	31/08/2021
PUG_010	08/09/2021	Mallemort 13370	haie pommier Braeburn		1	14/09/2021
PUG_011	08/09/2021	Mallemort 13370	haie poirier Williams		9	14/09/2021
PUG_012	15/09/2021	Mallemort 13370	haie poirier Williams		10	15/09/2021
PUG_013	15/09/2021	Mallemort 13370	haie poirier Williams		5	15/09/2021
PUG_014	15/09/2021	Mallemort 13370	haie pommier Braeburn		2	15/09/2021
PUG_015	22/09/2021	Mallemort 13370	haie poirier Williams		19	23/09/2021
PUG_016	22/09/2021	Mallemort 13370	haie pommier Braeburn		2	23/09/2021
PUG_017	25/09/2021	Mérindol 13	Jardin		2	25/09/2021
PUG_018	29/09/2021	Mallemort 13370	haie poirier Williams		3	29/09/2021
PUG_019	29/09/2021	Mallemort 13370	haie pommier Braeburn		10	29/09/2021
PUG_020	05/10/2021	Mallemort 13370	haie pommier Braeburn		9	05/10/2021
PUG_021	05/10/2021	Mallemort 13370	haie poirier Williams		10	05/10/2021

3.4.2 Données issues des pièges

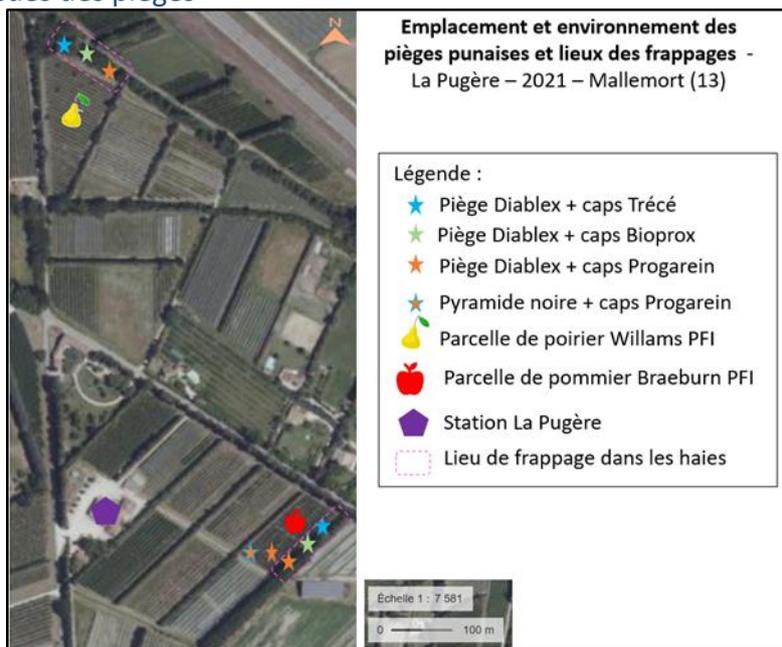


Figure XX : Emplacement et environnement des pièges punaises et des frappages suivis sur le site de La Pugère à Mallemort (13370)

Les 8 pièges installés à la Pugère sont suivis du 13 avril au 10 novembre 2021 dans un verger de pommier Braeburn et sa haie adjacente, ainsi qu'une haie adjacente à une parcelle de poirier Williams. Le piège Diablex à ailettes vertes (ailettes en haut) avec une capsule TRECE est celui qui capture le plus de punaises dont une majorité de punaises diaboliques *Halyomorpha halys*.

Le piège Diablex à ailettes vertes avec capsule BIOPROX arrive en 2ème position.

Les capsules PROGAREIN, ne semblent pas suffisamment attractives pour les punaises Pentadomidae.

Quelques individus de *Nezara viridula* sont observés en juin et en septembre/octobre.

Pour *H. halys*, la période de capture démarre essentiellement début août jusqu'à courant octobre avec une augmentation des captures fin septembre début octobre, ce qui correspond aussi à la période de maturité de la variété Braeburn.

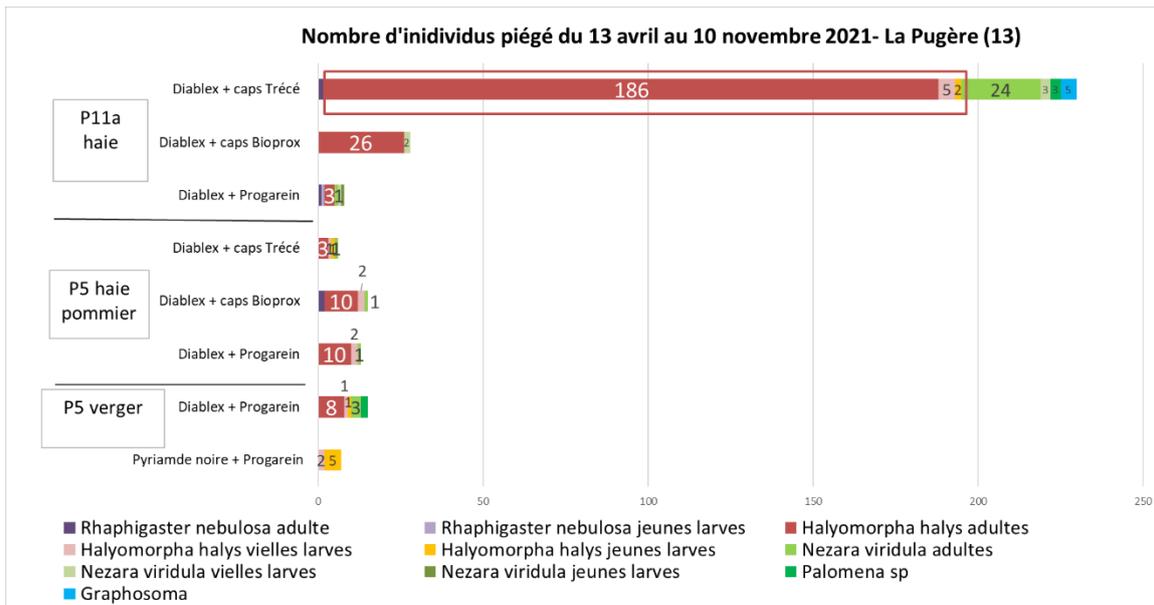


Figure XX : Nombre de punaises observées selon les différentes espèces du 13/04/21 au 10/11/21 dans les pièges suivis à Mallemort (13370)

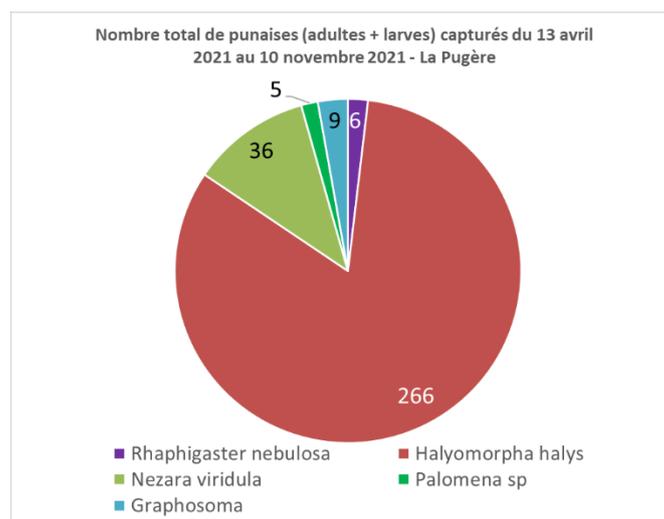


Figure XX : Nombre de punaises (larves et adultes) sur l'ensemble des pièges du 13 avril au 10 novembre 2021 à Mallemort

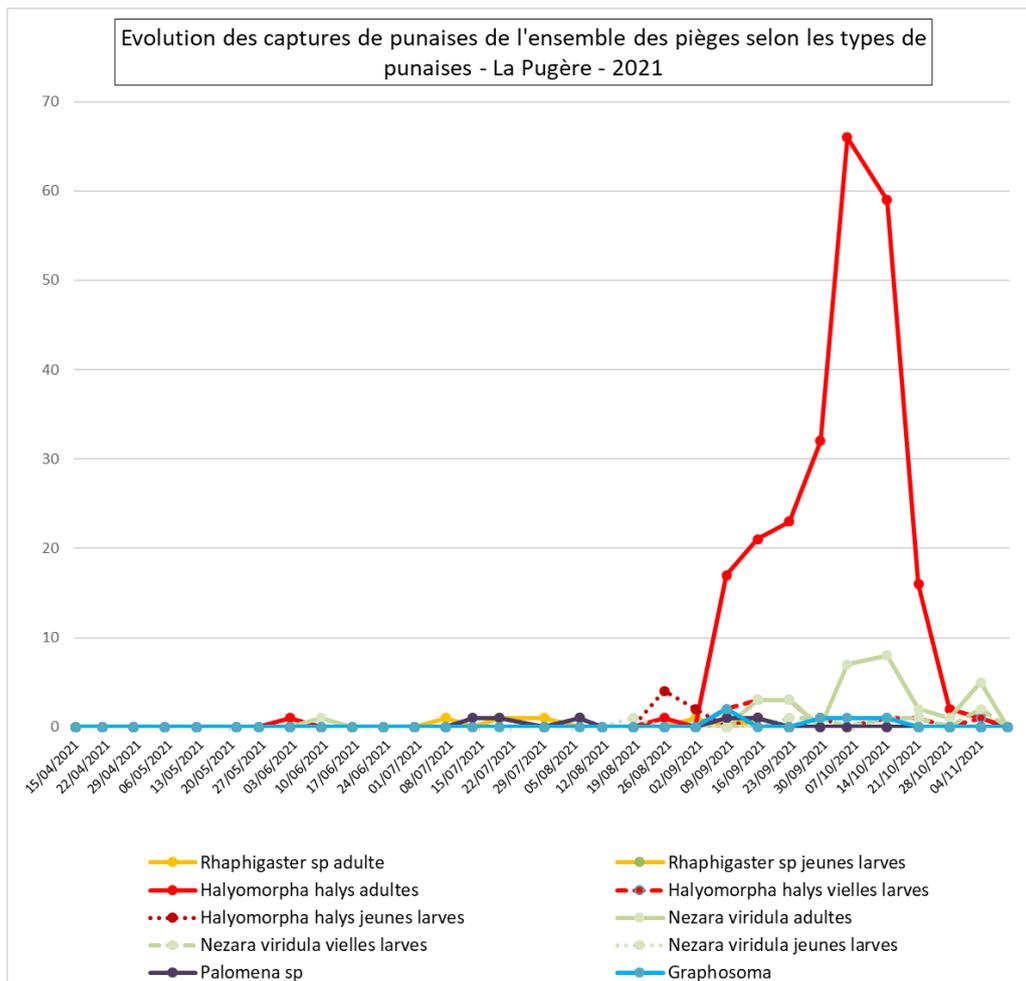


Figure XX : Evolution du nombre de différentes espèces de punaises dans les pièges à Mallemort 2021

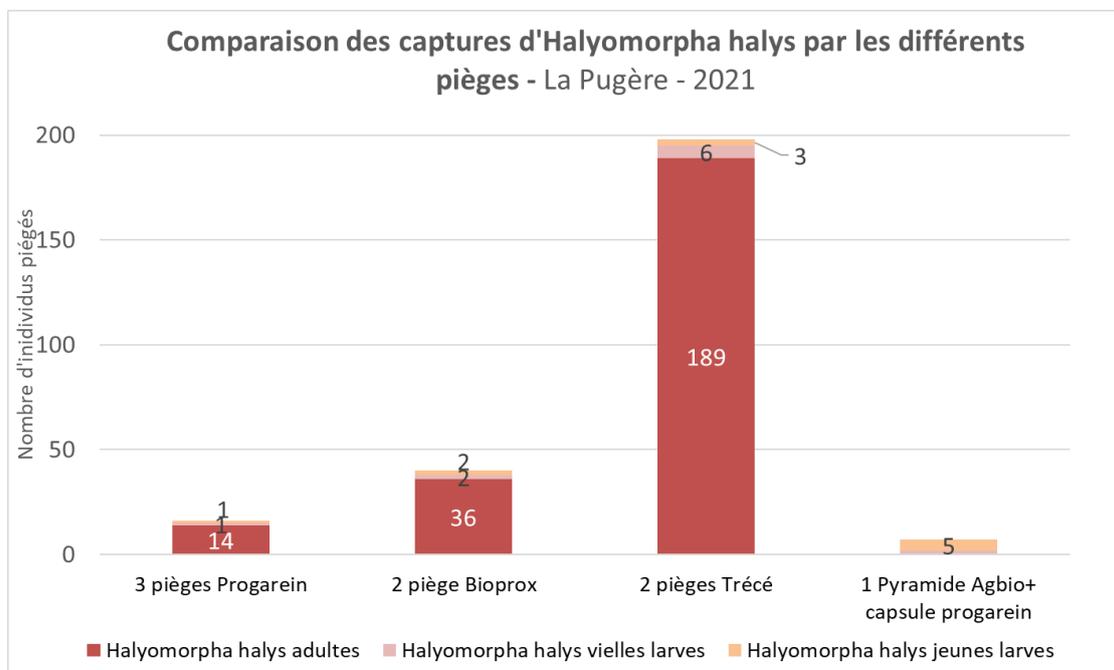


Figure XX : Comparaison des différentes capsules sur les captures d'Halyomorpha halys

3.5 Suivi de population à INRAE

4 Bilan année 2021

Site CTIFL / SudExpé : Six pièges Diablex (3 phéromones répétés deux fois) ont été installés de la fin mars à la fin septembre. Les pièges ont été positionnés dans 2 haies composites en bordure de verger de pommier (en PFI et en AB). Le bilan est le suivant : globalement essentiellement des captures d'individus *H. halys* à tous les stades, quelques individus des punaises *P. prasina*, *R. nebulosa* et *N. viridula*. La phéromone Trécé est celle qui a permis le plus de captures, la phéromone Bioprox a capturée trois fois moins d'individus. En revanche la phéromone Progarein n'a pas du tout fonctionné avec quasiment aucune capture et ce malgré le changement de capsule à la mi-saison (juillet) avec un dosage de principe actif dix fois plus élevé. Avec ce monitoring, on relève 2 pics d'adultes *H. halys* en 2021, le premier de la mi-mai à fin juin, puis des larves. Le deuxième sur le mois de septembre. Contrairement aux indications des fournisseurs, la durée d'efficacité des phéromones Trécé semblent être de 9 à 10 semaines, celles des phéromones Bioprox de 6 semaines maximum.

Les frappages ont été ciblés sur les haies composites et une parcelle de pommier avec des dégâts avérés en 2020 (variété Granny Smith). Quasiment aucun individu n'a été observé ou prélevé avec cette méthode ne permettant pas la fourniture d'individus à l'INRAE. Quelques remarques cependant, les quelques individus observés dans les haies sont positionnés sur des branches assez hautes, les essences privilégiées semblent être essentiellement des frênes et des ronciers.

Site CIA SMB : Le monitoring est essentiellement réalisé sur la punaise diabolique *H. halys*. La phéromone Trécé est celle qui piège le plus, la Bioprox environ trois fois moins d'individus. La phéromone Progarein n'a piégé aucun individu avant son changement de dosage, après le changement de formulation des individus ont été piégés en fin de saison (phénomène naturel d'agrégation). Contrairement à 2020, une seule génération semble clairement apparaître avec un premier pic d'adultes sur le mois de juin, puis des larves sur les mois de juillet, août et début septembre et un deuxième pic d'adultes de la mi-septembre à octobre. Les frappages confirment ces observations sur l'ensemble de la saison, à l'exception de la fin de saison, où le piégeage est beaucoup plus important. Ceci s'explique par le fait que les phéromones de piégeage sont des phéromones attractives d'agrégation et que les punaises en fin de saison, sont plus disposés naturellement à ce phénomène. Concernant la durée d'attractivité des phéromones, elles semblent bien de 12 semaines pour les Trécé, et seulement de 4 semaines pour les Bioprox.

Depuis 2020, la CIA SMB travaille sur l'adaptation d'un modèle canadien. En changeant le biofix et la méthode de calcul : somme de températures réelles plutôt que modélisation de la journée par sinus simple, les résultats sont encourageants et se corrént assez bien avec la situation de 2021 (à postériori).

Site La Morinière : À l'issue de la saison 2021, la pression en punaises phytophages est jugée faible à moyenne dans la région Centre Val-de-Loire, avec une hétérogénéité certaine entre les parcelles. Ce gradient de pression est fortement influencé par la proximité des haies, des bois ainsi que le salissement du sol qui favorise la présence de ces punaises.

Parmi les différentes expérimentations testées, seuls les frappages, certes chronophages, ont permis de suivre avec précision les dynamiques de populations des espèces indigènes. De manière générale, les punaises sont présentes tout au fil de la saison, avec quelque particularité liée à l'espèce. L'utilisation des deux phéromones (Bioprox & Progarein) se sont avérées inefficaces vis-à-vis des punaises indigènes, phénomène attendu en raison de la spécificité de ces phéromones pour *H. halys*.

Enfin, la première approche de maturité sexuelle des femelles phytophages semble être une piste intéressante à creuser pour suivre l'évolution de maturité sexuelle de ces dernières. Néanmoins, cette technique nécessite des compétences bien particulières ainsi que des bases bibliographiques par espèce qui

ne sont actuellement pas établies, tout comme un nombre d'individus conséquents pour tirer de telles conclusions.

Site La Pugère : Une parcelle suivie dans une haie boisée en bordure de poirier Williams conduit en PFI semble avoir une forte pression, environ 200 punaises diaboliques ont été capturées dans les pièges positionnés dans cette haie. La capsule la plus efficace en nombre de capture est la TRECE avec 198 captures pour 2 pièges, puis BIOPROX avec 38 captures pour 2 pièges également. La capsule PROGAREIN semble inefficace avec seulement 21 captures pour 4 pièges. Les captures ont eu lieu de mi-août à fin octobre, il serait intéressant en 2022, d'étudier d'autres essences d'arbres et nouveaux sites de piégeage pour avoir des captures au printemps en sortie d'hivernation des punaises *Halyomorpha Halys*

INRAE : La CIA SMB, La Pugère et le CTIFL La Morinière ont envoyé des individus femelles *H. halys* au laboratoire Agrobiotech d'INRAE pour effectuer des dissections ovariennes et ainsi déterminer les maturités sexuelles des premiers adultes (et donc les pontes). Par ailleurs un stagiaire encadré par INRAE a effectué des prélèvements issus de frappages comme de piégeage et des dissections (hors projet SUPOR). Il ressort des premiers résultats, que les individus piégés ou prélevés par frappe ne présentent pas de différence de maturité. Le piégeage sera donc un moyen satisfaisant pour réaliser ces dissections. Il apparaît aussi qu'en sortie d'hiver les adultes femelles ne sont pas mûres sexuellement. Ces premiers travaux ont été confrontés à un modèle de sommes de températures (°C jours). Les premiers résultats en vue d'une modélisation des cycles sont encourageants mais doivent encore être vérifiés (premier trimestre 2022).

Des ooplaques ont aussi été envoyées et analysées par biologie moléculaire afin de déterminer le parasitisme. Deux parasitoïdes exotiques sont particulièrement recherchés : *Trissolcus japonicus* et *Trissolcus mitsukurii*. Le fait de les retrouver directement sur le territoire faciliterait leur exploitation dans le but d'une lutte biologique. Le laboratoire Agrobiotech est pour l'instant engagé dans un processus de demande d'introduction. Les dossiers sont en cours d'évaluation.