

## LES PUNAISES PHYTOPHAGES EN VERGER DE FRUITS À PÉPINS

### ENSEIGNEMENTS ET PERSPECTIVES DU PROJET SUPOR

#### RÉSUMÉ

Le projet SUPOR financé par FranceAgriMer rassemble le CTIFL, l'INRAE, la chambre interdépartementale d'agriculture Savoie-Mont-Blanc (CIA SMB) et les stations régionales (La Morinière, La Pugère et SudExpé). Ce projet vise à améliorer les connaissances sur les punaises phytophages en verger de fruits à pépins et à mettre au point des stratégies de protections efficaces. Cette première année d'étude a permis de montrer l'intérêt des filets insect-proof installés soit sur le rang, soit en périphérie des parcelles. Cette installation permet une protection efficace si le filet est fermé assez tôt, après fleur pour les punaises de printemps ou début juin pour *Halyomorpha halys*. Le projet prévoit également d'étudier l'intérêt des plantes pièges et la recherche des ennemis naturels des punaises, en particulier ceux d'*H. halys*.

#### PHYTOPHAGOUS BUGS IN POME FRUIT ORCHARDS: LESSONS LEARNED AND PROSPECTS FOR THE 'SUPOR' PROJECT

The 'Supor' project financed by FranceAgriMer brings together the CTIFL, INRAE, the Savoie-Mont-Blanc interdepartmental Chamber of Agriculture (CIA SMB) and the regional stations, La Morinière, La Pugère and SudExpé. This project aims to improve knowledge of plant bugs in pome fruit orchards and to develop effective control strategies. This first year of study has shown the interest of insect-proof nets installed either on the row or on the periphery of the plots. This physical barrier provides effective protection if the net is closed early enough: after flowering for spring bugs or early June for *Halyomorpha halys*. The project also plans to study the interest of trap plants and the search for natural enemies of bedbugs, in particular those of *H. halys*.

*Le projet SUPOR a permis en 2020 de suivre les dynamiques de populations de punaises, dont l'espèce invasive Halyomorpha halys, dans des vergers de pommiers et de poiriers. Les filets périphériques testés dans le réseau d'expérimentation apparaissent comme un moyen de protection intéressant.*



> ADULTE D'HALYOMORPHA HALYS OU PUNAISE DIABOLIQUE EN VERGER DE POMMIER

© I. Gatheron/SudExpé

## LES PUNAISES, UNE PROBLÉMATIQUE RÉ-ÉMERGENTE

Considérées comme des ravageurs secondaires mais pouvant ponctuellement causer des pertes importantes, les punaises phytophages et leurs dégâts caractéristiques sur jeunes fruits sont bien connus des producteurs de pommes et de poires. Quelle que soit la famille à laquelle elles appartiennent, les punaises phytophages s'attaquent aux organes végétatifs des plantes. Ce sont des insectes piqueurs-suceurs qui, lors de la piqûre avec leur rostre, injectent des enzymes digestives dans l'organe attaqué provoquant ainsi des nécroses. Elles connaissent cinq stades larvaires aptères qui dès le second stade sont très mobiles et peuvent provoquer des dommages conséquents liés aux piqûres de nutrition. Si la piqûre a lieu très précocement sur jeunes fruits, juste après la floraison, des déformations importantes peuvent être constatées. En effet, le fruit grossit autour de la piqûre, ce qui crée une dépression entraînant sa chute précoce ou son déclassement commercial (Photo 2).

Historiquement, les punaises responsables de ce type de dégâts en verger de poiriers étaient *Stephanitis pyri*, de la famille des Tingidae ou encore des espèces de la famille des Miridae (Streito, 2019). Depuis quelques années, et plus particulièrement dans le bassin du Val de Loire, trois espèces provoquent régulièrement des dégâts importants : il s'agit de la punaise verte *Palomena prasina* (famille des Pentatomidae), de la punaise grise *Raphigaster nebulosa* (famille des Pentatomidae) et de *Gonocerus marginatus* (famille des Coreidae) (Photo 3).



© J. Catheron / SudExpe



© M. Bérud / La Pugère

> PHOTO 2 : DÉGÂTS PRÉCOCES DE PUNAISES PHYTOPHAGES SUR POMME GRANNY CHALLENGER® ET SUR POIRE CONFÉRENCE

Les symptômes seuls ne permettent pas de déterminer l'espèce à l'origine des piqûres, mais des campagnes de piégeages et de frappages ont permis d'identifier ces trois espèces comme étant les plus fréquentes et donc potentiellement la cause des dégâts constatés, en particulier en 2014 et 2017 avec jusqu'à 20 % de pertes observées à la récolte en Val de Loire.

À ces problématiques, s'ajoute désormais celle, plus estivale, de la punaise diabolique, *Halyomorpha halys* (famille des Pentatomidae) (Photo 1). Originaire d'Asie orientale, elle est présente partout en Europe et a été importée d'abord en Suisse en 2004 puis en Italie en 2007, où elle est désormais un ravageur d'importance économique majeure notamment dans la région du Piémont. En France, elle est observée pour la première fois en Alsace en 2012. Elle s'est depuis répandue sur l'ensemble du territoire. Si le piégeage est parfois intensif comme dans le Sud-Ouest et des dégâts sont signalés sur kiwis et noisetiers, les premiers dégâts réellement imputés à la punaise diabo-

lique sont observés en 2019 en Savoie. Plus particulièrement la région périurbaine de Chambéry, connaît des pertes spectaculaires en vergers de poiriers et de pommiers avec 50 à 80 % de la récolte impactée dans certaines parcelles. En 2020, outre le bassin de la Savoie, des dégâts sont signalés sur l'ensemble des bassins de production du quart Sud-Est (vallée du Rhône, Gard et Hérault).

Les adultes hivernent en s'agrégeant dès l'automne dans des abris naturels (écorces, bois, haies...) ou dans des habitations et bâtiments agricoles. Ces derniers peuvent être envahis parfois de façon importante. Les premiers adultes émergent aux mois de mars/avril, le développement est possible à partir de 15 °C jusqu'à 35 °C avec un optimum à 30 °C. En 2020, les premières larves ont été détectées dans les pièges fin mai pour la Savoie et mi-juin dans le Sud-Est.

Les dynamiques de populations semblent indiquer la présence de deux générations. Le pic est atteint en juillet-août, période où les dégâts sur fruits peuvent être



© J.-C. Streito / INRAE

> PHOTO 3 : ADULTE DE PALOMENA PRASINA, RAPHIGASTER NEBULOSA ET GONOCERUS MARGINATUS (DE G. À D.)

importants. Étant donné l'état d'avancement des fruits à cette période, les symptômes de dégâts sont un peu différents de ceux des piqûres de printemps. Les piqûres provoquent alors des taches sur les fruits, des nécroses sous cutanée (subérisation de la chair du fruit), des déformations plus ou moins marquées (Photo 4). Certaines piqûres ne s'expriment qu'en post-récolte après sortie de conservation.



### LES FILETS ALT'CARPO, UN MOYEN DE PROTECTION ENCOURAGEANT

La stratégie de lutte insecticide est très limitée en France en Production fruitière intégrée (PFI), comme en agriculture biologique (AB). La plupart des insecticides présentés comme efficaces, organophosphorés, néonicotinoïdes (Leskey et al., 2012), ou etofenprox (Pizzinat, 2019) sont interdits d'usage en France sur pommiers et poiriers. Par ailleurs, l'utilisation répétée de pyréthrinoides, bien qu'efficace peut rapidement entraîner des phénomènes de résistance et peut causer des effets secondaires indésirables sur les auxiliaires du fait de leur large spectre d'action. Une recrudescence de ravageurs secondaires tels que les acariens rouges



> PHOTO 4 : DÉGÂTS IMPUTÉS À *H. HALYS* SUR POMMES OPAL® ET GRANNY CHALLENGER® ET SUR POIRES WILLIAMS ROUGE® (AVEC LARVE *H. HALYS*) ET PASSE-CRASSANE (DE G. À D. ET DE HAUT EN BAS)

© N. Drouzy/CIASMB

## MIEUX CONNAÎTRE *H. HALYS* ET RECHERCHER SES ENNEMIS NATURELS

L'UMR ISA de INRAE à Sophia-Antipolis, via l'équipe Recherche et Développement en Lutte Biologique, s'intéresse depuis plusieurs années à la mise au point de solution de lutte biologique contre les punaises phytophages. Elle est associée au projet SUPOR où elle contribue à l'amélioration des connaissances sur la biologie et la dynamique des populations de punaises Pentatomidae en général et d'*H. halys* en particulier. Au sein du projet SUPOR, il est prévu de réaliser des dissections ovariennes sur les individus prélevés par frappage (éventuellement par piégeage) dans les sites partenaires. L'objectif est d'identifier les périodes de maturité sexuelle des femelles et de déterminer le plus finement possible les périodes de pontes et les cycles naturels au champ. Ce travail est complémentaire d'opérations initiées par l'ANPN sur punaises en noisette (Hamidi, données non publiées) et doit permettre d'avoir une vision plus générale des cycles en fonction des cultures et zones géographiques. En parallèle, le projet SUPOR contribue à la recherche et la caractérisation des ennemis naturels de ces Pentatomidae et d'*H. halys*, principalement des hyménoptères parasitoïdes oophages. Parmi ceux-ci, la famille des Scelionidae et plus spécifiquement le genre *Trissolcus* semblent prometteur contre les Pentatomidae. Un candidat asiatique, *Trissolcus japonicus*, contre la *H. halys* est identifié, avec un objectif d'introduction et d'acclimatation (Bout et al., 2019). Ce parasitoïde exotique est capable de parasiter les œufs d'*H. halys* avec régularité et succès, contrairement aux espèces indigènes. Des ooplaques de Pentatomidae, naturellement pondues, sont collectées et envoyées à l'UMR ISA de INRAE afin de rechercher et identifier les parasitoïdes potentiels. Depuis, 2018 des œufs sentinelles (des œufs de *H. halys* obtenus au laboratoire) ont été exposés (projet Ecophyto IMPULSe, FEDER REPLIK, en lien avec le GIS FRUIT) afin de capturer des parasitoïdes pour, identifier la diversité présente et utile et, vérifier l'éventuelle présence de *T. japonicus*. En effet, ce dernier a été retrouvé sans introduction volontaire en Suisse et en Italie (pour les zones les plus proches de chez nous) mais n'a pas encore été détecté en France. À partir de 2021, des œufs sentinelle seront également exposés dans le cadre du projet SUPOR, dans les vergers à forte pression, afin de renforcer la vigilance quant à l'arrivée possible de *T. japonicus*.

Pour compléter, Alexandre Bout (INRAE ISA) coanime avec Jean-Claude Strette (INRAE CBGP) et Xavier Le Clanche (ANPP) le « groupe punaises » au sein du GIS fruit. Un premier séminaire rassemblant des expérimentateurs des différentes filières s'était tenu en février 2019. Une deuxième rencontre se tiendra en début d'année 2021 (plus d'infos : <https://www.gis-fruits.org/Groupes-thematiques/Bio-agresseurs/Groupe-Punaise-diabolique-et-autres-punaises>).



et les pucerons lanigères sur pommier et surtout le psylle sur poirier, normalement régulés par des prédateurs naturels, peut ainsi être accentuée. Utilisables en agriculture biologique, le spinosad et l'azadirachtine ont montré une certaine efficacité (jusqu'à 70 %) sur les cinq premiers stades des punaises diaboliques en condition semi-contrôlées (Morehead et Kuhar, 2017). Globalement, seuls les stades larvaires présentent une sensibilité suffisante aux insecticides. La persistance d'action est toutefois assez limitée, l'effet choc induit par la perte de coordination des mouvements est rapidement suivi d'une phase de récupération. En condi-

tions réelles, les insectes ont également le réflexe de se laisser tomber et « évitent » ainsi le nuage pulvérisé. Une stratégie fondée uniquement sur des applications insecticides disposant d'une Autorisation de mise en marché (AMM) en système PFI comme en AB paraît très insuffisante. Inspiré par des essais italiens du centre de recherche AGRION, le programme SUPOR a testé dans son réseau de partenaires l'intérêt des filets « insect proof » Alt'carpo comme barrière physique et donc comme moyen de protection. Différents types de filets, mono-rang ou mono-parcelle (filet périphérique avec un toit paragrêle) ont été testés sur diffé-

rentes espèces et variétés selon les sites expérimentaux (Tableau 1). Ces parcelles équipées de filets sont comparées à des parcelles références sans filet, avec ou sans programme spécifique dirigé contre les punaises.

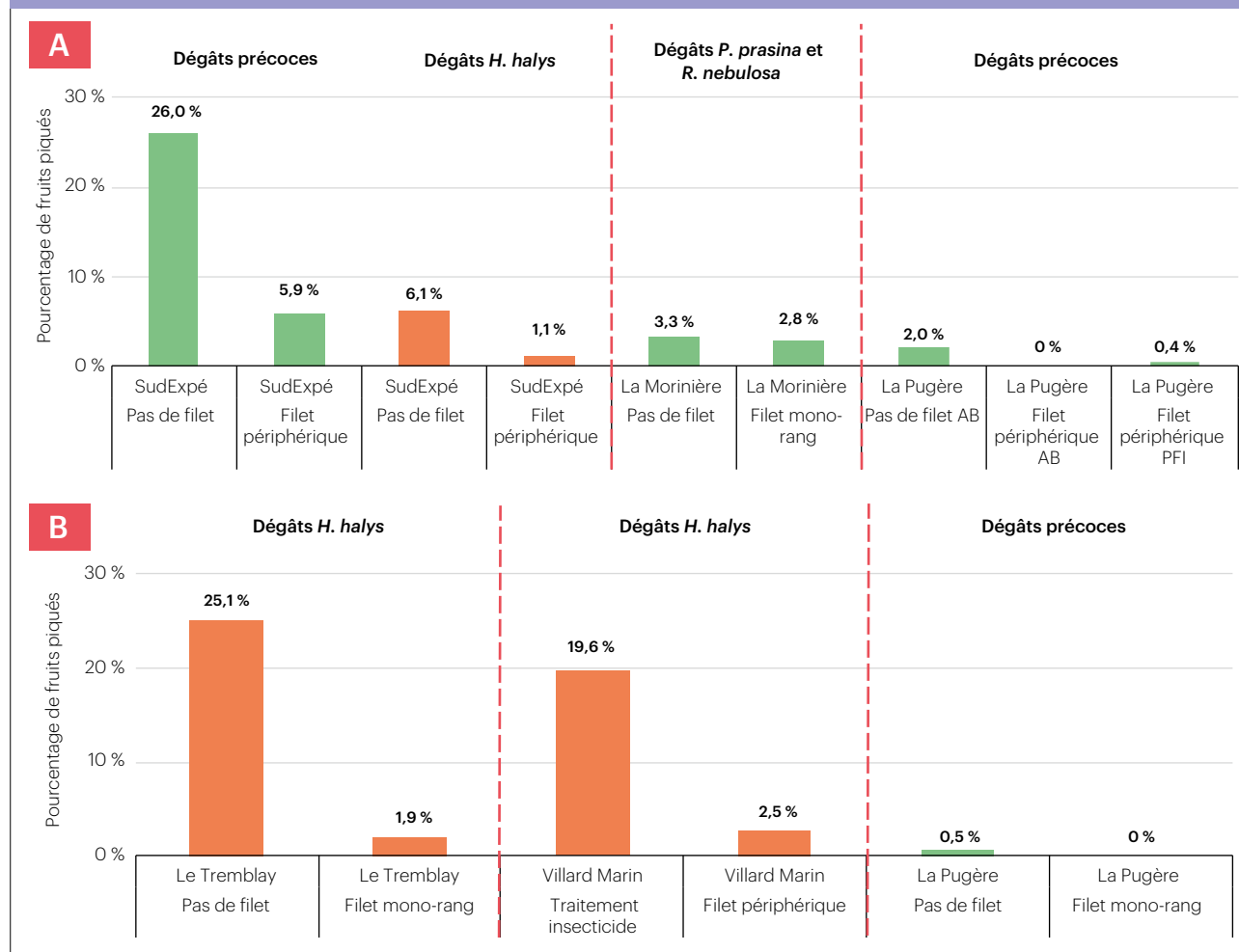
Dans chaque parcelle suivie, quatre zones de cinq arbres concomitants ont été délimitées sur les rangs centraux afin d'éviter les effets de bordure. Des comptages de 1 000 fruits (250 fruits par parcelles élémentaires) ont ainsi été effectués au cours de l'été ou juste avant les récoltes.

Sur le site expérimental de SudExpé dans l'Hérault deux types de dégâts ont été différenciés, des dégâts précoces (Photo 2)

**TABLEAU 1 : CARACTÉRISTIQUES DES DISPOSITIFS MIS EN PLACE DANS LE RÉSEAU D'EXPÉRIMENTATION DU PROJET SUPOR**

Site (modalité)	Espèce/conduite	Variété	Type de filet	Fermeture des filets	Traitement spécifique punaise	Pression punaise
SudExpé (référence)	Pomme/PFI	Granny Challenger®	Sans filet	---	Non	Moyenne
SudExpé (filet)	Pomme/PFI	Granny Challenger®	Filet Alt'carpo mono-parcelle (bordure en 4 x 6 Nord et 4 x 4 Sud, toit paragrêle 7 x 3 mm)	30/04/20	Non	Moyenne
CA Savoie-MB (Le Tremblay – réf)	Poirier/PFI	Conférence	Filet toit paragrêle 7 x 3 mm	---	Non	Élevée
CA Savoie-MB (Le Tremblay – filet)	Poirier/PFI	Conférence	Filet Alt'carpo mono-rang maille 4 x 4	12/05/20	Non	Élevée
CA Savoie-MB (Villard Marin – réf)	Poirier/PFI	Conférence	Filet toit paragrêle 7 x 3 mm	---	Deltaméthrine (0,83 l/ha) les 9/07 et 08/08	Élevée
CA Savoie-MB (Villard Marin – filet)	Poirier/PFI	Conférence	Filet Alt'carpo mono-parcelle (bordure 4 x 4 et toit paragrêle 7 x 3 mm)	18/05/20	Non	Élevée
La Morinière (référence)	Pomme/PFI	Pink Lady® Rosy Glow	Filet toit paragrêle 7 x 3 mm	---	Non	Faible
La Morinière (filet)	Pomme/PFI	Pink Lady® Rosy Glow	Filet mono-rang (Alt'Carpo 4 x 4)	03/07/20	Non	Faible
La Pugère (référence)	Pomme/AB	Crimson Crisp	Sans filet	----	Non	Faible
La Pugère (PFI avec filet)	Pomme/PFI	Crimson Crisp	Filet Alt'carpo mono-parcelle (bordures 4 x 4, toit paragrêle 7 x 3 mm)	05/05/20	Non	Faible
La Pugère (AB avec filet)	Pomme/AB	Crimson Crisp	Filet Alt'carpo mono-parcelle (bordures 4 x 4, toit paragrêle 7 x 3 mm)	30/04/20	Non	Faible
La Pugère (référence)	Poire/AB	Guyot Homored Williams	Sans filet	---	Non	Très faible
La Pugère (avec filet)	Poire/AB	Guyot Homored Williams	Filet Alt'carpo mono-rang maille 4 x 4	26/04/20	Non	Très faible

FIGURE 1 : Pourcentage de fruits piqués selon les sites étudiés



En vert les dégâts attribués à des piqûres plus précoces, en orange les dégâts attribués plus spécifiquement à *H. halys*). Les résultats de la figure 1A correspondent aux parcelles de pommier et ceux de la figure 1B aux parcelles de poiriers

attribués aux espèces *R. nebulosa* et *P. prasina* largement observées en stades larvaires et adultes après la floraison, puis des dégâts plus tardifs (Photo 4), attribués à *H. halys*. La détermination de l'origine des dégâts est possible grâce au suivi de population réalisé avec les piégeages de monitoring et des frappages. Les filets ont ainsi permis une protection satisfaisante (Figure 1A) que ce soit contre les punaises de printemps comme contre *H. halys* avec respectivement 6 % puis 1 % de fruits piqués (contre respectivement 26 % puis 6 % hors filet). La pression sur ce site peut être qualifiée de moyenne pour les punaises au printemps et faible pour *H. halys*.

Sur le site expérimental de La Morinière en Val de Loire, *H. halys* n'a pas été observée, ce sont les punaises *P. prasina*, *R. nebulosa* et *G. marginatus* qui occasionnent des dégâts. Cette année la pression était

faible sur le verger. La fermeture des filets a été tardive (début juillet). Les résultats ne montrent pas de différences entre le nombre de fruits piqués hors filet et sous filet (Figure 1A). Deux hypothèses peuvent expliquer cette absence de différence, soit la fermeture tardive des filets a piégé les punaises déjà présentes, soit les filets n'étaient pas assez hermétiques en particulier au niveau des troncs.

En Savoie, les mesures ont été faites sur des parcelles de producteurs et sont exclusivement dues à *H. halys*. La pression bien que forte cette année 2020 est moins élevée qu'en 2019. Le constat est équivalent dans les deux sites suivis (Figure 1B). Le site du Tremblay équipé d'un filet « chaussette » mono-rang de type Alt'carpo 4x4 (taille de maille 5,5 x 2,2 mm) affiche moins de 2 % de fruits piqués contre 25 % pour la référence sans filet et

sans traitement spécifique contre les punaises. Sur le site de Villard Marin, la parcelle avec barrière périphérique (bordure Alt'carpo 4x4 et toit en paragrêle) affiche 2,5 % de fruits piqués contre 20 % pour la référence sans barrière périphérique mais traitée spécifiquement les 9 juillet et 8 août (Deltaméthrine). Cela montre par ailleurs l'insuffisance de l'insecticide pour contrôler seul cette punaise à de tels niveaux de pression.

En Provence, sur le site expérimental de La Pugère, la pression punaise est plutôt faible sur pommier (Figure 1A) et très faible sur poirier (Figure 1B). *H. halys* est piégée à partir de la 2<sup>e</sup> quinzaine d'août. Toutefois les dégâts observés sont plutôt précoces avec des fruits fortement déformés. Sur pommier les observations répétées des dégâts (de fin juin à la récolte), montrent tout de même une tendance intéressante

en faveur du filet que ce soit en AB ou en PFI. En poirier, la pression cette année est trop faible pour conclure.

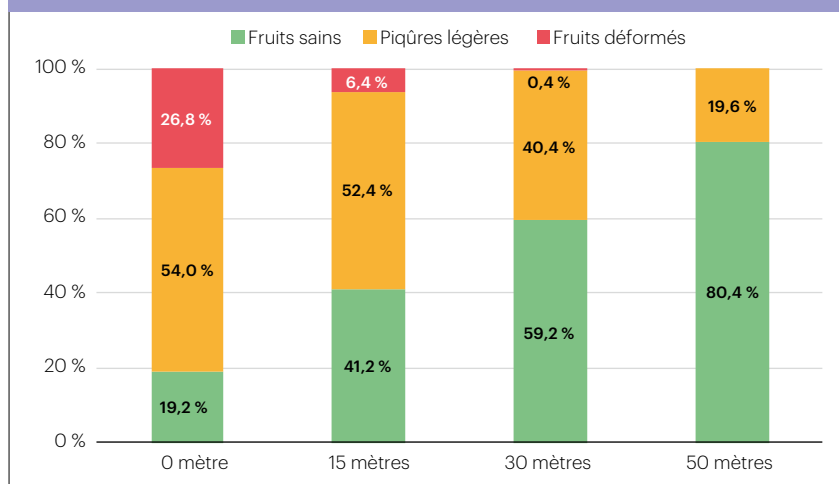
L'installation de tels filets est coûteuse. La pratique est assez répandue dans le Sud-est en vergers de pommiers, en particulier en agriculture biologique, car il s'agit d'un moyen efficace de protection contre le carpocapse. Concernant le filet mono-rang, pour que l'efficacité soit optimale, il faut que le filet soit fixé ou maintenu au sol. En effet la pénétration des punaises dans le verger se fait beaucoup par le déplacement de la strate herbacée vers les troncs et branches des arbres plutôt que par le vol des adultes. Les filets périphériques ou mono-rang sont en revanche beaucoup plus rares en vergers de poiriers ainsi que dans les bassins plus septentrionaux. Le projet SUPOR envisage de travailler d'autres pistes de protection. Les filets périphériques ou mono-rang (Photo 5) sont en revanche beaucoup plus rares en vergers de poiriers ainsi que dans les bassins plus septentrionaux.

### LA STRATÉGIE « ATTRACK AND KILL » COMME OBJECTIF

Dans le cadre du projet SUPOR, plusieurs types de pièges ont été testés en monitoring, pour le suivi des populations. Il s'agit des pièges Sticky Trap® (plaque engluée), et les pièges à ailettes ResCue® et AgBio® (Photo 6).

À ces pièges, a été adjoint l'attractif Pherocon BMSB de la société Trécé, composé d'une phéromone d'agrégation et d'un attractif alimentaire. Seuls les pièges ResCue® et AgBio® permettent de piéger les larves et les adultes de façon

**FIGURE 2 : Impact sur les fruits de la distance au piège AgBio®**



> PHOTO 5 : FILET MONO-RANG ALT'CARPO EN 4X4 SUR VERGER DE POMMIER À LA MORINIÈRE

© A.S. Mercier - La Morinière



© N. Drouzy/CIA SMB

> PHOTO 6 : PIÈGES STICKY TRAP®, AGBIO® ET RESCUE® (DE G. À D.)

satisfaisante. Les pièges avec plaque en-gluee ne semblent piéger que les adultes en vol, les larves ou les adultes qui marchent peuvent assez aisément ressortir du piège. Les pièges à ailettes ont permis de piéger des larves à partir du stade L2 ainsi que des adultes d'*H. halys*. Ces derniers sont donc efficaces pour un monitoring. Ils sont en revanche onéreux et difficiles à obtenir et ne paraissent pas encore indiqués pour réaliser une lutte avec un piégeage massif. Par ailleurs, les mesures réalisées en Savoie par la chambre d'agriculture de Savoie-Mont-Blanc ont montré un impact négatif du piège s'il est positionné à proximité des vergers. En effet dans un rayon de 50 m autour du piège et de son attractif, des dégâts sur fruits plus importants sont constatés en fréquence comme en intensité (Figure 2).

À partir de 2021, les partenaires du projet SUPOR vont étudier la piste de recherche suivante : l'intérêt d'associer au verger des plantes de « service », c'est-à-dire capables de rendre un service fonctionnel à la culture de rente. Plusieurs études américaines (références citées dans la légende du tableau 2), ont montré l'intérêt d'associer des plantes dites « pièges », c'est-à-dire présentant une attractivité plus importante que la plante cultivée et « piégeant » ainsi les ravageurs ciblés. Dans ces cas d'étude, il s'agit davantage de plantes plus attractives que des plantes « piège » au sens strict. En effet, ces dernières doivent également représenter un cul-de-sac pour les ravageurs ciblés, c'est-à-dire qu'elles vont en plus empêcher son développement. Il faut aussi préciser que ces études sont dirigées essentiellement sur les espèces *Halyomorpha halys* et *Nezara viridula* (Tableau 2).

Les sites expérimentaux (La Morinière, La Pugère et SudExpé) participant au projet testeront dans un premier temps le potentiel d'attractivité de ces plantes à proximité des vergers. Ainsi, des frappages et des observations seront effectués sur les espèces testées et sur les rangs en bordure de celles-ci. Dans un deuxième temps, l'objectif sera, si les tests d'influence des plantes pièges sont concluants, d'évaluer l'efficacité des destructions ciblées des punaises sur lesdites plantes pièges : destructions par traitement insecticide ou mécanique (aspiration). Enfin le dernier objectif sera de déterminer comment disposer ces plantes pour que le service soit rendu ou amélioré. ■

**TABLEAU 2 : PLANTES PRÉSENTANT UNE ATTRACTIVITÉ POTENTIELLEMENT INTÉRESSANTE EN ASSOCIATION AVEC DES PLANTES CULTIVÉES**

Sources : Blaauw et al., 2017, Mizell et al., 2008, Nielsen et al., 2016, Sarkar et al., 2018, Soergel et al., 2015, Tillman et al., 2015

Plante	Période	Intérêt potentiel	Punaise citée
Sorgho grain	Été	+++	<i>H. halys</i> , <i>N. viridula</i>
Tournesol	Été	++	<i>H. halys</i>
Triticale	Printemps	+	<i>N. viridula</i>
Millet	été	++	<i>H. halys</i> , <i>N. viridula</i>
Moutarde noire	Printemps - été	++	<i>N. viridula</i>
Soja	Été	++	<i>N. viridula</i>

### CE QU'IL FAUT RETENIR

L'espèce invasive *Halyomorpha halys* ou punaise diabolique, présente en France depuis 2012, commence à occasionner des dégâts notables dans le grand quart Sud-Est de la France en verger de pommiers et de poiriers.

Les filets insect-proof de type Alt'carpo positionnés en pourtour des parcelles (filet périphériques) constituent un moyen de protection efficace s'ils sont fermés suffisamment tôt.

Le projet SUPOR travaille également sur des stratégies de type « attract and kill » avec des plantes-pièges ou du piégeage massif et recherche avec la participation de INRAE des ennemis naturels susceptible de participer à la régulation de cette espèce.

### BIBLIOGRAPHIE

Blaauw B.R., Morrison W.R. III, Mathews C., Leskey T.C. and Nielsen A.L., 2017. Measuring host plant selection and retention of *Halyomorpha halys* by a trap crop. *Entomol Exp Appl*, 163 : p. 197-208.

Bout A., Le Goff I., Cesari L., Gard B., Ris N., Streito J.-C., 2019. Solutions de lutte biologique pour maîtriser les punaises. *Phytoma* n° 723, p. 22-27.

Leskey T.C., Lee D.H., Short B.D., Wright S.E., 2012. Impact of insecticides on the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of insecticide lethality. *Journal of Economic Entomology*, 105(5) : p. 1726-1735.

Mizell III R. F., Riddle T. C., & Blount A. S., 2008. Trap cropping system to suppress stink bugs in the southern coastal plain. In *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. Vol. 121, p. 377-382.

Morehead J.A. et Kuhar T.P., 2017. Efficacy of organically approved insecticides against brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* and other stink bugs. *Journal of Pest Science*. Vol 90, 4. p. 1277-1285.

Nielsen A.L., Dively G., Pote J.M., Zinati G., Mathews C., 2016. Identifying a Potential Trap Crop for a Novel Insect Pest, *Halyo-*

*morpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), in *Organic Farms, Environmental Entomology*, Volume 45, Issue 2, April 2016, p. 472-478.

Pizzinat A.C., 2019. Témoignage sur la situation en Italie. (AGRION). Séminaire « punaise » GIS fruits - 5 février 2019.

Sarkar S.C., Wang E., Wu S., Lei Z., 2018. Application of trap cropping as companion plants for the management of agricultural pests: a review. *Insects* (2018), 9, 128.

Soergel D. C., Ostiguy N., Fleischer S. J., Troyer R. R., Rajotte E. G., Krawczyk G., 2015. Sunflower as a Potential Trap Crop of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Pepper Fields. *Environmental Entomology*, Volume 44, Issue 6, December 2015, p. 1581-1589.

Streito J.-C., 2019. Punaises impliquées en cultures fruitières en 2018 : panorama. Séminaire « punaise » GIS fruits - 5 février 2019.

Tillman, P. G., Khirman, A., Cottrell, T. E., Lou, X., Mizell III, R. F., & Johnson, C. J. 2015. Trap cropping systems and a physical barrier for suppression of stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in cotton. *Journal of Economic Entomology*, 108(5), p. 2324-2334.