

Solutions et stratégies pour maîtriser *Halyomorpha halys*

La punaise diabolique est une problématique croissante dans de nombreuses cultures. Quelles sont les mesures de gestion envisageables ?

ALEXANDRE BOUT⁽¹⁾, ALESSIA IACOVONE⁽²⁾, JEAN-CLAUDE STREITO⁽³⁾, JULIEN TOILLON⁽⁴⁾, BERTRAND ALISON⁽⁵⁾ ET RACHID HAMIDI⁽⁴⁾

(1) Inrae, UMR Inrae 1355, Institut Sophia Agrobiotech, Université Côte d'Azur - Sophia Antipolis. (2) Bioplanet SCA. (3) CBGP, Inrae, Cirad, IRD, Institut Agro, université de Montpellier. (4) Association nationale des producteurs de noisettes. (5) Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL)

En 2019, nous avons présenté, à la suite d'une synthèse des problématiques punaises (Streito et Bout, 2019a et 2019b), les solutions de lutte biologique pour maîtriser les punaises phytophages (Bout *et al.*, 2019) : « Un premier panorama des possibilités et des contraintes liées à ces solutions » (voir planche p. 20). Trois ans plus tard, *Halyomorpha halys* est au cœur des préoccupations pour un nombre toujours croissant de cultures : vergers de fruits à coques, à noyaux, à pépins, vignes et même cultures maraîchères. Il semble opportun de dresser un bilan des avancées et des possibilités actuelles concernant les moyens et les stratégies de gestion de cette punaise invasive aujourd'hui bien installée.

Savoir évaluer la situation pour mieux réagir

Avant toute mise en place d'une stratégie de protection, il est important d'avoir la capacité de : 1) identifier, 2) localiser, 3) suivre les populations de la punaise dans l'environnement.

• **Identifier.** La punaise diabolique et ses différents stades sont aisément reconnaissables. Le GIS Fruits a mis à disposition une clé d'identification simplifiée à la portée de tous les techniciens agricoles⁽¹⁾.



1. *Aridelus rufotestaceus*, parasitoïde larvaire de punaise Pentatomidae. 2. *A. rufotestaceus* parasitant une larve de dernier stade d'*Halyomorpha halys*.



Photos : A. Bout

• **Localiser :** les plantes sentinelles. *H. halys* affectionne les lisières (haie et bordure de cultures) où elle trouve des ressources (qualitativement et quantitativement plus importantes), ainsi que des sites d'hivernation. Les haies concentrent donc les insectes et seront par conséquent l'objet de toutes les attentions pour suivre l'évolution de la punaise. Bien que polyphage, *H. halys* va préférer certaines plantes, par exemple ornementales comme l'ailanthe glanduleux et le *Paulownia*, ou indigènes comme l'érable et le frêne. La surveillance de ces plantes sentinelles peut contribuer à identifier la présence de la punaise et ses stades et ainsi optimiser les efforts de prospection.

• **Suivre :** les battages. Le battage réalisé en lisière de culture et *a fortiori* sur les plantes sentinelles est efficace pour suivre les populations de punaises. Il doit être réalisé aux heures les moins chaudes de la journée, préférentiellement le matin, lorsque l'insecte est un peu engourdi. Quand le suivi est réalisé sur un nombre de spécimens végétaux ou sur des durées standardisées, il rend compte de la dynamique saisonnière de l'insecte dans la culture. Le nombre d'insectes collectés et leur stade de développement contribuent à la mise en place de modèles de prédiction et de seuils d'intervention.

• **Suivre :** les pièges. L'utilisation de piège à phéromone permet de réduire le

RÉSUMÉ

♦ **CONTEXTE** – La punaise diabolique *Halyomorpha halys*, ou punaise marbrée, originaire d'Asie de l'Est, a été signalée pour la première fois en Suisse en 2004, puis en Italie en 2007 et en France en 2012. Elle s'est rapidement répandue sur le territoire, en particulier dans les régions productrices de fruits et de légumes, où elle représente une menace pour l'ensemble des cultures et vergers.

♦ **ÉTUDES** – Outre la mise en place de mesures de surveillance, des projets de

recherche étudient les moyens de gestion possibles pour tenter de limiter la propagation et de réduire les dommages causés aux cultures par la punaise invasive *Halyomorpha halys*.

♦ **RÉSULTATS** – Différents outils permettent d'identifier, localiser et suivre les populations (plantes sentinelles, pièges, battages...). Peu de solutions de contrôle efficaces à 100% existent : si les filets offrent de bons résultats, il faut que leur installation soit précoce

et n'offre aucune voie d'entrée. Plusieurs substances actives s'avèrent efficaces (pyréthrinoides, spinosad, azadirachtine), mais ces produits ne disposent pas forcément d'autorisation sur punaises ou présentent certaines contraintes (gestion de la résistance, préservation des auxiliaires). L'observation des stades à traiter permet d'envisager des stratégies « d'attract and kill » à l'aide de plantes-pièges ou de « Crop Perimeter Restructuring programmes

(CRP) ». En biocontrôle, les micro-organismes en sont encore au stade d'essais en laboratoire. Parmi les macro-organismes utiles, les parasitoïdes *Trissolcus* et *Anastatus bifasciatus* s'avèrent prometteurs. Les opérations de primo-introduction sont initiées.

♦ **MOTS-CLÉS** – Punaises phytophages, *Halyomorpha halys*, punaise marbrée, filets, biocontrôle, auxiliaires, parasitoïdes oophages, plantes-pièges, attract and kill.

temps de prospection et d'identification. En effet, la phéromone permet d'agréger spécifiquement *H. halys* dans un piège. En fonction du design du piège utilisé, d'autres punaises peuvent néanmoins être capturées. Le mélange phéromonal le plus efficace est celui composé des deux isomères de la phéromone d'agrégation d'*H. halys* et du synergiste MDT (séminaire webiphyl du 26 février 2021). Dans le cadre d'un suivi des populations, l'usage de pièges de dimensions raisonnables suffit. L'augmentation des surfaces de piégeage ne semble nécessaire que dans un contexte de piégeage massif, dont l'utilité reste à démontrer. Des pièges plus imposants comme les pièges pyramidaux peuvent être utiles lorsque les populations sont très faibles, mais dans ce cas il s'agira essentiellement d'estimation de la dispersion et non de suivis.

Les produits phéromonaux les plus efficaces du marché permettent d'attirer les adultes sur environ 100 m et les larves sur 50 m (Kirkpatrick *et al.*, 2019). La zone de *spillover* (zone d'arrêt et de rétention de la punaise) est d'environ 5 m autour de la source (Morrison *et al.*, 2016). Seule une partie des punaises est capturée. Par conséquent, pour éviter d'augmenter les dégâts autour des pièges, ceux-ci devront être positionnés en dehors du verger, à une distance minimale de 5 m.

• **Distribution spatiale et temporelle des dégâts.** Selon les cultures et le stade phénologique, les symptômes sont très variables : de la chute de fleurs, ou de bouquets, aux déformations de jeunes fruits ou encore de

nécroses (dégâts exclusifs aux punaises). Par ailleurs, la localisation spatiale des dégâts permet d'identifier les bordures les plus touchées et d'y focaliser des stratégies de lutte adaptées (voir la partie « Crop Perimeter Restructuring », p. 18).

• **Anticiper les stades vulnérables d'*H. halys*.** Une étude réalisée dans le cadre du projet FranceAgriMer « Polcka », permettant d'anticiper les pics de pontes et la présence des premiers stades larvaires, notamment

de la punaise, a été proposée (Bout *et al.*, 2022)⁽²⁾. Cette étude basée sur un suivi des populations d'*H. halys*, des stades de maturation ovarienne et des conditions climatiques permet de proposer un utilitaire de prévision basé sur des sommes de degrés-jours à calculer soit à partir de nouvelles observations de la maturation ovarienne, soit à partir d'un moment de référence initial appelé « biofix » et évalué ici à 13 h d'ensoleillement quotidien pour une

température seuil de 14,3°C (Mermer *et al.*, 2023). C'est une première proposition qui nécessite d'être consolidée.

Les moyens chimiques Peu d'insecticides homologués

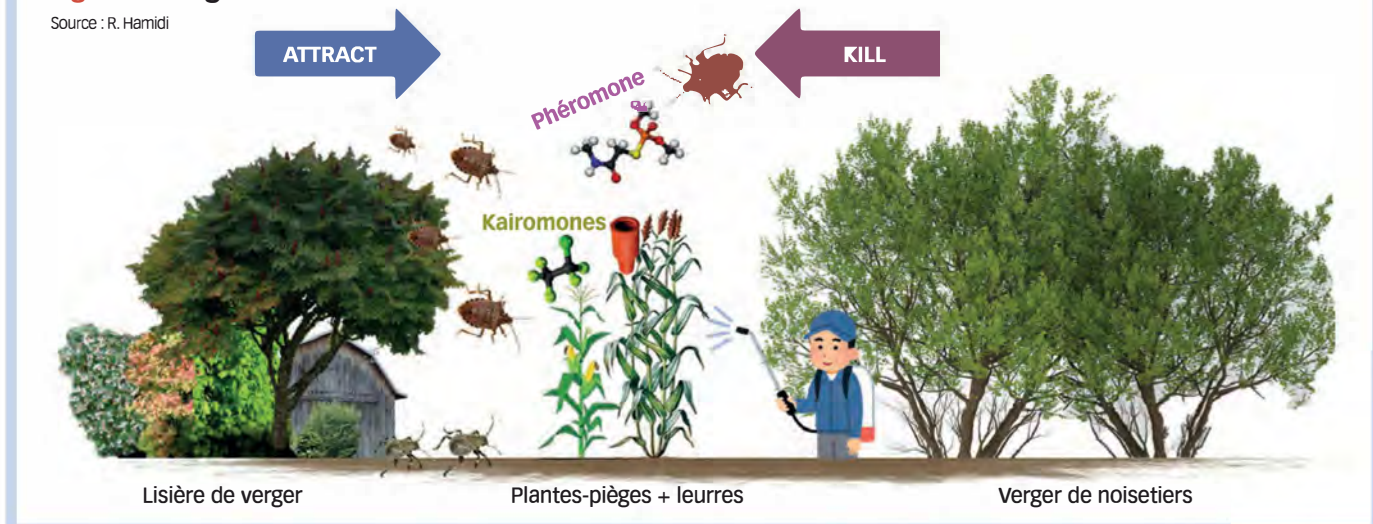
La lutte chimique est très limitée en France, que ce soit en production fruitière intégrée (PFI) ou en agriculture biologique (AB). La plupart des insecticides présentés comme efficaces, par exemple organophosphorés, néonicotinoïdes (Leskey *et al.*, 2012) ou étouffants (Pizzinat, 2019), sont interdits d'usage en France en arboriculture fruitière. Les insecticides de la famille des pyréthri-

noïdes tels que la lambda-cyhalothrine et la deltaméthrine présentent respectivement en conditions semi-contrôlées des efficacités de 70 à 80% et de 90 à 100% (Nari et Bardella, 2022). D'après des premiers tests réalisés au sein de l'Association nationale des producteurs de noisettes – ANPN (en condition de laboratoire) avec les produits issus de la chimie traditionnelle, la deltaméthrine et la lambda-cyhalothrine sont les deux matières actives qui montrent les meilleures efficacités contre *H. halys* aux stades L4-L5. Sur les individus adultes, les meilleurs résultats d'efficacité ont été observés avec la lambda-cyhalothrine, la deltaméthrine et l'étofenprox. En France métropolitaine, concernant l'arboriculture fruitière, la lambda-cyhalothrine possède une autorisation de mise en marché (AMM) spécifique pour un usage « punaises » sur fruits à pépins, pêcheurs/abricotiers et noisetiers. Concernant les fruits à coque, le cerisier et les agrumes, cette matière active présente des usages sur d'autres ravageurs. La deltaméthrine possède une AMM sur punaises uniquement pour les fruits à pépins. Pour les cultures de cerisier, fruits à coque, kiwi et pêcheur-abricotier, elle possède une AMM sur d'autres ravageurs. L'utilisation répétée de pyréthri-noïdes, bien qu'efficace, pourrait rapidement entraîner des phénomènes de résistance et 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 et les pucerons lanigères sur pommier, normalement régulés par des prédateurs

Les produits phéromonaux peuvent attirer les adultes sur 100 m et les larves sur 50 m.

Fig. 1 : Stratégie « d'attract and kill » en noiseraie

Source : R. Hamidi



(1) www.gis-fruits.org/Groupes-thematiques/Bio-agresseurs/ Groupe-Punaise-diabolique-et-autres-punaise

(2) Voir Phytoma n° 755, p. 9-14.

naturels, peut également être favorisée et engendrer des dégâts complémentaires à ceux induits par les punaises.

En agriculture biologique, seuls le spinosad et l'azadirachtine ont montré une certaine efficacité (jusqu'à 70% de mortalité) sur les cinq premiers stades des punaises diaboliques en conditions semi-contrôlées (Morehead et Kuhar, 2017 ; Nari et Bardella, 2022). Ces insecticides ne disposent pas d'AMM sur punaises et l'azadirachtine dispose uniquement d'une dérogation d'usage (AMM 120 jours) sur puceron du pommier depuis 2015. Les tests réalisés avec de l'huile essentielle d'orange, des huiles minérales ou des extraits de quassine n'ont pas montré d'effets suffisamment satisfaisants et répétés sur *H. halys*.

Les différents stades à cibler

Globalement, les stades larvaires présentent une plus grande sensibilité aux insecticides que les adultes. Toutefois, les premiers stades larvaires sont rarement présents en vergers. Ce sont principalement les stades les plus mobiles qui s'y retrouvent. L'application foliaire permet ainsi d'avoir un impact uniquement sur une partie de la population présente dans l'environnement et nécessite des moyens de lutte complémentaires visant les différents stades de développement de la punaise, de l'ooïaque à l'adulte.

De façon indirecte, certains produits peuvent également contribuer à réguler les punaises et *H. halys* en particulier. En effet, il a été montré que la mère dépose lors de l'oviposition des symbiontes essentiels aux jeunes larves sur les œufs. Ces symbiontes contribuent aux développements et à la croissance de l'insecte (Taylor *et al.*, 2014). Différents produits empêchent les larves d'acquiescer cette flore essentielle : le zinc, le cuivre et l'acide citrique. Dès lors, cela pourrait constituer une nouvelle voie de biocontrôle contre ce ravageur.

Deux stratégies peuvent alors être envisagées à partir de ces premières données : culture-piège et « attract and kill » ; Crop Perimeter Restructuring programmes.

Culture-piège et « attract and kill »

Le principe des plantes-pièges repose sur le fait de leurrer la punaise en lui proposant une culture secondaire plus appétente que la culture à protéger. L'espèce et le stade phénologique de la culture-piège jouent un rôle-clé dans le pouvoir d'attraction et de rétention de la punaise. Chez *H. halys*, la montée en graine du tournesol et du sorgho est souvent utilisée pour dévier l'insecte des cultures de tomate ou de poivron (Nielsen *et al.*, 2016 ; Soergel *et al.*, 2015). Pour que ces cultures ne se transforment pas en vivier à punaises, ces dernières peuvent être éliminées en utilisant les moyens de lutte décrits plus haut. Dans le cas de la culture-piège,



3. *Trissolcus mitsukurii* parasitant un œuf d'*Halyomorpha halys*. 4. *Trissolcus* sp. émergeant d'une ooïaque d'*H. halys*. 5. *Anastatus bifasciatus* parasitant une ponte d'*Halyomorpha halys*. 6. Lâchers d'*A. bifasciatus* en Italie.

l'insecte perçoit un mélange de kairomones plus appétent que celui de la culture-cible. Celui-ci peut être accentué à l'aide de phéromones (Morrison III *et al.*, 2019) ou de synergistes visuels (Rondoni *et al.*, 2022) ou acoustiques (Zapponi *et al.*, 2022). Les phéromones peuvent être déposées directement sur les arbres du verger et les insectes interceptés par un filet imprégné d'insecticides. Dans certains cas, ces méthodes donnent des résultats permettant de réduire de 40 à 97% les traitements insecticides (Morrison III *et al.*, 2019 ; Short *et al.*, 2016). Cependant, ces méthodes dites d'attract and kill sont interdites en France ou soumises à dérogation dans le cadre d'expérimentations. Dans sa version « culture-piège et phéromones », cette méthode est actuellement testée par l'ANPN (Figure 1).

Crop Perimeter Restructuring programmes (CPR)

L'effet bordure observé chez *H. halys* permet d'envisager de localiser les traitements sur les bords de parcelles et de laisser une large zone sans traitement. C'est ce que l'on appelle le « Crop Perimeter Restructuring programme ». Ces stratégies de protection intégrée de type CPR ont été testées avec succès (Akotsen-Mensah *et al.*, 2020 ; Alimbarashvili *et al.*, 2021 ; Blaauw *et al.*, 2015). Les résultats montrent que le niveau de dégât est équivalent à une culture dont tous les rangs sont traités de manière uni-

forme, la zone de travail est plus faible et les insectes auxiliaires disposent d'une zone d'activité plus importante. Cette technique est cependant interdite en France car elle implique une fréquence de traitement plus importante sur les bordures que ce qui est autorisé normalement.

Les mesures physiques

Depuis 2020, des essais ont été conduits pour mesurer l'efficacité des protections insect-proof de type Alt'Carpo sur pommiers et poiriers (Programme FranceAgriMer Supor) (Alison *et al.*, 2020). Ainsi, différents types de filets, monorang ou monoparcelle (filet périphérique avec un toit paragrêle), ont été testés sur différentes espèces et variétés selon les sites expérimentaux basés en Val de Loire, en Savoie, en Paca et en Languedoc. Ces parcelles équipées de filets ont été comparées à des parcelles références sans filet, avec ou sans programme spécifique dirigé contre les punaises. Chaque année, les filets ont montré une efficacité satisfaisante, avec toutefois la limite d'une parcelle pas entièrement exemptée de dégâts. En effet, le filet doit être particulièrement hermétique, notamment au niveau des bordures périphériques (pour les filets monoparcelle) ou au niveau des troncs (filets monorang). La pénétration des punaises dans le verger se fait beaucoup par le déplacement via la strate herbacée vers les troncs et les branches des arbres. Il faut également évi-

ter les contacts de fruits sur les filets car les punaises peuvent les piquer à travers les mailles.

Biocontrôle : les micro-organismes

L'attente autour des solutions de biocontrôle est forte. Parmi celles-ci, nous pouvons distinguer l'emploi des micro-organismes d'une part et celui des macro-organismes d'autre part. Concernant les notions et enjeux plus généraux autour du biocontrôle à l'aide de macro-organismes, un dossier a été publié dans *Phytoma* n° 756 (Ris *et al.*, 2022a et 2022b).

Parmi les micro-organismes, sont étudiés les champignons entomopathogènes (CEP), qui se développent aux dépens des insectes et provoquent leur mort. Les essais menés en conditions de laboratoire à l'ANPN ont permis de montrer que les CEP avaient une efficacité à la fois contre les derniers stades larvaires, plus mobiles que les jeunes larves, et les adultes. Différentes espèces de CEP telles que *Beauveria bas-*

siana, *Isaria cf. fumosorosea* sont évaluées en laboratoire (Burjanadze *et al.*, 2020b). Peu d'études ont évalué l'efficacité de différentes espèces de CEP en conditions de verger (Alkarrat *et al.*, 2020). Compte tenu des conditions de développement des CEP, les résultats d'une application au verger sont généralement beaucoup moins probants qu'en laboratoire où toutes les conditions peuvent être contrôlées pour maximiser leur développement. À ce jour, ils ne sont pas homologués en usage « Punaise » mais restent une piste d'études intéressante.

Parmi les CEP, le macrosporite endoparasite *Nosema maddoxi*, natif des États-Unis, a également été identifié au sein de plusieurs populations de *H. halys* en Chine et Corée du Sud, ainsi qu'en Géorgie pour le plus proche de nous (Kerezidze *et al.*, 2020). Il a un impact sur la fitness de la punaise : il réduit sa longévité, sa fécondité et son poids (Preston *et al.*, 2020b). Il peut se transmettre verticalement (à la descendance) et horizontalement (d'un individu à l'autre) ; c'est lors des agrégations

hivernales que le champignon se transmet massivement entre les individus (Preston *et al.*, 2020a). L'association « phéromones d'agrégation et champignon » constitue une voie prometteuse de recherche contre la punaise.

En condition de laboratoire, plusieurs souches bactériennes, par exemple les souches *Bacillus subtilis* et *B. thuringiensis* (Kalaycı Kara *et al.*, 2021), ont montré un pouvoir de virulence sur *H. halys*, larves et œufs.

Biocontrôle : les macro-organismes

Les nématodes entomopathogènes

Les nématodes entomopathogènes (NEP) sont des nématodes hébergeant une bactérie entomopathogène qui va, une fois relâchée, tuer l'hôte (Dillman *et al.*, 2012). Bien que la zone de vie des NEP dans l'environnement se situe principalement dans le sol, les NEP sont testés comme moyen de lutte contre les punaises (van Niekerk et Malan, 2012, 2015 ; Lopes Nanzer *et al.*, 2021) et notamment *H. halys* (Burjanadze *et al.*, 2020a). La majorité des études évaluent la dose d'application en conditions contrôlées de laboratoire (température, hygrométrie, alternance jour/nuit). Au verger, les applications ne sont à ce jour pas encore optimisées

L'association phéromone d'agrégation et champignon est une voie prometteuse.

1 – Gestion d'*Halyomorpha halys* : l'exemple italien

En Italie, des populations adventices de *Trissolcus japonicus* et *T. mitsukurii* ont été retrouvées en 2018 (Sabbatini Peverieri *et al.*, 2018). Depuis, *T. mitsukurii* a progressivement élargi son aire de répartition. *Anastatus bifasciatus* a su s'adapter à *H. halys*, ce nouvel hôte invasif, comme cela a été suggéré par sa réponse positive aux composés volatils de *H. halys* et ceux induits dans la plante par les piqûres (Rondoni *et al.*, 2017). Ainsi, *A. bifasciatus* a été régulièrement collecté sur *H. halys* au cours de différentes études en Europe : Suisse, Italie, Géorgie et plus récemment en France, Slovénie, Grèce et Turquie (Iacovone *et al.*, 2022). La fréquence de ces prélèvements varie suivant les pays, sites et périodes de l'année.

En parallèle, des introductions en milieu naturel de *T. japoni-*

cus ont été autorisées dans le cadre du programme national de lutte biologique contre *H. halys* : c'est le premier programme européen officiellement autorisé d'acclimatation de ce parasitoïde. Ainsi, entre 2020 et 2022, 140 000 *T. japonicus* ont été introduits sur 700 sites en Italie. Les premiers résultats de ce projet de trois ans montrent, d'une part, une hausse du taux de parasitisme de *T. japonicus*, mais d'autre part une absence de réduction des populations de la punaise diabolique. Une diminution, voire une disparition dans certains sites, de la présence de *T. mitsukurii* a été observée, ainsi qu'une diminution de la présence de *A. bifasciatus* dans les sites d'introduction de *T. japonicus*.

En Frioul-Vénétie-Julienne, où *T. mitsukurii* a été découvert pour la première fois, un

équilibre se serait établi entre la punaise diabolique et ses parasitoïdes *T. mitsukurii*, *A. bifasciatus* et *Acroclisoides sinicus* (hyperparasitoïde de *Trissolcus* sur les pontes de *H. halys*) (webinar « Giornata Frutticola digitale 2023 sur la punaise diabolique », Beratungsring, 15 février 2023).

Enfin, en 2020 le premier projet de lutte biologique augmentative à grande échelle contre *H. halys* a été mené en Italie à l'aide d'*A. bifasciatus*. Environ 325 000 parasitoïdes ont été relâchés dans différents sites du nord de l'Italie, où une réduction de 25% des *H. halys* a été enregistrée par rapport au témoin non traité (46% vs 71%). Ce résultat a été obtenu grâce à l'action synergique des différents parasitoïdes présents naturellement : *A. bifasciatus* et *T. mitsukurii* (parasitoïde exotique accidentellement in-

troduit et spontanément établi) (Iacovone *et al.*, 2022). En 2021 *A. bifasciatus* a été ajouté à la liste des agents de lutte biologique largement utilisés dans la région OEPP (« List of biological control agents widely used in the EPPO region », Annexe I « Commercially used biological control agents » – version mise à jour en 2021). Depuis 2021, environ 500 000 individus par an ont été relâchés en Italie sur des cultures de pomme, poire, vigne, kiwi et noisette, à la dose de 1 000 individus par hectare. Les introductions ont été réalisées : sur les bordures des champs, des haies mixtes, ou bien dans des couloirs écologiques comme le long d'un cours d'eau ou un boisement entre les cultures. *A. bifasciatus* se développant également sur les œufs d'autres espèces présentes, cela lui permet de s'établir avant l'apparition des adultes de *H. halys*.



Photos : J.-C. Stérelto sauf 9 : V. Derreumaux

Principales espèces de punaises commettant des dégâts sur les plantes cultivées en France en 2018 – Planche publiée dans *Phytoma* n° 722, p. 49-52.
 1. *Stephanitis pyri* (Tingidae) en arboriculture. 2. *Corythucha arcuata* (Tingidae) sur chênes. 3. *Adelphocoris lineolatus* (Miridae), cultures légumières. 4. *Closterotomus norwegicus* (Miridae), cultures légumières. 5. *Lygus pratensis* (Miridae), cultures légumières. 6. *Orthops kalmii* (Miridae) sur carottes semences. 7. *Liocoris tripustulatus* (Miridae) sur fraise. 8. *Nesidiocoris tenuis* (Miridae) sur tomate. 9. *Gonocerus acuteangulatus* (Coreidae), en arboriculture. 10. *Coreus marginatus* (Coreidae), diverses cultures. 11. *Leptoglossus occidentalis* (Coreidae) sur pins. 12. *Nysius* sp. (Lygaeidae) sur colza, entre autres. 13. *Halyomorpha halys* (Pentatomidae), nombreuses cultures dont arboriculture. 14. *Nezara viridula* (Pentatomidae) sur cultures légumières et soja. 15. *Palomena prasina* (Pentatomidae), en arboriculture. 16. *Eurydema ornata* (Pentatomidae) sur choux et colza.

pour conclure à un intérêt ou non de cette méthode contre les punaises. Comme pour les CEP, les NEP ne sont pas homologués en culture pour un usage « Punaise ».

Les prédateurs

Si plusieurs espèces animales sont considérées comme des prédateurs potentiels de *H. halys*, aucune n'est réellement à l'étude aujourd'hui concernant les capacités de régulation de cette espèce. Il reste évident que la diversité des milieux en vertébrés (oiseaux, chauves-souris, reptiles, etc.) ou en invertébrés, notamment les fourmis (qui prédatent les œufs), les coléoptères (Coccinellidae et Carabidae), les orthoptères ou les hétéroptères joue un rôle important dans la fourniture de services écosystémiques, toujours difficiles à évaluer. Actuellement, c'est à travers des programmes de lutte biologique par conservation, d'ingénierie environnementale pour diversifier la flore des milieux considérés ou l'emploi de plantes de service favorables que ces espèces pourront être mieux mobilisées.

Une punaise prédatrice exotique, *Nagusta goedelii*, se partagerait les mêmes sites d'hivernation que *H. halys* et en profiterait pour se nourrir de cette dernière (des traces d'ADN de *H. halys* ont été retrouvées dans le tube digestif), notamment durant la phase hivernale. *N. goedelii* est étudiée en Espagne et en Italie, et a déjà été signalée en France.

Les parasitoïdes

Les parasitoïdes de punaises dont *H. halys* se regroupent en deux catégories principales : les parasitoïdes de larves et les parasitoïdes d'œufs. Les parasitoïdes larvaires de Pentatomidae ont été identifiés : ils appartiennent aux diptères Tachinidae et hyménoptères Braconidae, essentiellement *Aridelus rufotestaceus* (photo 1 p. 16). Si

là encore ces espèces ont un rôle important à jouer, il est toujours difficile d'évaluer leur apport à la régulation des punaises et de *H. halys* en particulier. Ces espèces sont indigènes et sont régulièrement retrouvées sur les espèces de pentatomidés indigènes, mais pour le moment jamais sur *H. halys* dans nos inventaires. Des essais en laboratoire à Inrae ont permis de montrer :

- l'attractivité de *H. halys* pour *A. rufotestaceus* ;
- le déclenchement du comportement de parasitisme (photo 2 p. 16) ;
- mais pas la capacité à obtenir des descendants.

D'importants inventaires conduits en France entre 2016 et 2022 ont permis de clarifier

la diversité des parasitoïdes oophages des punaises Pentatomidae présents et leur possible utilisation contre *H. halys*. Les parasitoïdes oophages mobilisables contre *H. halys* en France appartiennent aux familles des Scelionidae (genre *Trissolcus* et *Telenomus*) (photos 3 et 4 p. 18), Encyrtidae (genre *Ooencyrtus*) et Eupelmidae (genre *Anastatus*) (photos 5 et 6 p. 18).

Les espèces appartenant aux Scelionidae représentent des candidats prometteurs en lutte biologique : par exemple *Trissolcus basalus* est utilisé contre *N. viridula*. Cependant, comme cela a pu être observé dans d'autres pays, les espèces indigènes ne se retrouvent malheureusement pas sur *H. halys*. Elles sont attirées, parasitent les œufs mais n'arrivent pas à réaliser un cycle complet (Konopka *et al.*, 2016). Dans le meilleur des cas, ces espèces induisent un avortement des œufs de la punaise. L'étude de lignées favorisant les taux d'avortement dans les pontes de *H. halys* a été menée au Canada.

Sur *H. halys*, les espèces *Ooencyrtus telenomicida* (et probablement d'autres espèces cryptiques d'*Ooencyrtus* à clarifier) et *Anastatus bifasciatus* se retrouvent et sont à même de réaliser un cycle complet. *A. bifasciatus* apparaît comme l'espèce la plus intéressante. C'est une espèce indigène

et commune en Europe, connue comme un parasitoïde des œufs de la punaise des noisettes *Gonocerus acuteangulatus* (Coreidae). Parmi ses hôtes potentiels se trouvent également la punaise américaine du pin *Leptoglossus occidentalis* (Coreidae), ainsi que certains Pentatomidae tels que *Palomena prasina* et *N. viridula* (Zapponi *et al.*, 2020 ; Moraglio *et al.*, 2021). Cette espèce était également mentionnée comme parasitoïde de pontes de lépidoptères incluant des ravageurs forestiers, par exemple *Lymantria dispar* ou la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* (Masutti, 1964 ; Tiberi *et al.*, 2015 ; Georgiev *et al.*, 2021). *A. bifasciatus* réalise également du « host feeding » (la femelle peut se nourrir de certains œufs de son hôte), contribuant ainsi à son action. De même, des phases de « probing » ou sondage infructueux des œufs de l'hôte peuvent conduire à leur avortement. Le nombre d'œufs ainsi tués serait presque aussi élevé que le nombre d'œufs tués par le parasitisme (Konopka *et al.*, 2017 ; Stahl *et al.*, 2019b).

Toutefois, dans nos inventaires en France et bien que *A. bifasciatus* puisse être régulièrement collecté sur certains sites, et comparativement à d'autres punaises, le taux de parasitisme sur *H. halys* est apparemment

Il existe deux catégories principales de parasitoïdes de punaises : larvaires et oophages.

Piège PUNAISE DIABOLIQUE
Diffuseur n°1 dans le monde
Facilité d'emploi et performance

12 sem.

Protection Oxygène & UV

Diffusion stable

Piège associant phéromone et synergiste

Informations/Conseils
neil.uguen@wanadoo.fr
06-37-17-79-30

TRÉCÉ
ANPN

faible pour le moment. Sa présence naturelle éventuelle ne suffit donc pas à réguler la punaise diabolique.

Le candidat le plus prometteur initialement mis en lumière lors des différentes études internationales préliminaires a été *Trissolcus japonicus* : une espèce présente dans la zone d'origine de *H. halys*. Cette espèce a été évaluée (analyse de risque) dans une perspective d'introduction artificielle (lutte biologique dite classique) dans de nombreux pays. Elle a été fortuitement retrouvée dans la majorité d'entre eux : Amérique du Nord, Suisse, Italie, Allemagne, etc. mais pour le moment toujours pas en France.

Une autre espèce de *Trissolcus*, issue de la zone d'origine de *H. halys*, a été retrouvée en Italie : *T. mitsukurii*. Celle-ci semble s'y disperser naturellement et utiliser efficacement *H. halys*. Cette espèce présente une biologie moins connue que celle de *T. japonicus*. Elle n'avait pas été retenue dans les évaluations initiales comme candidat de lutte biologique par acclimatation contre *H. halys*. Cette espèce a été retrouvée dans le cadre de nos inventaires en France (région Nouvelle Aquitaine) (Bout *et al.*, 2021 – projet Riposte). Au vu des derniers résultats (projet Riposte), son installation semble avérée, mais sa distribution reste très localisée. Aujourd'hui, nous étudions sa biologie au laboratoire pour :

- évaluer de potentiels effets non souhaités ;
- optimiser son utilisation éventuelle en acclimatation et probablement par la suite en stratégie augmentative.

Quelle stratégie à partir de 2023 ?

A. bifasciatus, du fait de sa biologie (plus généraliste que les *Trissolcus* et incluant des lépidoptères) et de la nécessité de prioriser les actions de recherche, n'a pas été initialement retenu comme candidat possible. L'exemple italien (voir Encadré 1 p. 19) nous amène aujourd'hui à reconsidérer l'emploi de cet auxiliaire. Dans cette optique, l'impact potentiel de *A. bifasciatus* sur des espèces non-cibles devrait être investigué (Stahl *et al.*, 2019), y compris *in natura*, tout comme certaines ambiguïtés taxonomiques apparemment possibles⁽³⁾.

Début 2023, Inrae a obtenu l'autorisation officielle pour la réalisation de primo-introductions d'une souche de *T. japonicus* en milieu naturel. Ces primo-introductions sont programmées dès 2023, dans le cadre du projet Riposte, porté par l'ANPN en partenariat avec Inrae, Unicoque et le Disafa en Italie (primo introductions autorisées en 2023 ; primo-introduction, évaluation des installations et des effets éventuels sur les communautés résidentes).

Dans le même temps, la biologie de *T. mitsukurii* continue à être étudiée (spécificité

d'hôte, efficacité, capacité de dispersion), tout comme la population adventice retrouvée (installation, dispersion et régulation, impact sur les communautés résidentes). La possibilité de son utilisation est investiguée en parallèle de la continuité de la stratégie initiale développée : l'introduction (acclimatation) de *T. japonicus*. La réussite de l'acclimatation de l'une, l'autre, voire les deux espèces de *Trissolcus* exotiques, est une condition *sine qua non* à la possibilité d'utiliser dans un second temps ces espèces en stratégie augmentative. Là où l'acclimatation doit permettre une régulation de *H. halys* dans la composante naturelle des milieux (zones réservoirs), la stratégie augmentative doit permettre la réduction des dégâts sur les cultures. □

POUR EN SAVOIR PLUS

CONTACT : alexandre.bout@inrae.fr

LIENS UTILES : www.gis-fruits.org/Groupes-thematiques/Bio-agresseurs/Groupe-Punaise-diabolique-et-autres-punaises

www.vegephyl.fr/nos-activites/webiphyl/punaises-re-emergentes-des-cultures-ravageurs-et-ou-auxiliaires-26-02-2021/

BIBLIOGRAPHIE : la liste des références citées est disponible auprès des auteurs.

⁽³⁾ Compte rendu Anses : www.anses.fr/fr/system/files/ANASTATUSB_M018-017_Ans.pdf

2 – Les faunes des agrosystèmes évoluent : les punaises d'hier ne sont plus celles d'aujourd'hui

Le cortège des ravageurs mais aussi des auxiliaires des cultures évolue en permanence et il suffit de relire les anciens manuels d'entomologie agricole pour s'en persuader : ainsi Balachowsky & Mesnil (1935) ne listent aucune punaise de la famille des Pentatomidae comme ravageurs des cultures fruitières ! Ces modifications sont en grande partie liées à l'évolution des pratiques agronomiques, mais deux autres moteurs d'évolution importants liés à la mondialisation sont à l'œuvre actuellement : les invasions biologiques et le réchauffement du climat. Les punaises sont de bons révélateurs de ces perturbations.

Concernant les invasions biologiques, la punaise diabolique est emblématique du risque que le transport non

intentionnel d'espèces d'un continent à l'autre fait peser sur l'agriculture. Les punaises de façon assez générale sont bien adaptées aux voyages en tant « qu'autostoppeurs » : de nombreuses espèces cherchent des abris pour passer la mauvaise saison, entrant dans les habitations mais aussi dans les camions, les containers... et, ne se nourrissant pas ou peu à ce moment de leur cycle, elles survivent très bien au voyage. C'est ainsi que l'on intercepte très régulièrement des punaises dans les ports et les aéroports européens⁽¹⁾ et que treize espèces de punaises invasives nouvelles, ayant un impact sur des cultures, se sont établies en France entre 2000 et 2022 (la plus dommageable étant la punaise diabolique). Si les espèces dont nous redoutons l'arrivée (notamment *Piezodorus guil-*

dinii et *Megacopta cribraria*) ne sont toujours pas établies en Europe, d'autres espèces sont arrivées récemment : c'est le cas par exemple de *Corythucha marmorata*, un tigre (famille des Tingidae) d'origine américaine, ravageur des chrysanthèmes et d'autres astéracées, dont un foyer a été détecté en octobre 2022 dans le nord de l'Italie (Dioli *et al.*, 2022). Concernant les auxiliaires, deux espèces de réduves (*Nagusta goedelii*, *Zelus renardii*), prédateurs polyphages, ont été introduites récemment.

Un autre facteur de perturbation de nos agrosystèmes est le réchauffement climatique. Le nombre d'espèces dont la répartition s'étend vers le nord est de plus en plus important et les punaises semblent particulièrement réactives à l'augmen-

tation des températures. La migration vers le Nord la mieux documentée pour une punaise est celle de *Nezara viridula* (Pentatomidae), une punaise verte à l'origine tropicale et méditerranéenne dont on enregistre des dégâts réguliers à présent sur les cultures maraîchères du nord de la France, de Belgique et des Pays-Bas. Plus récemment, on observe également la remontée vers le Nord d'une autre punaise d'origine tropicale, *Creontiades pallidus* (Miridae). Connue comme un ravageur du cotonnier et du sorgho, cette punaise est très polyphage et elle se retrouve à présent en cultures maraîchères au bord de la Méditerranée en France, avec une incursion cette année dans le Lot-et-Garonne.

⁽¹⁾ Voir Phytoma n° 722, p. 49-52.