

Maisons-Alfort, le 1^{er} décembre 2022

AVIS
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail
relatif à une demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement
d'un macro-organisme non indigène utile aux végétaux

Souche non indigène de *Trissolcus japonicus* de l'INRAE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail a notamment pour mission l'évaluation des dossiers de produits phytopharmaceutiques et de demande d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux. Les avis formulés par l'agence comprennent :

- L'évaluation des risques que l'utilisation de ces produits peut présenter pour l'homme, l'animal ou l'environnement ;
 - L'évaluation de leur efficacité et de l'absence d'effets inacceptables sur les végétaux et produits végétaux ainsi que celle de leurs autres bénéfices éventuels ;
 - Une synthèse de ces évaluations assorties de recommandations portant notamment sur leurs conditions d'emploi.
-

PRESENTATION DE LA DEMANDE

Dans le cadre des dispositions prévues par l'article L 258-1 et 2 du code rural et de la pêche maritime, et du décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012¹, l'entrée sur le territoire et l'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux sont soumis à autorisation préalable des ministres chargés de l'agriculture et de l'environnement, sur la base d'une analyse du risque phytosanitaire et environnemental que cet organisme peut présenter.

L'Agence a accusé réception le 29 mars 2021 d'une demande d'autorisation d'introduction dans l'environnement de souche non indigène du macro-organisme *Trissolcus japonicus* (Ashmead, 1904) de la part de l'équipe « Recherche et Développement en Lutte Biologique » (RDLB) de l'Institut Sophia Agrobiotech (ISA) de l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE) en partenariat avec l'Association Nationale des Producteurs de Noisettes (ANPN). Conformément au code rural et de la pêche maritime, l'avis de l'Anses est requis.

Le présent avis porte sur l'évaluation du risque sanitaire, phytosanitaire et environnemental et des bénéfices liés à l'introduction dans l'environnement de la souche non indigène du macro-organisme *Trissolcus japonicus* (Ashmead, 1904), un hyménoptère parasitoïde, dans le cadre de l'expérimentation d'une lutte biologique par acclimatation ciblant la punaise diabolique *Halyomorpha halys* (Stål, 1855), ravageur invasif très polyphage.

Il est fondé sur l'examen par l'Agence du dossier de demande déposé par l'INRAE pour ce macro-organisme, conformément aux dispositions du décret n° 2012-140 du 30 janvier 2012 et à l'annexe II de l'arrêté du 28 juin 2012² relatifs à la constitution du dossier technique.

Le territoire concerné par cette demande d'introduction dans l'environnement est la France métropolitaine continentale.

¹ Décret no 2012-140 du 30 janvier 2012 relatif aux conditions d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique

² Arrêté du 28 juin 2012 relatif aux demandes d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique (JORF N°0151 du 30 juin 2012 page 10790).

ORGANISATION DE L'EXPERTISE

Les données prises en compte sont celles qui ont été jugées valides par l'Anses. L'avis présente une synthèse des éléments scientifiques essentiels qui conduisent aux recommandations émises par l'Agence et n'a pas pour objet de retracer de façon exhaustive les travaux d'évaluation menés par l'Agence.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle ». L'Anses a confié l'expertise au groupe de travail « Macro-organismes utiles aux végétaux ». Le résultat de cette expertise a été présenté au CES ; le présent avis a été adopté par ce CES réuni le 8 novembre 2022.

L'Anses prend en compte les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

SYNTHESE DE L'EVALUATION

CARACTERISTIQUES DU MACRO-ORGANISME

Identification taxonomique du macro-organisme et méthodes d'identification

En l'état des connaissances, la taxonomie est la suivante :

Classe : Insecta

Ordre : Hymenoptera

Famille : Scelionidae

Genre : *Trissolcus*

Espèce : *Trissolcus japonicus* (Ashmead, 1904)

L'identité du macro-organisme faisant l'objet de cette demande a été confirmée par un certificat de fourniture délivré par l'institut de recherche public italien réalisant le programme de lutte biologique sur ce territoire. Cette preuve est considérée comme suffisante dans ce cas précis.

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 28 juin 2012, un échantillon d'individus de référence devra être déposé au Centre de Biologie et de Gestion des Populations (CBGP).

Description, biologie, écologie, origine et répartition du macro-organisme

Trissolcus japonicus est un hyménoptère endo-parasitoïde d'œufs idiobionte (avec une interaction limitée dans le temps avec son hôte vivant), oligophage (spectre d'hôtes étroit) et solitaire (un seul parasitoïde se développe dans un œuf hôte). Les œufs sont pondus dans ceux des punaises hôtes, à un stade précoce. Cette espèce est capable de résister à de très basses températures allant jusqu'à -18°C (Avila & Charles, 2018). Comme sa cible *Halyomorpha halys*, *T. japonicus* semble préférer la mi-canopée en zones de bordure des cultures pour s'établir (Lowenstein *et al.*, 2019 ; Quinn *et al.*, 2019).

L'espèce *T. japonicus* est originaire de l'Est de l'Asie (Chine, Japon, Corée). Introduite involontairement aux Etats-Unis (Talamas *et al.*, 2015; Milnes *et al.*, 2016; Hedstrom *et al.*, 2017), puis au Canada (Abram *et al.*, 2019), cette espèce s'est fortuitement installée plus récemment en Europe, plus particulièrement en Suisse, en Italie du Nord et en Allemagne (Sabbatini-Peverieri *et al.*, 2018; Stahl *et al.*, 2019 ; Dieckhoff *et al.*, 2021). A noter qu'en complément de l'introduction fortuite de l'espèce en Italie, la même souche de *T. japonicus* que celle présentement revendiquée a reçu une autorisation d'introduction dans l'environnement dans ce même pays (Bittau *et al.*, 2021).

Malgré les observations récentes dans des pays voisins, l'espèce *T. japonicus* n'a toujours pas été observée sur le territoire de la France métropolitaine continentale. Compte tenu de ces informations, l'espèce ne peut pas être considérée comme indigène de la France métropolitaine continentale.

L'origine géographique et l'historique de la souche à l'origine de l'élevage ont été décrites. La localisation de l'élevage a également été précisée.

Utilisation et cible du macro-organisme

- ***Cible du macro-organisme***

Le macro-organisme faisant l'objet de la demande devrait être lâché dans le cadre d'un programme de lutte biologique par acclimatation pour lutter contre la punaise exotique envahissante *Halyomorpha halys*. Très polyphage, elle est un ravageur majeur pour les cultures fruitières mais aussi sur cultures légumières.

Halyomorpha halys est une punaise de la famille des Pentatomidae, originaire d'Asie de l'Est, communément appelée punaise diabolique. Elle a été détectée pour la première fois en Europe en 2004 au Lichtenstein et en Suisse. L'invasion s'est ensuite poursuivie dans toute l'Europe. Des dégâts sur diverses cultures ont commencé à être reportés à partir de 2015 en Europe³.

Elle a été détectée en France à partir de 2012. Les premiers dégâts sont signalés en 2018 sur kiwis et noisetiers, puis en 2019 sur poiriers et pommiers en Savoie. En 2020, les premiers dégâts sont observés sur pommiers, poiriers et pêchers dans l'ensemble du Sud-Est (CTIFL, 2021 ; SudArbo, 2021).

La punaise diabolique est un insecte piqueur-suceur qui cause des dégâts sur les organes végétaux. Lors de la piqûre, les enzymes digestives injectées dans la plante provoquent des nécroses aux abords de la piqûre. Elle peut causer des dégâts à forte incidence économique en particulier lorsqu'elle s'attaque aux fruits : déformation, altération de la coloration, apparition de zones liégeuses sous l'épiderme.

On la retrouve de juin à septembre, dans les vergers cultivés, pendant les phases de grossissement et de maturation des fruits. Les pertes économiques induites par les piqûres à ces stades peuvent donc être importantes à très importantes (CTIFL, 2021).

- ***Utilisation***

Ce macro-organisme sera introduit dans le cadre d'une lutte biologique par acclimatation visant à l'établissement pérenne de *T. japonicus* et sa dispersion progressive pour un contrôle durable des populations de sa cible *Halyomorpha halys*. Les premières introductions seront réalisées en régions PACA et Nouvelle-Aquitaine.

A la suite de l'éventuel établissement de *T. japonicus*, des lâchers augmentatifs pourraient être envisagés dans des vergers et/ou dans les zones où les punaises ont l'habitude de pondre (haies, corridors écologiques ou lisières de cultures non traitées).

Contrôle de la qualité du produit

Les procédures relatives au contrôle qualité ont été décrites et sont considérées comme satisfaisantes.

EVALUATION DES RISQUES ET DES BENEFICES LIES A L'INTRODUCTION DU MACRO-ORGANISME DANS L'ENVIRONNEMENT

Etablissement et dispersion du macro-organisme dans l'environnement

La présente demande d'introduction dans l'environnement est soumise dans le cadre d'un programme de lutte biologique par acclimatation. L'établissement local du macro-organisme objet de la demande est dans ce cas l'objectif recherché.

Compte tenu des éléments décrits précédemment, l'espèce *Trissolcus japonicus* ne peut pas être considérée comme indigène de la France métropolitaine continentale. Cependant, son établissement fortuit récent dans plusieurs pays voisins comme la Suisse, l'Italie ou l'Allemagne démontre la capacité de cette espèce à s'établir dans des conditions éco-climatiques semblables aux conditions françaises.

³ <https://ephytia.inrae.fr/fr/C/20532/Aqiiir-Punaise-diabolique>

Ceci est confirmé par une modélisation qui indique que l'établissement de l'espèce est fort probable en France métropolitaine continentale (Avila & Charles, 2018). De plus, cette espèce présente des capacités de tolérance au froid, à la chaleur et à l'aridité (Holthouse *et al.*, 2020) favorisant ainsi son établissement dans un nouvel environnement. Compte tenu de ces informations, la probabilité d'établissement du macro-organisme objet de la demande sur le territoire de la France métropolitaine continentale peut être considérée comme élevée.

Intrinsèquement, *T. japonicus* est décrit comme ayant une faible capacité de dispersion par le vol, par la marche et par phorésie. Des mécanismes passifs pourraient cependant exister (anémochorie, etc...). Une étude réalisée aux Etats-Unis a montré une dispersion d'au moins 50 mètres du point de lâcher en 72 heures en framboiseraie et d'au moins 40 mètres du point de lâcher en verger de noisetiers (Lowenstein *et al.*, 2019). A noter qu'aucun piège n'était posé à des distances plus importantes. *Trissolcus japonicus* serait introduit sous forme d'adultes sur plusieurs dizaines de sites des régions PACA et Nouvelle Aquitaine. Cette introduction d'individus adultes sur plusieurs sites distants favorisera la dispersion de *T. japonicus* sur l'ensemble des zones du territoire dans lesquelles *H. halys* est présente. De plus, le fait que le macro-organisme, objet de la demande, puisse s'établir durablement, peut lui permettre d'étendre son aire de répartition plus largement, de génération en génération. La probabilité de dispersion dans l'environnement peut donc être considérée comme élevée.

Risque potentiel pour la santé humaine et/ou animale

En l'état actuel des connaissances, l'espèce *T. japonicus* n'est pas connue comme étant vectrice de pathogène spécifique de l'homme ou de l'animal et n'est pas connue pour avoir des effets sensibilisants. Il n'est donc pas attendu de risques pour la santé humaine ou animale.

Risque potentiel pour la santé des végétaux

L'espèce *T. japonicus* n'est pas connue pour avoir un comportement phytophage ni pour causer des dégâts aux végétaux. Il n'est donc pas attendu de risques pour la santé des végétaux.

Risque potentiel pour les organismes non cibles

Dans son aire d'origine, *T. japonicus* est décrit comme associé à *H. halys* qu'il contribue à réguler (Qiu *et al.*, 2007 ; Talamas *et al.*, 2013 ; Yang *et al.*, 2009). Cependant, *T. japonicus* y est également associé, dans une moindre mesure, à d'autres espèces de Pentatomidae comme *Plautia crossota*, *Dolycoris baccarum*, *Menida violacea*, *Arma chinensis* ou *Carbula eoa* (Zhang *et al.*, 2017).

Plusieurs études montrent une nette préférence de parasitisme de *T. japonicus* sur *H. halys* en comparaison à d'autres espèces de Pentatomidae. En effet, lors d'essais réalisés en plein champ, une différence a été mise en évidence entre le taux de parasitisme supérieur à 70 % de *T. japonicus* sur *H. halys* et celui, très faible, inférieur à 10 %, observé sur d'autres punaises Pentatomidae indigènes d'Amérique du Nord comme *Chinavia hilari*, *Euschistus conspersus*, et *Chlorochoa ligata* (Milnes & Beers, 2019). De même, lors de tests réalisés en laboratoire, il apparaît que *T. japonicus* présente une nette préférence pour *H. halys* par rapport à *Thyanta custator accerra*, *Podisus maculiventris* et *Euschistus variolarius* (Botsch & Delfosse, 2018). Cette préférence est moins marquée lorsque les individus *T. japonicus* ont émergé d'une espèce non cible.

Des études effectuées en laboratoire en situation de non choix (Zhang *et al.*, 2017 ; Hedstrom *et al.*, 2017 ; Charles *et al.*, 2019 ; Haye *et al.*, 2020 ; Sabbatini-Peverieri *et al.*, 2021) ont montré que *T. japonicus* est capable de parasiter différentes espèces de punaises appartenant principalement aux Pentatomidae mais aussi aux Scutelliridae. En particulier, et en ne prenant en compte que les espèces présentes en Europe, la souche revendiquée pour cette introduction serait capable de parasiter *Cermatulus nasalis nasalis*, *Carpocoris mediterraneus*, *Carpocoris pupuripennis*, *Polomena prasina*, *Peribalus strictus*, *Nezara viridula*, *Acrosternum heegeri*, et *Rhaphigaster nebulosa* ; et, dans une moindre mesure, *Chlorochoa ligata* et *Piezodorus lituratus*. Des essais réalisés avec d'autres souches de cette espèce ont montré un parasitisme possible sur d'autres espèces présentes en Europe comme *Arma custos*, *Carpocoris fuscipinus*, *Dolycoris baccarum*, *Pentatoma rufipes* et *Graphosoma lineatum*.

Toutes les espèces citées sont des Pentatomidae. A noter que pour certaines espèces, bien qu'un parasitisme soit observé, le développement de *T. japonicus* est négativement impacté (cycle incomplet, différence de sexe ratio...). C'est le cas avec *Chlorochoa ligata*, *Graphosoma lineatum* et *Nezara viridula*.

Ces tests montrent que *T. japonicus* présente une certaine spécificité pour les punaises de la famille des Pentatomidae. Cette spécificité n'est pas marquée aux rangs phylogénétiques inférieurs : les espèces des sous familles et tribus associées sont parasitées ou non par *T. japonicus*. Une Analyse en Composantes Principales semble montrer que la morphologie et la disposition des œufs représentent les

critères de spécificité les plus importants (Sabbatini-Peverieri *et al.*, 2021). D'après le pétitionnaire, les espèces non cibles de Pentatomidae de France présentant tout ou partie de ces critères seraient *Palomena prasina*, *Palomena viridissima*, *Rhaphigaster nebulosa* et *Pentatoma rufipes*. D'autres espèces pourraient présenter ces caractéristiques comme *Arma custos* de la famille des Asopinae ou certaines espèces du genre *Eurygaster* de la famille des Scutelleridae. A l'exception d'*Arma custos*, les espèces citées sont toutes des ravageurs des cultures.

Des tests en situation de choix ont montré que *T. japonicus* présente une préférence significative pour *H. halys* par rapport aux espèces *Arma custos*, *Acrosternum heegeri* et *Graphosoma lineatum*. Toutefois, aucune préférence n'est observée lorsque *T. japonicus* est mis en présence de *H. halys* et de *Palomena prasina* (Haye *et al.*, 2020).

D'après l'ensemble de ces éléments, *T. japonicus* semble être capable de s'attaquer à un nombre restreint d'espèces non cibles. Cependant, il convient de rappeler que les populations d'*H. halys* augmentent très rapidement et pourraient poser un risque pour ces mêmes espèces non cibles par compétition pour les ressources. De plus, les ooplaques d'*H. halys* peuvent jouer le rôle de pièges pour certains parasitoïdes de punaises : ils y réalisent des pontes mais les œufs ne s'y développent pas dans la grande majorité des cas. Ce phénomène a été observé sur *Telenomus podosi* (Abram *et al.*, 2014), une espèce de parasitoïde américaine et sur *Trissolcus basalis* (Péri *et al.*, 2021), espèce de parasitoïde présente en Europe et notamment en France métropolitaine continentale.

En ce qui concerne le risque de compétition avec d'autres espèces, certaines espèces des genres *Anastatus*, *Trissolcus*, *Telenomus*, *Ooencyrtus* (Dieckhoff *et al.*, 2017 ; Peri *et al.*, 2021) sont des ennemis naturels connus de la cible *H. halys*. Une étude de laboratoire concernant les interactions entre *T. japonicus* et *Anastatus bifasciatus*, parasitoïde indigène de la France métropolitaine continentale, suggère que ces deux espèces sont capables de coexister (Konopka *et al.*, 2017).

A ce jour, aucun impact négatif sur des espèces non-cibles n'a été clairement documenté dans les pays où *T. japonicus* s'est fortuitement installé (Etats-Unis, Canada, Italie, Suisse, Allemagne). Cette absence d'impact négatif est confirmé par un suivi au champ des communautés de parasitoïdes des punaises réalisé en Italie en 2019. Cette étude a montré que *T. japonicus* était principalement retrouvé sur *H. halys*. Quelques individus ont aussi émergé d'ooplaques de *Palomena prasina*. Aucun *T. japonicus* n'a émergé de *Carpocoris* spp., *Dolycoris baccarum*, *Eurydema* spp., *Nezara viridula*, *Pentatoma rufipe*, *Piezodorus lituratus* et *Rhaphigaster nebulosa* (Zapponi *et al.*, 2021).

Compte tenu de l'ensemble de ces éléments, le risque potentiel pour les organismes non cibles suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande, est considéré comme faible.

Efficacité et bénéfices du macro-organisme

Dans son aire d'origine, *T. japonicus* peut parasiter *H. halys* à des taux allant de 50 à plus de 80%. A titre comparatif, les autres parasitoïdes présents dans l'aire d'origine du ravageur atteignent un taux de parasitisme de seulement 10 % maximum ; à l'exception de *Trissolcus mitsukurii* qui présente aussi un taux de parasitisme intéressant, de l'ordre de 70 % (Qiu *et al.*, 2007 ; Yang *et al.*, 2009 ; Kamiyama *et al.*, 2022).

Suite aux introductions involontaires en Amérique du nord, le taux de parasitisme d'*H. halys* par *T. japonicus* a été estimé à 12 % en 2016, 78 % en 2017 et 66 % en 2018 (Milnes & Beers, 2019). Lors de la découverte des populations adventives de *T. japonicus* en Suisse, un taux de parasitisme d'*H. halys* faible était observé, avec un maximum de 2 % selon les sites suivis (Stahl *et al.*, 2019). En Italie du Nord, en 2018, les populations adventives de *T. japonicus* ont présenté un taux de parasitisme d'*H. halys* de 11 à 21 % (Moraglio *et al.*, 2019).

Bien qu'aucune donnée ne soit disponible quant à des taux de parasitisme liés à des programmes de lutte biologique, les bénéfices potentiels de l'utilisation du macro-organisme objet de la demande, en tant qu'agent de lutte biologique, ont été argumentés.

CONCLUSIONS

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail adopte les conclusions du groupe de travail « Macro-organismes utiles aux végétaux » et du comité d'experts spécialisé « Substances et produits phytopharmaceutiques, biocontrôle ».

Compte tenu des éléments disponibles et en l'état actuel des connaissances :

- La probabilité d'établissement et de dispersion du macro-organisme, objet de la demande, sur le territoire de la France métropolitaine continentale peut être considérée comme élevée.
- Il n'est pas attendu de risque pour la santé humaine et animale suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande.
- Il n'est pas attendu de risque pour la santé des végétaux suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande.
- Le risque potentiel pour les organismes non cibles suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande, est considéré comme faible.
- Les bénéfices potentiels de l'utilisation du macro-organisme, objet de la demande, en tant qu'agent de lutte biologique, ont été argumentés.

Considérant l'ensemble des données disponibles, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail émet un avis favorable à la demande d'autorisation dans l'environnement du macro-organisme non indigène *Trissolcus japonicus* d'INRAE en France métropolitaine continentale.

Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 28 juin 2012, un échantillon d'individus de référence devra être déposé au Centre de Biologie et de Gestion des Populations (CBGP).

S'agissant d'une espèce exotique pour laquelle l'établissement est attendu, il conviendra de mettre en place un suivi post-lâcher suite à l'introduction dans l'environnement du macro-organisme, objet de la demande. Ce suivi post-lâcher comprendra un bilan des éventuels effets non intentionnels et des bénéfices mis en évidence suite aux campagnes de lâchers et sera accompagné d'une actualisation de la revue bibliographique réalisée ainsi que d'une description du programme de lâcher réalisé en pratique.

Pour le directeur général, par délégation,
le directeur,
Direction de l'évaluation des produits réglementés

BIBLIOGRAPHIE

Dans le cadre de cet avis, l'Anses a identifié les publications pertinentes suivantes :

Abram P.K., Garipey TD, Boivin G & Brodeur J (2014) An invasive stink bug as an evolutionary trap for an indigenous egg parasitoid. *Biological Invasions* 6:1387–1395

Abram, P. K., Talamas, E. J., Acheampong, S., Mason, P. G., & Garipey, T. D. 2019. First detection of the samurai wasp, *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae), in Canada. *Journal of Hymenoptera Research*, 68: 29-36.

Ashmead W. H. 1904. "Descriptions of new Hymenoptera from Japan – I". *Journal of the New York Entomological Society*, 12: 65–84.

Avila, G.A., Charles, J.G., 2018. Modelling the potential geographic distribution of *Trissolcus japonicus*: a biological control agent of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*. *Biocontrol*, 63: 505–518.

Bittau B, Dindo ML, Burgio G, Sabbatini-Peverieri G, Hoelmer KA, Roversi PF, Masetti A. Implementing Mass Rearing of *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) on Cold-Stored Host Eggs. *Insects*. 2021 Sep 18;12(9):840. doi: 10.3390/insects12090840.

Botch, P.A., Delfosse, E.S., 2018. Host-Acceptance Behavior of *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) Reared on the Invasive *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) and Nontarget Species, *Environmental Entomology*, 47(2), 2018, 403–411.

Charles, J.G., Avila, G.A., Hoelmer, K.A., Hunt, S., Gardner-Gee, R., MacDonald, F. & Davis, V. 2019. Experimental assessment of the biosafety of *Trissolcus japonicus* in New Zealand, prior to the anticipated arrival of the invasive pest *Halyomorpha halys*. *Biocontrol*, 64: 367–379.

CTIFL. 2021. La punaise diabolique, *Halyomorpha halys*. Comment la reconnaître, comment s'en protéger ? Note de synthèse. Cahiers Environnement-Sécurité. 18pp.

Dieckhoff, C., Tatman, K. M., & Hoelmer, K. A. 2017. Natural biological control of *Halyomorpha halys* by native egg parasitoids: a multi-year survey in northern Delaware. *Journal of Pest Science*, 90(4): 1143-1158.

Dieckhoff C, Wenz S, Renninger M, Reißig A, Rauleder H, Zebitz CPW, Reetz J, Zimmermann O. 2021. Add Germany to the List-Adventive Population of *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) Emerges in Germany. *Insects* 12(5):414. doi: 10.3390/insects12050414. PMID: 34064474; PMCID: PMC8147972.

Haye, T., Moraglio, S.T., Stahl, J., Visentin, S., Gregorio, T. & Tavella, L. 2020. Fundamental host range of *Trissolcus japonicus* in Europe. *Journal of Pest Science*, 93(1): 171-182.

Hedstrom, C., Lowenstein, D., Andrews, H., Bai, B. and Wiman, N. 2017. Pentatomid host suitability and the discovery of introduced populations of *Trissolcus japonicus* in Oregon. *Journal of Pest Science*, 90: 1169-1179.

Holthouse, M.C., Schumm, Z.R., Talamas, E.J., Spears, L.R., Alston, D.G., 2020. Surveys in northern Utah for egg parasitoids of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) detect *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae). *Biodiversity Data Journal*, 8: e53363, 15pp. doi: 10.3897/BDJ.8.e53363.

Kamiyama, M.T., Matsuura, K., Hata, T. et al. Seasonal parasitism of native egg parasitoids of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*) in Japan. *J Pest Sci* 95, 1067–1079 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01455-3>

Konopka, J.K., Haye, T., Garipey, T.D. & McNeil J.N. 2017. Possible coexistence of native and exotic parasitoids and their impact on control of *Halyomorpha halys*. *Journal of Pest Science* 90, 1119–1125. <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0851-2>

Lowenstein, D.M., Andrews, H., Hilton, R.J., Kaiser, C., Wiman, N.G. 2019. Establishment in an Introduced Range: Dispersal Capacity and Winter Survival of *Trissolcus japonicus*, an Adventive Egg Parasitoid. *Insects*, 10(12): 443-459. <https://doi.org/10.3390/insects10120443>

Milnes, J.M., Beers, E.H., 2019. *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae) Causes Low Levels of Parasitism in Three North American Pentatomids Under Field Conditions. *Journal of Insect Science*, 19(4): 15, 1-6. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez074>.

Milnes, J.M., Wiman, N.G., Talamas, E.J., Brunner, J.F., Hoelmer, K.A., Buffington, M.L., Beers, E.H., 2016. Discovery of an Exotic Egg Parasitoid of the Brown Marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys* (Stål) in the Pacific Northwest. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 118: 466-470.

Moraglio, S.T., Tortorici, F., Pansa, M.G. et al. 2020. A 3-year survey on parasitism of *Halyomorpha halys* by egg parasitoids in northern Italy. *J Pest Sci* 93, 183–194. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01136-2>

Peri, E., Foti, M.C., Martorana, L., Cusumano, A., Colazza, S. 2021. The invasive stink bug *Halyomorpha halys* affects the reproductive success and the experience-mediated behavioural responses of the egg parasitoid *Trissolcus basalıs*. *Biocontrol*. DOI: 10.1007/s10526-020-10075-2.

Qiu, L.-F., Yang, Z.-Q., Tao, W., 2007. Biology of *Trissolcus*. *Science Silvae Sin.* 43, 62–65.

Quinn, N.F.; Talamas, E.J.; Acebes-Doria, A.L.; Leskey, T.C.; Bergh, J.C. Vertical sampling in tree canopies for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Life Stages and its Egg Parasitoid, *Trissolcus japonicus* (Hymenoptera: Scelionidae). *Environmental Entomology*. 2019, 48, 173–180. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy180>

Sabbatini-Peverieri, G., Talamas, E., Bon, M.C., Marianelli, L., Bernardinelli, I., Malossini, G., Benvenuto, L., Roversi, P.F. and Hoelmer, K. 2018. Two Asian egg parasitoids of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera, Pentatomidae) emerge in northern Italy: *Trissolcus mitsukurii* (Ashmead) and *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae). *Journal of Hymenopteran Research*, 67, 37–53.

Sabbatini-Peverieri, G., Boncompagni, L., Mazza, G., Paoli, F., Dapporto, L., Giovannini, L., Marianelli, L., Hoelmer, K. & Roversi, P. 2021. Combining physiological host range, behavior and host characteristics for predictive risk analysis of *Trissolcus japonicus*. *Journal of Pest Science*. 94. 1-14. 10.1007/s10340-020-01311-w.

Stahl, J., Tortorici, F., Pontini, M., Bon, M. C., Hoelmer, K., Marazzi, C. & Haye, T. 2019. First discovery of adventive populations of *Trissolcus japonicus* in Europe. *Journal of Pest Science*, 92(2), 371-379.

SudArbo. 2021. La punaise diabolique *Halyomorpha halys*. Chambre d'agriculture d'Occitanie. 2 pp. https://occitanie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Occitanie/Productions_techniques/SudArbo21-Punaise-diabolique-ca342021.pdf

Talamas, E.J., Buffington, M., Hoelmer, K., 2013. New synonymy of *Trissolcus halyomorphae* Yang. *Journal of Hymenoptera Research*, 33: 113–117.

Talamas, E. J., Johnson, N. F., & Buffington, M. 2015. Key to Nearctic species of *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae), natural enemies of native and invasive stink bugs (Hemiptera, Pentatomidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 43: 45-110.

Yang, Z.-Q., Yao, Y.-X., Qiu, L.-F., Li, Z.-X., 2009. A New Species of *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae) Parasitizing Eggs of *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in China with Comments on Its Biology. *Annual Entomological Society of America*, 102, 39–47.

Zapponi, L.; Tortorici, F.; Anfora, G.; Bardella, S.; Bariselli, M.; Benvenuto, L.; Bernardinelli, I.; Butturini, A.; Caruso, S.; Colla, R.; et al. Assessing the Distribution of Exotic Egg Parasitoids of *Halyomorpha halys* in Europe with a Large-Scale Monitoring Program. *Insects* 2021, 12, 316. <https://doi.org/10.3390/insects12040316>

Zhang J., Zhang F., Garipey T., Mason P., Gillespie D., Talamas E. and Haye T. 2017. Seasonal parasitism and host specificity of *Trissolcus japonicus* in northern China. *Journal of Pest Science*, 90: 1127-1141.