Lutte Biologique contre les Punaises phytophages

Alexandre Bout

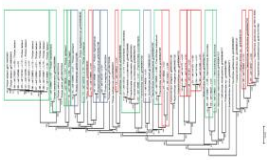
Alexandre.bout@inra.fr

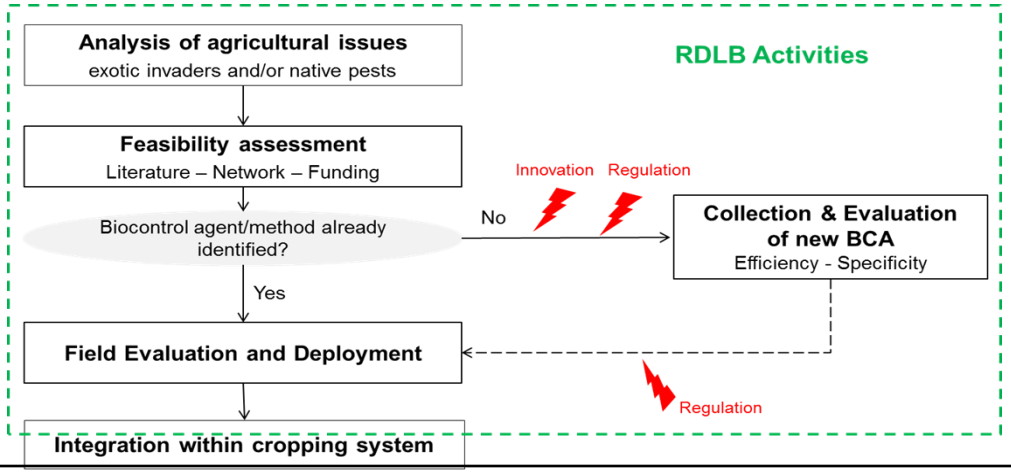
Séminaire GIS Fruits, 5 février 2019, Paris

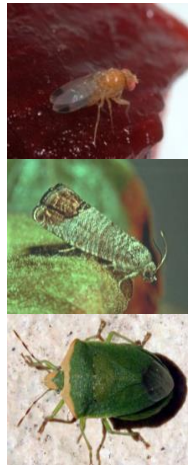
R&D en Lutte Biologique

Qui sommes nous?

EP-COLL
Biological Resource Center
Egg Parasitoids Collection







RECHERCHE FONDAMENTALE

DISCIPLINES (concepts, théories, méthodologies, outils)	THEMATIQUES (découvertes, connaissances, concepts)
Biologie des Populations	Coévolution
Ecologie des Communautés	Invasions biologiques
Systématique	Spécialisation écologique
…	…

RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

BIOAGRESSEURS	AUXILIAIRES
Démographie saisonnière	Inventaires
Etude des traits d'histoires de vie	Evaluation des auxiliaires
Optimisation d'élevages	Spécificité d'hôtes
Hôte de substitution	Optimisation d'élevage
	Validation « Terrain

↳ Définition d'une stratégie d'utilisation

INTEGRATION

Complémentarité entre auxiliaires
Articulation avec autres méthodes de contrôle
Articulation avec conduite culturale
Enjeux socio-économiques

DIFFUSION

2 objectifs principaux :

- Développer des méthodes de lutte biologique contre des ravageurs agricoles,
- Contribuer à des recherches plus fondamentales à travers des cas d'études agronomiques.

_01

Quelques définitions

Lutte Biologique

Quelques définitions

Utilisation d'organismes vivants ou de leur produit pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs (OILB-SROP, 1973)

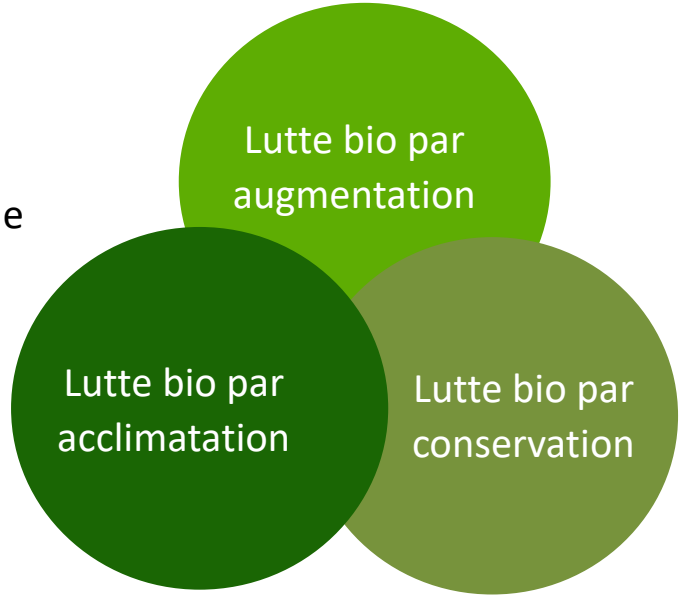
Les différentes stratégies en lutte biologique contre les ravageurs :

- Lutte biologique par **acclimatation**
- Lutte biologique par **augmentation**
- Lutte biologique par **conservation**

Lutte Biologique

Eléments de contexte

- Lâchers de plusieurs milliers d'individus d'un auxiliaire (souvent indigène) sur un ravageur (indigène ou exotique),
- Efficacité immédiate.



- Introduction accidentelle d'un ravageur exotique,
- Introduction d'un auxiliaire exotique,
- Lâchers inoculatifs,
- Efficacité des générations suivantes.

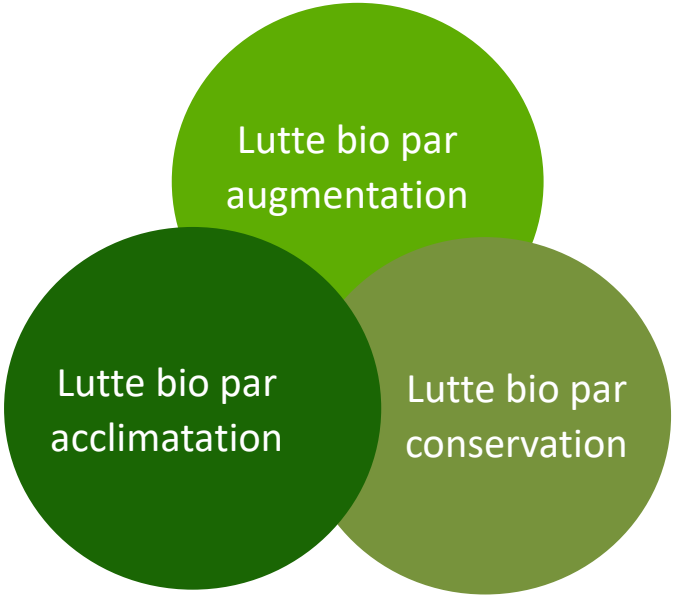
- Auxiliaires présents aux abords des parcelles,
- Favorisation du milieu environnant,
- Aménagement des abords des cultures (haies),
- Efficacité à moyen terme.

Lutte Biologique

Eléments de contexte

- Identification du ravageur et étude de sa biologie,
- Comprendre les raisons de la recrudescence du ravageur,
- Mise au point de(s) l'élevage(s),
- Choix des meilleurs candidats,
- Etude en conditions contrôlées,
- Etude en pleins champs et introduction et contrôle post-lâcher(s).

- Déterminer le pays d'origine du ravageur,
- Inventaire bibliographique des données de biologie du ravageur et des auxiliaires potentiels,
- Contacts et prospection dans le pays d'origine,
- Etudes de spécificité et THV en quarantaine (NS2 ou NS3),
- Etude en pleins champs, introduction et contrôle post-lâcher(s).



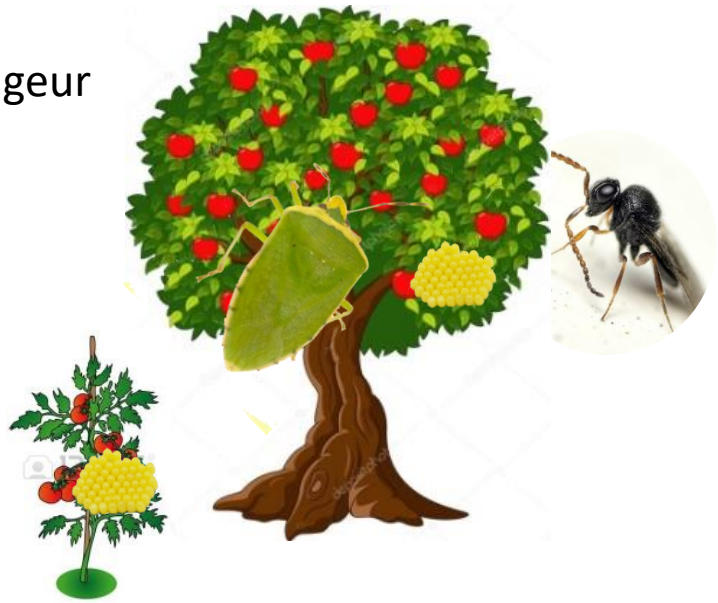
- Comprendre les raisons de la recrudescence du ravageur,
- Inventaire faunistique dans la parcelle contaminée par le ravageur et aux abords,
- Inventaire botanique des espèces végétales présentes,
- Etudes des interactions,
- Plante/ravageurs/auxiliaires aux abords et dans la parcelle,
- Essai d'aménagement des abords par l'apport de « plantes refuges » et de haies composites,
- Incidence des auxiliaires après aménagement.

Lutte Biologique

Eléments de contexte

D’un point de vue écologique, 3 niveaux trophiques à prendre en considération :

Le ravageur



L’auxiliaire

Les plantes

À prendre en compte les bactéries endosymbiotiques!

Lutte Biologique

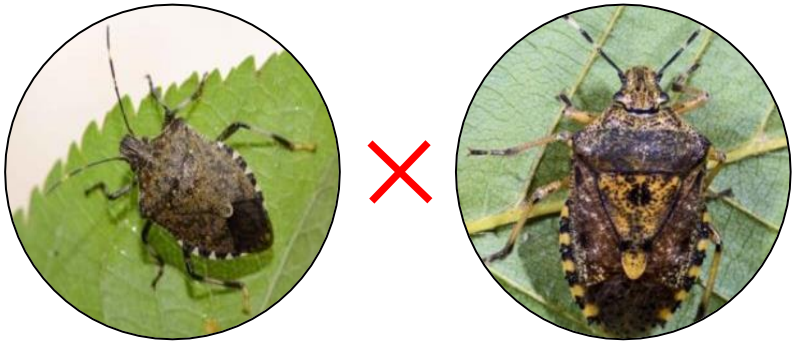
Les risques possibles

Des **effets non intentionnels =** Mauvaise cible, prédation intra guilde

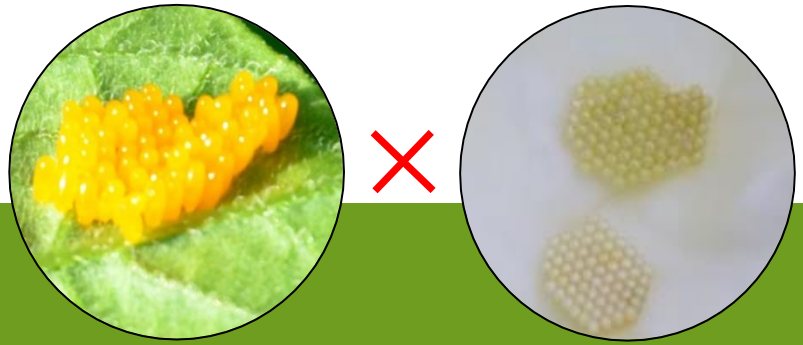
Importance du diagnostic

Nezara viridula f. aurantica vs N. viridula f. smaragdula

Halyomorpha halys vs Raphigaster nebulosa



Ooplaque de *Leptinotarsa decemlineata* vs ooplaque de *N. viridula*



_02

Punaises phytophages et biocontrôle

Biocontrôle

Prédateurs

Souvent des prédateurs généralistes

- Différents arthropodes
  - Heteroptères : Asopinae, Nabidae, Reduvidae, Anthocoridae, etc. ➔ efficacités???
  - Coléoptères : Coccinelidae *e.g.* prédateurs de Plataspidae dont *Megacopta cribaria* (genre Coptosoma – Inde) ; Carabidae…
  - Orthoptères, etc.
  - Arachnides

- Oiseaux et chauves souris : dépendant des espèces et des proies

Biocontrôle

Parasitoïdes

- **Diptères Tachinididae** ➔ pas toujours très efficaces
  - Ex de *Trichopoda spp.* vs *N. viridula* (USA)
- **Hyménoptères**
  - **Parasitoïdes oophages** ➔ les plus efficaces
    - *Trissolcus spp.* (Scelionidae)
    - *Telenomus spp.* (Scelionidae)
    - *Anastatus spp.* (Eupelmidae) ; généraliste
    - *Ooencyrtus spp.* (Encyrtidae) ; généraliste
  - **Parasitoïdes larvaires** ➔ efficacité moindre
    - *Aridelus sp. vs Pentatomoidae*
    - *Peristenus sp. vs Lygus spp.*

Lutte Biologique

Nématodes et autres entomopathogènes

- **Champignon entomopathogènes ➔** impact local / dépendant du climat
  Parfois spécifique e.g. *Ophiocordyceps nutans* vs *H. halys*
  Beauveria bassiana ou *Metarhizium anis*opliae avec une efficacité limitée

- **Nématodes ➔** *Steinernematidae* et *Heterorhabditidae*, en test mais efficacités variables

- **Virus ➔** peu de travaux à l'heure actuelle.

Lutte Biologique

Contrôle de la reproduction, entre autre…

- **Confusion sexuelle** ➔ diffusion massive d'hormones sexuelles dans les parcelles.

- **Technique de l'Insecte stérile** ➔ lâcher massif de males (le plus souvent) stériles pour provoquer des accouplements non fertiles. Il y a des contraintes :
  - pouvoir élever massivement la cible,
  - Chez les punaises tous les stades et sexes piquent la plante,
  - Les punaises s'accouplent plusieurs fois,
  - Le coût de production serait prohibitif.

- **RNAi** ➔ supprimer l'expression des gènes cibles *e.g.* la production de spermatozoïdes chez les males, gène en lien avec la digestion, etc.

Lutte Biologique

Intégration à d'autres pratiques

- **Moyen de lutte / protection physique** ➔ filets et pièges englués.
- **Plantes de services** ➔ Plantes pièges, attractives voire relais pouvant d'une part attirer préférentiellement les espèces cibles et d'autre part renforcer l'action des agents ou produits de lutte biologique.
- **Abris / pièges** ➔ capter les individus diapausant pendant l'hiver.

RQ : Les 2 premiers points peuvent également servir d'outils de diagnostic voire d'aide à la décision (détection précoce par exemple).

_03
Quelques examples

Nezara viridula

À travers le monde

- **Lutte biologique Classique :**
  - Nouvelle Zélande, Australie, Afrique du Sud, USA, Taiwan, Brésil, Iles du Pacifiques…
  - *Trissolcus basalis* et dans une moindre mesure *Trichopoda spp*.

  Rq: *T. basalis* est absent de la zone d'origine asiatique de *N. viridula* (jusque 1983 – intro Taiwan).
  - *Trichopoda pennipes* L. est arrivé en en Italie en 1988 puis s'est dispersé.

- **Lutte biologique par augmentation**:
  - Peu d'exemples ➔ coûts trop important à une échelle commerciale.
  - Brésil ➔ 1 programme efficace pendant plusieurs années avec support de l'état (Correa-Ferreira & Panizzi 1999).
  - Pas de programmes en cours utilisant des entomopathogènes.
- **Lutte biologique par conservation :**
  - Utilisation de plantes de services (Plantes pièges et nourriture alternatives avec les fleures) pour améliorer l'utilisation des parasitoïdes.

Halyomorpha halys

Amérique du Nard : USA et Canada

- **Lutte biologique Classique :**
  - Etude de l'introduction de *T. japonicus* au USA en quarantaine (pas spécifique).

  RQ : arrivée « naturelle » de *T. japonicus* au USA (Talamas et al 2015).

- **Lutte biologique par augmentation**:
  - Peu de programmes pour le moment,
  - Test de *Beauvaria bassiana* et autres champignons pathogènes ➔ Emission d'inhibiteurs chimiques qui protègent (partiellement) *H. halys*,
  - Difficulté (incapacité) pour les parasitoïdes indigènes à se développer sur *H. halys* ➔ développement de lignées de parasitoïdes abortives,
  - Parasitoïdes indigène *Anastatus sp*. à large spectre d'hôtes ➔ risque à évaluer.

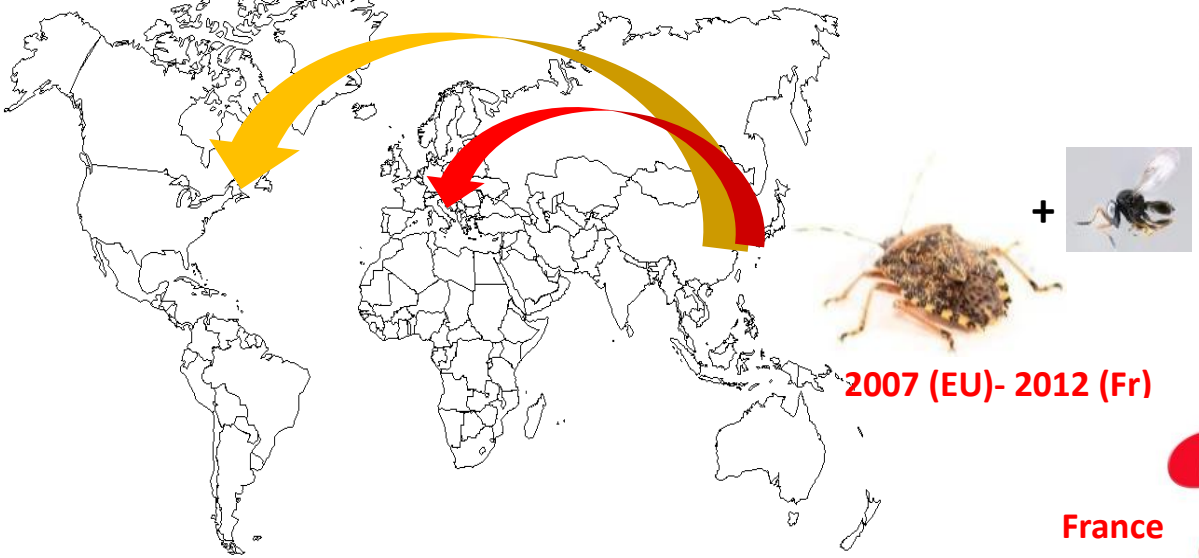
- **Lutte biologique par conservation :**
  - Beaucoup de prédateurs généralistes parmi les arthropodes ou autres animaux,
  - Effet des prédateurs « mastiqueurs » plus important que celui des « piqueurs-suceurs »,
  - Effet variable selon les cultures et la géographie.

Halyomorpha halys

En Europe

Historique

1996



2007 (EU)- 2012 (Fr)

France

JHR 43: 119–128 (2015)
doi: 10.3897/JHR.43.4661
http://jhr.pensoft.net

SHORT COMMUNICATION

JOURNAL OF Hymenoptera RESEARCH

Trissolcus japonicus (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae) emerges in North America

Elijah J. Talamas[1], Megan V. Herlihy[2], Christine Dieckhoff[3,4], Kim A. Hoelmer[4], Matthew L. Buffington[1], Marie-Claude Bon[3], Donald C. Weber[2]

1 *Systematic Entomology Laboratory, USDA/ARS c/o NMNH, Smithsonian Institution, Washington DC, USA* 2 *Invasive Insect Biocontrol and Behavior Laboratory, USDA/ARS, BARC-West Beltsville MD, USA* 3 *Department of Entomology and Wildlife Ecology, University of Delaware, Newark, DE, USA* 4 *Beneficial Insects Introduction Research Unit, USDA/ARS, Newark, DE, USA* 5 *European Biological Control Laboratory, USDA/ARS, Montpellier, France*

Corresponding author: *Elijah J. Talamas* (elijah.talamas@ars.usda.gov)

Journal of Pest Science
https://doi.org/10.1007/s10340-018-1061-2

RAPID COMMUNICATION

First discovery of adventive populations of _Trissolcus japonicus_ in Europe

Judith Stahl[1,2] · Francesco Tortorici[3] · Marianna Pontini[3] · Marie-Claude Bon[4] · Kim Hoelmer[5] · Cristina Marazzi[6] · Luciana Tavella[3] · Tim Haye[1]

Received: 26 September 2018 / Revised: 23 October 2018 / Accepted: 27 October 2018
© The Author(s) 2018

Abstract
The brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål), native to East Asia, emerged as an invasive pest in Europe in the 2000s. In its native range, *Trissolcus japonicus* (Ashmead) is the dominant egg parasitoid of *H. halys*, and thus it has been considered for classical biological control in countries invaded by the pest. A survey of native egg parasitoids conducted in 2017 and 2018 with frozen, sentinel egg masses of *H. halys* revealed that *T. japonicus* was already present in apple orchards in the Canton Ticino, Switzerland. *Trissolcus japonicus* was recovered in both years and from three different sites. In total, 17 egg masses were recovered from which 42 adult parasitoids emerged. A genetic analysis using the barcode mitochondrial DNA confirmed the morphological identification of *T. japonicus* and evidenced a best match of the "Ticino populations" to Japanese populations, but the pathways of entry remain unknown.

Keywords Biological

Received: 6 July 2018 | Revised: 11 September 2018 | Accepted: 4 November 2018
DOI: 10.1111/jen.12590

ORIGINAL CONTRIBUTION

WILEY JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY

Surveying native egg parasitoids and predators of the invasive _Halyomorpha halys_ in Northern Italy

Elena Costi[1] | Tim Haye[2] | Lara Maistrello[1]

[1]Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Reggio Emilia, Italy
[2]Centre For Agriculture And Biosciences International (CABI), Delémont, Switzerland

Correspondence
Elena Costi, Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Reggio Emilia, Italy.
Email: elena.costi@unimore.it

Funding Information
Fondazione Cassa di Risparmio di Modena, Grant/Award Number: 'Innovative tools and protocols for monitoring a

Abstract
The invasive *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) is a key pest of fruits in the Emilia-Romagna region of Italy. For the development of a sustainable management programme, knowledge of its native natural enemy community and its efficacy is essential. A three-year field survey was conducted exposing *H. halys* egg masses in different types of habitats to investigate the efficacy of native natural enemies in reducing the *H. halys* populations in the Emilia-Romagna region, where the stinkbug was first detected in 2012. Over the first year of the study, sentinel eggs from laboratory cultures were stapled to the underside of leaves in various host trees, whereas in following years *H. halys* adults were directly caged on branches in sleeve cages to allow natural oviposition. Over the examined years, low rates of parasitism (1%–3%) and predation (2%–5%) were observed. Parasitism was caused exclusively by the generalist parasitoid *Anastatus bifasciatus*.

KEYWORDS
Anastatus bifasciatus, Emilia-Romagna, invasive species, natural enemy community, parasitoids, predators

- 1er foyer en Suisse - 2007,
- France: Est (Alsace) en 2012 & Sud (PACA) en 2013.

➔ **Présence du parasitoïde oophage *Trissolcus japonicus* en France?**

_04
Travaux en cours

Thématique de travail INRA

Historique RDLB

- **Projet du département INRA Santé des Plantes et Environnement -2016**
  - EPOPPE « Inventaire des parasitoïdes oophages associés aux hétéroptères Pentatomidae ouest paléarctique ».

- **Projet CasDar / Ecophyto IMPULsE (porté par le CTIFL) – 2017-2020**
  - Fait suite à une première tentative de projet CasDar non soutenue.

- **2 projets Européens déposé ou en cours de dépôt – 2020 à … ???**
  - 1er accès sur la biologie et le contrôle de 2 ravageurs « auto-stoppeurs » dont *H. halys*,
  - Le 2nd accès sur des aspects de taxonomie et de biodiversité incluant les parasitoïdes oophages de Pentatomidae.

  RQ: participation à au moins 3 dépôts de projets européens sur ou incluant *H. halys* depuis 2017. Projets non soutenus par l'Europe ; tout comme les projets concurrents.

IMPULsE (2017-2020)

CasDar / Ecophyto

Nezara viridula

Halyomorpha halys

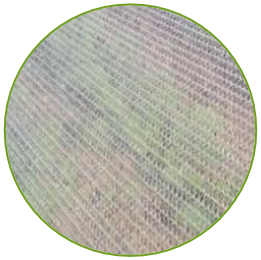
Eurydema spp.

Lygus spp.

Nesidiocoris tenuis

Parasitoïdes ou autres agents de biocontrôle

Plantes secondaires



Protection physique comme les filets anti-insectes

IMPULsE (2017-2020)

Caractérisation des Parasitoïdes

➔ **Lutte biologique par augmentation** : Un espoir de réguler Les Punaises phytophages Pentatomidae dans les zones cultivées *e.g.* Tomates, Aubergines, Fraises, etc.

Etat d'avancement :

Une collection de parasitoïdes issues du terrain ➔ Candidats comme agents de lutte Biologique *Trissolcus sp.*, *Telenomus sp.*, *Ooencyrtus sp.*, *Anastatus sp.*

➔ **Caractérisation et Phénotypage des Parasitoïdes oophages** :

- Identification des souches et ou espèces (couplage moléculaire et morphologie)
- Evaluation de l'impact du changement d'hôte sur différentes souches et/ou espèces
- Caractérisation de différents traits des meilleurs candidats : succès parasitaire, capacité de dispersion au laboratoire, etc.

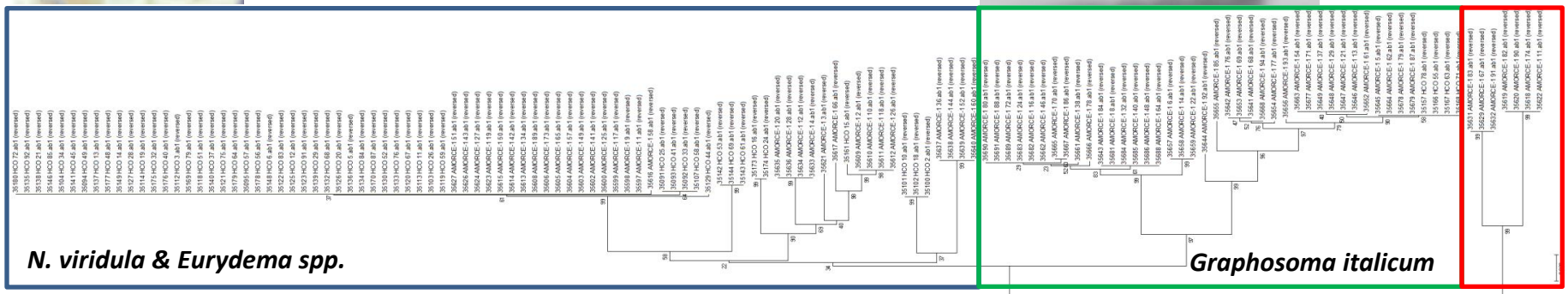
IMPULsE (2017-2020)

Biodiversité

Caractérisation moléculaire. Résultat en COI en cours

Trissolcus spp.

Telenomus spp.



N. viridula & Eurydema spp.

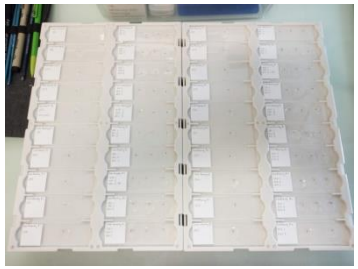
Graphosoma italicum

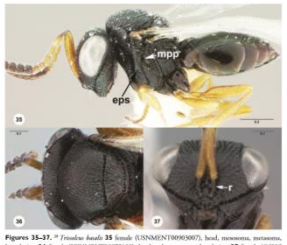
Potentiellement des espèces cryptiques et peu de correspondance dans les BDD internationales

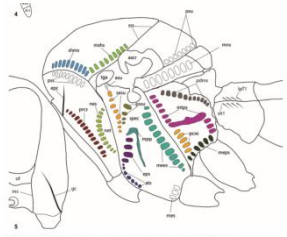
➔ **Travail en cours avec les taxonomistes (Morphologie)**

UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA“ din IAŞI

Roumanie



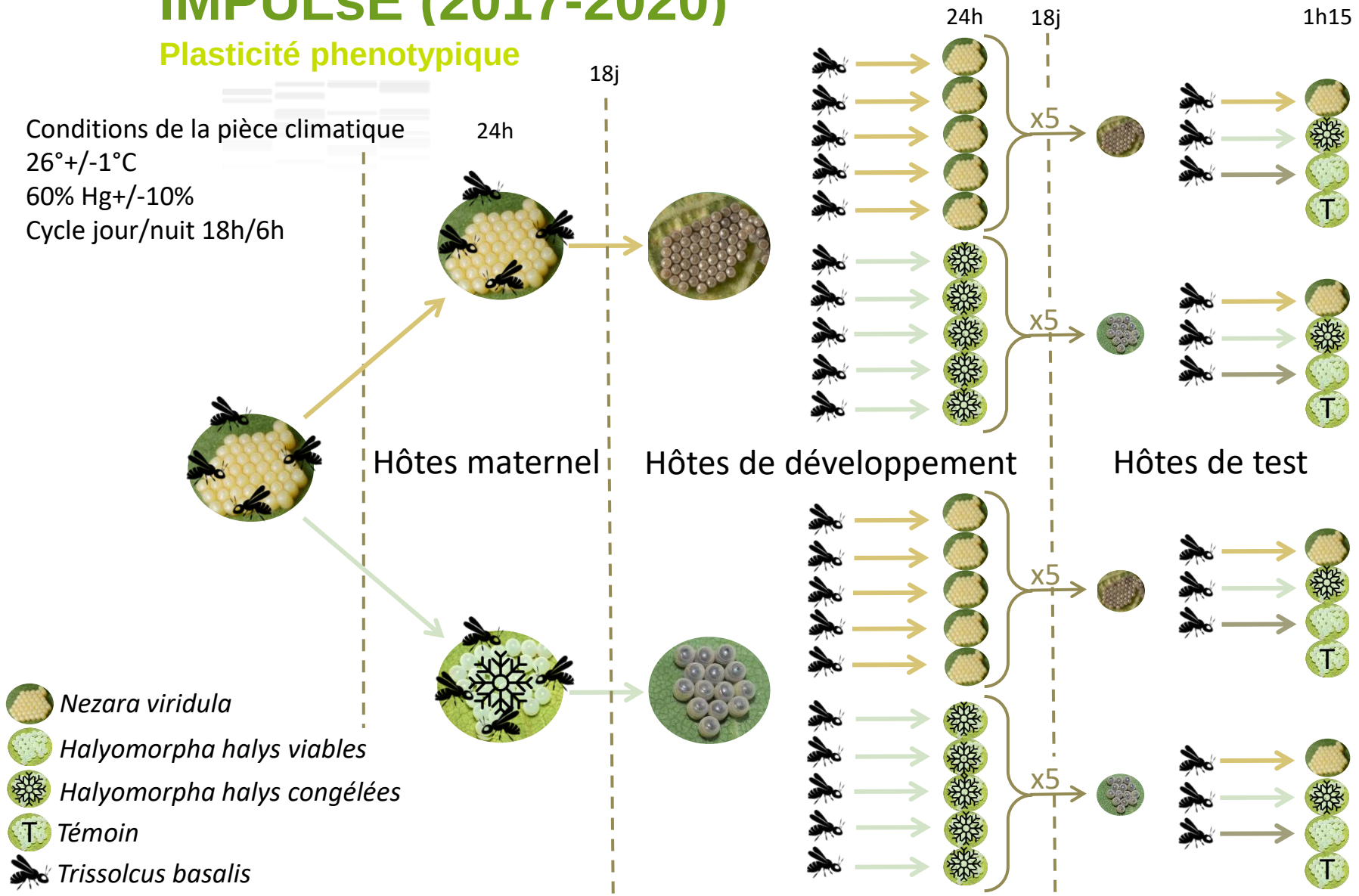




IMPULsE (2017-2020)

Plasticité phenotypique

Conditions de la pièce climatique
26°+/-1°C
60% Hg+/-10%
Cycle jour/nuit 18h/6h



IMPULsE (2017-2020)

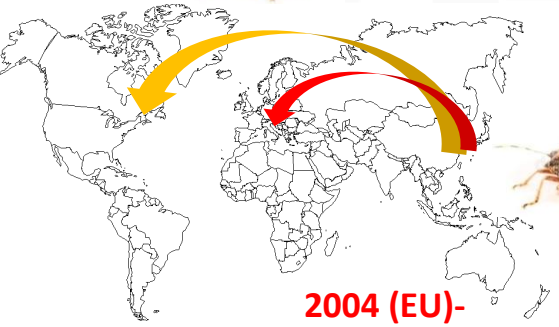
Le cas *H. halys*

+

1996

Plusieurs invasions

Trissolcus japonicus a-t-il suivi *H. halys* en France comme aux Etats-Unis, Suisse et Italie?

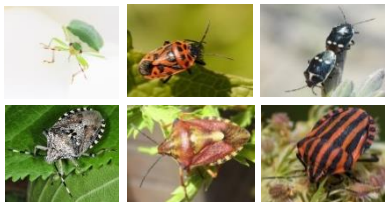


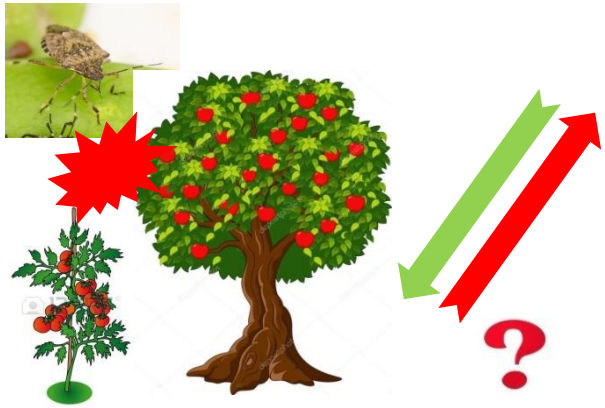
+

?

2004 (EU)-
2012 (Fr)

Des populations indigènes très diversifiées



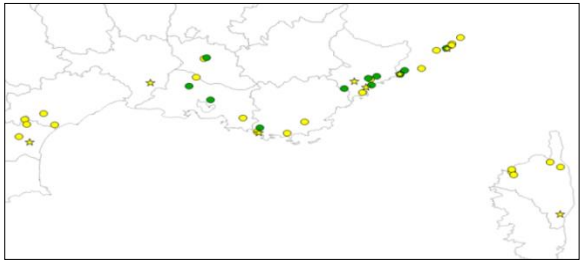

?

Impact de *H. halys* sur les populations locales :

- *Attraction (préférentielle?) des parasitoïdes indigènes ?*
- *Succès parasitaire ou non de ceux-ci ?*
- *interférence avec le contrôle naturel des Pentomidae locaux ?*

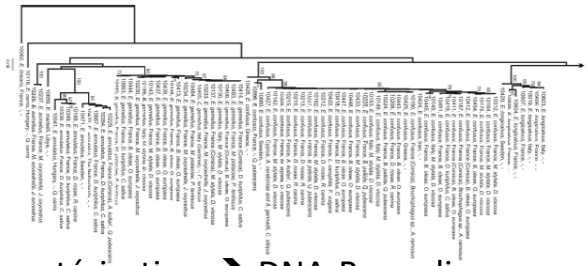
Activités

Zootechnie ➔ amélioration de la production



Echantillonnages terrain multi-sites

Expérimentations comportementales



Caractérisation ➔ DNA-Barcoding

MERCI!