



FREDON
AUVERGNE
RHÔNE ALPES

Bilan des suivis biologiques et de la modélisation Punaises diaboliques 2024

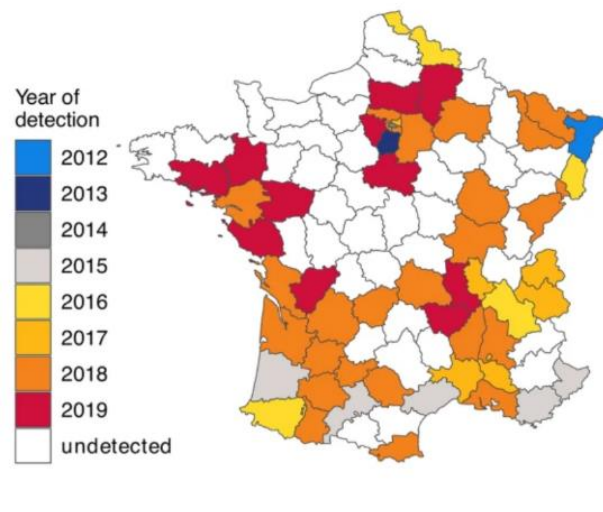


FREDON
AUVERGNE
RHÔNE ALPES

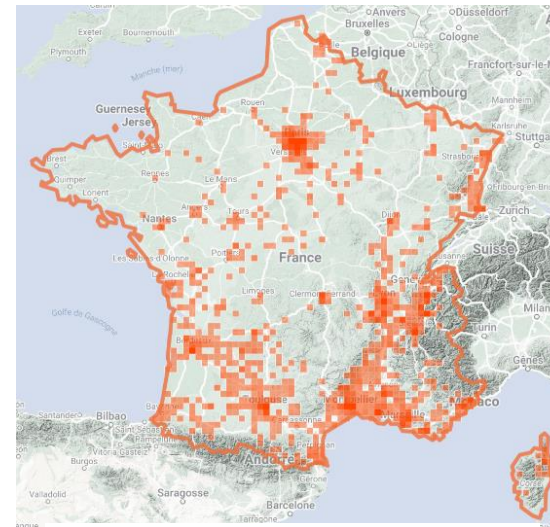
Contexte et biologie de la punaise diabolique

La punaise diabolique *Halyomorpha Halys*

- Hémiptère de la famille des *Pentatomidae*, originaire d'Asie du Sud Est
- Détecté en France pour la 1^{ère} fois en 2012, et dans la région AURA en 2016
- Très mobile et très polyphage avec plus de 120 plantes hôtes !
- Premiers dégâts en verger avérés en AURA en 2019 (jusqu'à 80 % de pertes en Savoie)
- Nuisances aux particuliers à l'automne dans les maisons : recherche d'abris d'hivernation (phénomène d'agrégation)



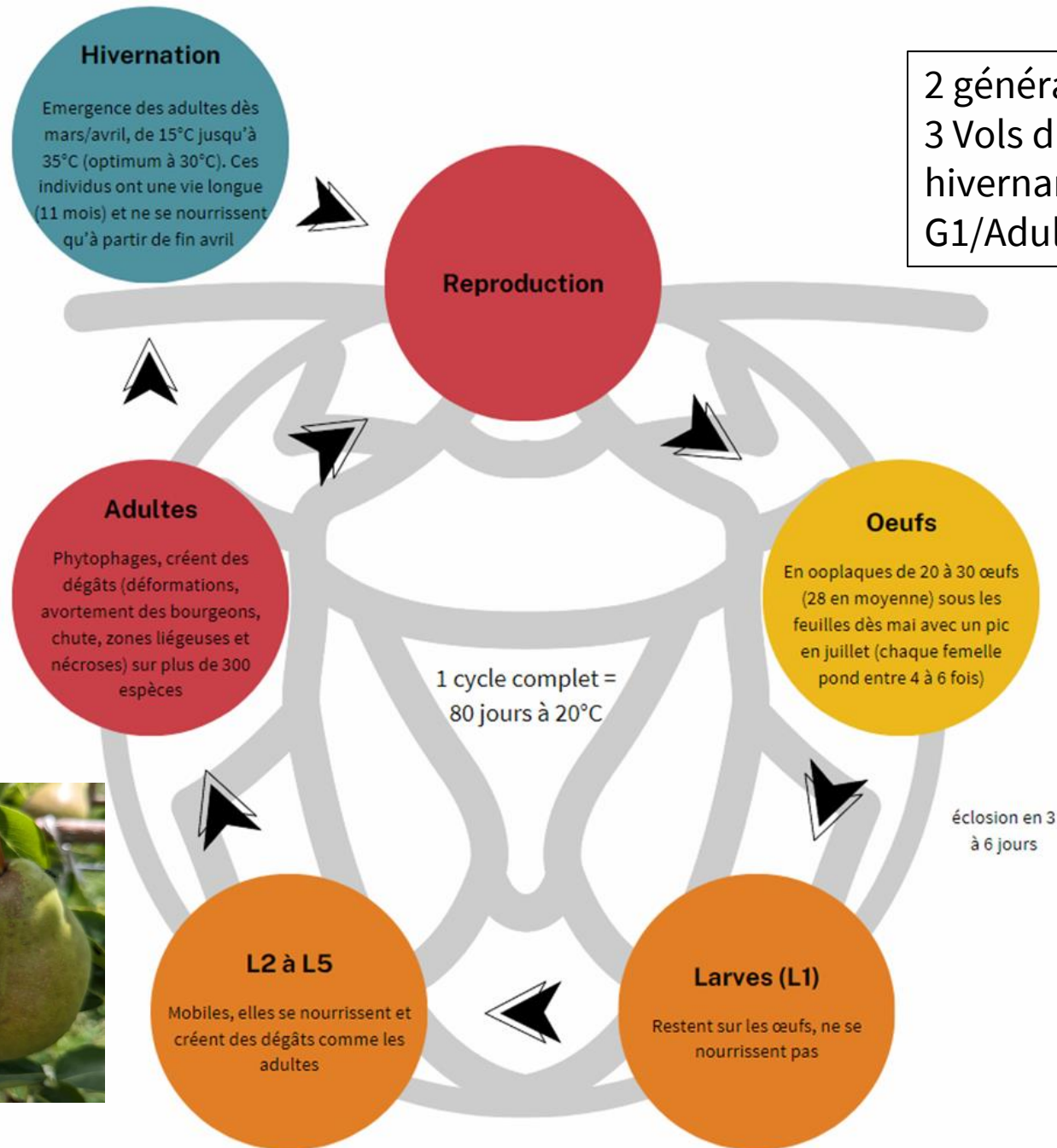
Présence d'*H. halys* en France. Source : schéma adapté de Streito et al., 2021.



Carte 4 : Présence d'*H. halys* grâce aux données iNaturalist en 2024. Source : iNaturalist.



Son cycle



2 générations
3 Vols d'adultes (Adultes hivernants/Adultes de G1/Adultes de G2)



éclosion en 3 à 6 jours

Dégâts de punaises diaboliques



Photos SICOLY : dégâts sur pêches au 06/06/23 puis évolution au 20/06/23

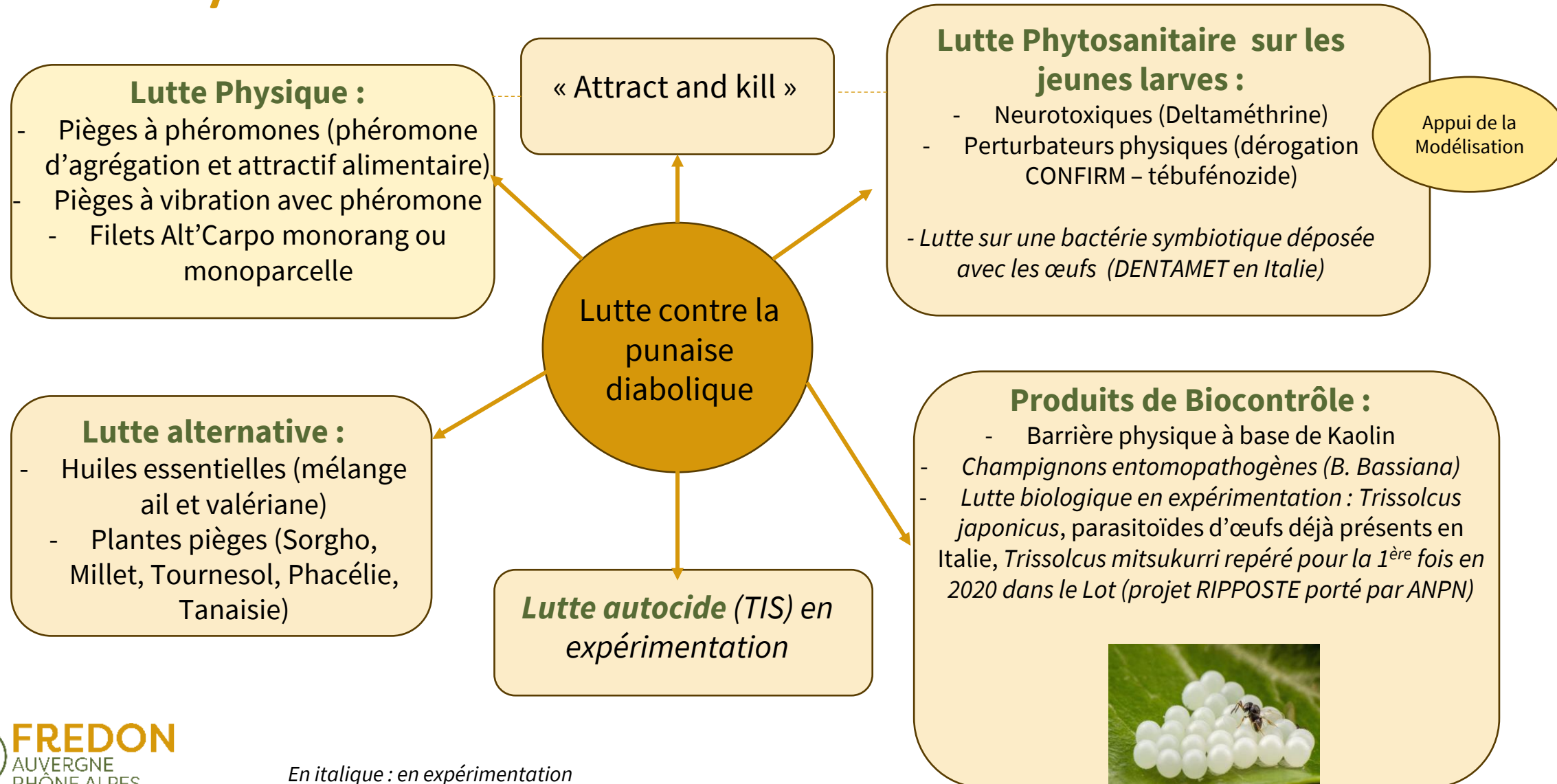


Jeunes dégâts sur poire (CA69)



Des dégâts non
spécifiques
Confusions possibles
(autres punaises,
rhynchites, et
symptômes de carence
en Calcium, Bitter pit)

Des moyens de lutte limités



Projet Punaise diabolique

- Stage de Clémence Gorez : Mise en place de suivis biologiques et utilisation de modèles pour mieux connaître la biologie de la Punaise diabolique *Halyomorpha Halys* et accompagner la lutte en verger de pommiers et poiriers
- Secteurs Nord Isère, Pilat et Nord Drôme d'avril à août 2024



Bibliographie

Synthèse des connaissances actuelles sur la biologie d'*Halyomorpha Halys*



Suivis biologiques

Suivis de populations, suivis de maturité ovarienne des femelles, observations de dégâts et d'auxiliaires



Modélisation

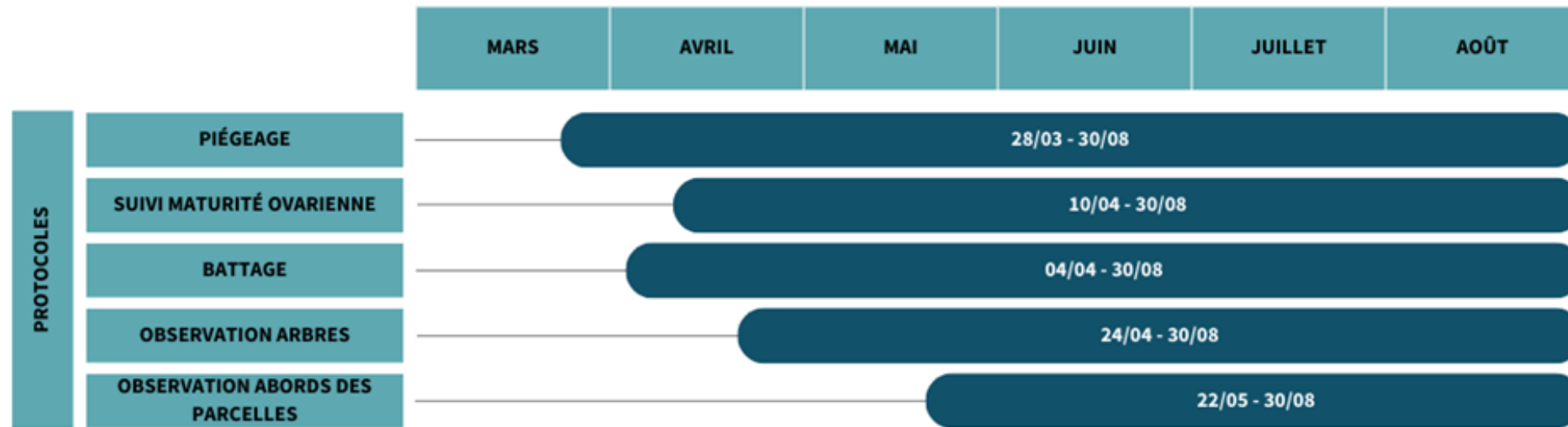
Utilisation des modèles CIPRA et BIK en G1 et confrontation des sorties aux données biologiques pour définir des seuils de référence



FREDON
AUVERGNE
RHÔNE ALPES

Protocoles

Protocole de suivi en verger et laboratoire



Relevés de pièges différents



Piège Diablex



Piège Shindo trap

Type de pièges :

- Diablex avec phéromone d'agrégation + attractif alimentaire
- Shindo trap avec phéromone d'agrégation (pièges des producteurs/trices)

8 parcelles suivies :

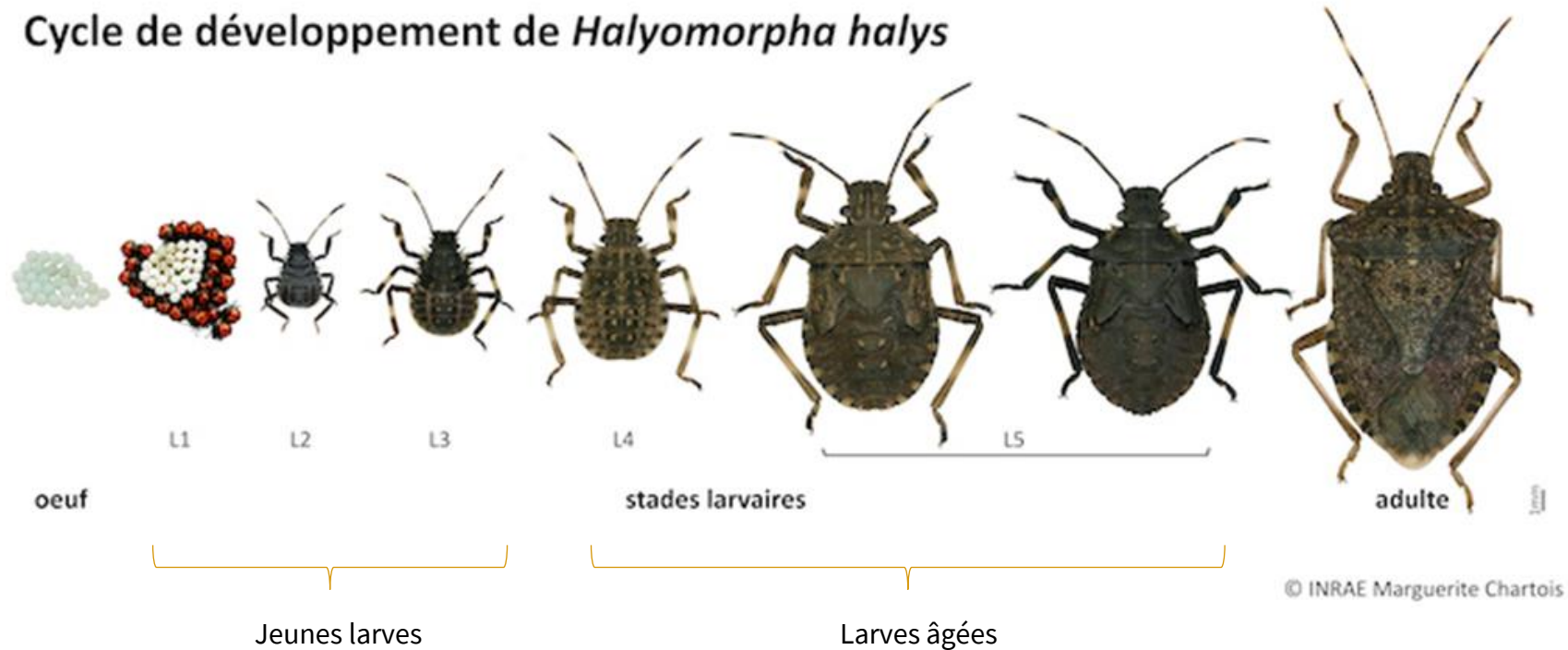
- Chavanay (poirier, Loire)*
- Pélussin (poirier, Loire) *jusqu'au 19/06*
- 2 à Chanas (pommier, Isère)
- Sablons (poirier, Isère)
- Sablons (pommier, Isère)
- Lens-Lestang ** (poirier, Drôme) *à partir du 14/06*
- Véranne (pommier, Loire) *à partir du 17/07*

+ 1 parcelle BSV à Gencenas sur pommier avec suivi maturité ovarienne

Positionnement dans les haies ou sur piquet +/- éloigné des arbres

Identification des stades

Cycle de développement de *Halyomorpha halys*



Suivi de maturation ovarienne

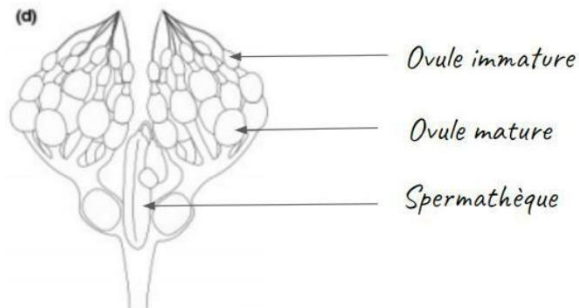
- Identification des femelles capturées



- Dissection des femelles en bon état
- Observation des 2 ovarioles :

Stade 4

Nielsen et al, 2017



Photos des stades

Stade 1 : avec
ovocytes immatures



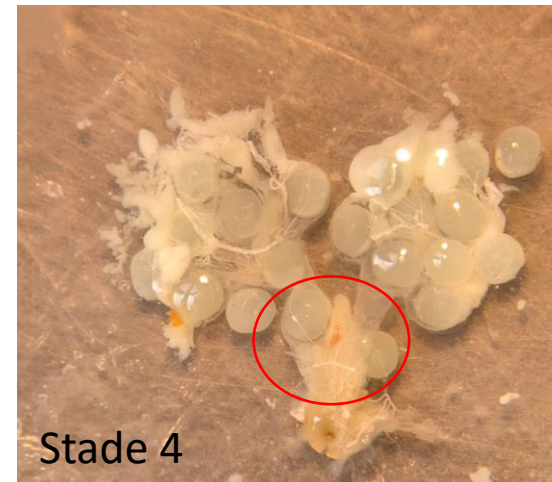
Stade 2 : avec
ovocytes en cours de
maturation



Stade 3 : avec
ovocytes matures
mais sans présence
dans l'oviducte



Stade 4 : avec ovocytes
matures et au moins un
ovocyte présent dans
l'oviducte
**= femelle prête à
pondre**



Modélisation

- Utilisation de 2 modèles : « BIK » et « CIPRA » à partir de 4 stations (Sablons, Salaise-sur-Sanne, Chavanay, et Moras-en-Valloire)
- Somme de températures (15°C-30°C, Biofix : date à 13,5 h de photopériode)
- Calcul sous Excel :
 - Méthode des moyennes (seuils BIK)
 - Méthode des sinus simples (fichier J. Vibert, Ctifl – seuils CIPRA)

Modélisation

Seuil de référence en G1 en degrés jour cumulés avec Biofix 13,5 h de photopériode (30/03/24)	modèle "BIK"	modèle CIPRA
1 % ponte	148	147
1 % nymphe 1-3	268 à 348	208
50 % ponte	-	222
99 % ponte	-	297
50 % nymphes 1-3	-	374
1 % nymphe 4-5	-	451
50 % nymphes 4-5	-	598
1 % adultes	-	655
50 % adultes	-	773
99 % adultes	-	891



FREDON
AUVERGNE
RHÔNE ALPES

Bilan météorologique

Bilan météo

- Un printemps frais et pluvieux :
 - T°C moy inférieures à 15°C entre le 15 avril et 5 mai (- de 10°C du 15 au 26 avril)
 - 20 j de pluie en mai, 14 j de pluie en juin
- Un été installé tardivement :
 - Des températures >20°C à partir du 17 juin (début des maximales >30°C)
- Périodes de fortes chaleurs :
 - 31 juillet
 - 11-13 août
 - 29 août ($\geq 35^{\circ}\text{C}$ en maximale)

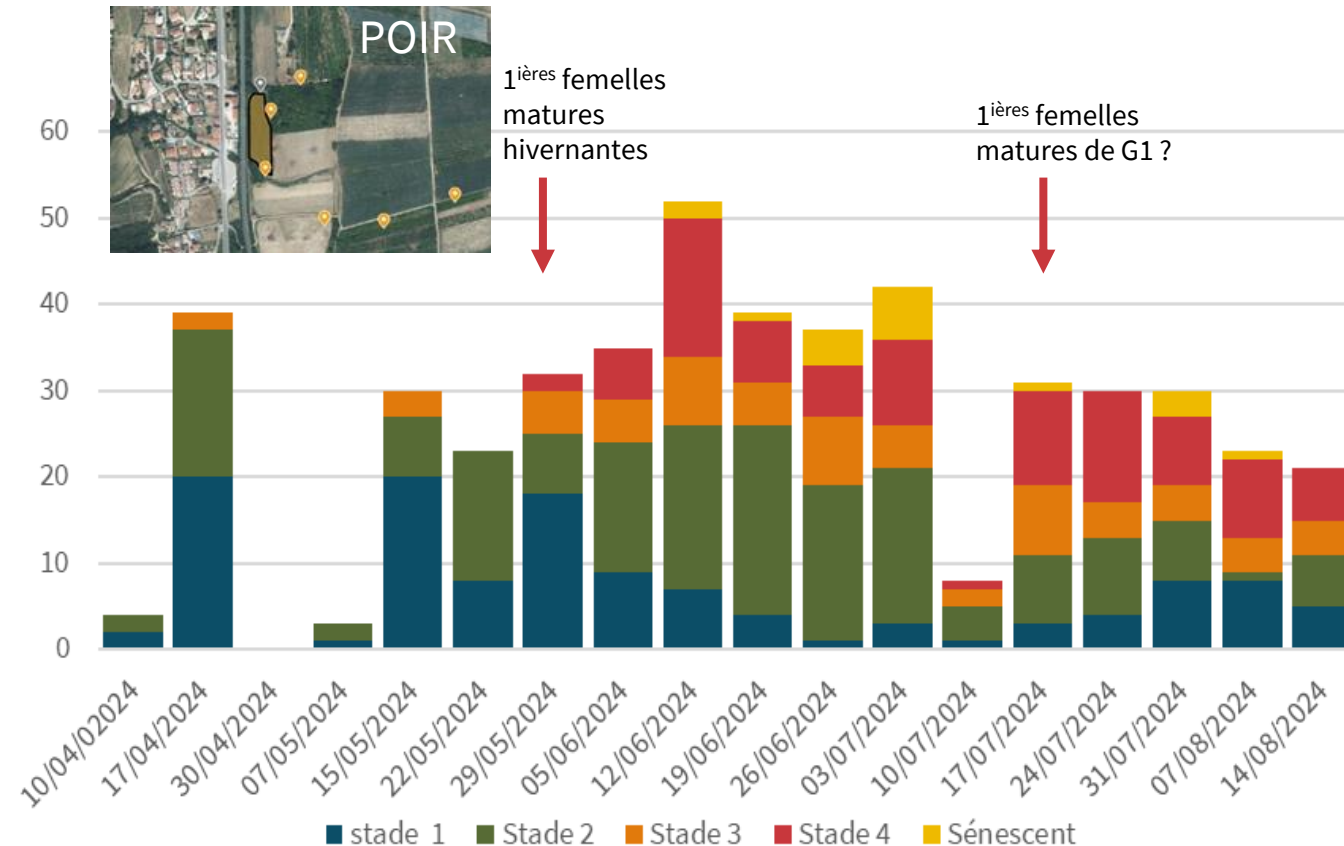


FREDON
AUVERGNE
RHÔNE ALPES

Résultats

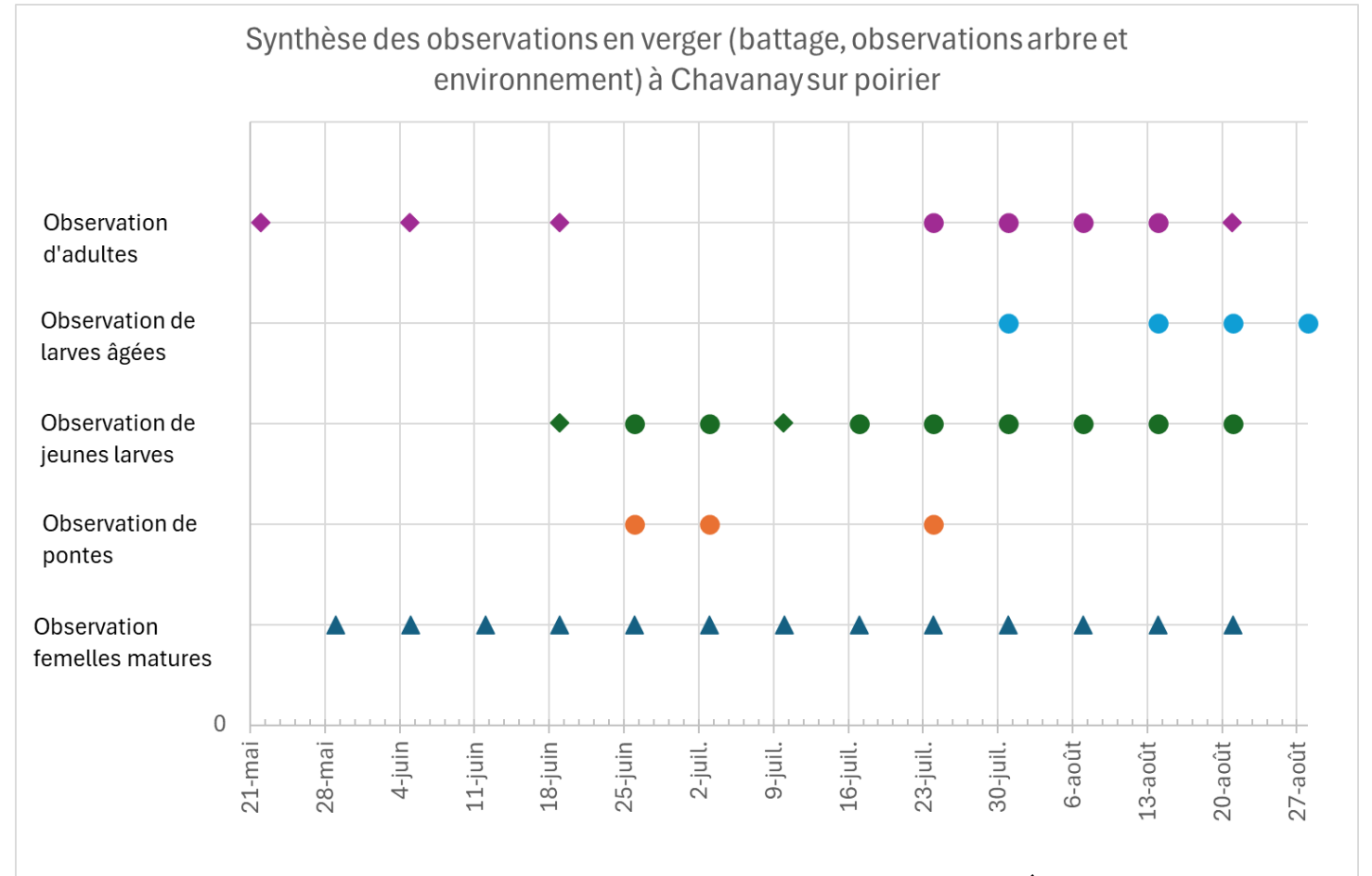
Suivi maturité ovarienne – Chavanay (42)

- Première capture d'adultes hivernants le 10 avril (Diablex + 6 shindo trap)
- Prises régulières
- Première femelle mature observée le 29 mai (50 j après reprise d'activité dans les pièges)
- Pontes continues des femelles hivernantes, mais « pic » de ponte au 12 juin, puis 3 juillet
- Premières femelles de G1 matures repérées à partir du 17 juillet



Observations en verger – Chavanay (38)

- Pontes à partir du 29 mai et éclosions en continu à partir du 19 juin (à +21 j)
- 3 ooplaques observées
- Présence plus visible durant le développement de G2



Légende :

Losange= par battage

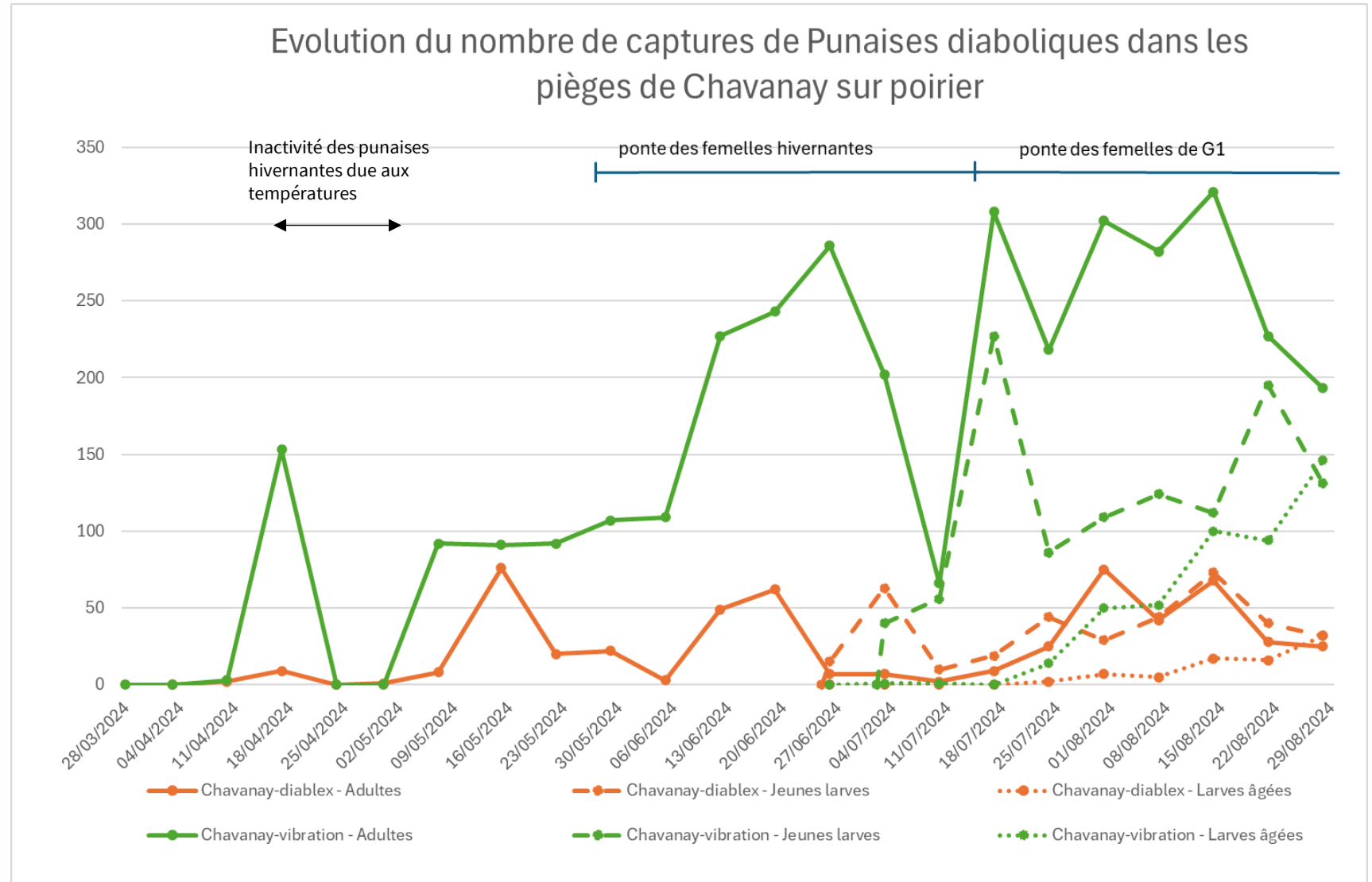
Rond : dans les arbres

Carré : aux abords de la parcelle

Triangle : sous loupe binoculaire

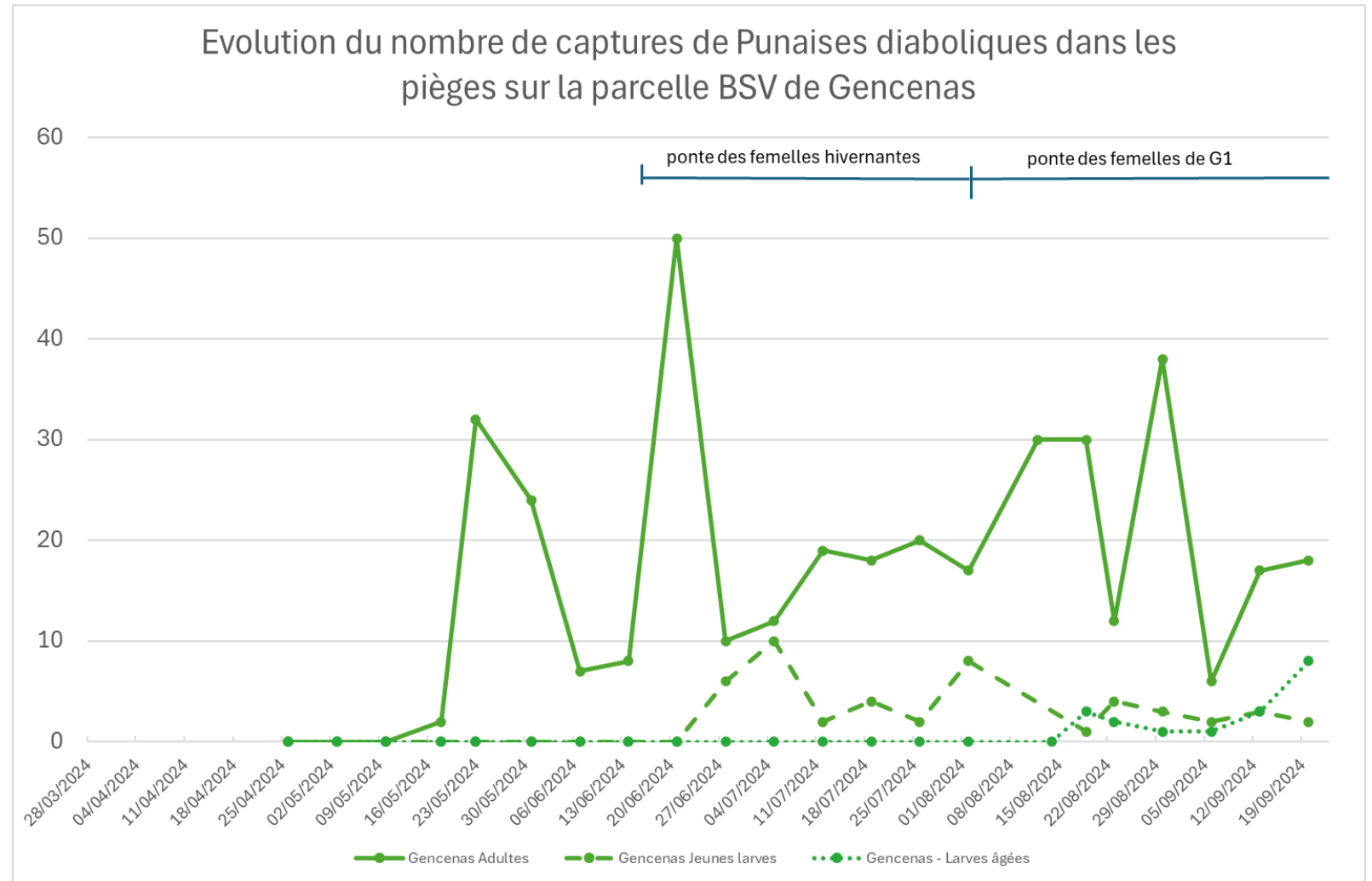
Piégeage poirier - Chavanay (42)

- Première capture des adultes hivernants le 10 avril
- Premières jeunes larves de G1 au 26 juin
- Premiers adultes de G1 à partir du 17 juillet
- Pic de jeunes larves de G1 au 18 juillet
- Premières jeunes larves de G2 à partir du 25 juillet
- Chevauchement de générations de jeunes larves fin juillet



Piégeage à Gencenas sur pommier (BSV)

- Premières captures d'adultes hivernants le 18/05 (début de suivi BSV le 26/04 durant la période de froid)
- Première femelle hivernante mature observée le 19 juin
- Émergence des adultes de G1 à partir du 2 août
- Très peu de larves capturées et présence de « carcasses » de punaises chaque semaine !



Fourmis *Crematogaster scutellaris*



A gauche : fourmi trouvée dans l'abdomen d'une punaise lors d'une dissection (après congélation). A droite : punaises dévorées par des fourmis.

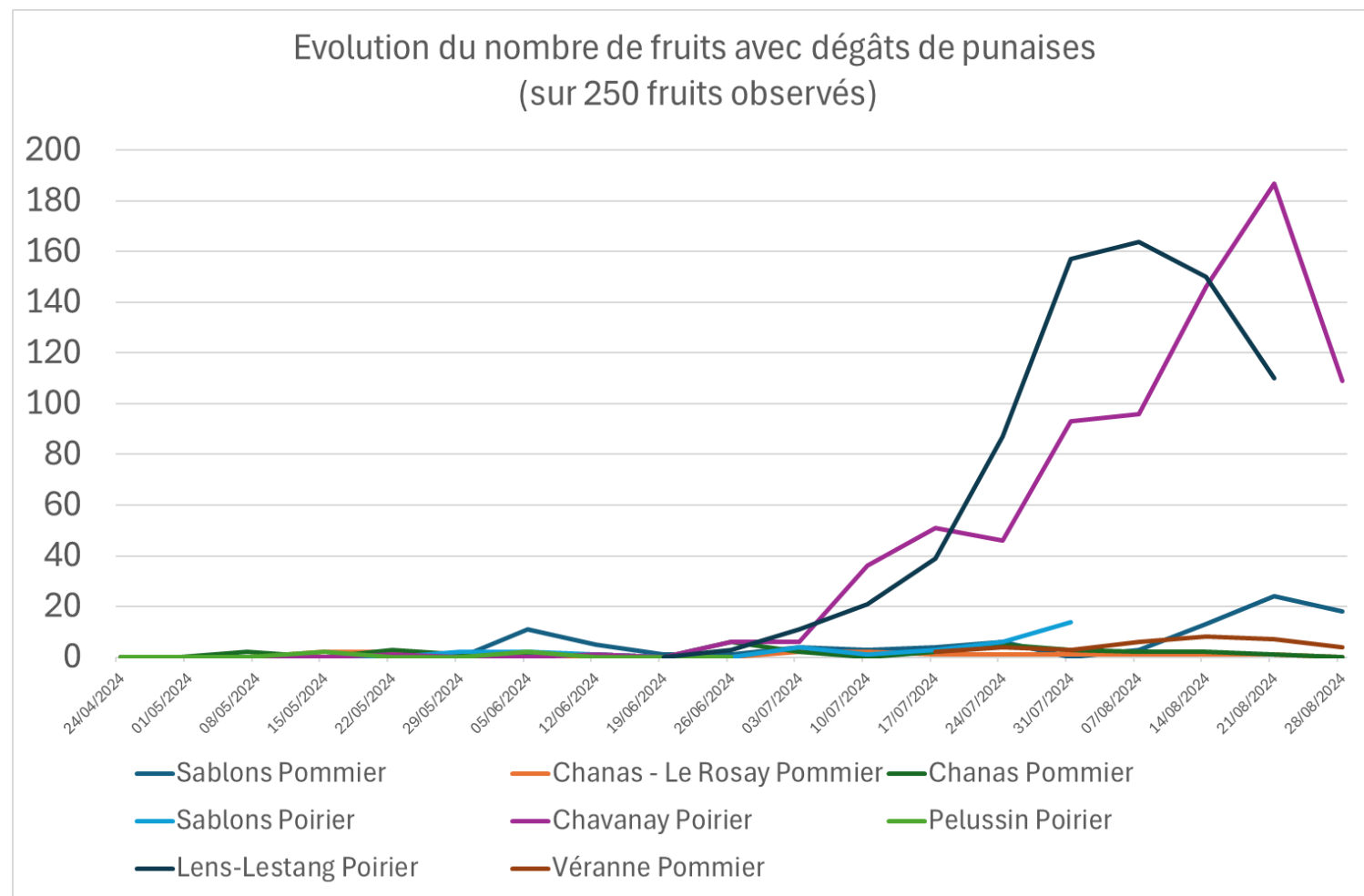


Fourmis *Crematogaster scutellaris* observés à proximité et dans des pièges à punaises diaboliques

- Identification FREDON AURA de *Crematogaster scutellaris*
- Milieux boisés, jusqu'à 1200 m d'altitude
- Fourmi charpentière : nid dans les cavités du bois, arbres morts, écorce d'arbres fruitiers
- Les ouvrières forment des longues pistes très visibles
- Comportement : lèvent le gastre lorsqu'elles sont dérangées
- Publication de *Castrani et al.* de 2017 : « réduction du taux de survie se situe entre 95 et 85 % pour les stades 1 et 2 et entre 38% et 52 % pour les stades 3, 4 et 5 »

→ **Impact supposé sur les captures de larves du piège de Gencenas et prédation sur les adultes observée**

Evolution des dégâts de punaises



En résumé :

- 50 jours de latence entre la reprise d'activité en verger et le démarrage de ponte des femelles hivernantes
- Ponte en continu et étalée
- Pas de ponte de G1 en verger de pommier et poirier avant mi juin (où pondent les femelles ?)
- Des dégâts qui augmentent à partir de l'arrivée des jeunes larves
- Chevauchement d'activité de générations de jeunes larves de G1 et de G2 à partir de fin juillet
- Le piégeage n'a pas permis de suivre les larves âgées (peu de captures)
- Les femelles de G1 arrivent rapidement à maturité après leur émergence

Observations 2024	1ers adultes hivernants	1 ^{ère} femelle mature	1 ^{ère} jeunes larves de G1	1 ^{er} adulte de G1 et 1 ^{ères} pontes	Premières jeunes larves de G2	Pic de jeunes larves de G2
Chanas (38)	17 avril	29 mai	26 juin	Autour du 24 juillet	31 juillet	14 août ?
Sablons (38)	10 avril	12 juin	26 juin	Autour du 24 juillet	31 juillet	28 août ?
Chavanay (42)	10 avril	29 mai	19 juin	Autour du 17 juillet	24 juillet	21 août ?
Lens-Lestang (26)	-	?	26 juin	Autour du 24 juillet	31 juillet	>29 août
Gencenas BSV (42)	16 mai*	14 juin	28 juin	Autour du 2 août	7 août	? (fourmis prédatrices)



FREDON
AUVERGNE
RHÔNE ALPES

Résultats de
modélisation et seuils
de risque

Modélisation du BIK

Seuils en degrés jours « BIK »	148°Cj	268 à 348 °Cj
Stations météo	Date 1% pontes	Date 1% nymphe 1-3
Chanas (38)	14 juin	30 juin-12 juillet
Sablons (38)	17 juin	4 juillet - 15 juillet
Chavanay (42)	14 juin	30 juin - 11 juillet
Moras –en-Valloire (26)	20 juin	9 juillet - 20 juillet
Bessey (42)	14 juin	26 juin - 12 juillet

Seuils modèle BIK (méthode des moyennes) :

→ 1^{ères} pontes et 1^{ères} jeunes larves repérées par le modèle trop tardivement sur 5 parcelles

Observations 2024	1ers adultes hivernants	1 ^{ère} femelle mature	1 ^{ère} jeunes larves de G1	1 ^{er} adulte de G1 et 1 ^{ères} pontes	Premières jeunes larves de G2
Chanas (38)	17 avril	29 mai	26 juin	Autour du 24 juillet	31 juillet
Sablons (38)	10 avril	12 juin	26 juin	Autour du 24 juillet	31 juillet
Chavanay (42)	10 avril	29 mai	19 juin	Autour du 17 juillet	24 juillet
Lens-Lestang (26)	-	?	26 juin	Autour du 24 juillet	31 juillet
Gencenas (42)	16 mai	14 juin	28 juin	Autour du 2 août	7 août

Modélisation CIPRA (Biofix 30/03, 14°-30°C)

Seuils en degrés jours CIPRA	147°Cj	208°Cj	222°Cj	297°Cj	374°Cj	451°Cj	598°Cj	655°Cj	773°Cj
Stations météo	Date 1% pontes	Date 1% nymphe 1-3	50% pontes	99 % pontes	50 % nymphe 1-3	1 % nymphe 4-5	50 % nymphes 4-5	1 % d'adultes	50 % adultes
Chanas (38)	03/06	15/06	17/06	27/06	08/07	18/07	02/08	07/08	20/08
Sablons (38)	09/06	20/06	20/06	04/07	15/07	24/07	06/08	11/08	25/08
Chavanay (42)	06/06	18/06	18/06	28/06	09/07	18/07	01/08	06/08	17/08
Moras –en-Valloire (26)	29/05	11/06	15/06	30/06	06/07	16/07	01/08	07/08	20/08
Bessey (42)	13/06	24/06	25/06	07/07	18/07	27/07	09/08	14/08	29/08

Observations 2024	1 ^{ers} adultes hivernants	1 ^{ère} femelle mature	1 ^{ère} jeunes larves de G1	1 ^{er} adulte de G1 et 1 ^{ères} pontes	Premières jeunes larves de G2
Chanas (38)	17 avril	29 mai	26 juin	Autour du 24 juillet	31 juillet
Sablons (38)	10 avril	12 juin	26 juin	Autour du 24 juillet	31 juillet
Chavanay (42)	10 avril	29 mai	19 juin	Autour du 17 juillet	24 juillet
Lens-Lestang (26)	-	?	26 juin	Autour du 24 juillet	31 juillet
Gencenas (42)	16 mai	14 juin	28 juin	Autour du 2 août	7 août

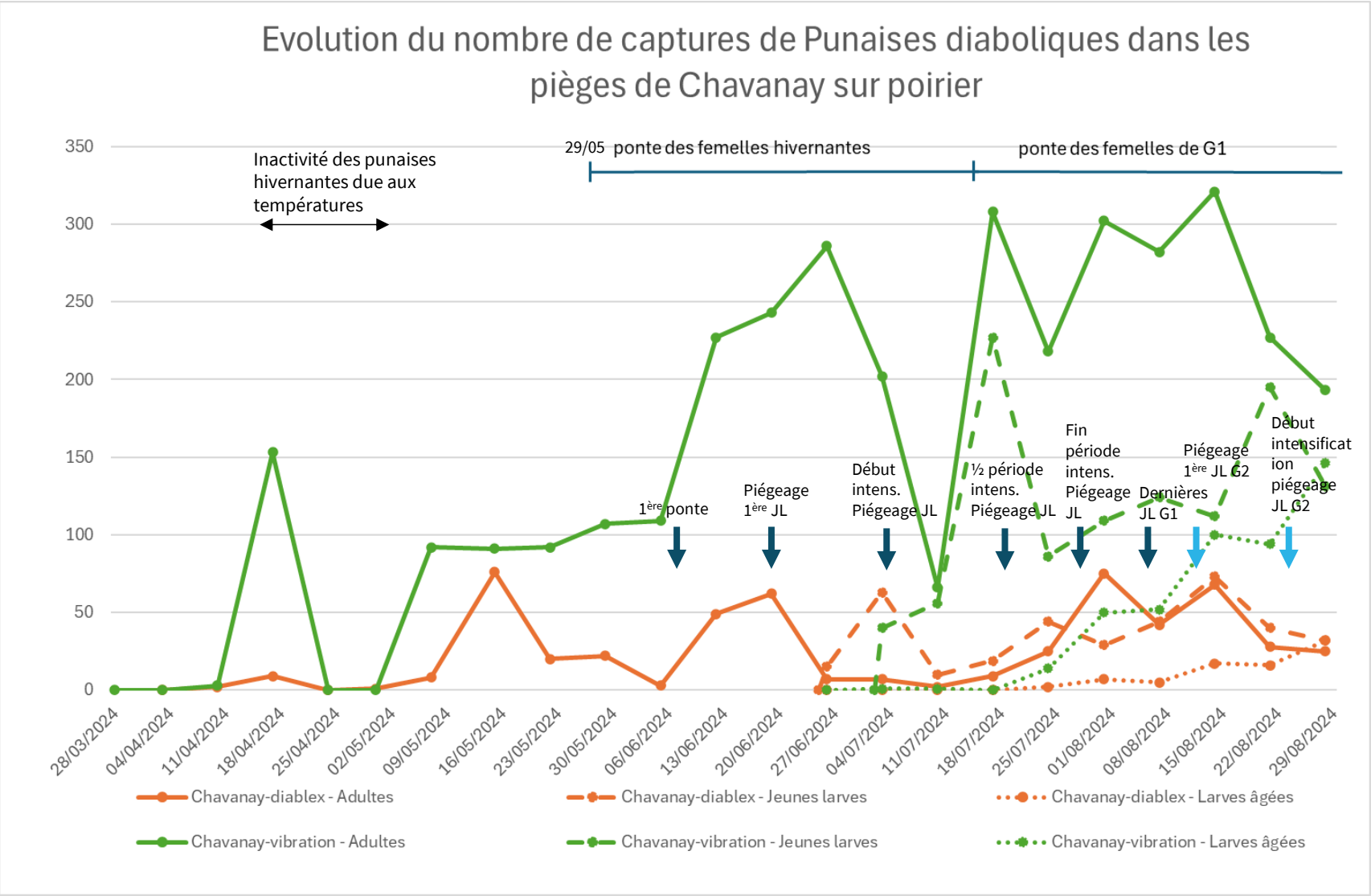
Seuils modèle CIPRA (sinus simple) :

- Repérage trop tardif du début de ponte ?
- Repérage trop précoce du début d'éclosions (-11 à - 1 j)
- Fin des pontes des hivernantes beaucoup trop précoce
- Emergence des adultes de G1 trop tardive avec le modèle (+12 j à + 20 j)

Modélisation - seuils N. Drouzy

Exemple de Chavanay →

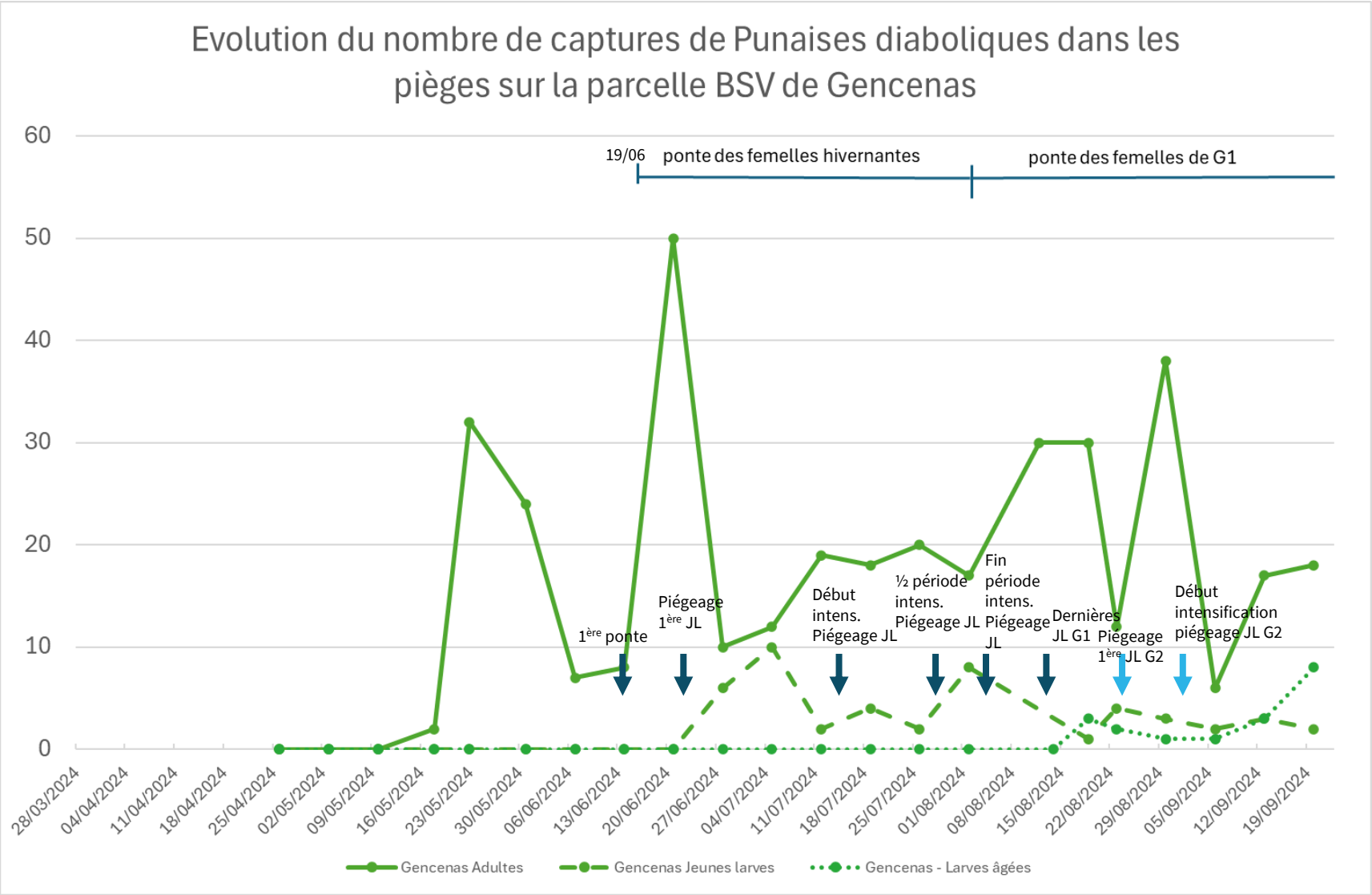
Stade repère	Seuils N. Drouzy de Cumul DJ base 14°C
1 ^{ère} ponte	150
Piégeage 1 ^{ère} JL G1	240
Début intensification piégeage JL G1	340
½ période intensification piégeage JL G1	450
Fin période intensification piégeage JL G1	530
Dernières captures de JL G1	650
Piégeage 1 ^{ères} JL G2	720
Début intensification piégeage JL G2	840



Modélisation - seuils N. Drouzy

Exemple de Gencenas →

Stade repère	Seuils N. Drouzy de Cumul DJ base 14°C
1 ^{ère} ponte	150
Piégeage 1 ^{ère} JL G1	240
Début intensification piégeage JL G1	340
½ période intensification piégeage JL G1	450
Fin période intensification piégeage JL G1	530
Dernières captures de JL G1	650
Piégeage 1 ^{ères} JL G2	720
Début intensification piégeage JL G2	840



Seuils 2024 à partir des observations

	Seuils à partir des données météo des stations les plus proches et de la méthode des sinus simple				
Observations 2024	1 ^{ère} femelle mature	1 ^{ère} jeunes larves de G1 dans le verger	1 ^{ers} adultes de G1 et début de pontes	Premières jeunes larves de G2	Pic de jeunes larves de G2 ?
Chanas (38)	134	284	504	579	727
Sablons (38)	156	242	455	532	798
Chavanay (42)	118	223	437	503	807
Lens-Lestang (26)	?	297	516	586	>830
Gencenas (42)	152	246	526	577	-
Valeurs moyennes	140	258	488	555	790

→ Seuils à partir du modèle Cipra (Biofix : 30/03, Tmin-Tmax : 15-30°C)



FREDON
AUVERGNE
RHÔNE ALPES

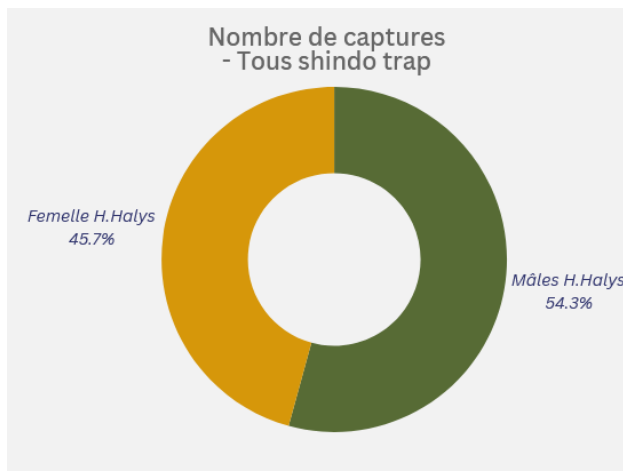
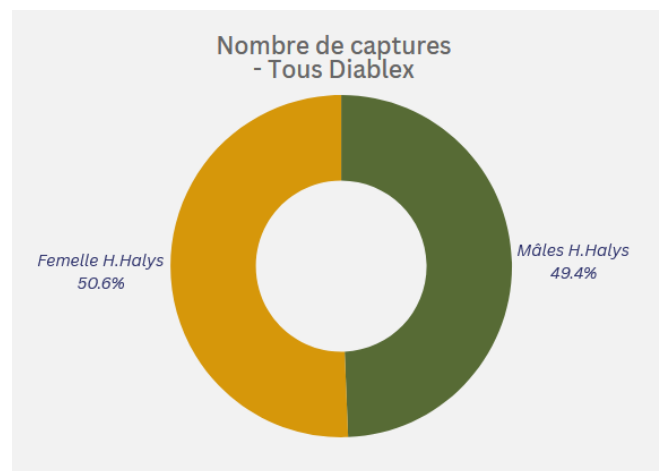
Autres enseignements

Différence morphologique mâle/femelle

Observation hebdomadaire de mâles hivernants plus petits et de couleur rouge-orangé

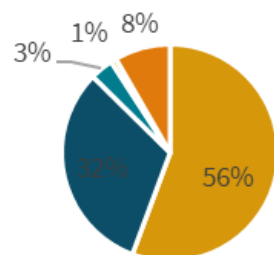


Comparaison Diablex/Shindo trap



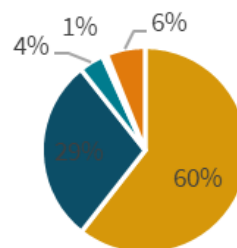
- Globalement, autant de mâles que de femelles capturés dans chaque type de pièges
- Même proportion de captures des différents stades de punaises diaboliques entre Diablex et Shindo trap
- Très peu de larves âgées capturées

Proportion des individus piégés dans les pièges Diablex



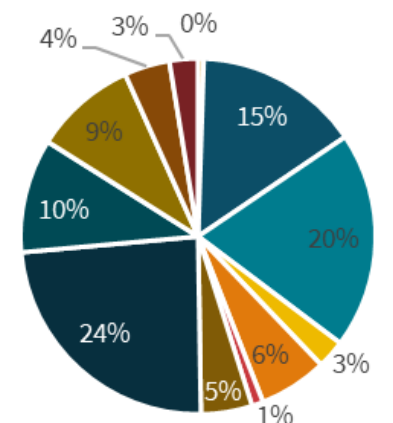
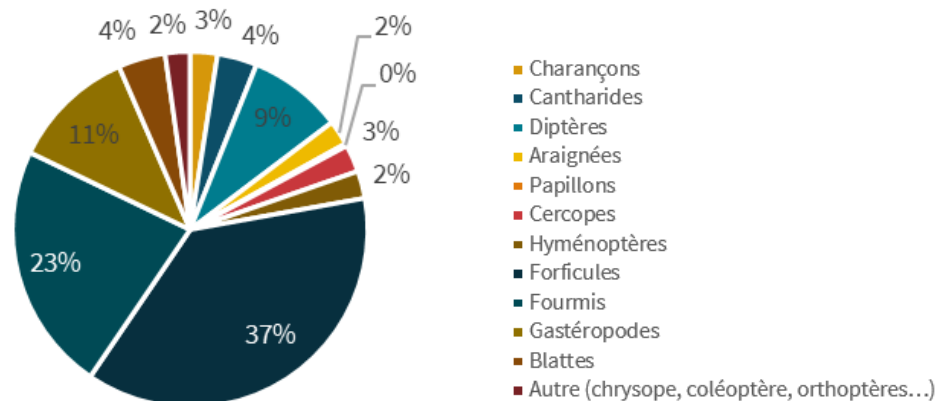
- H. halys : adultes
- H. halys : jeunes larves
- H. halys : larves âgées
- Autres punaises
- Autres insectes

Proportion des individus piégés dans les pièges Shindo trap



- H. halys : adultes
- H. halys : jeunes larves
- H. halys : larves âgées
- Autres punaises
- Autres insectes

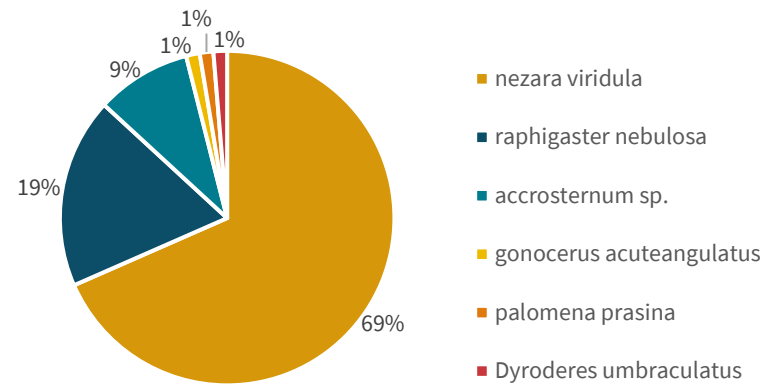
Comparaison Diablex/Shindo trap



- Forficules et fourmis sont les plus capturés, en particulier dans les Shindo trap
- Les Diablex capturent plus de mouches et cantharides

Autres punaises phytophages

Une diversité de punaises phytophages capturée...



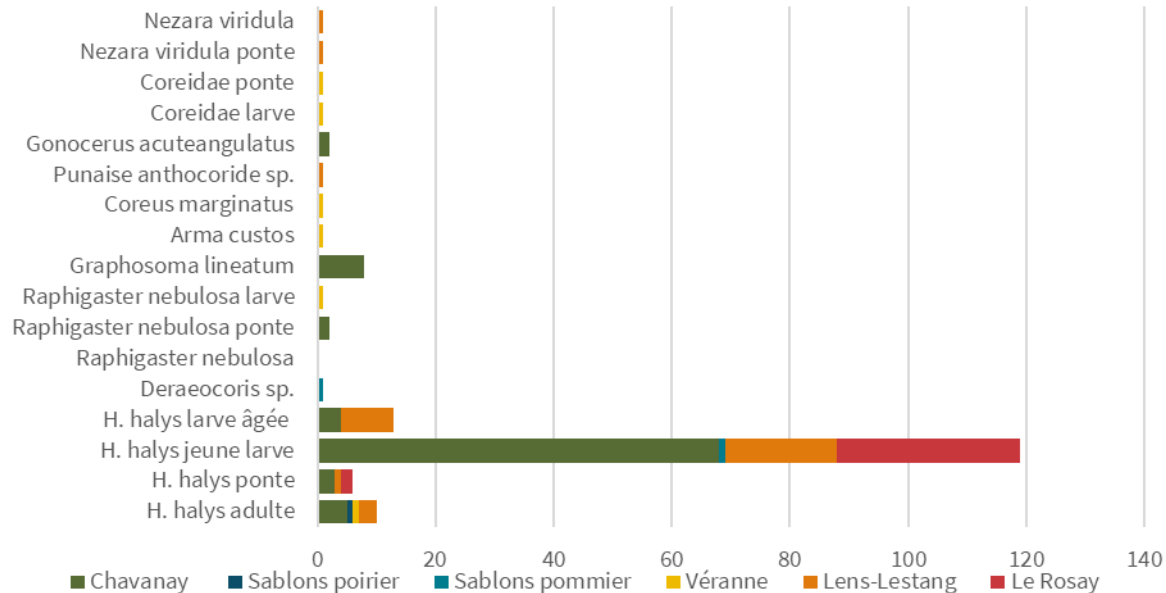
Autres espèces de punaises capturées (tous pièges)



Photos : De gauche à droite : *Gonocerus acuteangulatus*, *Raphigaster nebulosa*, *Accrosternum sp.*, *Nezara viridula*, *Palomena prasina* et *Dyroderes umbaculatus*. Source : Canva et C.Gorez (3ème photo).

Autres punaises phytophages

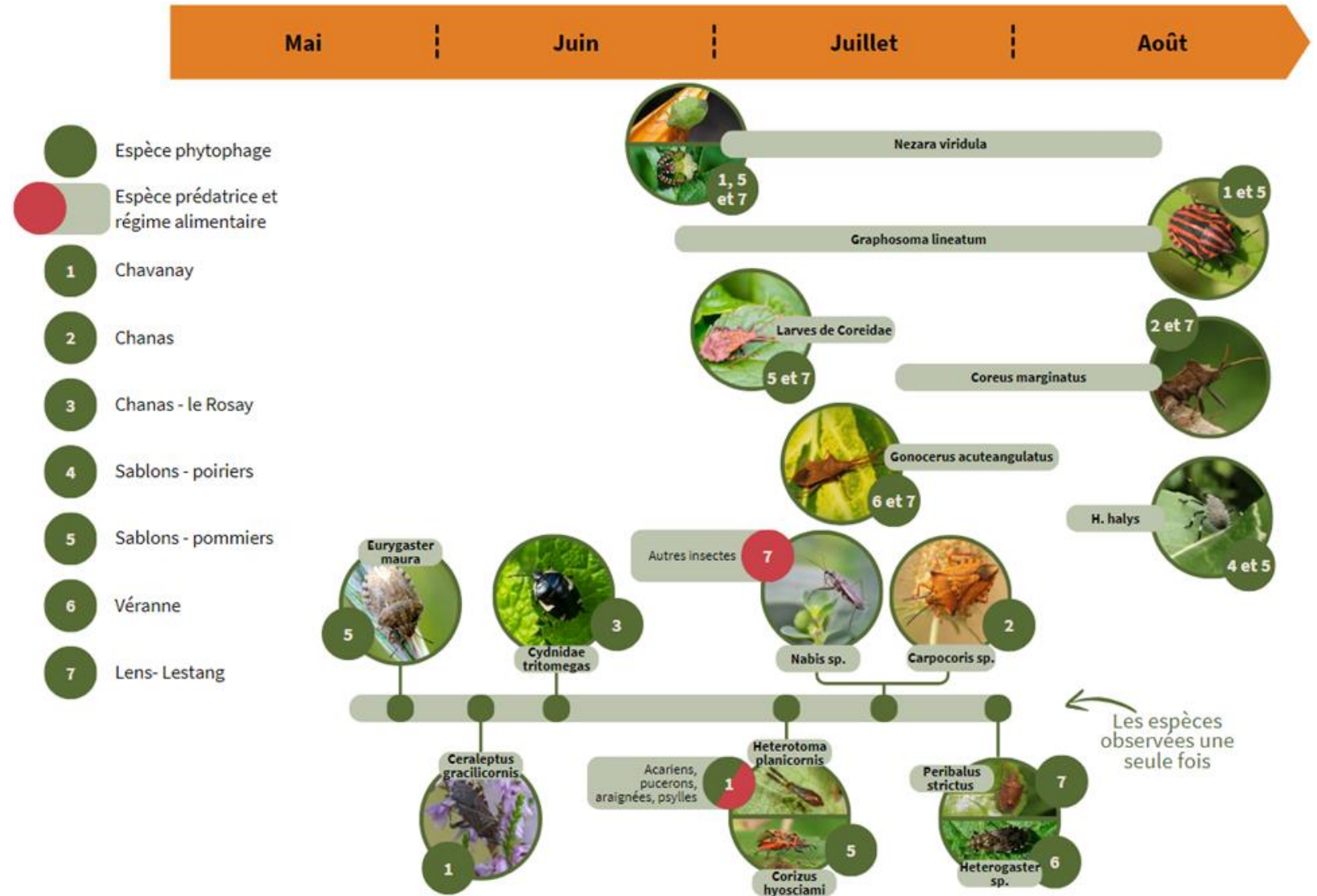
Prédominance des punaises diaboliques au sein des vergers...



Espèces de punaises rencontrées lors des observations sur arbres dans les différentes parcelles de suivi sur la période du 24 avril au 14 août 2024

Autres punaises phytophages

Une diversité de punaises présentes aux abords des parcelles (phytophages, et prédatrices)...



Autres plantes hôtes

Des plantes particulièrement attractives à considérer ...



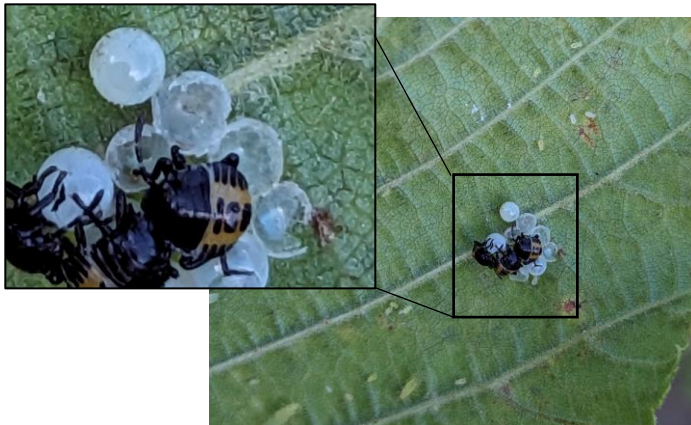
- Le lierre grimpant
- Le frêne*
- Le noyer
- La saponaire (en particulier lorsqu'elle est en fleur)

Auxiliaires

Des auxiliaires prédateurs
de punaises diaboliques
observés....

En haut à gauche : prédation d'un adulte d'*H. halys* par une
épeire fasciée (28/08/2024). À droite : *Crematogaster scutellaris*

En bas à gauche : ooplaque grignotée sur noisetier, prédation
d'une larve d'*H. halys* par une araignée (24/07/24). À droite :
Mante religieuse sur le haut d'un piège Shindo trap



Recherche de parasitisme



4 Ooplaques d'*Halyomorpha Halys* collectées en juin et juillet envoyées à Alexandre Bout (INRAE Sofia Antipolis) pour recherche de parasitoïdes

Pas d'auxiliaires parasitoïdes d'œufs détecté....

Phénomène de résorption d'œufs



- Observations d'œufs « momifiés » dans les oviductes :
 - 7 femelles concernées le 17/04, dans 4 parcelles distinctes
 - 2 femelles concernées le 15/05 dans 2 parcelles distinctes
 - 1 femelle le 24 juillet dans une parcelle
- Origine du phénomène ?
- Phénomène de résorption d'œufs déjà observée chez *N. viridula* pour des femelles âgées de 17 jours du fait d'un manque d'accouplement (P. Fortes et al., 2010)



FREDON
AUVERGNE
RHÔNE ALPES

Conclusion/Perspectives

Conclusions

- Une meilleure connaissance sur la biologie de la punaise
 - Pontes à partir du 29 mai 2024, soit 50 jours après la sortie d'hivernation pour les hivernantes
 - Les premières pontes sont déposées hors du verger de pommier/poirier (pas de jeunes larves avant le 19 juin)
 - Une ponte en continu, avec chevauchement de génération d'adultes et de jeunes larves
 - Des femelles de G1 qui pondent dès leur émergence

- Un suivi biologique complémentaire au piégeage et observations en verger :
 - Très peu de larves âgées dans les pièges (repérage de l'arrivée des premiers adultes de G1 difficile)
 - Des Ooplaques difficiles à trouver dans le verger !
 - Un protocole décrit par C. Gorez, illustré de photos qui peut servir de référence

Conclusions

- Des limites pour la surveillance et la lutte :
 - Un suivi maturité qui nécessite la capture d'un nombre conséquent de femelles pour le suivi de pontes
 - Choix d'emplacement du piège qui joue dans la dynamique de captures
 - Pas de réels pics de pontes et d'éclosions identifiés (Températures printanières « en dents de scie »)
 - Colonisation possible par des adultes de G1 « extérieur au verger »
- Des auxiliaires prédateurs en action, mais pas de parasitisme détecté
- Test de modélisation : obtention de nouveaux seuils à vérifier
- Un suivi arrêté au 29/08 : pas de suivi de la totalité de la G2 sur toutes les parcelles

Projet MODHALYS 2025-2027

- Réponse de FREDON AURA à un appel à projet du Ministère de l'Agriculture, visant à améliorer la modélisation dans les BSV :
- MODHALYS : suivis en verger de pommier et poirier et laboratoire et développement d'un modèle utilisable en 2027 pour les BSV
- Partenariat FREDON AURA, FREDON Nouvelle Aquitaine et CTIFL
- Recrutement d'un.e étudiant.e en stage envisagée pour 2025, puis 2026
- Réponse attendue courant octobre 2024

Remerciements à :

- Co-Financeurs : Fruitiers Dauphinois, Rhodacoop, Cooptain, Valsoleil, Oxyane, Coop. Des Balcons du Mont Pilat
- Producteurs/trices des parcelles suivies
- Clémence Gorez qui poursuit ses études en Master à Tours en parcours « Insectes et Environnement durable »

Et aussi : Alexandre Bout (INRAE Sofia Antipolis), Rachid Hamidi (ANPN), Jérôme Vibert (CTIFL), Robin Jail et Adeline Gachein (BIK)



FREDON
AUVERGNE
RHÔNE ALPES

Des questions ?

manuela.crepet@fredon-aura.fr – 06 33 77 47 01