Compte-rendu d'essai

Cerise de bouche 2019 - Essai CE.0248
Lâchers de *Trichopria drosophilae* sur les sites d'hivernage de *Drosohila suzukii* : suivi de l'installation du parasitoïde, évaluation du parasitisme dans les bordures de parcelles

Date : août 2019
Rédacteur(s) : Pascal Rousse
Essai rattaché à l'action n° : programme régional expérimentation cerise et raisin de table

1. Thème de l'essai

Trichopria drosophilae (figure 1) est un parasitoïde considéré comme cosmopolite, donc naturellement présent en Europe. Il fait partie du cortège des parasitoïdes indigènes de *D. suzukii* en France, c'est-à-dire qu'il n'a pas été introduit par l'Homme. Mais ses populations naturelles sont trop faibles pour réguler les pullulations de la drosophile invasive. Le principe de l'expérimentation envisagée est donc d'augmenter artificiellement ces populations de *T. drosophilae* par des lâchers massifs : c'est de la lutte biologique augmentative (ou inondative)

Figure 1 : Trichopria drosophilae *(Hymenoptera : Diapriidae). Femelle parasitant une pupe de* Drosophila suzukii *(photo Bioplanet®)*

2. But de l'essai

Pour renforcer encore l'effet de contrôle du parasitoïde, nous envisageons de cibler dans le temps et dans l'espace des populations encore faibles de *D. suzukii*. Nous savons que la drosophile passe l'hiver dans des haies, sur des hôtes sauvages (sureau, cornouiller…). Ces haies n'abritent qu'un faible inoculum de drosophiles qui permet la ré-infestation exponentielle des cultures au printemps. Il faut donc lâcher les parasitoïdes avant cette pullulation incontrôlable. Pour cela, il faut disposer de quantités suffisantes de parasitoïdes à la sortie de l'hiver. Les lâchers sont possibles grâce à des élevages de masse en laboratoire : la société Bioplanet commercialise un produit nommé Trichopria500, des boites de parasitoïdes prêtes à l'emploi. Trichopria500 est déjà commercialisé en Espagne et en Italie où des expérimentations similaires à celles que nous voulons mettre en place à La Tapy sont déjà en cours avec des résultats prometteurs.

En France, la société Bioplanet vient de recevoir l'AMM pour Trichopria500 qui est commercialisé depuis 2019. Vu l'impact actuel de *D. suzukii*, il est fort possible que les ventes soient élevées. Le risque est surtout que ce parasitoïde soit mal utilisé, en lâchers sur les vergers durant la pullulation de *D. suzukii*. Or les essais préalables en Italie ont montré que l'effet du parasitoïde est faible voire nul dans ces conditions, surtout s'il y a traitement phytosanitaire durant cette même période.

L'objectif de l'essai est donc double :

- D'une part un objectif expérimental pour évaluer l'impact de ces lâchers sur la croissance des populations de drosophiles dans les bordures. L'impact de ces lâchers sur les dégâts dans le verger est plus difficile à évaluer. Ces données permettront de proposer une méthodologie de lâcher utilisant Trichopria500 aux producteurs (date, emplacement, fréquence…)
- D'autre part un objectif de communication afin de limiter la déception massive que pourrait provoquer une utilisation non maitrisée de ces parasitoïdes.

En synthèse, l'essai actuellement proposé est donc d'effectuer des lâchers du parasitoïde dès que les températures le permettent (à partir de 10°C de moyenne quotidienne mais pas avant le mois de mars pour limiter les risques liés au gel), dans des haies pré-identifiées comme gîtes hivernaux de *D. suzukii* en bordure de culture. Seront mesurées :

- Les populations de *D. suzukii* dans les bordures (monitoring piège bouteille).
- Les taux de parasitismes apparents (monitoring piège sentinelle).
- Les dégâts sur la culture (taux d'infestation sur cerise) si la disponibilité en vergers non traités le permet.

3. Matériel et Méthodes

Parcelles retenues

Parcelle du Pérussier à La Tapy (Fermina / Summit / Belge) : longueur 120m, suivi Tapy, 2 répétitions complètes.

Parcelle Aubignan nord à La Tapy (Summit / Belge / Regina / Skeena / Fertard / Burlat : longueur 180m, suivi Tapy, 3 répétitions complètes.

Parcelle du lycée agricole, chemin de l'Hermitage (Burlat) : longueur 90m, suivi lycée, 2 répétitions lâcher, 1 témoin.

Parcelle AB Christian Disant à Cadenet (Burlat) : longueur 120m, suivi Grab : 2 répétitions complètes.

Dispositif

Chaque parcelle expérimentale doit être bordée par une haie d'au minimum 60m de long et contenant au moins un hôte sauvage (sureau par exemple). Chaque portion de 60m sera subdivisée en une moitié avec lâcher et une moitié sans afin de maximiser les conditions d'homogénéité. Ces haies sont considérées comme abritant les populations hivernantes de *D. suzukii* et serviront de sources pour les lâchers. Un à trois cerisiers « témoins » sont marqués sur la parcelle attenante. Ces arbres seront situés en face du centre de chaque subdivision de haie considérée, avec ou sans lâcher. Ils serviront à noter la date et le niveau des premiers dégâts sur la parcelle (figure 2). Ils sont traités comme le reste de la parcelle.

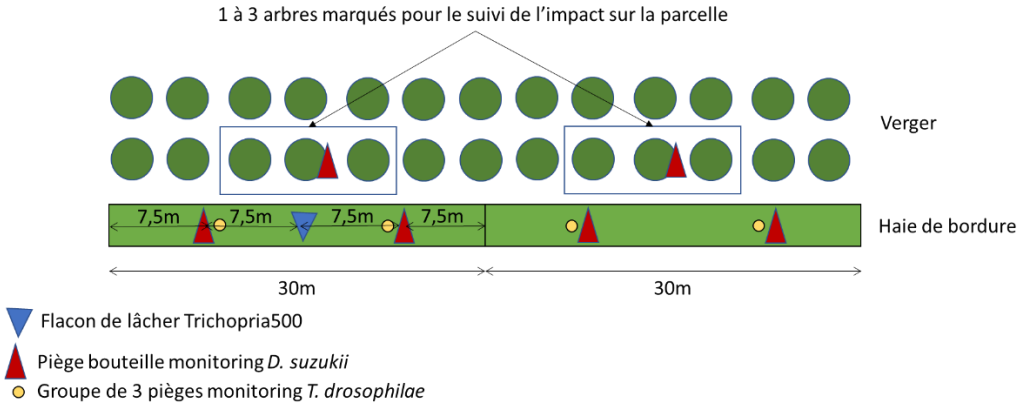


Figure 2. Schéma du dispositif expérimental mis en place sur une placette élémentaire complète (zones témoin + lâcher)

Lâchers :

- Date : dès que la température moyenne quotidienne dépasse les 10° (début mars en 2018), un lâcher par semaine pendant 2 mois.
- Localisation : autour de vergers de cerisier, dans des haies contenant au moins un hôte sauvage, un point de lâcher tous les 60m.
- Quantité : un flacon Trichopria500 par point de lâcher et par semaine. Prévoir un délai de livraison de 24h après la commande à Bioplanet. Le contenu des flacons est transféré dans une coupelle, elle-même placée dans un piège delta grillagée similaire à celles utilisées pour le suivi du parasitisme (figure 3).
- Source de nourriture pour les parasitoïdes. Les sources de nourriture « naturelles » sont rares dans l'environnement à cette période, des sources artificielles et protégées par une maille fine permettraient de favoriser les populations de parasitoïdes. Une source artificielle est donc ajoutée à chaque point de lâcher, il s'agit d'une capsule contenant du miel gélifié (50% miel / agar-agar à 2%). La capsule est placée à côté de la coupelle Trichopria500, dans les pièges delta de lâcher.

Caractérisation végétale :

La composition botanique des haies sera caractérisée avant et pendant les lâchers, par le prélèvement et l'identification de toute plante présentant des baies charnues. L'identification peut se faire à l'aide de l'application PlantNet, ou selon les compétences disponibles au Grab et/ou CTIFL. Un échantillon de ces baies sera suivi au laboratoire pour noter l'éventuelle émergence de *D. suzukii*.

Monitoring :

<u>Suivi des populations de *D. suzukii* adultes</u> : dans les haies par des pièges bouteille vin / vinaigre. On place deux pièges par placette élémentaire de 30m de haie, les deux pièges étant éloignés l'un de l'autre de 10m. Pour chaque placette, on place également un 3e piège près des cerisiers « témoins ». Le suivi débute fin février / début mars, et au minimum jusqu'à la fin de la récolte des cerises. Les pièges sont relevés chaque semaine et les captures comptabilisées en laboratoire.

Figure 3. Dispositif de lâcher de T. drosophilae*, comprenant le flacon Trichopria500, le piège delta modifié et la coupelle de miel gélifié.*

<u>Suivi des populations pré-imaginales de *D. suzukii* dans le sol</u>. Afin de savoir si les drosophiles font leur pupe dans le sol, et si ces pupes sont parasitées par *T. drosophilae*, un piège à émergence sera disposé près des arbres « témoins » après les premières attaques signalées. Le contenu du piège est relevé chaque semaine pour y compter les drosophiles et les parasitoïdes. Le piège déplacé de quelques mètres à chaque relevé, en prenant soin de ne laisser aucun fruit tombé au sol en dessous. On n'utilise qu'un seul piège par parcelle expérimentale (4 en tout).

Figure 4. Coupelle sentinelle prête à être placée dans le piège de monitoring.

Figure 5. Station de monitoring, comprenant un piège bouteille pour le suivi des drosophiles et trois pièges sentinelles (pièges delta modifiés) pour le suivi du parasitisme par T. drosophilae.

Suivi du parasitisme : par pièges sentinelles deltas fermés par une maille de 0.8mm et appâtés par des framboises décongelées et artificiellement infestées selon un protocole issu de Stacconi *et al.* 2017a et Géniaux 2016. Dans chaque piège delta on place une coupelle avec trois framboises préalablement décongelée (une heure), puis on y dépose 15 jeunes pupes de drosophiles (figure 4). Les drosophiles sont fournies par l'élevage de l'Inra d'Avignon (M. Siegwart). Pour limiter les risques de multiparasitisme ou d'hyperparasitisme, on placera les sentinelles en groupes de 3 pièges, chaque groupe étant positionné au même endroit que les pièges bouteilles (figure 5). Les pièges sentinelles sont placés toutes les deux semaines et exposés pendant une semaine. Après récupération, ils sont mis en émergence au laboratoire pour comptabiliser les pupes non émergées, les émergences de *D. suzukii*, les émergences de *T. drosophilae* et les émergences d'autres parasitoïdes comme *Pachycrepoideus vindemiae* (figure 6). Le suivi débute fin février / début mars, et au minimum jusqu'à la fin de la récolte des cerises.

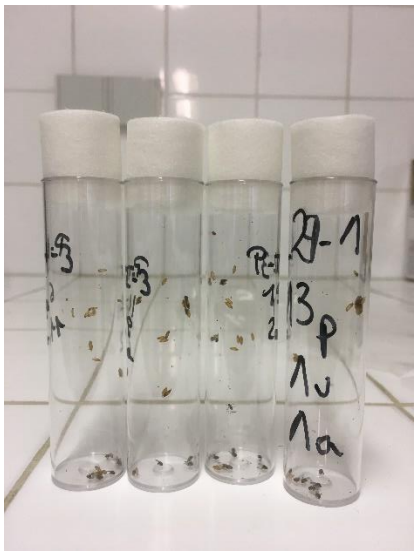


Figure 6. Suivi d'émergence des pupes sentinelles après leur exposition sur le terrain

Essais complémentaires en conditions contrôlées

L'objectif de cet essai complémentaire est d'étudier la survie des pupes de *D. suzukii* en fonction de la température, dans des chambres climatiques où la température est contrôlée en continu. Les essais ont lieu à l'insectarium de l'Inra d'Avignon.
Six températures sont sélectionnées : 4, 11, 15, 20, 25 et 30°C. Pour chacune sont également choisies quatre durées d'exposition : 24, 48 et 72h, ou une semaine complète. Pour chacune des 16 modalités ainsi constituées, on expose trois réplicats de 20 pupes nouvellement formées. Après cette période d'exposition, les pupes sont placées en salle d'élevage (température 23-25°C) jusqu'à l'émergence.

4. Données collectées

- Température (moyenne/min/max) et hygrométrie quotidiennes (stations météo Cirame de La Tapy et de Villelaure).
- Inventaire botanique des haies, avec mise en émergence des fruits hôtes potentiels.
- Captures hebdomadaires de *D. suzukii* en pièges bouteille
- Nombre de parasitoïdes / drosophiles adultes / pupes mortes recensées pour chaque tube en émergence. De ces données on calcule les taux de parasitisme achevé et de survie pupale.

Les données météo sont suivies à partir de février jusqu'à la fin de la récolte de cerise. Les données des pièges bouteilles et pièges sentinelles sont collectées depuis les premiers lâchers jusqu'à la fin de la

récolte. Les données sur les arbres « témoins » sont collectées à partir de la véraison jusqu'à la fin de la récolte.

Analyse statistique

- Influence des lâchers sur les populations d'adultes de drosophiles : test t, par date et par site, sur la variable captures selon la modalité de lâcher.
- Influence des lâchers sur le taux de parasitisme achevé : anova par site selon la modalité de lâcher sur la variable taux de parasitisme apparent (pourcentage avec transformation racine arcsinus). Taux de parasitisme achevé sur pièges sentinelles = nb *T. drosophilae* émergé des sentinelles / nb insectes (*T. drosophilae* + *D. suzukii*).
- Influence des lâchers ou de la température sur la survie pupale : anova par site selon la modalité de lâcher, ou par modalité température x durée d'exposition, sur la variable survie pupale (pourcentage avec transformation racine arcsinus). Taux de survie pupale = (nb total d'insectes émergés) / nb de pupes dans l'échantillon.
- Pour les essais en température contrôlée, en cas d'effet significatif de la durée d'exposition à une température donnée, on procède à un test de Tukey pour dissocier les groupements de moyennes.

5. Résultats détaillés

5.1. Calendrier

Zone Carpentras
Sur la zone de Carpentras (parcelles Pérussier, Aubignan et Hermitage), le suivi hebdomadaire des drosophiles a débuté au 5 mars pour s'achever le 24 juin pour Pérussier le 8 juillet à Aubignan. Sur l'Hermitage, le suivi a débuté le 4 mars pour s'achever le 6 juin. Le monitoring du parasitisme par piège sentinelle a démarré au Pérussier et Aubignan par la pose des pièges sentinelles au 6 mars, le dernier relevé a été fait après la fin de la récolte (20 juin et 4 juillet, respectivement). Sur l'Hermitage, ces pièges sentinelles ont été suivis du 10 avril au 23 mai. Les lâchers de *T. drosophilae* ont eu lieu du 6 mars au 24 avril. Sur chaque placette « lâcher » de 30m, un total d'environ 4000 parasitoïde a donc été relâché en huit fois.

Zone Cadenet
Sur la zone de Cadenet, le suivi des adultes de drosophiles a débuté le 8 mars pour s'achever au 19 juin. Les lâchers de *T. drosophilae* ont eu lieu du 8 mars au 24 avril en huit fois également. Les pièges sentinelles ont été installés le 4 avril pour s'achever au 19 juin.

5.2. Données météo

Zone Carpentras
Les données de température et de pluviométrie issues de la station Tapy sont présentées en figure 7. Les lâchers ont débuté alors que la température moyenne quotidienne oscillait entre 8 et 14°. Cette gamme de températures s'est maintenue jusqu'à mi-avril, avec des minima nocturnes inférieurs à 0° à six occasions. Les températures ont ensuite crû progressivement avec disparition des épisodes de gel, puis à partir de début juin des maximas dépassant les 30°. Le mois de juin a été marqué par de fortes températures, dont un maximum à 44° le 28. Jusqu'à mi-avril, la pluviométrie est restreinte à deux épisodes d'intensité moyenne. Elle devient légèrement plus fréquente mais plus faible jusqu'à la mi-mai, puis se réduit à un seul jour de pluie significative lors des deux mois suivants.

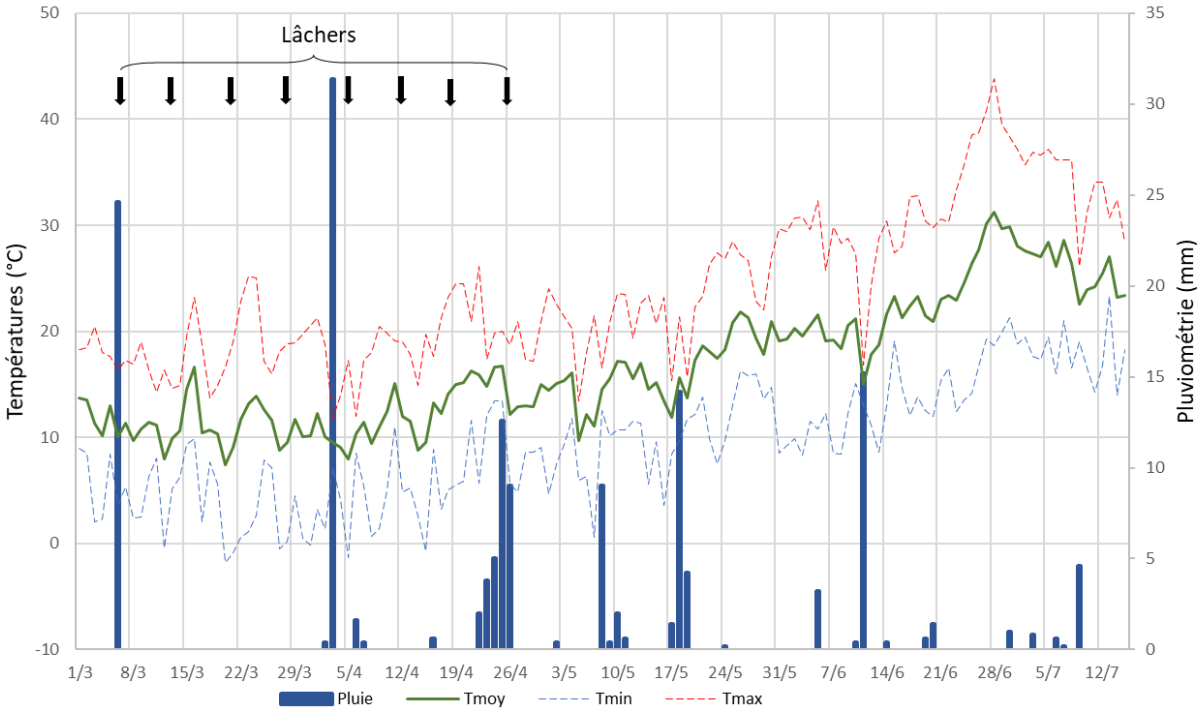
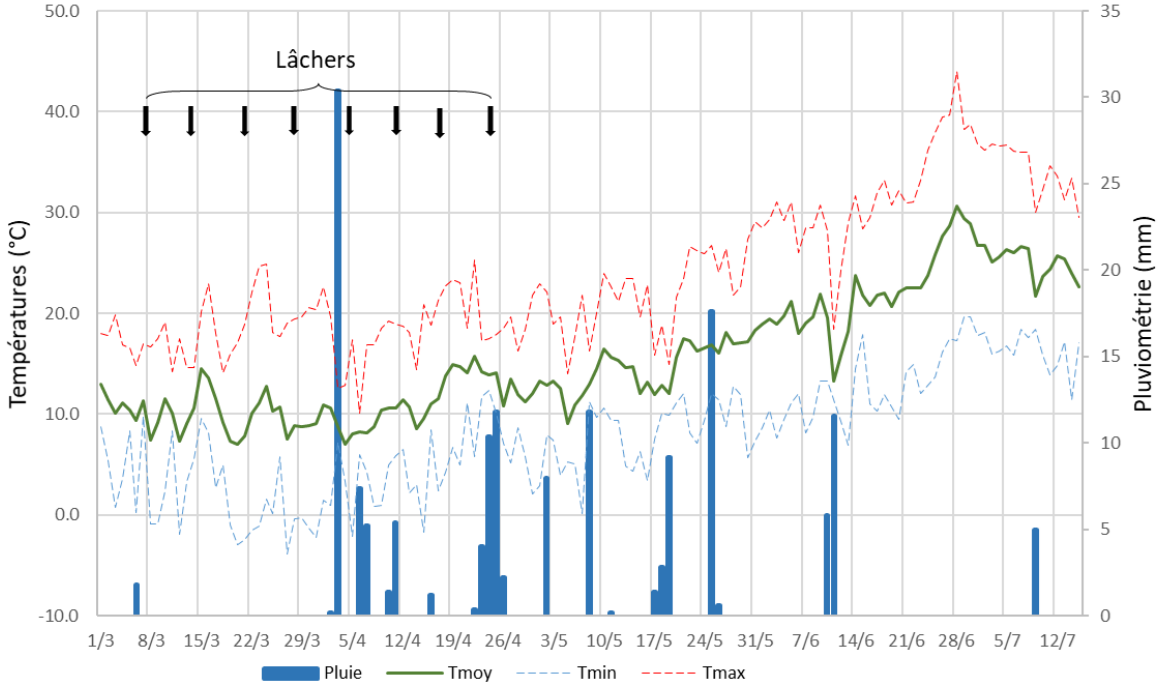


Figure 7. Relevés météo durant la période de l'essai sur la zone de Carpentras (données Cirame)

Parcelle Cadenet

Les données de température et de pluviométrie issues de la station de Villelaure (à 5 km de la parcelle d'essai) sont présentées en figure 8. Les lâchers ont débuté alors que la température moyenne quotidienne oscillait entre 8 et 14°. Cette gamme de températures s'est maintenue jusqu'à mi-avril, avec des minima nocturnes inférieurs à 0° en quatorze occasions, le dernier gel étant enregistré au 15 avril.



Les températures ont ensuite crû progressivement, puis à partir de début juin des maximas dépassant les 30°. Le mois de juin a été marqué par de fortes températures, dont un maximum à 44° le 28. La pluviométrie est légèrement plus importante qu'à Carpentras avec cinq épisodes dépassant les 10 mm, dont un de 30 mm au 3 avril et un de 17 mm au 25 mai. Elle est insignifiante après le 11 juin.

Figure 8. Relevés météo durant la période de l'essai sur la zone de Cadenet (données Cirame)

5.3. Suivi botanique des haies et pièges à émergence

Peu de fruits charnus ont été répertoriés dans les haies durant la période de l'essai. Le plus fréquent est le lierre *Hedera helix*, en fruit du milieu de l'hiver jusqu'au début du printemps. Les autres espèces relevées sont l'aubépine *Crataegus monogyna*, le merisier *Prunus avium* et le camérisier *Lonicera xylosteum*. Aucun des fruits mis en émergence n'a donné de drosophiles. Le faux sureau *Sambucus ebulus* est également fortement présent, mais ses fruits n'apparaissent qu'en été, après la dernière récolte.

Suite à un problème postal, les pièges à émergence ont été livrés très tard dans la saison (mi-juin). Ils n'ont donc pas pu être utilisés cette année pour le suivi des émergences du sol, que ce soit dans les haies ou au pied des cerisiers « témoins ».

5.4. Monitoring des populations de *D. suzukii*

Zone Carpentras

Les données de captures tout au long de l'essai sont présentées en figure 9. On constate une évolution globale similaire des populations sur les trois sites. La pression en drosophiles est relativement forte dès le début de l'essai malgré les faibles températures, avec des captures hebdomadaires moyennes de 50 à

150 adultes, avec un pic brutal à plus de 300 pour l'Hermitage au 25 avril et près de 400 sur le Pérussier au 23 avril. Cette pression diminue rapidement à partir du 29 avril, les moyennes de captures chutant globalement en dessous de 30 à l'exception d'une date au Pérussier et deux à Aubignan. Cette diminution est moins flagrante à l'Hermitage, où l'on note une forte recrudescence en mai, lors de la véraison et la récolte de Burlat, variété précoce.

Ces captures sont aussi caractérisées par un fort écart-type, tout particulièrement à Aubignan, traduisant de fortes variations d'un piège à l'autre. Pour les deux sites, l'analyse statistique ne révèle en général aucune différence significative entre les témoins et les placettes avec lâcher. Deux exceptions apparaissent à l'Hermitage les 11 avril ($t = -2.4$, $df = 6.2$, p-value = 0.05*) et 9 mai ($t = -2.4$, $df = 8.2$, p-value = 0.04*). Dans les deux cas, les captures sont plus importantes sur les placettes avec lâchers. A noter que, pour cette parcelle, la probabilité est très proche du seuil significatif de 5% pour plusieurs autres dates, toujours dans le sens de captures plus importantes dans les zones avec lâcher. Cette différence à l'Hermitage apparait donc avant un éventuel effet des lâcher. Elle ne se retrouve nulle part ailleurs. Il est donc très probable qu'elle soit due aux inévitables différences de micro-habitat entre les placettes, effet qui ne peut être pallié avec ce protocole.

Figure 9. Captures cumulées (mâles + femelles) par date, au regard de la température et de modalité de lâcher. Les barres d'erreur correspondent aux écarts-types. Aucune différence entre le témoin et la zone de lâcher n'est significative, à l'exception du 11 avril et du 9 mai (astérisques) à l'Hermitage où les captures sont plus importantes dans les zones de lâcher.

La figure 10 représente le détail par sexe des captures de drosophile. Pour simplifier la présentation des résultats, seules les données issues du témoin sont présentées. Dans les trois cas, la proportion initiale des mâles est importante, entre un quart et un tiers des captures. Cette proportion diminue ensuite, pour réaugmenter au moment de la récolte : plus de la moitié au Pérussier, un peu moins sur les deux autres sites.

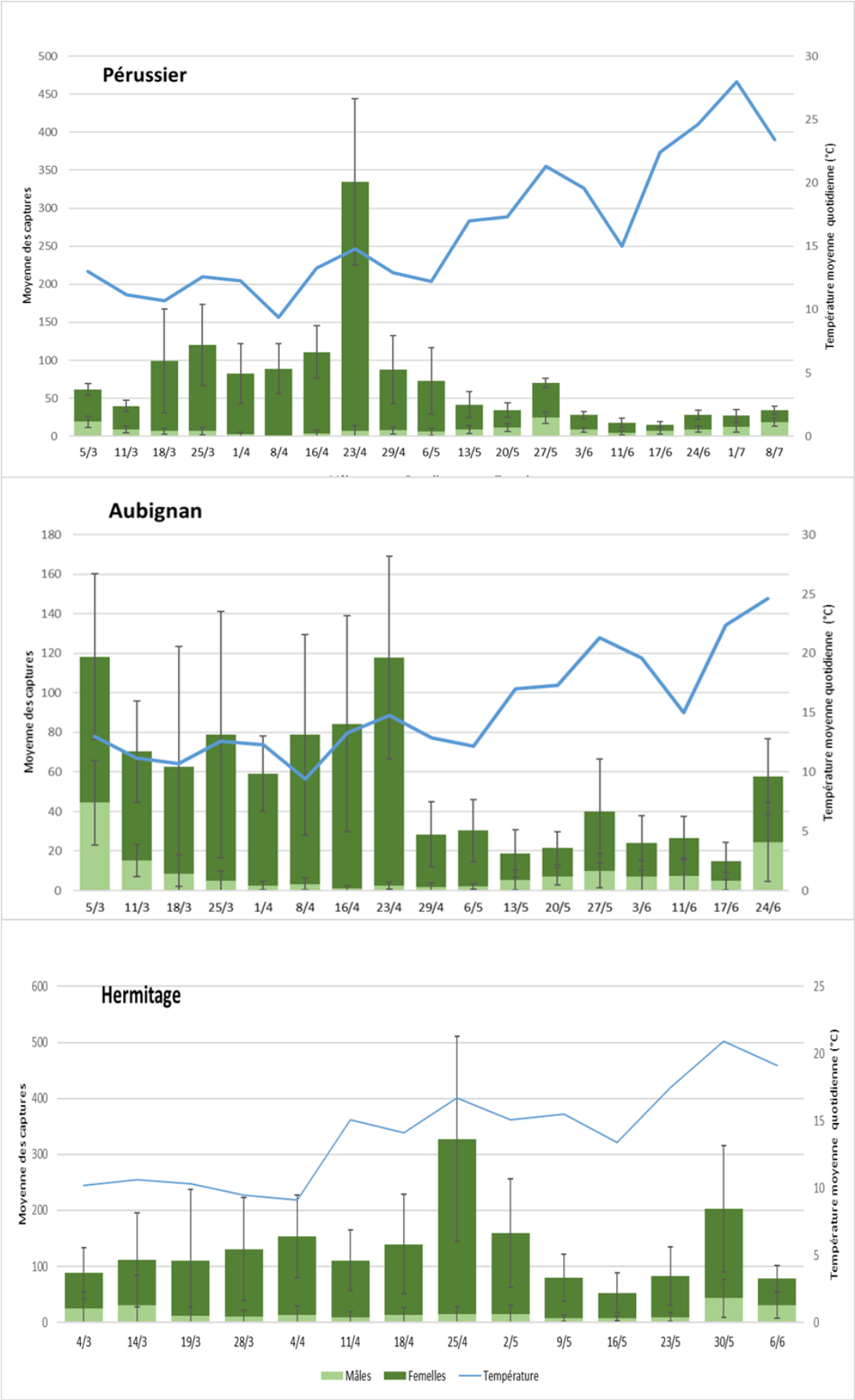


Figure 10. Détail par sexe des captures (placettes témoin). Les barres d'erreur correspondent aux écarts-types.

Zone Cadenet

La figure 12 présente les données de captures cumulées par date sur la zone de Cadenet, selon la présence ou non de lâchers de parasitoïdes. Les captures initiales sont très faibles (moins de 10) et augmentent jusqu'à un pic de 100-150 fin avril. Elles diminuent ensuite pour se maintenir dans une fourchette globale de 20-50 jusqu'à fin juin, ne dépassant les 50 qu'à deux occasions.

Les tests statistiques ne montrent une différence significative témoin / lâcher qu'à une seule date, le 4 avril (t =2.8 ; df = 8, p-value = 0.02*). Cependant, le manque de répétitions ne permettant pas d'éliminer un éventuel effet « placette », il est difficile de se prononcer sur cette unique différence significative.

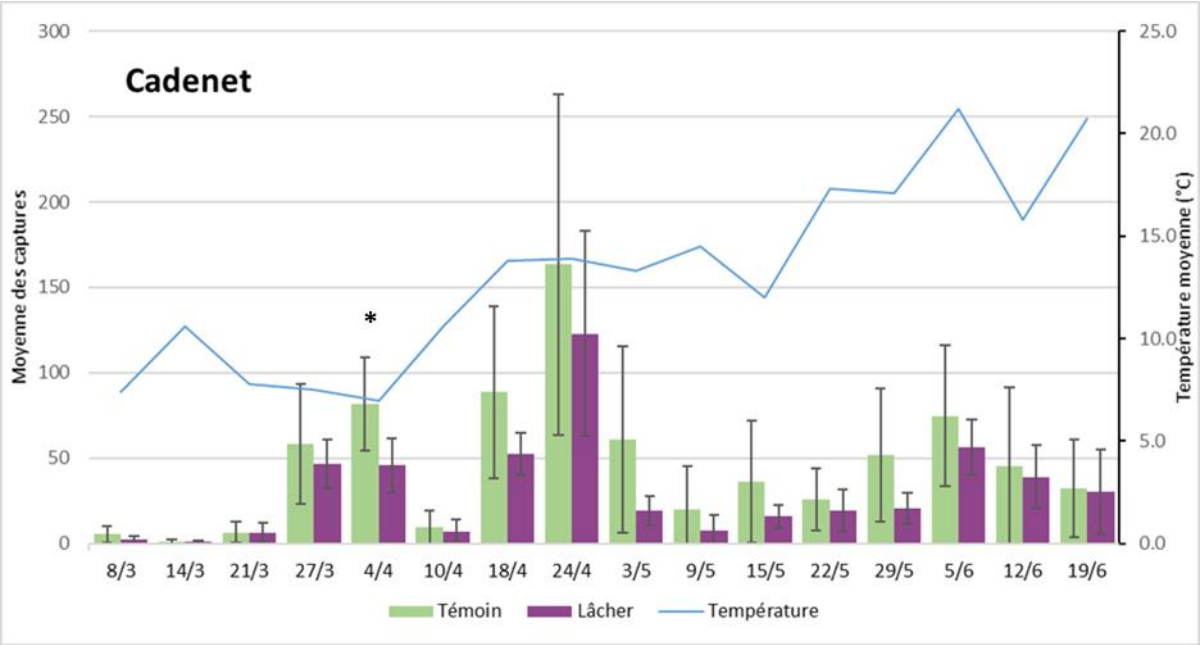


Figure 12. Captures cumulées (mâles + femelles) par date sur la parcelle de Cadenet, au regard de la température et de la modalité de lâcher. Les barres d'erreur correspondent aux écarts-types. Seule la date du 04 avril montre une différence significative entre les placettes témoins et lâchers.

La figure 13 présente le détail des captures par sexe. On retrouve une évolution qui semble similaire à celle constatée sur la zone de Carpentras. Fin juin, les mâles représentent plus de 50% des captures alors qu'ils n'ont pas dépassé les 15% tout au long du suivi. L'exception est la toute première date, avec 25% de mâles, mais ce chiffre est à prendre avec précaution au vu du très faible nombre de drosophiles capturées à ce moment (en moyenne environ 5 adultes par piège et par semaine).

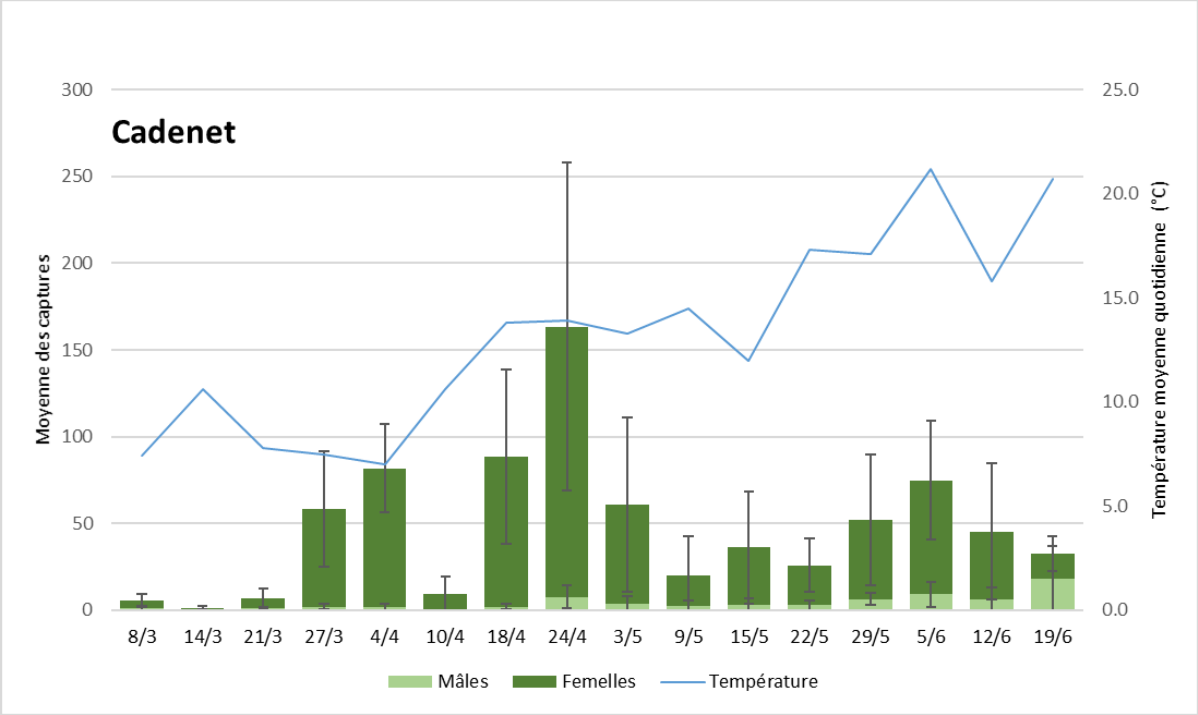


Figure 13. Détail par sexe des captures sur le site de Cadenet (placettes témoin). Les barres d'erreur correspondent aux écarts-types.

5.5. Monitoring du parasitisme

La figure 14 présente les taux de survie notés sur les pupes sentinelles pour les quatre sites. On note d'emblée que les taux de parasitisme sont nuls : aucun parasitoïde n'a émergé des pupes mises en exposition sur le terrain durant toute la durée de l'essai. De même, les tests statistiques ne montrent aucune différence significative pour la survie des sentinelles sur des placettes témoin ou en lâcher.

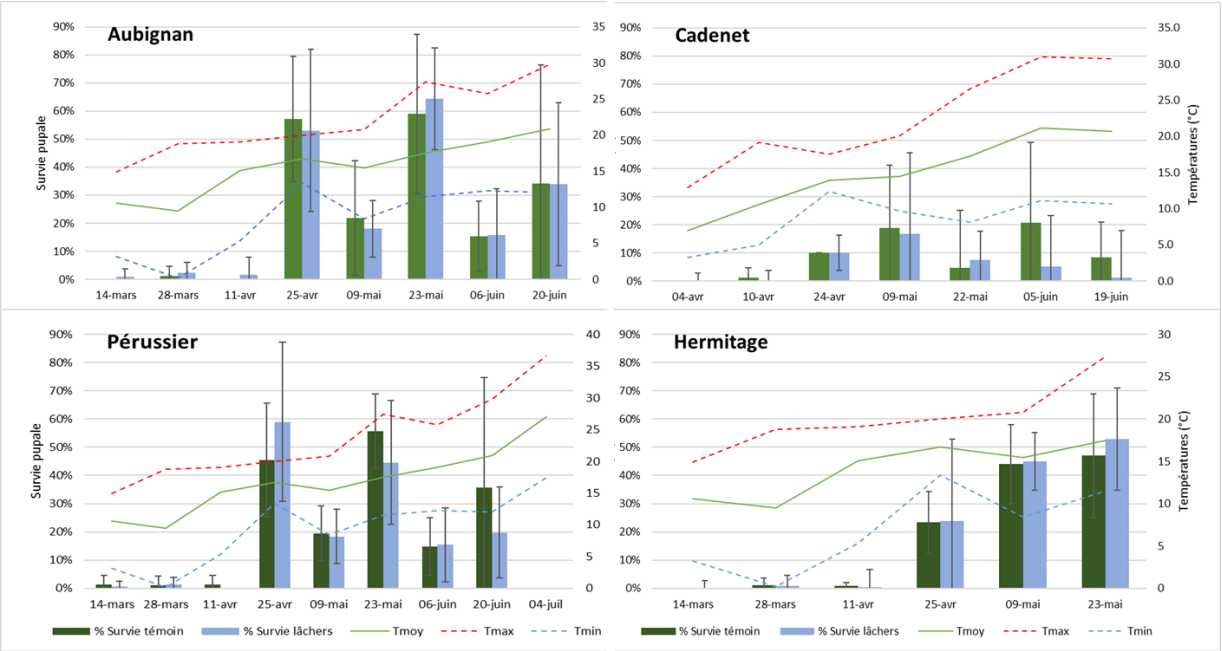


Figure 14. Comparaison des taux de survie pupale selon les modalités de lâcher, pour les quatre sites expérimentaux. Les barres d'erreur correspondent aux écarts-types.

Le deuxième résultat qui est directement observable sur cette figure est l'évolution de la survie des pupes exposées aux conditions extérieures. Dans un premier temps, jusqu'à la mi-avril, cette survie est nulle ou presque, toujours inférieure à 3%. Cet épisode de très forte mortalité correspond au moment où les températures extérieures sont les plus faibles (cf. figure 7), avec une moyenne de 10-15°C et surtout des minima nocturnes qui peuvent descendre sous la barre des 0° : le dernier épisode de gel à Carpentras comme à Villelaure est enregistré le 15 avril. La survie augmente avec les températures après cette date, la faible survie notée le 9 mai à Carpentras (sites du Pérussier et d'Aubignan uniquement) correspondant à une chute brutale du minimum nocturne le 7. De la mi-mai à fin juin, les survies sont plus élevées quoique très variables d'un piège à l'autre. Enfin, elles deviennent nulles sur le seul site où le suivi a été réalisé jusqu'à début juillet (Aubignan), après les chaleurs caniculaires de fin juin.

5.6. Essais complémentaires en conditions contrôlées

Les taux de survie aux différentes températures sont indiquées dans la figure 15. L'effet de la température sur la survie pupale est hautement significatif (df=5 ; F=28.66 ; p <<0.01***). Dans l'ordre croissant, les taux de survie moyens sont de 3% (4°) < 13-18% (11, 15 et 30°) < 51-53% (20 et 25°). La suite de l'analyse, par température, fait ressortir des différences significatives pour les températures de 4° (df=3 ; F=17.05 ; p <<0.01***), 20° (df=3 ; F=10.32 ; p <0.01**) et 30° (df=3 ; F=21.69 ; p <<0.01***). Les différences significatives entre les durées sont indiquées sur la figure 15.

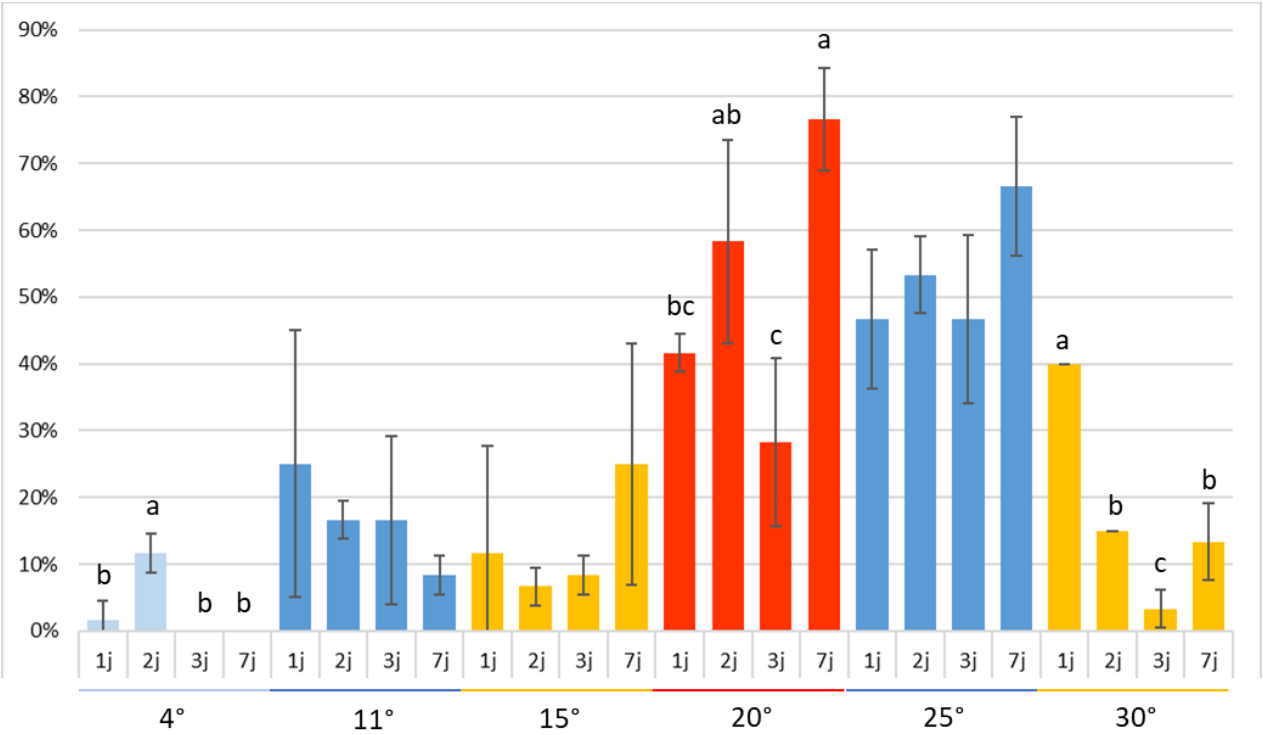


Figure 15. Moyennes des taux de survie par température et par durée d'exposition, en conditions controlées. Les barres d'erreur correspondent aux écarts-types. En cas de différence significative pour une température donnée, des lettres identiques regroupent les moyennes similaires.

6. Discussion générale et conclusions

Le suivi des populations de drosophiles entre les quatre sites montre un profil similaire, malgré les différences dues aux différentes conditions agroécologiques. Dans tous les cas, on a une population initiale relativement forte qui culmine à la mi-avril, pour diminuer parfois très brusquement ensuite et connaitre une recrudescence durant la récolte. L'évolution du sex-ratio montre aussi des similitudes, avec une proportion de mâles en général faible, sauf aux début et fin de l'essai où cette proportion peut atteindre la moitié des adultes. Il s'avère que les lâchers de parasitoïdes ne modifient en rien cette

dynamique. Les seuls résultats significatifs obtenus sur la parcelle du lycée semblent tenir beaucoup plus de la topologie des haies.

L'une des raisons de cette absence d'influence est suggérée par le suivi des sentinelles : aucun parasitoïde n'ayant jamais émergé des pupes, et la survie de ces pupes n'étant pas influencée par les lâchers, on peut imaginer que ce parasitisme ne s'est pas fait, au moins dans les sentinelles. Il est tout d'abord fort possible que ceci relève d'abord d'un défaut du protocole, même si celui-ci est très fortement inspiré d'essais précédents (Stacconi *et al.* 2017, 2018) où le dispositif des sentinelles a été utilisé avec succès. Il s'avère en particulier que le temps d'exposition d'une semaine est trop long en fin d'essai, les drosophiles commençant à émerger alors qu'elles sont encore sur le terrain, ce qui entraine des pertes de données.

Par contre, même en l'absence de parasitisme, nous avons eu la surprise de n'observer quasiment aucune survie des pupes de drosophiles exposées à des froids relatifs, et ce jusqu'à la troisième semaine d'avril. La température moyenne était à ce moment là de 10 à 15°C, avec des minima nocturnes inférieurs à 0°. Or, nous avons pu ensuite vérifier en laboratoire que des expositions à des températures inférieures à 5° sont rapidement fatales pour les pupes. Ces faits sont également confirmés par une étude (Enriquez & Colinet 2017), qui montre que les pupes sont plus sensibles au froid que les adultes : après une heure d'exposition à 0°, près de 60% des pupes meurent. A 7.5° de température constante, c'est encore la moitié des pupes qui meurt après une journée d'exposition. On peut donc en conclure que les pupes de drosophiles ne peuvent pas survivre aux conditions hivernales. Elles ne survivent que lorsque les températures minimales remontent au-dessus d'un seuil proche dès 10°, seuil qui est franchi dans nos essais vers la mi-avril.

Cet essai a produit des résultats inattendus tout en répondant à la question initiale. Il s'avère en effet que les lâchers précoces du parasitoïdes sont inutiles, pour la simple raison qu'avant la fin du mois d'avril ils ne peuvent pas trouver d'hôtes dans l'environnement pour se multiplier. Ce résultat nous donne également des informations cruciales sur la bioécologie de *D. suzukii*. En effet, la continuité des populations durant l'hiver ne serait assurée que par des adultes qui survivent au froid en migrant dans la litière ou les installations humaines, où les conditions microclimatiques leur permettent d'échapper au gel (Zerulla *et al*. 2015; Rossi-Stacconi *et al*. 2016). Ceci est d'une importance fondamentale pour la modélisation de la dynamique des populations, et donc la prévision du risque phytosanitaire.

Reste donc à déterminer s'il existe un moment et une quantité optimaux pour effectuer ces lâchers d'augmentation. En tout état de cause, ces lâchers devront s'effectuer à partir de la fin avril, voire début mai. Il importe également de revoir le protocole des pièges sentinelles, en particulier le temps d'exposition maximal, pour éviter les émergences d'adultes avant la récupération des pièges. Les précédents essais en Italie (Stacconi *et al* 2018) ont effectivement montré que ces lâchers peuvent significativement réduire les dégâts, au moins dans les zones réservoir non traitées. Reste à savoir comment ces lâchers seraient compatibles avec les autres pratiques phytosanitaires, et dans quelle mesure ils seraient alors rentables pour l'agriculteur.

7. Remerciements

Cette étude est le fruit d'un partenariat multi-institutionnel. Merci pour leur contribution à Ilona Bouly, Benjamin Pierron, Laura Seron-Haberland (La Tapy), Valérie Sévenier et Gilles Cazin (Eplefpa Louis Giraud), Elena Garcia et François Warlop (Grab), Sandrine Mauguin et Myriam Siegwart (Inra Avignon), et merci à Christian Disant pour la mise à disposition de sa parcelle. Merci également à Philippe Parageaud (Bioplanet), Christophe Roubal (Draaf), Anhony Ginez (Aprel), Blandine Polturat et Benjamin Gard (CTIFL) et Gianfranco Anfora (University of Trento/Fondazione Edmund Mach) pour leur participation à l'élaboration du protocole. Le programme expérimental dans lequel elle s'inscrit est financé par la Région Sud et le Département du Vaucluse.

8. Références citées

Enriquez & Colinet 2017. Basal tolerance to heat and cold exposure of the spotted wing drosophila, Drosophila suzukii.

Rossi-Stacconi MV, Kaur R, Mazzoni V, Ometto L, Grassi A, Gottardello A, Rota-Stabelli O, Anfora G. 2016. Multiple lines of evidence for reproductive winter diapause in the invasive pest *Drosophila suzukii*: useful clues for control strategies. Journal of Pest Science 89: 689-700

Stacconi et al. 2017. Host location and dispersal ability of the cosmopolitan parasitoid Trichopria drosophilae released to control the invasive spotted wing Drosophila.

Stacconi et al. 2018. Augmentative releases of Trichopria drosophilae for the suppression of early season Drosophila suzukii populations.

Zerulla FN, Schmidt S, Streitberger M, Zebitz CPW, Zelger R. 2015. On the overwintering ability of *D. suzukii* in south Tyrol. Journal of Berry Research 5 :41-48