

Une méthode de piégeage multidirectionnel pour évaluer la dispersion éolienne de larves de cochenilles dans le vignoble

Gérard Hommay¹, Louis Wiss¹, Etienne Herrbach¹

Résumé. Des pièges cylindriques englués ont été élaborés pour évaluer la dispersion éolienne de larves de cochenilles dans le vignoble. Ils ont été placés dans une jeune vigne entourée de parcelles infestées par ces cochenilles. La quantité de larves relevée sur les pièges est généralement plus importante sur les secteurs exposés aux vents dominants et dépend de la densité des populations dans les vignes situées à proximité. Pour valider la méthode, l'action du vent sur les larves de premier stade a été simulée par l'utilisation de paillettes colorées de poids et de dimension semblables à ceux des larves. La quantité la plus élevée de paillettes récoltées provient également du côté du vent dominant. Une majorité de paillettes est retrouvée sur les pièges les plus proches des coupelles de diffusion, et les plus éloignées sont récoltées jusqu'à 165 m de la source. On peut donc supposer que le vent est capable de transporter les larves sur des distances similaires, voire au-delà.

Mots clés : piège à insectes, cochenilles, vigne, dispersion, vent

Introduction

Les cochenilles sont des ravageurs de nombreuses cultures, qui affaiblissent les plantes par leur prélèvement de sève et déprécient les récoltes par leur production de miellat. Cependant, c'est par leur faculté de transmettre des viroses que les cochenilles sont les plus dommageables (Herrbach et al., 2016). Ainsi, les espèces présentes dans le vignoble sont capables de transmettre les virus de l'enroulement (*Grapevine leafroll-associated virus* (GLRaV)-1 et -3, Ampélovirus) et du bois strié (*Grapevine virus A*, Vitivirus).

Si la contamination virale à longue distance de nouvelles parcelles est essentiellement due à l'activité humaine (diffusion des boutures de vigne et des porte-greffes infectés), la diffusion naturelle des virus à l'échelle parcellaire est assurée par les cochenilles. Celles-ci se déplacent de vigne en vigne lorsque les feuillages sont en contact, mais les larves sont suffisamment légères pour pouvoir être emportées par le vent.

L'une des espèces les plus communes dans le vignoble septentrional est la lécanine *Parthenolecanium corni* (Bouché), dont les femelles peuvent pondre jusqu'à 3 200 œufs (Canard, 1958). Après éclosion, les larves du premier stade (L1) migrent le long des baguettes pour se fixer sous les feuilles au niveau des nervures. Etant très mobiles et de dimensions réduites (longueur x largeur = 300 x 180 µm), elles peuvent être détachées de leur support par le vent et emportées au sein ou hors de la parcelle. Elles sont capables de survivre plus d'une semaine sans se nourrir, à 20°C et 60-65 % d'humidité relative (Canard, 1958). Ainsi, semble-t-il possible que les larves survivent à un transport éolien jusqu'à ce qu'elles soient déposées sur une nouvelle vigne.

Plusieurs études ont été menées sur la dispersion éolienne des larves de cochenilles, généralement à l'aide de plaques engluées (Greathead, 1997 ; Grasswitz et James, 2008) et des larves ont été piégées jusqu'à 4,8 km de la source (Rabkin et Lejeune, 1954). Cependant, le transport par voie aérienne de larves de *P. corni* porteuses ou non de virus n'a pas été étudié et la part de cette composante dans la dispersion des virus est inconnue. Un essai a été réalisé pendant plusieurs années (2009 à 2012) dans une jeune parcelle de vigne, afin d'étudier le transport par voie aérienne de larves de *P. corni* et de vérifier si ce mode de dispersion peut contribuer à la propagation des virus de la vigne. Afin de recueillir des données sur la direction du transport des larves selon les points cardinaux, nous avons développé un piège englué, non pas plan, mais cylindrique, donc multidirectionnel, que nous décrivons ici.

¹ Santé de la vigne et Qualité du vin, INRA-Université de Strasbourg, 68000 Colmar, France
gerard.hommay@inra.fr

Matériel et méthodes

Piégeage

Piège cylindrique

Le piège est constitué d'un cylindre de 14 cm de diamètre et de 30 cm de haut, en PVC rigide et translucide (pour éviter l'effet attractif de couleurs sur de nombreux insectes non ciblés). Le cylindre est fermé à chaque extrémité par une plaque percée d'un trou central de 2 cm de diamètre. Un tube de PVC transparent est glissé et collé au centre du cylindre et dépasse de 18 cm de la base. Au vignoble, le tube dépassant du cylindre est enfilé sur une tige métallique plantée dans le sol, de manière à placer le piège à environ 1,20 m de hauteur. Cette hauteur correspond à celle où les cochenilles sont généralement les plus abondantes sur les vignes en Alsace. La surface des cylindres est recouverte par une feuille en PVC souple et transparent de 30 x 45 cm, maintenue par un élastique à son sommet et à sa base (**Figure 1a**). Une fois en place, la feuille de PVC est pulvérisée avec de la glu pour pièges à insectes (Soveurode®). Pour cette intervention, les équipements de protection individuelle (EPI) correspondant à un traitement phytosanitaire sont nécessaires (masque, gants). La pulvérisation est effectuée le matin, dos au vent et en tournant le piège progressivement. A la fin de la pulvérisation, la zone de recouvrement de la feuille enroulée est orientée systématiquement vers le nord pour constituer un repère géographique.



Figure 1. a) piège à glu cylindrique ; b) piège plat ; c) vue d'ensemble du dispositif de pièges à glu dans la plantation de vigne (photos : G. Hommay).

Piège plat

Ce piège est constitué d'une plaque en PVC transparent de 30 x 45 cm, fixée sur un piquet, à 1,20 m de hauteur. Un film identique à celui des pièges cylindriques est fixé sur les deux faces à l'aide de pinces (**Figure 1b**). Ces pièges ne présentant que deux faces doivent être alternés entre ceux orientés nord-sud et est-ouest pour intercepter les larves portées par le vent dans ces quatre directions.

Parcelle d'étude

L'étude est réalisée dans le vignoble de Nothalten (Bas-Rhin). L'essai est implanté dans une jeune parcelle sur un coteau exposé au sud, entourée de vignes fortement infestées par *P. corni* et infectées par les virus de l'enroulement (GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3) et du bois strié (GVA). Cette parcelle a été plantée au printemps 2008, avec des porte-greffes destinés à être greffés sur pied 4 ans après plantation (en juin 2012). Elle comprend 4 rangs de 123 cep, orientés nord-sud du haut vers le bas de la pente sur une bande de 94 x 11 m et espacés de 2,10 m (**Figures 1c et 2**). Les pieds sont espacés de 0,70 m sur le rang. La jeune parcelle est entourée d'autres parcelles de vigne, sauf au sud où elle se prolonge par une prairie de dimensions voisines (85 m x 11 m). Un réseau de 20 (2009) puis 24 pièges (2010-2012) est suivi hebdomadairement pendant la période d'éclosion (juin-juillet) des L1 de *P. corni*.

Les pièges sont disposés tous les 20 pieds de vigne sur chaque rang à partir du haut de la parcelle (**Figure 2**). Un piège témoin identique est placé au bord de la parcelle voisine près d'une vigne contaminée par les virus GLRaV-1, GLRaV-3 et GVA et densément colonisée par *P. corni*. Il est suspendu à un fil tendeur en dessous du feuillage du côté de la jeune vigne à environ 60 cm de hauteur, avec un bâton inséré dans la ficelle limitant la rotation au



gré du vent (le piège n'est pas fixé sur un piquet pour éviter qu'il soit arraché lors du passage des machines). Ce piège est destiné à vérifier l'évolution de la quantité des larves dispersées et leur contenu viral. En 2012, 6 pièges plats (3 orientés nord-sud et 3 orientés est-ouest) sont en outre alignés en alternance au centre de la prairie au sud, à intervalles de 15 m (Figure 2).

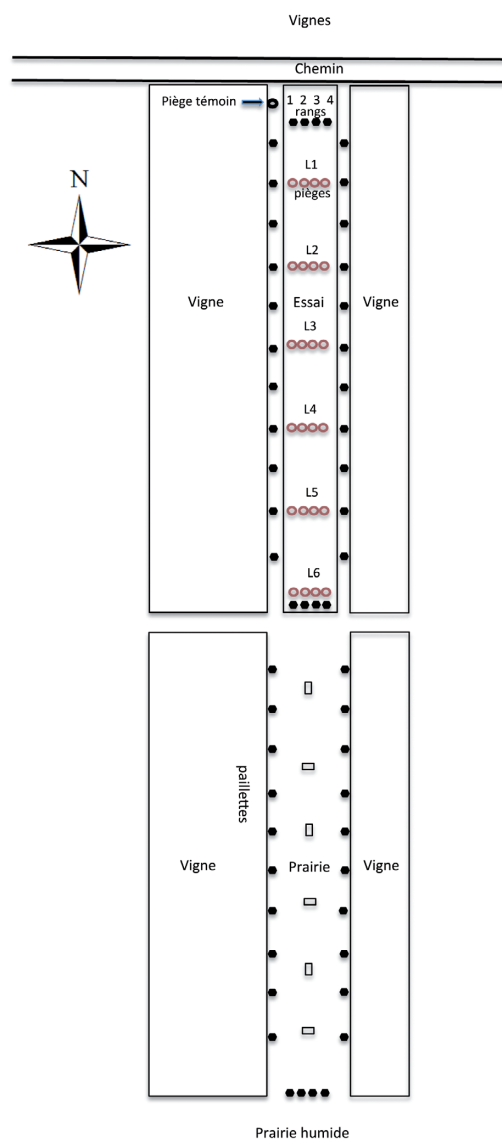


Figure 2. Plan de la parcelle expérimentale et de son environnement.
 ○ : pièges cylindriques; □ : pièges plats orientés alternativement est-ouest et nord-sud ;
 ● : diffuseurs de paillettes; L1 à 6 : rangs de vigne et lignes des pièges cylindriques.

Collecte des pièges et mesures

Un contrôle préalable des pontes et des premières éclosions est effectué dans les parcelles voisines afin de fixer la date de pose des pièges ; les pièges sont installés au moment des toutes premières éclosions.

Les pièges sont relevés une fois par semaine jusqu'au tarissement de captures. A chaque relevé, les films englués portant les captures sont retirés et recouverts d'une seconde feuille en PVC transparent, afin d'éviter que les films ne collent entre eux. Ces films superposés bord à bord sont agrafés ensemble au moment de leur enlèvement. La

date de relevé et le numéro du piège sont inscrits sur le coin haut droit de la feuille supérieure. La glu est fluide et peut entraîner lentement les larves vers le bas si les films sont posés verticalement. C'est pourquoi les films prélevés sont déposés horizontalement dans des cagettes pour être transportés et stockés. Après son retrait du cylindre, le film est remplacé par un nouveau destiné au piégeage de la semaine suivante. Une fois toutes les feuilles installées, un second passage est effectué pour les pulvériser à la glu.

Au laboratoire, les films sont examinés sous une loupe binoculaire et les larves de lécanine sont entourées au marqueur et comptées sur une grille divisée en huit secteurs cardinaux (NO, O, SO, S, SE, E, NE, N) (**Figure 3**). Les emplacements où les cochenilles sont présentes sont ensuite découpés en disques de 1 cm de diamètre avec un emporte-pièce. Les cochenilles sont extraites de ces disques sous la binoculaire avec une aiguille fine, afin de pouvoir tester leur viruliférité par RT-PCR multiplexe (Beuve et al., 2013). Le nettoyage du matériel souillé par la glu est effectué avec un papier absorbant imbibé d'essence de térébenthine. Ce produit est peu toxique, mais peut provoquer des dermatites par contact avec la peau, ainsi que des nausées et des céphalées par inhalation en milieu confiné. Il est manipulé avec des gants et une blouse, dans une pièce ventilée ou à l'extérieur.

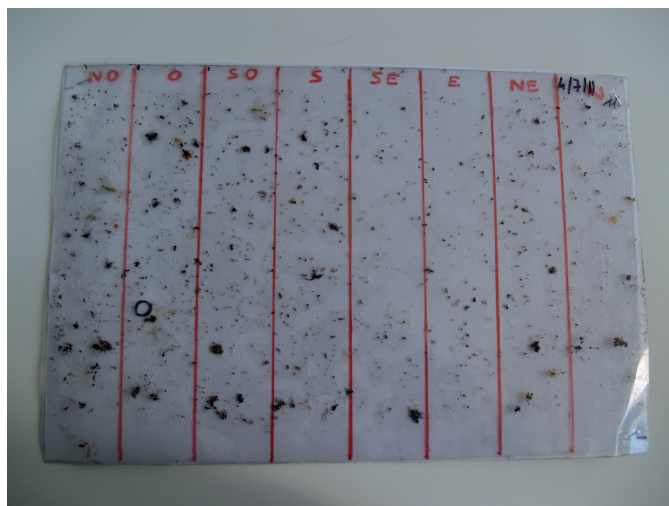


Figure 3. Feuille de piège superposée sur une grille divisée en huit secteurs cardinaux. L'emplacement d'une larve est entouré au feutre par un cercle noir (photo : G. Hommay).

Conditions météorologiques

Les enregistrements des températures moyennes, des précipitations totales, des vitesses moyennes et maximales du vent et de la direction du vent (16 orientations différentes) proviennent d'une station météorologique (La Crosse Technology® WS 3600) située dans le vignoble de Kintzheim, à environ 12 km au sud de la parcelle expérimentale.

Estimation de la densité de femelles dans les parcelles environnantes et la jeune vigne

Afin d'évaluer la densité des populations dans les parcelles environnantes, un relevé de la quantité des jeunes femelles est effectué en avril-mai chaque année de piégeage. Le comptage est réalisé sur l'ensemble des baguettes de chaque cep dans les deux rangs de vignes immédiatement limitrophes de la parcelle d'étude. Pour la parcelle située au nord, les femelles sont comptées sur les six premiers ceps des rangs en amont de la parcelle d'étude. Un relevé du nombre de femelles installées dans la jeune parcelle est effectué de 2011 à 2014 sur chacun des ceps.



Validation de la méthode

La provenance des cochenilles piégées et leur distance de dispersion ont été vérifiées (2012) par la diffusion aérienne de paillettes ultrafines colorées pour loisirs créatifs (Rayher®), de dimension et de poids proches de ceux des larves (diamètre ~130 µm, poids 26 µg). Environ 2 g de paillettes sont déposés dans des coupelles (h 1,30 cm, diamètre 5 cm) encastrées dans des pots paniers (h 5 cm, diamètre 5 cm) attachés à 1,20 m de hauteur sur des piquets (**Figure 4**). A l'est et à l'ouest de la parcelle étudiée, les coupelles sont disposées le long du rang de vigne immédiatement voisin (11 coupelles à intervalles de 7,50 m) (**Figure 2**). Au nord et au sud, les coupelles sont placées aux extrémités de chaque rang (4 coupelles à intervalles de 2,10 m). Une couleur différente est choisie pour chaque côté de la parcelle, donc chaque point cardinal. Pour comparaison, la prairie située au sud est également entourée de coupelles, disposées avec les mêmes espacements (4 au sud et 10 à l'est et à l'ouest).



Figure 4. Coupelle de diffusion de paillettes colorées, mimant les larves L1 de lécanine (photo : G. Hommay).

Résultats

Piégeage des larves

Pièges cylindriques

Chaque printemps, un pic de capture est observé pour le réseau de pièges, comme pour le piège témoin (**Figure 5**). Le pic de capture de 2011 est plus précoce (début juin) que les autres années en raison de fortes températures printanières.

En 2009 et 2012, les larves sont surtout piégées sur les secteurs sud et sud-ouest des pièges, tandis qu'en 2010 et 2011, un plus grand nombre est piégé sur les zones nord-est et est (**Figure 6**). La direction des captures hebdomadaires correspond globalement à la direction du vent dominant durant la semaine précédant le relevé. Toutefois, la correspondance est imparfaite, car la direction du vent peut changer au cours de la semaine. De plus, l'orientation principale des captures dépend surtout de la direction dominante du vent durant le pic de capture (**Figure 7**). Beaucoup de larves ont été capturées au sud de la parcelle, en raison d'un grand nombre de lécanines présentes à ses bordures sud. Le piège témoin capture la majorité de larves sur la partie qui est tournée vers le cep infesté.

Aucune relation n'est observée entre la vitesse du vent et le nombre de L1 capturées. Les autres facteurs climatiques (températures, précipitations) n'ont pas eu d'influence distincte sur les captures.

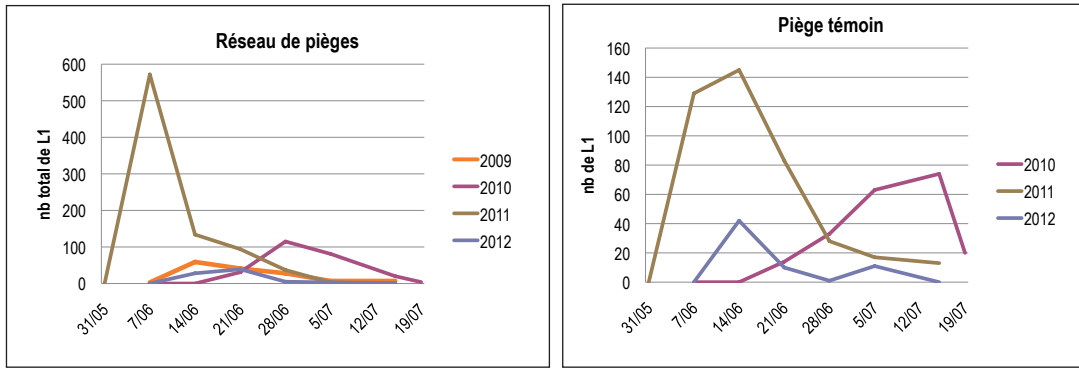


Figure 5. Nombres hebdomadaires de L1 de *P. corni* piégées, de 2009 à 2012 (pour le piège témoin en 2009, les relevés ne commençant qu'en juillet ne sont pas représentés).

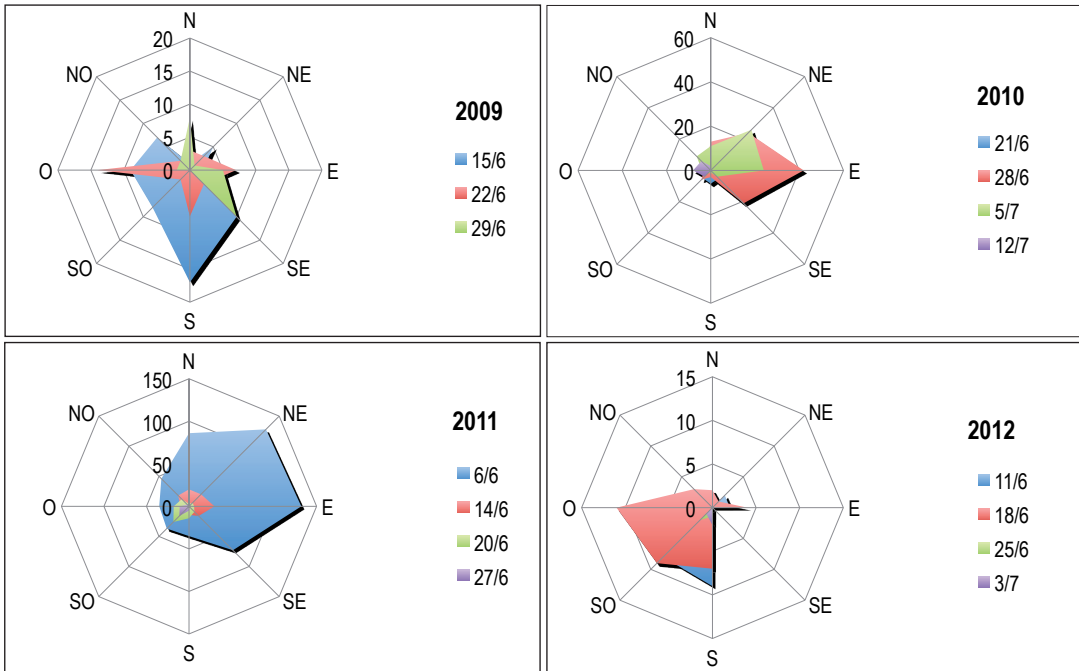


Figure 6. Nombre total de L1 de *P. corni* récoltées sur le réseau de pièges, de 2009 à 2012, selon leur position géographique sur le piège.



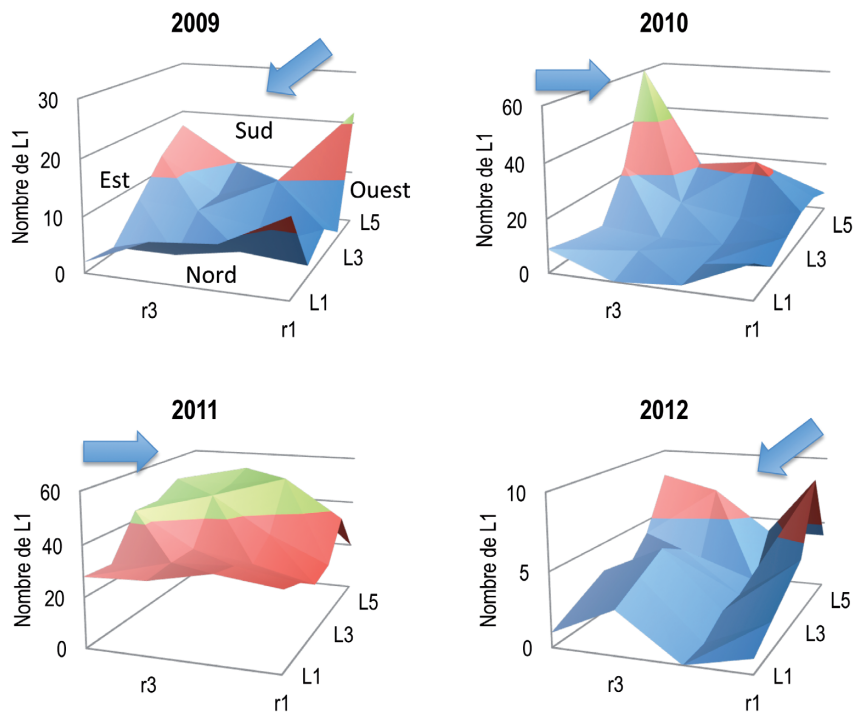


Figure 7. Répartition spatiale du nombre total des larves piégées dans la parcelle, avec représentation du vent dominant par une flèche.

Pièges plats

Les larves engluées sur les pièges plats disposés en 2012 dans la prairie sont plus nombreuses à l'ouest (**Figure 8**), ce qui confirme les résultats des pièges cylindriques. En raison de l'absence de vignes au sud, elles sont en second lieu plus abondantes à l'est.

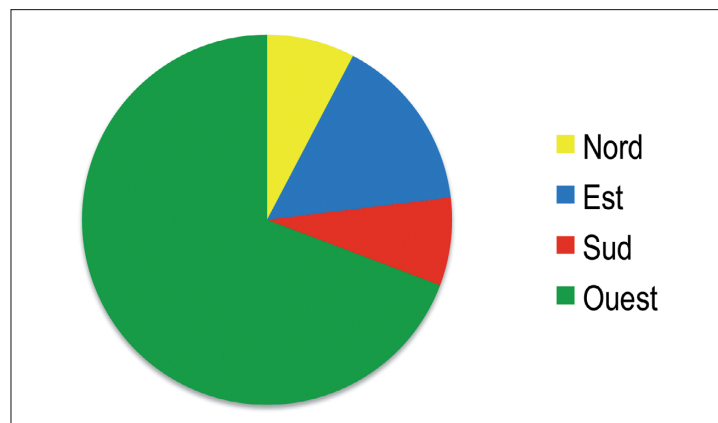


Figure 8. Répartition géographique des cochenilles récoltées sur les pièges plats en 2012 (n = 13).



Validation de la méthode : répartition des paillettes sur les pièges

La majorité des paillettes récoltées sur les pièges cylindriques en 2012 provient de l'ouest (couleur verte), puis du sud (couleur rouge) (**Figure 9**). Elles ont été engluées sur les secteurs sud et sud-ouest des pièges (**Figure 9**) et au voisinage de leurs points de diffusion (**Figure 10**). Seules les paillettes provenant de l'est (couleur bleue) ont été moins régulièrement réparties le long de la parcelle. Peu de paillettes ouest et est ont été interceptées sur la dernière ligne de pièges (ligne 6), car les dernières coupelles de diffusion étaient situées plus en amont (**Figure 2**). Avec un nombre identique de coupelles par côté, les paillettes récoltées de l'ouest sont significativement plus nombreuses que celles de l'est, et celles du sud significativement plus nombreuses que celles du nord (test t, $p < 0,05$). Ceci concorde avec l'orientation des vents dominants provenant du sud et de l'ouest et avec les captures de larves (2012 sur **Figures 6 et 7**).

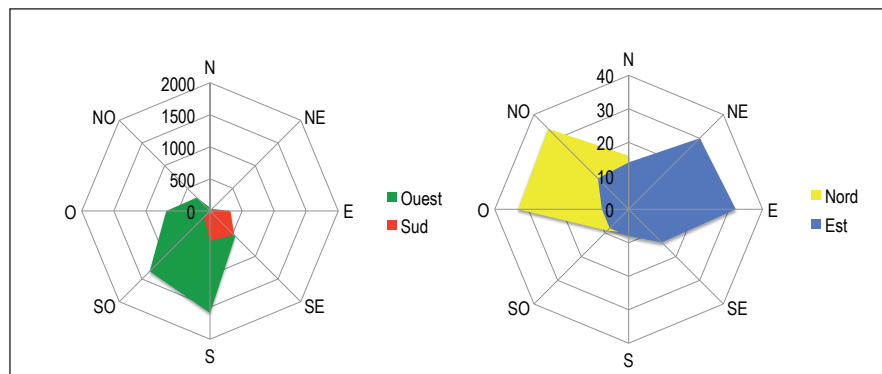


Figure 9. Nombre total des paillettes récoltées sur les pièges cylindriques en 2012, selon leur origine et leur position géographique sur les pièges (échelles différentes entre les 2 graphiques).

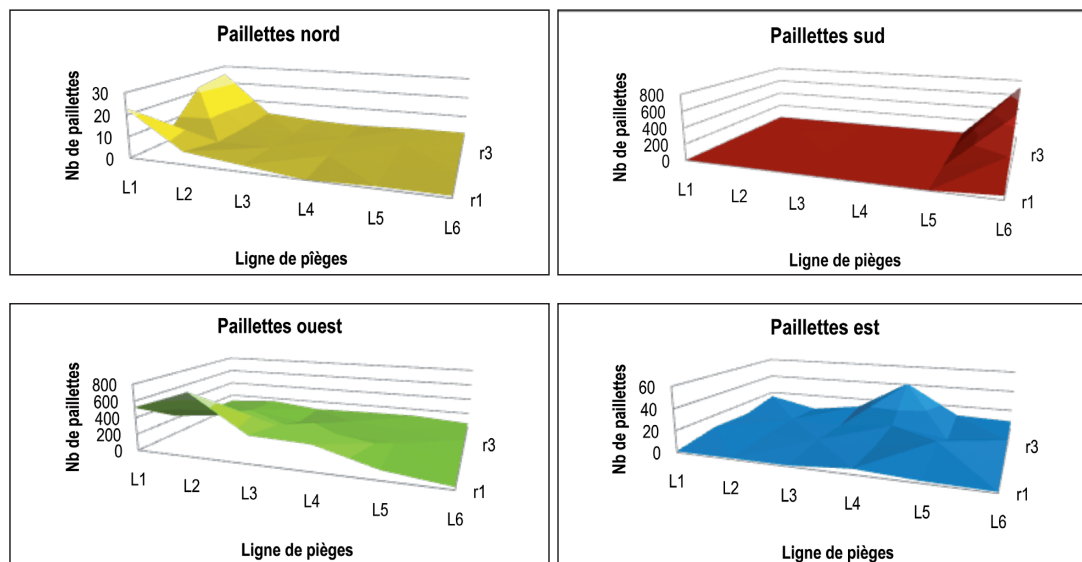


Figure 10. Distribution spatiale des paillettes récoltées, selon leur origine et la position géographique des pièges dans la parcelle (échelles différentes entre les graphiques). L : ligne de pièges (1 à 6 du nord au sud) ; r : rang de vigne (1 à 4 d'ouest en est).

La distance entre les coupelles de paillettes et les pièges permet d'évaluer la distance de dispersion des paillettes. Quelques paillettes provenant des coupelles placées au sud de la prairie ont été piégées jusqu'à 165 m, mais la majorité s'est déposée sur les pièges les plus proches (**Figure 11**).



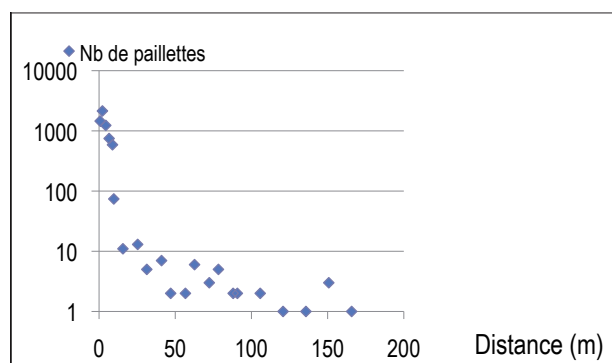


Figure 11. Nombre de paillettes récoltées en fonction de la distance entre les pièges et les coupelles de paillettes.

Parmi plus de 2000 paillettes récoltées sur les pièges plats disposés dans la prairie, la majorité (94 %) provient du côté ouest, le reste venant surtout du côté sud (4 %), en accord avec les résultats des pièges cylindriques.

La comparaison de ces résultats avec les résultats de piégeage des larves sur les pièges plats, montre que la proportion des larves est davantage partagée entre les différents points cardinaux (Figure 8). Toutefois, le faible nombre de larves piégées ($n = 13$) ne permet pas de proposer une explication.

Colonisation de la parcelle d'essai

La capture de larves sur les pièges disposés dans la parcelle montre que les larves y sont déposées après un transport aérien à partir des vignes voisines. La présence de femelles de *P. corni* est observée dans la parcelle en avril 2011, ce qui implique qu'elle a été colonisée par des L1 l'année précédente, soit deux ans au plus tard après la plantation. De 2011 à 2014, des femelles de *P. corni* ont été dénombrées sur 147 ceps différents, soit plus du quart du nombre total de la parcelle, ce qui démontre le succès de l'installation des larves sur les ceps.

Conclusion

Les pièges cylindriques englués décrits ici constituent un outil satisfaisant pour étudier la dispersion aérienne des larves L1 de cochenilles lécanines dans le vignoble. Ils donnent une information précieuse sur la direction dans laquelle les larves sont entraînées par le vent. En effet, la majorité des larves est récoltée sur le secteur le plus exposé aux vents dominants, comme le confirme notre essai de validation par l'utilisation de paillettes mimant les larves L1. Ces pièges se montrent plus précis que les pièges plats, généralement utilisés, qui ne présentent que deux faces. Cette méthode peut ainsi servir à diverses études sur la dispersion éolienne d'autres espèces de cochenilles et d'insectes de petite taille, voire d'acariens. Enfin, celle-ci présente des applications potentielles dans la surveillance de tels arthropodes en agriculture.

Remerciements

Les auteurs remercient FranceAgriMer pour son soutien financier (conventions n° 2009-0419 01, 2010-0292, 2011-1035, 2012-0764, 2013-0681, 2014-0764), Patrick Meyer pour l'autorisation d'expérimenter dans ses parcelles, Philippe Kuntzmann (IFV Colmar) pour ses précieux conseils et Jean Dietrich (stagiaire en licence, Université de Bourgogne) qui a participé à l'étude.

Références bibliographiques

Beuve M, Moury B, Spilmont AS, Sempé-Ignatovic L, Hemmer C, Lemaire O (2013) Viral sanitary status of declining grapevine Syrah clones and genetic diversity of Grapevine Rupestris stem pitting-associated virus. *Eur J Plant Pathol*, **135** : 439-452.

Canard M (1958) Recherches sur la morphologie et la biologie de la cochenille *Eulecanium corni* Bouché (Homoptères-Coccoidea). *Ann Ecol Nat Sup Agron Toulouse* **6** : 185-271.

Grasswitz TR, James DG (2008) Movement of grape mealybug, *Pseudococcus maritimus*, on and between host plants. *Entomol Exp Appl* **129** : 268-275.

Greathead DJ (1997) 1.3.3 *Crawler behaviour and dispersal*. In : Ben-Dov YH, Hodgson CJ (Eds) *Soft Scale Insects - Their Biology, Natural Enemies and Control*. World Crop Pests, Vol. 7A. Elsevier, Amsterdam & New York, pp. 339-342.

Herrbach E, Le Maguet J, Hommay G (2016) *Virus transmission by mealybugs and soft scales (Hemiptera, Coccoidea)*. In : Brown JK (Ed) *Vector-Mediated Transmission of Plant Pathogens*. American Phytopathological Society Press, pp. 147-161.

Rabkin FD, Lejeune RR (1954) Some aspects of the biology and dispersal of the pine tortoise scale *Toumeyella numismaticum* (Pettit and McDaniel) (Homoptera Coccidae). *Can Entomol* **86** : 570-575.

