

FILETS D'EXCLUSION DANS LES CULTURES FRUITIÈRES : EFFET DE LA DIMENSION ET DE LA FORME DES MAILLES SUR L'EFFICACITÉ D'EXCLUSION DE DIFFÉRENTS INSECTES RAVAGEURS ET BÉNÉFIQUES



PELLETIER, F., G. CHOUINARD, M. LAROSE, C. POUCHET et A. FIRLEJ

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

INTRODUCTION

- La production de fruits sous filets d'exclusion permet de réduire les dommages causés par plusieurs ravageurs sans avoir recours aux insecticides (Chouinard *et al.* 2016; 2017).
- La taille et la géométrie des mailles du filet utilisé influenceront l'efficacité d'exclusion des différents ravageurs (Bethke et Paine 1991; Bethke *et al.* 1994, Alvarez et Oliva 2017) ainsi que la possibilité d'entrée de la faune auxiliaire (Hanafi *et al.* 2007).
- Afin d'optimiser la protection phytosanitaire de ces filets, le projet visait à mesurer en laboratoire l'effet de la forme et de la dimension des mailles sur l'exclusion de deux ravageurs : la mouche de la pomme *Rhagoletis pomonella* et la drosophile à ailes tachetées *Drosophila suzukii*.
- En vue de favoriser l'entrée des insectes bénéfiques sous filets, ou encore de favoriser le maintien de ceux qui pourraient y être introduits, les différentes mailles ont également été testées avec trois auxiliaires de lutte : la cécidomyie du puceron *Aphidoletes aphidimyza* de même que les parasitoïdes *Aphidius matricariae* et *Aphelinus abdominalis*.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Insectes

- Les deux insectes ravageurs provenaient d'élevages maintenus en laboratoire (IRDA).
- Les auxiliaires de lutte ont été obtenus de sources commerciales (Crop Defenders et Anatis Bioprotection).

Dispositif

- Cage cylindrique à 2 compartiments séparés au centre par une section de filet (variant selon le traitement).
- Introduction de 15 à 50 individus selon l'espèce (adultes, pupes ou momies) dans le compartiment inférieur.
- Piège collant jaune suspendu dans le compartiment supérieur.
- Dispositifs placés verticalement* et recouverts de papier d'aluminium (sauf l'extrémité supérieure) = utilisation du phototropisme (+) et géotropisme (-).

* À l'exception des essais avec *A. aphidimyza* réalisés avec des dispositifs placés horizontalement

Filets testés

- Filets produits sur mesure à l'aide d'une imprimante 3D et de brins translucides de polymère d'acide polylactique (PLA).
- Filets disponibles commercialement : ProtekNet 60, ProtekNet 70 et Artes 5X4.

Essai 1 : Dimension des mailles

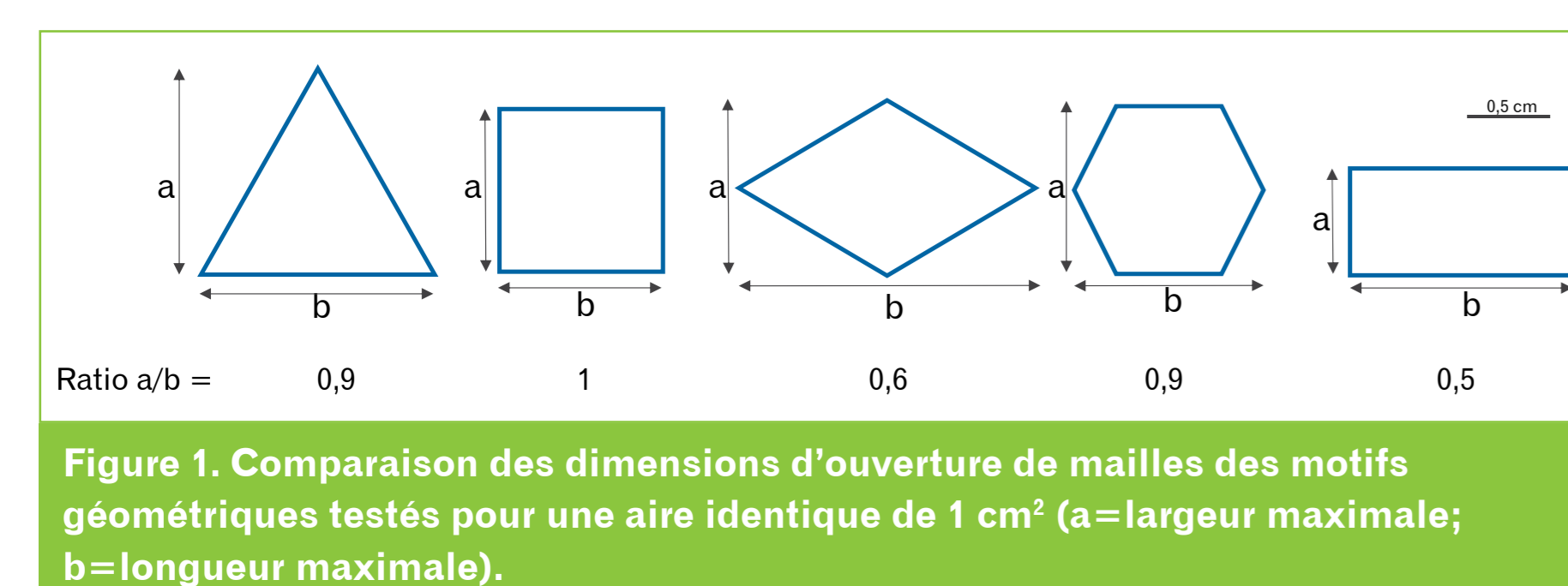
- Comparaison de 5 différentes dimensions, testées en utilisant des filets à mailles carrées.
- Dimensions de mailles sélectionnées selon l'espèce à l'étude, en fonction de la taille moyenne de son thorax (mesurée chez 10 individus/espèce).
- Une dimension commune (2 x 2 mm) testée avec toutes les espèces.

Essai 2 : Motifs géométriques

- Comparaison de 5 motifs géométriques : carré, rectangle, triangle, losange et hexagone (Figure 1).
- Aire ouverte (identique pour les 5 motifs testés) sélectionnée selon l'espèce à partir des résultats de l'essai 1.

Analyses statistiques

- Pourcentage d'individus ayant traversé après 24 heures (ravageurs) ou après 6 jours (auxiliaires de lutte).
- ANOVA ou Kruskal-Wallis (selon le respect des conditions requises) suivis d'un test de comparaisons multiples (Tukey-Kramer HSD ou Wilcoxon); n=6 répétitions.



RÉSULTATS

- La plupart des espèces ont passé à travers des filets ayant des mailles carrées à peine plus grandes que la largeur de leur thorax, alors que pour le prédateur aphidiphage *A. aphidimyza*, l'ouverture des mailles devait être au moins le double de la taille de l'insecte (Figure 2).
- Parmi les formes testées, le taux d'intrusion des femelles de mouche de la pomme et de drosophile à ailes tachetées a été plus élevé à travers les filets à mailles hexagonales, suivi des filets à mailles carrées. Les filets à mailles rectangulaires ont totalement exclu ces deux ravageurs (Tableau 1).
- Chez le prédateur aphidiphage *A. aphidimyza*, les filets à mailles carrées ont permis le passage d'un plus grand nombre d'individus comparativement aux autres formes testées. Dans le cas des guêpes parasitoïdes, l'aire sélectionnée pour l'essai n'a pas permis de mesurer de façon significative l'effet de la forme des mailles sur leur capacité à traverser (Tableau 2).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats obtenus suggèrent que selon la forme géométrique des mailles, plus le ratio a/b s'approche de 1, plus la surface utile pour le passage des insectes est grande. Ainsi, avec des filets à mailles carrées ou hexagonales, une aire ouverte plus petite devrait être utilisée pour obtenir une efficacité d'exclusion similaire comparativement aux autres motifs testés. Pour diminuer, entre autres, l'impact sur la température (surtout dans le cas de mailles très fines), la majorité des filets d'exclusion utilisés sont de forme rectangulaire avec un ratio a/b généralement inférieur à 0,5 (Alvarez et Oliva 2017). Selon nos résultats, le choix de ce motif permet également d'optimiser l'efficacité d'exclusion des filets.

En laboratoire, l'efficacité d'exclusion ne fut pas prédite uniquement par la grandeur des mailles et par la taille du thorax des insectes tel qu'observé également par Bethke et Payne (1991). D'autres caractéristiques physiques et/ou comportementales ont influencé leur capacité à traverser le filet. En effet, bien que les thorax des trois auxiliaires de lutte testés soient de largeur relativement similaire, les filets testés ont été beaucoup plus perméables aux guêpes parasitoïdes qu'au prédateur *A. aphidimyza*. Outre les autres caractères morphologiques de l'insecte, il est également possible que, pour cette dernière espèce, le stimuli utilisé (phototropisme) pour encourager l'insecte à traverser n'était pas adéquat. En laboratoire, le filet ProtekNet 60 a presque totalement exclu *A. aphidimyza* alors que lors d'observations en verger, bien que l'abondance des œufs et des larves de ce prédateur au sein des colonies du puceron *Aphis pomi* fut moindre sous les filets ProtekNet 60 (d'environ 3 à 5 fois) comparativement au filet Artes 5x4, des larves d'*A. aphidimyza* y ont néanmoins été observées sur près de 40 % des colonies observées lors du pic de présence du prédateur (données non publiées).

À l'inverse, il est possible qu'en laboratoire, un insecte soit capable de traverser un type de filet, mais que sur le terrain, la présence du filet soit suffisante pour détourner son exploitation vers d'autres hôtes plus facilement accessibles. Par exemple, lors de nos essais en laboratoire, le filet Artes 5x4 fut inefficace pour prévenir le passage de *R. pomonella* alors qu'en verger, le filet a offert une excellente protection contre ce ravageur

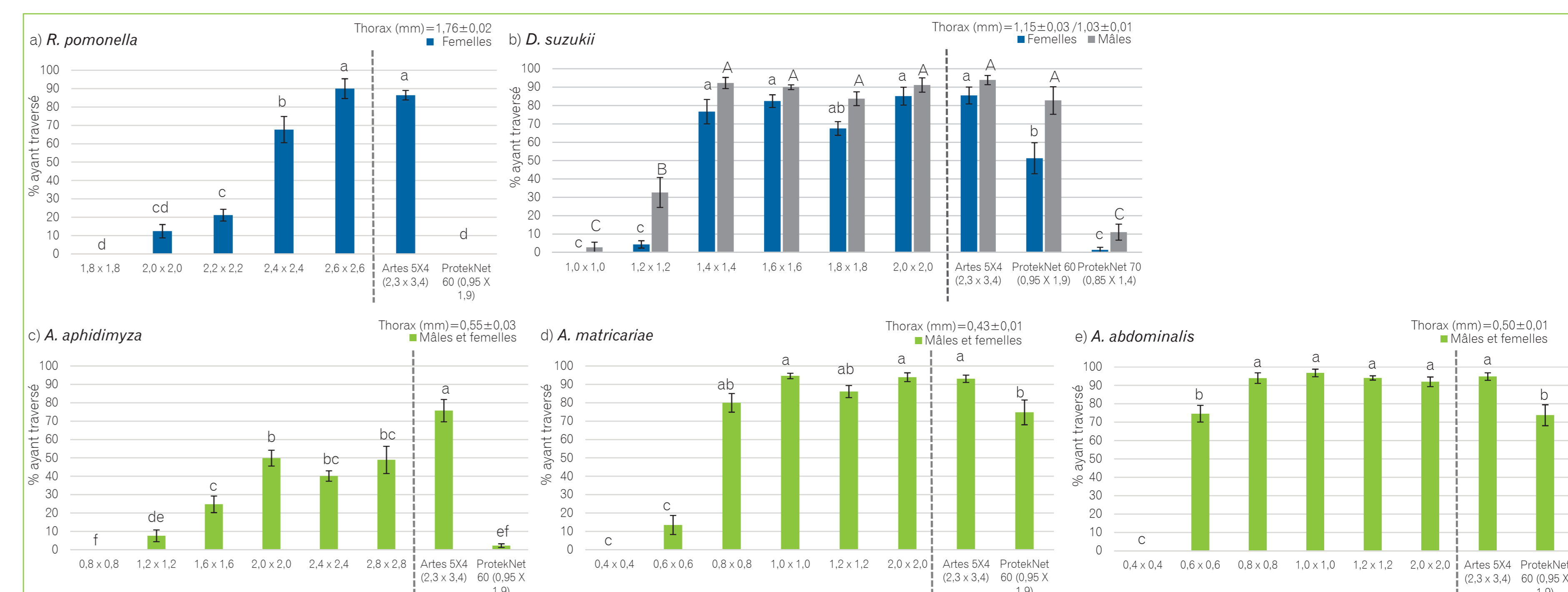


Figure 2. Pourcentage d'individus (moyenne ± erreur-type) ayant traversé des filets à mailles carrées de différentes dimensions et des filets d'exclusion à mailles rectangulaires utilisés commercialement dans les cultures fruitières. Des lettres différentes indiquent des différences significatives (ANOVA ou Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$)

Tableau 1 : Pourcentage d'individus (moyenne ± erreur-type) ayant traversé des filets à différents motifs géométriques et ayant une aire identique chez les deux insectes ravageurs testés (a=largeur; b=longueur).

Motif géométrique	a (mm)	b (mm)	<i>R. pomonella</i> (femelles)		<i>D. suzuki</i> (femelles)		<i>D. suzuki</i> (mâles)	
			%	lettre	%	lettre	%	lettre
Hexagone	2,5	2,9	86,7 ± 9,4	a	67,9 ± 4,0	a	84,3 ± 6,4	a
Carré	2,3	2,3	58,9 ± 3,6	ab	47,9 ± 12,4	ab	75,2 ± 9,5	a
Losange	2,5	4,3	30,1 ± 7,4	bc	21,0 ± 3,8	b	49,8 ± 6,2	a
Triangle	3,0	3,5	24,4 ± 9,5	cd	19,5 ± 5,6	b	59,2 ± 9,9	a
Rectangle	1,6	3,3	0,0 ± 0,0	d	0,0 ± 0,0	c	0,0 ± 0,0	b

Des lettres différentes indiquent des différences significatives (ANOVA ou Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$)

Tableau 2 : Pourcentage d'individus (moyenne ± erreur-type) ayant traversé des filets à différents motifs géométriques et ayant une aire identique chez les trois auxiliaires de lutte testés (a=largeur; b=longueur).

Motif géométrique	a (mm)	b (mm)	<i>A. aphidimyza</i> (mâles et femelles)		<i>A. matricariae</i> (mâles et femelles)		<i>A. abdominalis</i> (mâles et femelles)	
			%	lettre	%	lettre	%	lettre
Hexagone			ND		ND		ND	
Carré	2,8	2,8	86,9 ± 3,3	a	83,9 ± 3,3	a	90,6 ± 2,7	a
Losange	3,0	5,2	70,6 ± 3,2	b	78,8 ± 3,2	a	93,0 ± 0,6	a
Triangle	3,7	4,3	65,9 ± 5,4	b	84,0 ± 5,4	a	94,3 ± 1,2	a
Rectangle	2,0	4,0	65,8 ± 4,8	b	68,3 ± 4,8	a	95,9 ± 2,3	a

Des lettres différentes indiquent des différences significatives (ANOVA ou Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$)

(données non publiées). Un constat similaire a aussi été rapporté pour *D. suzukii* par Charlot *et al.* (2017). Selon leurs travaux, des mailles allant jusqu'à 1,37 x 1,71 mm étaient suffisantes pour prévenir le passage des drosophiles alors que des mailles beaucoup plus fines (0,81 x 1,37 mm) devaient être utilisées en laboratoire. Nos résultats concordent avec leurs observations mais différent de celles de Grassi *et al.* (2016) qui rapportent que des mailles de 1,0 x 1,0 mm laissent passer

D. suzukii possiblement parce que des individus non sexés ont été utilisés dans leur essais. Nos résultats indiquent également que le filet ProtekNet 70, utilisé actuellement au Québec pour lutter contre *D. suzukii* dans les cultures de petits fruits a presque complètement exclu les femelles en laboratoire alors que, de façon marginale, certains mâles ont été capables de traverser les mailles.

RÉFÉRENCES

- Alvarez, A.J., et R.M. Oliva. 2017. Insect exclusion screens: the size of the holes from a three-dimensional perspective. *Acta Hort.* 1170, 1035-1042.
- Bethke, J.A. et T.D. Paine. 1991. Screen hole size and barriers for exclusion of insect pests of glasshouse crops. *J. Entomol. Sci.* 26:169-177.
- Bethke, J.A., R. Redak, et T. Paine. 1994. Screens deny specific pests entry to greenhouses. *California Agriculture* 48 : 37-40.
- Charlot, G., C. Weydert, M. Millan, M.L. Brachet et F. Warlop. 2017. Nets and covers to protect cherry trees from rain and insects. *Acta Hort.* 1161, 97-102.
- Chouinard, G., A. Firlej et D. Cormier. 2016. Going beyond sprays and killing agents: Exclusion, sterilization and disruption for insect pest control in pome and stone fruit orchards. *Scientia Horticulturae* 208: 13-27.
- Chouinard, G., J. Veilleux, F. Pelletier, M. Larose, V. Philion et D. Cormier. 2017. Impact of exclusion netting row covers on arthropod presence and crop damage to 'Honeycrisp' apple trees in North America: A five-year study. *Crop Protection* 98 : 248-254.
- Grassi, A., A. Gottardello, G. Ganarin, S. Conci, S. Franchini, P. Miorelli, P. Zucchi, V.R. Stacconi et T. Pantezzi. 2016. Biology, behaviour and control of *Drosophila suzukii* in Trentino region, Northern Italy. *International soft fruit conference (ISCF)*, Hertogenbosch, Pays-Bas.
- Hanafi, A., R. Bouharrou, S. Amout, et S. Miftah. 2007. Efficiency of insect nets in excluding whiteflies and their impact on some natural biological control agents. *Acta Hort.* 747, 383-388.

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier F. Vanoothuyse et A. Dieni (expertise pour les élevages d'insectes) ainsi que V. Roy, J. Champagne-Caron et J. Morrissette (aide-technique). Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire, issu de l'accord Cultivons l'avenir 2 conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, et Agriculture et Agroalimentaire Canada.