

Évaluation d'une technique de piégeage de masse contre la chrysomèle rayée du concombre en production biologique

Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région (PADAAR)

Rapport final

Marc Fournier, Daniel Chapdelaine, Camille Cousseau et Éric Lucas

15/03/2019

Introduction

La chrysomèle rayée du concombre (CRC) est l'ennemi numéro 1 des cucurbitacées. En plus de causer des dommages directs aux plantules et aux transplants, elle peut transmettre le flétrissement bactérien, maladie bactérienne vasculaire qui provoque la mort du plant si transmise dans les premiers stades de développement de la plante. Les cucurbitacées sont cultivées sur près de 2 300 hectares au Québec par plus de 621 exploitations agricoles, pour des recettes en provenance du marché d'une valeur de plus de 28 M\$ (Massicotte et al. 2018). Tous les producteurs, conventionnels et biologiques, doivent gérer la CRC. Il existe très peu de moyens de lutte pour les producteurs biologiques et le retrait probable d'ici un horizon de 3 à 5 ans de plusieurs néonicotinoïdes (imidaclopride, clothianidine et thiaméthoxame) risque d'enlever presque tous les moyens de lutte aux producteurs conventionnels. L'abandon de ces matières actives signifierait le retrait du traitement de semence Cruiser, des produits comme l'Admire, l'Alias, Grapple, MinetoDuo, tous utilisés en traitements dans le sillon, et finalement, le retrait du traitement foliaire, Clutch.

Le piégeage massif de la CRC a été testé dans le Midwest américain (Missouri; Pinero 2018). Les pièges étaient constitués de pots à jus jaunes de 3,8 L attachés à une tige, disposés à 45 cm du sol. Deux rangées de 10 trous de 6 mm (soit 20 trous par face) ont été percés sur chaque côté du pot à jus. L'attractif était attaché au couvercle et placé à l'intérieur du contenant. Quatre attractifs ont été testés soit 1) le Trécé TRE8276 (1,2,4-triméthoxybenzène, indole et (E)-cinnamaldehyde =TIC; Lewis et al. 1990); 2) le Trécé TRE8336 (1,2,4-triméthoxybenzène, (E)-cinnamaldehyde et 4-méthoxyphénéthanol); 3) le Trécé TRE8274 (1,2,4-triméthoxybenzène, indole, (E)-cinnamaldehyde et 4-méthoxy cinnamaldehyde et, 4) le AgBio 5, composés non dévoilés. Dans l'essai de Pinero, l'attractif AgBio a obtenu les meilleures captures de CRC, suivi du TRE8274 et du TRE8276, le moins attractif étant le TRE8336 (non différent du témoin). Cette méthode a gardé sous le seuil économique de dommage la population de CRC dans des champs commerciaux de zucchini et de concombre durant une période de 9 semaines.

Dans le cadre du programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région, le but du projet était de tester, en Montérégie, dans un champ commercial, une technique de piégeage de masse contre la CRC similaire à celle testée au Missouri

L'objectif 1 était de tester l'efficacité d'un attractif commercialement disponible (TRE8276) contre la CRC en régie biologique. L'objectif 2 était d'évaluer la qualité de l'attractif après 9 semaines et finalement, à l'objectif 3, une évaluation du coût de cette technique devait être faite et comparée avec ce qui se fait en lutte biologique contre la CRC.

Matériel et méthode

Site expérimental : La ferme la Bourrasque a hébergé le projet. Elle est située à Saint-Nazaire d'Acton au 312 rang Brodeur (45.746927, -72.649601). Cette ferme biologique est très diversifiée.

Pour l'essai, nous avons 3 parcelles, soit a) un champ de courges d'hiver de 15 rangs par 150 mètres (Photo 1), b) une parcelle de 5 rangs de zucchini en plasticulture par 75 mètres (photo 2) et c) une section de 5 rangs de concombre en plasticulture par 75 mètres (Photo 3).



Photo 1. Champ de courges d'hiver



Photo 2. Parcelle de zucchini



Photo 3. Parcelle de concombres



Photo 4. Piège jaune

Dispositif expérimental. Chaque parcelle a été divisée en deux, les traitements ont été : 1) les pièges sans attractant et 2), pièges + attractants. Nous avons utilisé une série de 6 pièges distants de 5 m par traitement. Une distance de 15 mètres sépareit les deux traitements. Les pièges ont été disposés d'un seul côté du champ, soit celui le plus près d'un boisé ou d'un fossé. Les pièges étaient constitués de pots à jus de 3,8 L de la compagnie Uline (S-16912), que nous avons peint

en jaune avec de la peinture en aérosol de la marque Krylon. (Photo 4). Les trous ont été percés avec un fer à souder auquel nous avons ajouté un embout de 6 mm. Les trous percés avec cette méthode donnent des ouvertures de $5,94 \pm 0,13$ mm. Nous avons fait 2 séries de 10 trous par côté.

Au départ, les pièges contenaient environ 300 ml d'eau savonneuse pour tuer les insectes. Ils ont été installés le 28 juin en pleine canicule. La semaine suivante, les pièges étaient complètement secs. Comme mesure temporaire, nous avons ajouté de l'eau deux fois semaine pour les semaines du 3 et du 10 juillet. Nous avons refait les pièges pour qu'ils contiennent 1 litre d'eau savonneuse et nous les avons réinstallés la semaine du 18 juillet. Cette quantité d'eau était suffisante pour résister à une semaine de canicule.

Nous voulions tester l'AgBio mais cet attractif était en rupture de stock au moment de la commande. Nous avons utilisé le TRE 8276 qui était le seul attractif disponible et nous les avons reçus le 25 juin. À chaque semaine, nous dénombrions les CRC dans chaque piège et nous récupérions les insectes. Le première décompte a eu lieu le 3 juillet et le dernier, le 25 septembre. Dès le deuxième échantillonnage, il était évident que nous récoltions aussi des ennemis naturels et des pollinisateurs dans les pièges. À partir du 10 juillet (2^e échantillonnage), nous avons commencé à identifier les pollinisateurs (abeilles domestiques, bourdons du genre *Bombus* spp.) et les ennemis naturels (coccinelles à l'espèce, syrphes aphidiphages au genre). À chaque semaine, un dépistage des 3 cultures était fait où nous comptons les CRC sur 30 plants/parcelle (6 secteurs de 5 plants, échantillonnés au hasard, dans les 3 parcelles témoin et les 3 parcelles traitement).

Type de piège. Nous avons ajouté des pré-tests pour évaluer d'autres possibilités. [La compagnie Solida](#) nous a donné des pièges de type "HAT trap" (photo 5). Le volume du piège est d'environ 500 ml, à l'intérieur du piège il y a un anneau collant pour capturer les insectes. Nous avons installé 3 pièges sans attractif et 3 pièges avec attractif à base de TIC (triméthoxybenzène, indole et cinnamaldehyde) dans le champs de courge d'hiver. Nous avons compté les CRC dans les pièges à chaque semaine et nous avons changé les bandes collantes au besoin.



Photo 5. Piège collant HAT

Autre attractif. La compagnie Solida nous a également fourni l'attractif KPL de la compagnie Csalomon. L'odeur vient de composantes florales qui sont attractives principalement pour la mouche du chou et les altises du genre *Phyllotreta*, selon le fabricant. Nous avons installé 3 pièges jaunes de 3,8 L supplémentaires à la suite du bloc attractif TRE-8276 dans le champ de courge d'hiver. Le test a débuté le 31 juillet.

Renouvellement des attractifs. Après 9 semaines nous avons renouvelé 3 attractifs sur les 6 pièges pour les trois cultures. Nous avons continué à compter les CRC, les pollinisateurs et les ennemis naturels capturés. Un attractif neuf et un usagé ont été analysés pour déterminer la quantité de produit que contenait chaque attractif. Une gamme d'étalonnage a été préalablement établie afin de pouvoir par la suite quantifier les composés présents dans la pastille TRE8276. Sept solutions de concentrations différentes ont été préparées pour les composés suivant : le benzaldéhyde, l'indole, le cinnamaldéhyde et le 1,2,4-triméthoxybenzène, et passé au GS-MS pour obtenir une courbe étalon.

Les pastilles ont été broyées manuellement avec un pilon et un mortier, dans du dichlorométhane (CH_2Cl_2). Le temps de macération des pastilles dans le dichlorométhane était de 17h40 chacune. La solution a été filtré sur de la ouate. Un standard interne de 100 μL de la solution de benzoate d'éthyle dans l'isopropanol a été ajouté à la solution et passé ai GS-MS.

Analyses Statistiques. Pour le dépistage, nous avons utilisé une analyse de GLM (Generalized linear model) avec une distribution de Poisson pour évaluer si la quantité de CRC dépistée était semblable entre les deux sections du champ.

Le nombre de capture dans le piège sont des mesures répétées puisque que le même piège est échantillonné à chaque semaine durant l'expérience. Le moyen le plus simple est de traiter les données par une ANOVA en split-plot. La variable inter-sujet (between subject variable) est le traitement (avec ou sans attractif) et la variable intra-sujet (within subject) est le temps (date). Nous avons utilisé cette ANOVA en split-plot pour comparer le nombre de CRC, de pollinisateurs et d'ennemis naturels capturés dans les pièges «avec» et «sans attractif» pour les trois cultures. Nous avons également utilisé des ANOVA en Split plot pour comparer l'effet attractif des deux types de piège entre eux et dans le temps, le KPL et TRE -8276 dans le champ de courge, et finalement, pour la capture des pièges avec des nouveaux et des vieux attractifs.

Les données ont été transformées pour respecter la normalité.

Résultats

Résumé des Captures :

Pour toute la période de piégeage, dans tous les pièges confondus, nous avons capturé plus de 10600 CRC et 12 chrysomèles maculées du concombre (*Diabrotica undecimpunctata howard*). Nous avons également capturé un grand nombre de prédateurs et de pollinisateurs. Nous avons capturé près de 5575 coccinelles, plus de 400 syrphes et près de 300 polinisateurs (Abeille domestique et bourdon). Les détails sont inscrits au tableau 1.

Tableau 1. Nombre total de ravageurs, prédateurs et pollinisateurs capturés durant toute la saison (28 juin au 25 septembre 2018) par tous les pièges (attractifs ou témoins). Les valeurs sont le nombre total de capture.

Espèce	Nombre
Ravageur	
Chrysomèle rayée du concombre (<i>Acalymma vittatum</i>)	10608
Chrysomèle maculée du concombre (<i>Diabrotica undecimpunctata howard</i>)	12
Prédateurs	
Coccinelle asiatique (<i>Harmonia axyridis</i>)	5199
Coccinelle maculée (<i>Coleomegilla maculata</i>)	184
Coccinelle à 7 points (<i>Coccinella septempunctata</i>)	82
Coccinelle des friches (<i>Hippodamia variegata</i>)	58
Coccinelle à 14 points (<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>)	46
Coccinelle parenthèse (<i>Hippodamia parenthesis</i>)	2
Syrphes aphidiphage (genre : Syrphus et semblable, Toxomerus et Spaerophoria)	417
Chrysopes verte	4
Pollinisateur	
Abeille domestique (<i>Apis mellifera</i>)	198
Bourdon (<i>Bombus</i> spp.)	94

Les syrphes représentent seulement 7% des tous les prédateurs capturés tandis les coccinelles représentent près de 93% des prédateurs. Parmi les coccinelles, la coccinelle asiatique représente plus de 93 % des captures. La coccinelle asiatique est l'espèce dominante dans plusieurs autres agrosystèmes comme le maïs grain et les vergers de pommiers (Lucas et al. 2007).

Évolution des populations CRC dans les cultures durant la saison

La figure 1 représente le nombre moyen de CRC sur 30 plantes dans la culture (dépistage) de concombre, zucchini et courge. Lors du premier dépistage, le seuil de dommage (plus de 1 CRC par plant) était atteint dans toutes les cultures. Dans la culture de concombre, les populations de CRC étaient semblables entre les deux sections du champ ($F = 0,1$; $df = 1$; $p = 0,76$). Dans la parcelle de zucchini, il y avait plus de CRC dans la section «avec attractifs» que dans la section, «sans attractif» ($F = 43,2$; $df = 1$; $p < 0,0001$). Dans le champ de courge, les CRC étaient plus nombreuses dans la section «sans attractif» plutôt que dans celle «avec attractifs» ($F = 8,7$; $df = 1$; $p = 0,003$). Nos parcelles étaient composées de plusieurs cultivars et certains sont préférés des CRC. Par exemple, les pièges témoins dans le champ de courge étaient adjacent aux *Curcubita maxima* de type Blue Hubbard qui sont très attractives pour les CRC (Houser et Balduf 1925). La préférence pour certains cultivars explique probablement la différence entre les sections avec et sans attractifs pour les parcelles de courge et zucchini.

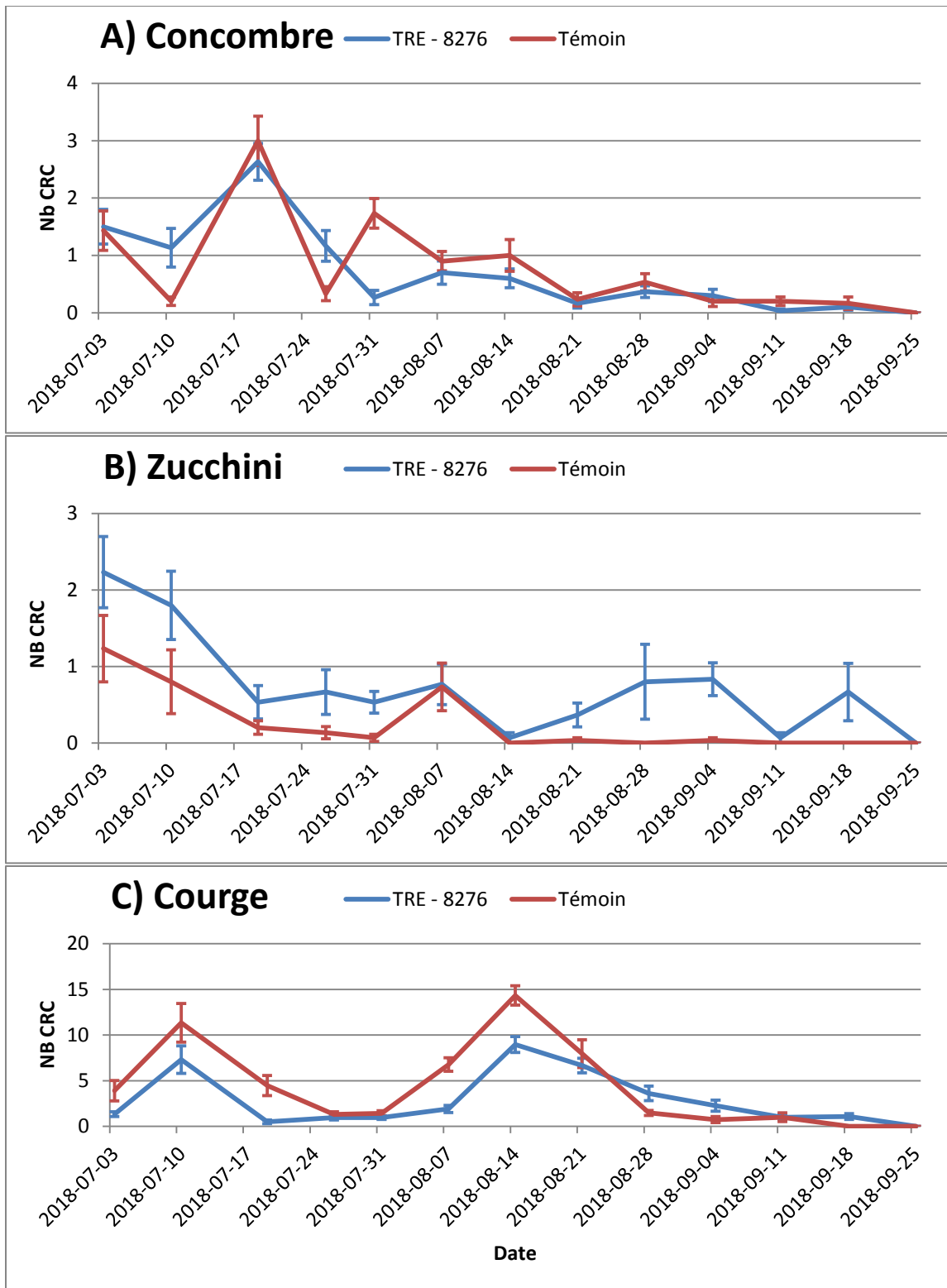


Figure 1. Nombre moyen de CRC dans A) concombre, B) zucchini et C) courge entre le début de l'expérience le 3 juillet et la fin de l'expérience le 25 septembre. Les valeurs sont les moyennes et les erreurs type.

Nombre de CRC dans les pièges avec et sans attractif.

La figure 2 montre les captures moyennes par semaine pour les cultures de concombre, zucchini et courge durant toute la saison (Concombre : $df = 1$; $F = 12,3$; $p < 0,01$; Zucchini : $df = 1$; $F = 7,8$; $p < 0,02$). Dans la courge, les pièges témoins ont capturé davantage de CRC que les pièges avec attractif ($df = 1$; $F = 21,7$; $p < 0,001$). Il y avait en moyenne 2,6 fois plus de CRC dans la section témoin que dans la section avec les attractifs. Nous avons deux pièges avec attractifs de plus dans la section du champ composé de courge Blue Hubbard. Si nous comparons les deux pièges avec attractifs aux pièges témoins dans la section de courge Blue Hubbard, les pièges attractifs ont capturé beaucoup plus de CRC ($df = 1$; $F = 55,3$; $p = 0,0003$). Les plus grand nombre de CRC ont été capturés dans ces deux pièges soit plus de 800 CRC pour une semaine. Sur toute la saison les pièges avec attractifs ont capturé 1,9 fois plus de CRC dans la culture de concombre, 1,8 fois plus dans la culture de zucchini et 3,2 fois dans la section Blue Hubbard du champ de courge. La plus grande différence de capture de CRC entre les pièges avec et sans attractif étaient de 6,7 fois plus, de 5,7 fois plus et 6,3 fois plus dans la culture de concombre, zucchini et courge respectivement.

Capture des ennemis naturels

Les pièges avec attractifs capturent plus de pollinisateurs (abeille domestique + bourdon) que les pièges témoins dans les cultures de concombre et de zucchini mais pas dans le champ de courge (concombre : $df = 1$; $F = 41,5$; $p < 0,0001$; zucchini : $df = 1$; $F = 81,5$; $p < 0,0001$; courge : $df = 1$; $F = 0,3$; $p = 0,58$). Les pièges avec attractif attirent 10 fois plus et 27 fois plus de pollinisateurs dans la culture de concombre et zucchini, respectivement, que les pièges témoins, sans attractif. Les pièges avec attractifs capturent plus de syrphes dans les cultures concombre, zucchini et de courge que les piège témoin (concombre : $df = 1$; $F = 34,3$; $p = 0,0002$; zucchini : $df = 1$; $F = 66,8$; $p < 0,0001$; Courge : $df = 1$; $F = 13,8$; $P = 0,004$). Les pièges avec attractifs attirent 4,4 fois plus, 2,1 fois plus et 1,5 fois plus de syrphes que les pièges témoins pour la culture de concombre, zucchini et courge respectivement. Finalement, pour les coccinelles, les pièges avec attractifs n'attirent pas significativement plus de coccinelles que les pièges témoins dans les cultures de concombre, zucchini et courge (concombre : $df = 1$; $F = 2,9$; $p = 0,12$; Zucchini : $df = 1$; $F = 0,29$; $p = 0,60$; Courge : $df = 1$; $F = 0,3$; $p = 0,58$).

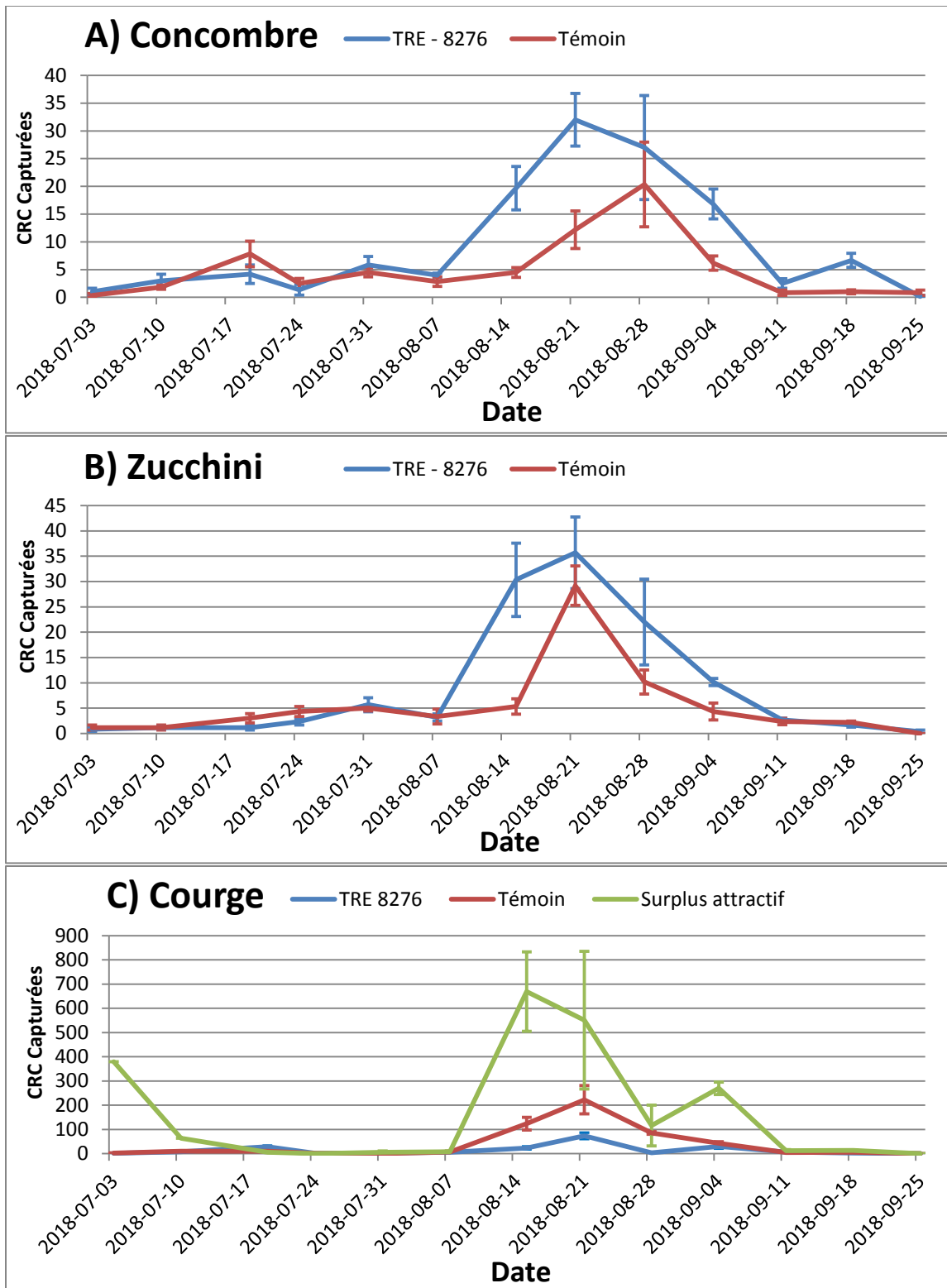


Figure 2. Nombre moyen de CRC dans les pièges témoin (Rouge), dans les pièges avec attractif (Bleu) et les pièges attractif de surplus dans la section témoin dans le champ de courge (Vert) pour A) Concombre, B) Zucchini et C) Courge entre le début de l'expérience le 3 juillet et la fin de l'expérience le 25 septembre. Les valeurs sont les moyennes et les erreurs type.

Peu importe la culture, le changement d'attractif n'a pas augmenté les captures de CRC (Culture : $df=2$; $F = 0,87$; $p = 0,42$; Changement : $df = 1$; $F = 0,77$; $p = 0,38$). Les captures de syrphes et de coccinelles n'ont pas été plus nombreuses dans les pièges avec des nouveaux attractifs que dans les pièges avec les vieux attractifs, peu importe la culture (syrphe : culture : $df = 2$; $F = 0,62$; $p = 0,54$; changement: $df = 1$; $F = 0,22$; $p = 0,64$; coccinelle : culture : $df = 2$; $F = 2,67$; $p = 0,08$; changement : $df = 1$; $F = 0,7$; $p = 0,59$). Par contre, les nouveaux attractifs ont attiré plus de pollinisateurs (abeille et bourdon) que les vieux attractifs, dans toute les cultures (Culture : $df = 2$; $F = 0,98$; $p = 0,3$; changement: $df = 1$; $F = 5,9$; $p = 0,02$).

Pièges collants vs pièges jaunes de 4 Litres

La figure 3 montre les captures moyennes entre les pièges collants et les pièges jaunes de 4 L dans le champ de courge. Puisque les populations de CRC étaient différentes entre la section témoin et la section attractifs (Figure 1c), nous avons comparé les pièges témoins et les pièges avec attractifs séparément. Les pièges de 3,8 litres ont capturé significativement plus de CRC que les pièges collants (Témoin : $df = 1$; $F = 81,0$; $p < 0,0001$; attractif : $df = 1$; $F = 81,0$; $p < 0,0001$). Les pièges de 3,8 L ont capturé 6 fois et 15 fois plus de CRC que les pièges collants dans les sections «avec attractifs» et «témoin».

Comparatif entre les attractif KPL vs TRE- 8276

La figure 4 montre les captures moyennes entre les pièges avec des attractifs TRE- 8276 et les pièges avec les attractif KLP. Il n'y a pas de différence significative entre les deux attractifs pour la capture de CRC ($df = 1$; $F = 0,002$; $p = 0,97$; figure 5). Il n'y a pas de différence entre les deux attractifs pour la capture de syrphe ($df = 1$; $F = 1,45$; $p = 0,27$). Le KLP attire plus de coccinelles que le TRE- 8276 ($df = 1$; $F = 13,6$; $p = 0,008$). Le KPL capture en moyenne 3,2 fois plus de coccinelles. Finalement le KPL capture 5,3 fois moins de pollinisateurs que le TRE - 8276. ($df = 1$; $F = 7,5$; $p = 0,03$).

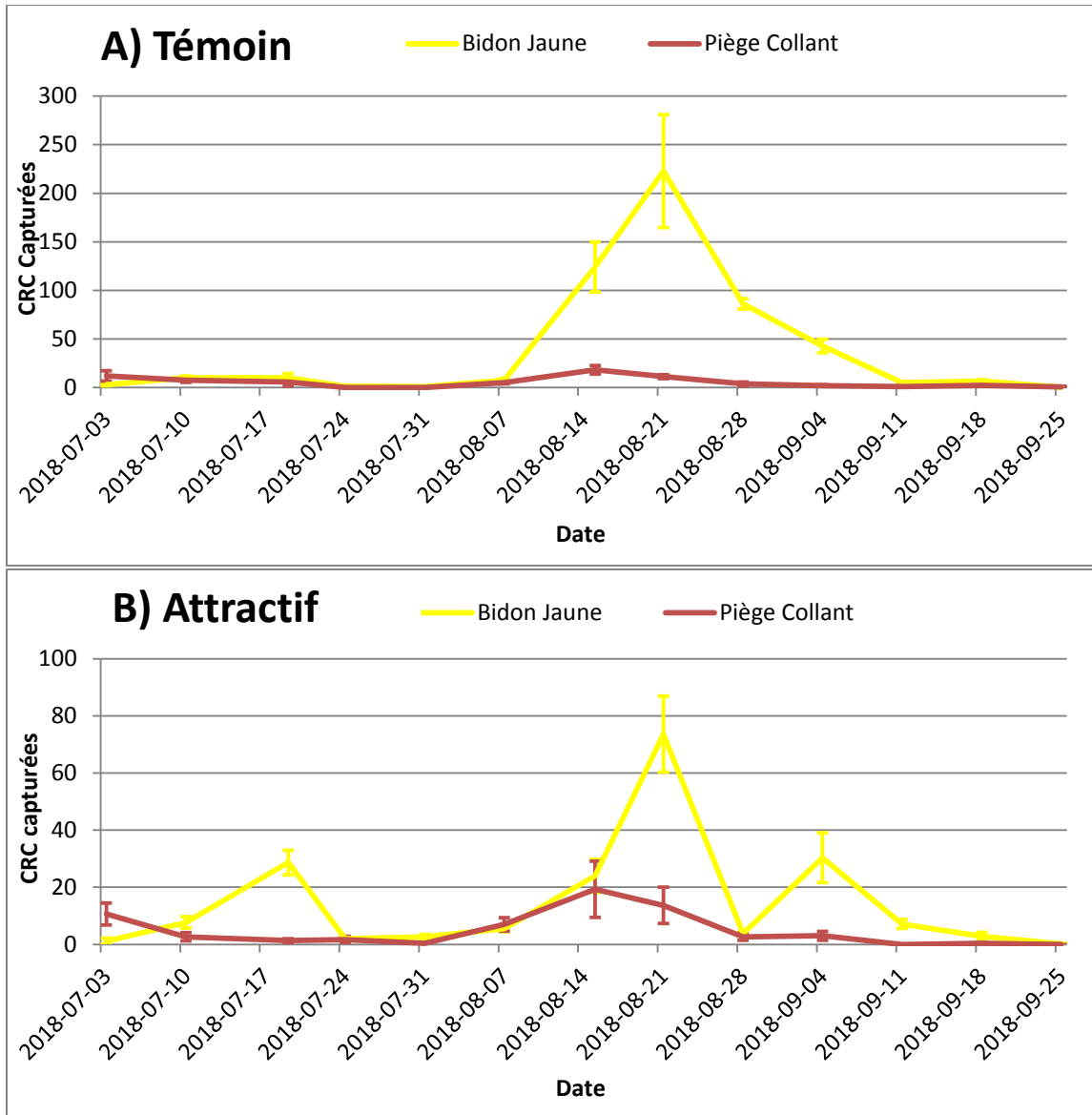


Figure 3. Nombre moyen de CRC dans les pièges collants (Rouge) et les pièges jaune de 3,8 L (Jaune) dans le champ de courge pour, a) la section Témoin et, B) la section Attractif entre le début de l'expérience le 3 juillet et la fin de l'expérience le 25 septembre. Les valeurs sont les moyennes et les erreurs type.

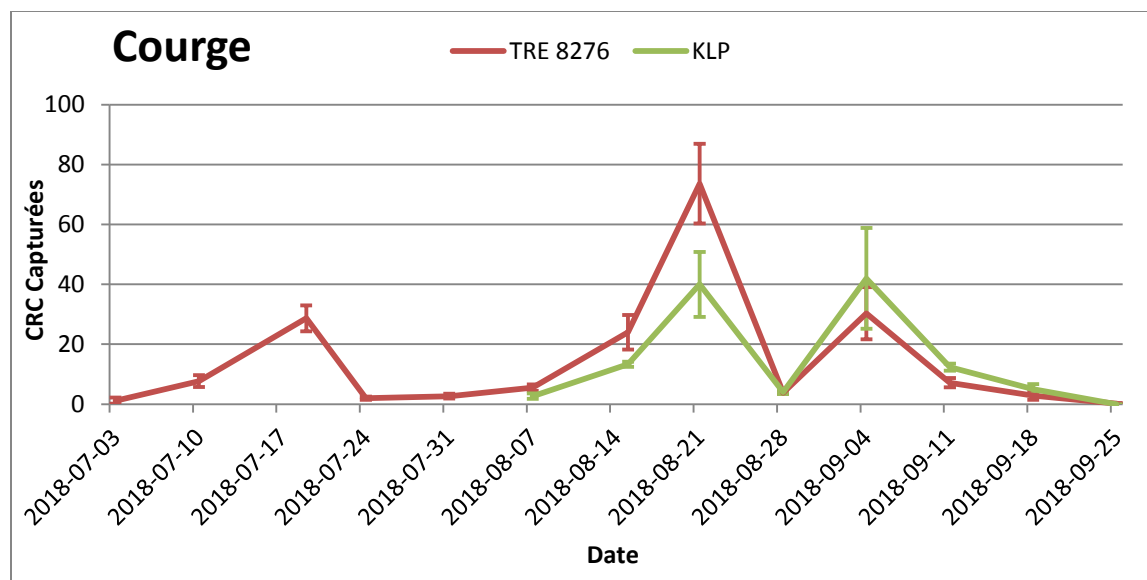


Figure 4. Nombre moyen de CRC dans les pièges avec l'attractif TRE-8276 (Rouge) et les pièges avec attractif LP (Vert) dans le champ de course entre le début de l'expérience le 3 juillet et la fin de l'expérience le 25 septembre. Les valeurs sont les moyennes et les erreurs type.

Effet du renouvellement des attractifs à 9 semaines

Les attractifs de 9 semaines avaient la même quantité de volatile que dans les capsules neuves (Tableau 2). La pastille neuve contenait 193 mg de 1,2,4-triméthoxybenzène, 37 mg de (E)-cinnamaldéhyde (37 mg) et environ 2 mg d'indole. Les concentrations des produits ne changent pas après une exposition de 9 semaines. Selon le fabricant les concentrations des produits devraient être 500 mg pour chaque produit. L'indole est particulièrement bas. De plus c'est est la composante qui augmente le pouvoir attractif des deux autres (Levis et al. 1990).

Tableau 2. Concentration de en mg/L de 1,2,4-triméthoxybenzène, de (E)-cinnamaldéhyde (37 mg) et d'indole dans une capsule vieille de 9 semaines et neuve.

	1,2,4-triméthoxybenzène	Indole	(E)-cinnamaldéhyde
Capsule neuve	774	3	146
Capsule de 9 semaines	762	27	86

Évaluation de coût de cette technique

La répression chimique de la CRC en régie biologique est basée sur 4 traitements de savon insecticide Safer. En cannebergière, le coût pour le traitement au Safer est de 247\$/hectare (incluant le produit et le coût d'application) donc un de près de 1000\$ par hectare. Le coût du TRE 8276 est de 6,25\$/capsule. Pour la technique de piégeage de masse, si on protège 100

mètres linéaire avec des pièges au 5 mètres. Le coût des attractifs est de 131,25 \$ (21 x 6.25\$). Le temps de déplacement et de remplacement de l'eau dans les pièges est estimé 1 heure pour les 21 pièges. Pour toute la saison (20 semaines; mi-mai à la fin septembre) au salaire minimum, il coûterait 275,00\$ (12,50\$/h x 20 semaines + 10% avantages sociaux). Plus 35\$ pour l'achat des pièges, attaches et tuteurs. Le perçage et la coloration des pièges prennent 10 minutes/piège et coût de 48,12\$. (12,50\$/h x 3,5 h + 10% avantages sociaux). Pour un total de moins de 500\$.

Conclusions

1. Pour des raisons logistiques, nous n'avons pas pu démontrer l'efficacité du système à maintenir sous le seuil de dommage les CRC car les pièges ont été installés bien après l'implantation des cultures de cucurbitacées.
2. Les pièges ont toutefois capturé une quantité important (plus de 10 600) de CRC, particulièrement la génération d'été. Les attractifs TRE-8276 augmentent en moyen de 2,3 fois les captures de CRC durant de la saison comparativement aux pièges sans attractif.
3. Le piège jaune de 3,8 L a besoin d'être optimisé puisqu'il capture une grande quantité de pollinisateurs et ennemis naturels. Il faudrait optimiser le nombre et le diamètre des trous afin de rendre le piège plus sélectif.
4. Le changement des attractifs après 9 semaines n'a pas augmenté les captures de CRC. Les seules captures qui ont augmenté étaient celles de pollinisateurs. Le TRE- 8276 peut rester efficace durant la saison de production.
5. Le piège "HAT trap" capture des CRC mais le piège jaune de 3,8 Litres peut capturer un plus grand nombre de CRC.
6. Le KLP est aussi efficace que le TRE- 8276 comme attractif pour la CRC.
7. Les capsules en 9 semaines contiennent les mêmes concentrations de produits chimiques que les neuves. Par contre, les volatiles émis diminuent avec le temps (données non incluses). Il serait intéressant de tester la possibilité de sabler les capsules pour augmenter la production de volatiles.
8. La technique de piégeage de masse proposée coût environs le même prix que deux applications de Savon insecticide safer, alors que les producteurs doivent habituellement traiter 4 fois. Pour des captures sur 20 semaines. La technique semble a priori moins chère que la lutte chimique.
9. Au vue des premiers résultats, nous croyons que la technique mérite qu'on s'y attarde davantage. Afin de vraiment valider son efficacité, il est essentiel cependant que les pièges soient

installés un peu avant ou au moment du semis ou de la plantation. Les attractifs ont démontré leur efficacité tout au long de la saison, il n'est donc pas nécessaire de les changer, ce qui diminue les coûts de façon conséquente.

Références

Houser et Balduf 1925 Houser J.S. Balduf W.V. 1925. The striped cucumber beetle. Bulletin of the Ohio Agricultural Experiment Station, 388 : 242-364.

Lewis P.A., Lampman R.L., Metcalf A.L. 1990. Kairomonal attractants for *Acalymma vittatum* (Coleoptera: Chrysomelidae). Environmental Entomology, 19 : 8-14.

Piñero J.C. 2018. A comparative assessment of the response of two species of cucumber beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) to visual and olfactory cues and prospects for mass trapping. Journal of Economic Entomology, 111 : 1439-1445.

Remerciements aux partenaires

Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme PADAAR –Appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. L'UQAM tient à remercier Philippe Benoit et Maxime Dion de la Ferme La Bourrasque pour leur grande collaboration et leur générosité à nous avoir donné accès à leurs parcelles et installation ainsi qu'Isabelle Couture du MAPAQ pour sa disponibilité et collaboration au projet.