

COMBINAISON DE MÉTHODES DE LUTTE POUR CONTRER LA PUNAISE TERNE EN FRAISIÈRE

CRAM-1-14-1699

DURÉE DU PROJET : 04-2015 / 02-2017

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

François Dumont, Ph.D. et Caroline Provost, Ph.D.



1 février 2017

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

TITRE DU PROJET : COMBINAISON DE MÉTHODES DE LUTTE POUR CONTRER LA PUNAISE TERNE EN FRAISIÈRE.

NUMÉRO DU PROJET : CRAM-1-14-1699

RÉSUMÉ DU PROJET

La punaise terne (PT), *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae), est un ravageur polyphage à l'origine d'importantes pertes économiques dans la production de fraises au Québec. Présentement, seuls les insecticides permettent une élimination efficace des PT en fraisière. Parmi méthodes alternatives aux pesticides, l'utilisation de plantes trappes, attractives pour les punaises ternes, a démontré sa capacité attirer les PT sans toutefois les retenir sur une longue période. Néanmoins, l'attractivité des plantes trappes offre l'opportunité d'utiliser les insecticides plus efficacement en ciblant les applications sur ces plantes où les populations de PT se concentrent. Cette approche combinée de plantes trappes et d'insecticides permettrait d'une part de réduire la quantité de pesticides utilisés et d'autre part d'éviter d'appliquer ces produits directement sur les plantes d'intérêt commercial. Le présent projet a testé l'efficacité des plantes trappes (sarrasin et moutarde) et des applications ciblées d'insecticides (Ripcord; cyperméthrine) pour réduire les populations de PT. Le plan expérimental en blocs aléatoires complets a été réalisé sur les terres du CRAM à Mirabel en 2015 et 2016. Les parcelles avec bandes trappes (sarrasin ou moutarde) attiraient plus de PT que celles sans bande trappe. Les applications de Ripcord ont eu une efficacité limitée. Ainsi, plus de PT été observées sur les fraisiers à proximité des bandes trappes. Conséquemment, il y avait davantage de dommages aux fraises dans les parcelles avec bande trappe. L'insecticide réduisait les dommages, mais son effet était faible. L'efficacité de l'approche combinée de bandes trappes et d'application d'insecticide serait augmentée si les dosages et les seuils d'intervention étaient adaptés aux plantes trappes utilisées.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif du projet était de 1) manipuler la population de punaise terne de façon à augmenter sa concentration dans les bandes trappes de sarrasin et de moutarde; et 2) réduire l'incidence de punaise terne sur les fraisiers avec des traitements chimiques ciblés sur les bandes trappes. Le plan expérimental, réalisé à Mirabel en 2015 et 2016, comprend quatre blocs de six parcelles. Toutes les parcelles comprenaient deux buttes de 32 plants du cultivar à jour neutre Albion (sur 5 m de long). Les bandes trappes de 1 m de large par 5 m de long étaient placées à 1 m de distance des rangs de fraises. Les parcelles étaient placées à au moins 10 m les unes des autres, alors qu'une distance de 20 m était conservée entre les blocs. Chacune des six parcelles était aménagée avec l'un des traitements suivants : 1) témoin sans bande trappe ni insecticide; 2) traitement insecticide (Ripcord) appliqué sur les plants de fraises; 3 et 4) une bande trappe de plants de sarrasin ou de moutarde sans traitement insecticide; 5 et 6) une bande trappe (sarrasin ou moutarde) sur laquelle est appliquée un traitement insecticide (dans ces traitements aucun insecticide n'est appliqué directement sur les plants de fraises). Ainsi, deux variables ont été manipulées soit le type d'aménagement (bande trappe) et l'utilisation d'insecticide. L'estimation de la population de punaise a été obtenue par le biais de battages sur deux plants par rang de fraises (les rangs intérieurs seulement) et deux plants de sarrasin ou moutarde dans les parcelles avec bandes trappes. Les fraises étaient récoltées trois fois par semaine de la mi-juillet à la fin août. Les analyses ont été effectuées sur les données prises à

partir du 15 juillet (de chaque année), parce que la population de punaises ternes était très faible avant cette date (Figure 1) et peu de fraises étaient récoltées (Figure 6).

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

L'effet des traitements sur les punaises

Les parcelles avec bandes trappes composées de plants de sarrasin attiraient plus de punaises ternes que les parcelles avec uniquement des plants de fraisiers (LRT = 7,66; dl = 2; p = 0,02) (Figure 1). En moyenne pour les deux années, 0,69 (\pm 0,39) punaise par plant (tous hôtes confondus) était observée dans les parcelles avec bande trappe de sarrasin, alors qu'il y avait 0,61 (\pm 0,38) punaise/plant dans les parcelles avec moutarde et seulement 0,41 (\pm 0,18) punaise/plant dans les parcelles sans bande trappe. De façon générale, les parcelles traitées au Ripcord n'avaient pas une quantité moyenne de punaises ternes significativement différente des parcelles sans traitement au Ripcord (LRT = 2,45; dl = 1; p = 0,12) (Figure 2). Les traitements au Ripcord n'ont pas été plus efficaces en 2016 qu'en 2015 bien qu'il y ait eu une pulvérisation supplémentaire. L'interaction entre les facteurs «bande trappe» et «traitement au Ripcord» n'était pas significative (LRT = 0,01; dl = 2; p = 0,99). Cette absence d'interaction significative indique que l'application d'insecticide que ce soit directement sur plant de fraisiers ou ciblée sur les bandes trappes n'a pas eu l'effet recherché de réduire le nombre de punaises (Figure 1).

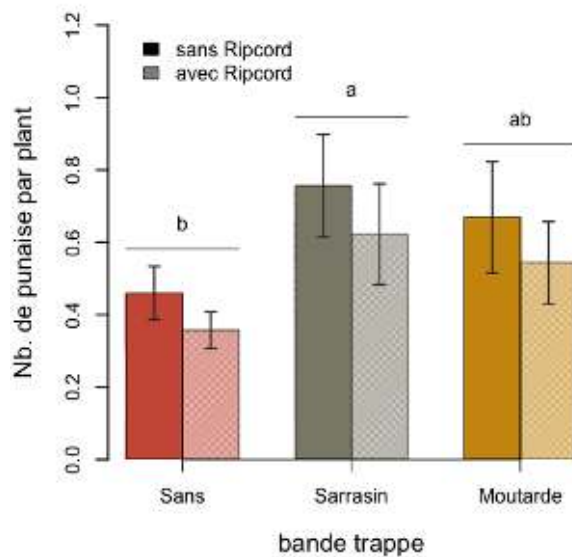


Figure 1. Nombre moyen de punaises ternes par plant (tous hôtes confondus) dans les parcelles sans bande trappe ou avec bande trappe de sarrasin ou de moutarde. Des lettres différentes indiquent qu'une différence statistique entre traitements (bandes trappes ou non) a été observée.

Les punaises ternes étaient plus nombreuses sur les fraisiers dans les parcelles avec bande trappe de moutarde que dans les parcelles sans bande trappe (LRT = 6,55; dl = 2; p = 0,04) (Figure 3). Il y avait une fois et demie plus de punaises ternes par fraisier dans les parcelles avec moutarde (0,63 \pm 0,32 punaise/plant) que dans les parcelles sans bande trappe (0,41 \pm 0,18), alors qu'il y avait 0,58 (\pm 0,36) punaise par fraisier dans les parcelles avec sarrasin. Le traitement chimique (Ripcord) pulvérisé directement sur les plants de fraisiers n'a pas

contribué à créer cette différence. En effet, il n'y avait pas d'effet significatif ni de l'application de Ripcord (LRT = 0,05; dl = 1; p = 0,83) ni de l'interaction entre les facteurs «bande trappe» et «traitement au Ripcord» (LRT = 1,36; dl = 2; p = 0,51) (Figure 3). L'application d'insecticide dans les bandes trappes n'a pas l'effet de réduire la présence des punaises termes sur les fraisiers. Celles-ci, nombreuses dans les bandes trappes, pouvaient donc se déplacer vers les plants fraisiers quand le sarrasin et la moutarde n'offraient plus de fleur (Annexe I, Figure A.2). La durée de floraison plus limitée des plants de moutarde pourrait expliquer que les punaises termes étaient plus nombreuses sur les plants de fraisiers à proximité des plants de moutarde.

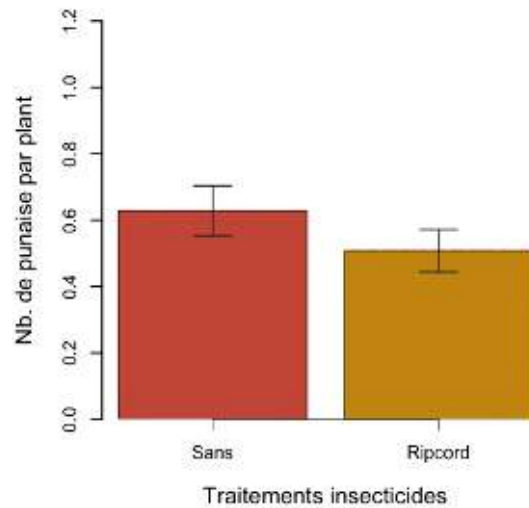


Figure 2. Nombre moyen de punaises termes par plant (tous hôtes confondus) en fonction de la pulvérisation d'insecticide (Ripcord) ou non.

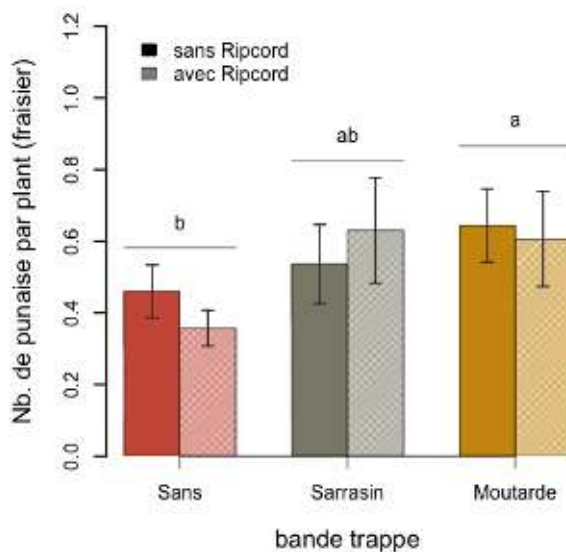


Figure 3. Nombre moyen de punaises termes par plant de fraisiers en fonction de la proximité ou non de bande trappe de sarrasin ou de moutarde. Des lettres différentes indiquent qu'une différence statistique entre les types de bandes trappes a été observée.

L'effet des traitements sur la récolte

Les dommages aux fraises causés par la punaise terne dépendait de l'interaction entre la présence de bande trappe (moutarde ou sarrasin) et l'application de l'insecticide Ripcord (LRT = 8,70; dl = 2; p = 0,01) (Figure 4). Cette interaction significative indique que l'effet répressif du Ripcord était observé uniquement lorsque l'insecticide était pulvérisé directement sur les fraisiers (Figure 4). Ainsi, la quantité de fraises saines dans les parcelles avec bande trappe et dans le traitement témoin (sans bande trappe ni insecticide) était moins élevée que dans le traitement conventionnel. Malgré cette différence significative, le pourcentage de fraises saines dans le traitement conventionnel (sans bande trappe et avec traitement de Ripcord directement sur les fraisiers) n'était que de 71,3 % ($\pm 18,8$). En comparaison, ce pourcentage était de 51,6 % ($\pm 16,6$) dans le traitement témoin (sans bande trappe ni traitement chimique). Ainsi, l'efficacité du Ripcord a été mitigée dans notre expérience. Ce résultat pourrait s'expliquer par la faible rémanence du Ripcord et la capacité des adultes à se déplacer d'une parcelle à une autre. Les traitements Ripcord ont pu tuer les punaises qui se trouvaient sur les plants de fraise au moment de l'application, mais d'autres punaises ont pu coloniser à nouveau ces plants. Notre expérience s'est déroulée pendant la deuxième génération annuelle de punaise terne. Puisque les femelles peuvent pondre des oeufs pendant environ 30 jours et que le développement des oeufs et des larves se fait en moins de 30 jours aux températures chaudes des mois de juillet et août, la deuxième génération de punaise terne tend à l'échelonner sur plusieurs semaines. Ainsi, une ou deux applications de Ripcord ne suffisent pas à protéger adéquatement la culture de fraise si le produit n'est pas appliqué de façon intégrale sur tous les plants. Ceci poserait donc une limitation à l'utilisation de l'approche combinée de bande trappe et d'insecticide chimique (Ripcord). Néanmoins, des bioinsecticides comme le champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* (BotaniGard, BioCeres), en instance d'homologation, pourrait s'avérer une alternative plus judicieuse que le Ripcord. En effet, ces produits sont moins susceptibles au développement de résistance par les punaises ternes, et peuvent donc être utilisés à répétition. Plus important encore, les bioinsecticides sont des produits actifs. Les punaises peuvent entrer en contact avec le champignon entomopathogène dans les bandes trappes et le disperser dans le champ fraise à proximité. Ainsi, l'utilisation combinée des bandes trappes et de BotaniGard (ou BioCeres) permettrait de réduire la quantité de produit pulvérisé (et donc les coûts de phytoprotection) tout en ciblant un maximum de punaises ternes.

L'une des raisons possibles de l'efficacité réduite du Ripcord dans les bandes trappes est que les doses d'insecticide pulvérisées sur les plants de sarrasin et de moutarde étaient ajustées en fonction de recommandation de dosage pour l'application sur les plants de fraisiers. Des dosages adaptés à chacune des plantes hôtes auraient possiblement entraînés de meilleurs résultats. De plus, le synchronisme des pulvérisations avec les populations de punaises ternes pourrait ne pas avoir été optimal. Les seuils d'intervention dans les bandes trappes (de sarrasin ou de moutarde) ne sont pas déterminés. Ainsi, le seuil conseillé dans la fraise (0,12 larve/hampe florale) a été une référence dans ce projet. Enfin, la quantité de dommages aux fraises était plus importante après la première semaine d'août (Annexe II, Figure A.3), ce qui coïncide avec la fin de la floraison des bandes trappes (Annexe I, Figure A.2) et une hausse des populations de punaise terne (Annexe I, Figure A.1). La combinaison de bandes trappes et d'application d'insecticide serait plus efficace si le dosage et les seuils d'intervention adaptés à cette pratique seraient déterminés et utilisés.

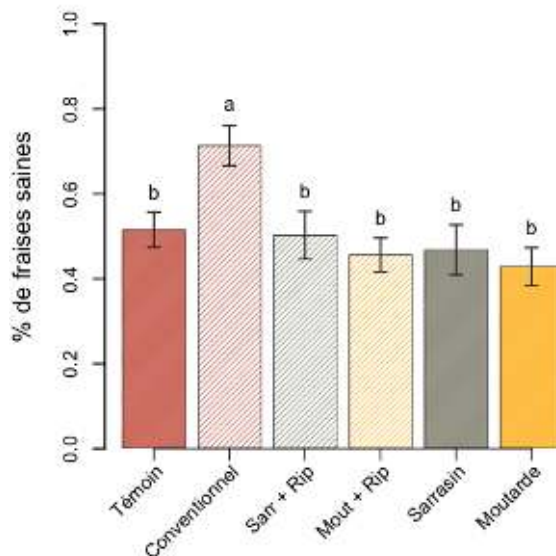


Figure 4. Pourcentage de fraises saines (sur le total des fraises récoltées) en fonction de l'interaction entre les traitements de bandes trappes (sans bande trappe, avec sarrasin ou moutarde) et avec ou sans application d'insecticide (Ripcord). Les lettres différentes indiquent que les traitements avaient un effet statistiquement différent.

Volet économique

Voir annexe VI.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les résultats du projet ont été présentés :

1) au congrès annuel de la Société d'entomologie du Québec (SEQ) de 2016 à Nicolet (présentation affiche; voir annexe III).

F. Dumont et C. Provost, C. 2016. Combinaison de méthodes de lutte pour contrer la punaise terne en fraisière. Congrès conjoint de la Société d'entomologie du Québec et de la Société de protection des plantes du Québec, Nicolet, 2-4 novembre 2016.

2) aux Journées horticoles de St-Rémi -petits fruits (présentation orale, voir annexe III)

Provost, C. 2016. Activités et projets de recherche en productions fruitières au Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel. Journées horticoles de St-Rémi, 7 décembre 2016.

3) aux Journées agroalimentaires des Laurentides - petits-fruits (présentation orale; voir annexe III)

F. Dumont. 2017. Combinaison de méthodes de lutte pour contrer la punaise terne en fraisière. Journées agroalimentaires des Laurentides, journée Petits fruits, Terrebonne, 26 janvier 2017.

4) présentés et discutés lors du bilan fin de saison du RAP-petits fruits le 29 novembre 2016 à Trois-Rivières

5) seront présentés lors du congrès international 3rd Hemipteran-plant-interactions Symposium, qui se tiendra du 4-8 juin 2017 à Madrid, Espagne.

F. Dumont and C. Provost. 2017. Combining trap crop and insecticide to control tarnished plant bug in strawberry. 3rd Hemipteran-plant-interactions Symposium, 4-8 juin 2017, Madrid, Espagne.

- 6) sous forme de rapport complet, publié sur le site internet du CRAM
- 7) sous forme d'article scientifique (en anglais) soumis à la revue.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats de ce projet de recherche confirment à nouveau l'intérêt de l'aménagement des bandes trappes pour lutter contre la punaise terne. Il révèle aussi les défis et les risques associés à cette approche. Les plants de sarrasin et de moutarde s'ajoutent à la liste de plantes trappes potentielles proposées dans la gestion des punaises ternes. Néanmoins, l'état des connaissances actuelles ne permet pas une comparaison objective de ces différentes plantes trappes. De plus, l'efficacité des bandes trappes dépend de plusieurs facteurs comme le synchronisme de la floraison des plants et du cycle de vie des punaises ternes, le ratio de bandes trappes aménagées par rapport à la superficie occupée par les fraisiers et les éléments du paysage avoisinant. De futurs projets de recherche devront se pencher sur ces paramètres pour faire progresser l'approche des bandes trappes dans la fraise. Actuellement, les agriculteurs peuvent aménager des bandes trappes de sarrasin dans les champs avoisinants des fraisiers. Il serait toutefois judicieux d'éviter d'implanter les bandes trappes trop près des plants de fraisiers. La distance de sécurité reste toutefois à être déterminée.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Pour toute information complémentaire, vous pouvez contacter :

Caroline Provost, Ph. D.,
Chercheure et Directrice

Courriel : cprovost@cram-mirabel.com
Tél. : (450) 434-8150 poste 5744

François Dumont, Ph. D.,
Chercheur

Courriel : fdumont@cram-mirabel.com
Tél. : (450) 434-8150 poste 5768

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Nous tenons à remercier l'équipe du CRAM pour l'assistance technique sur le terrain. Nous tenons à souligner l'apport technique et l'expertise que M. Larbi Zerouala, agronome au MAPAQ, a apportés au projet. Nous tenons aussi à remercier Dr. Claude Guertin, INRS-Institut-Armand-Frappier, pour l'appui scientifique apporté au projet. Ce projet a été réalisé en vertu du volet 4 du programme Prime-Vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.

ANNEXE I : Les populations de punaises ternes

Les adultes et les larves de stade L4 et L5 de la deuxième génération de punaises ternes sont présents dès le début juillet (Figure A.1). Leur nombre augmente cependant à partir de la deuxième semaine de juillet. Un maximum de 1,09 ($\pm 1,52$ e.t.) punaises par plant a été observé en 2015 (au 28 août), alors que ce maximum était de 1,14 ($\pm 1,42$) en 2016 (au 12 août). Les larves L4 et L5 sont plus nombreuses que les adultes durant le mois d'août. Dans notre expérience, les populations de punaises ternes observées en 2015 et 2016 étaient de densité semblable. De façon générale, l'augmentation des populations de punaises ternes s'observe deux à trois semaines plus tôt dans les bandes trappes (sarrasin et moutarde) que sur les fraisiers (Figure A.2).

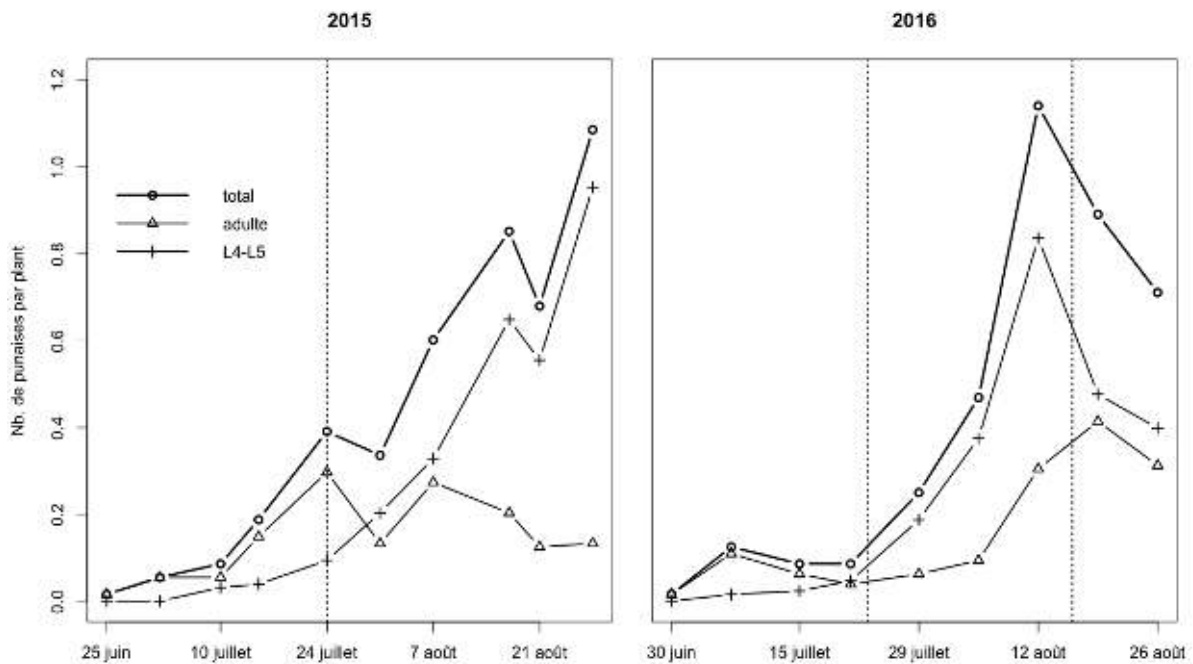


Figure A.1 : Variation du nombre de punaises ternes par plant (tous hôtes confondus) durant les étés 2015 et 2016. Les lignes verticales pointillées représentent les dates de traitement au Ripcord.

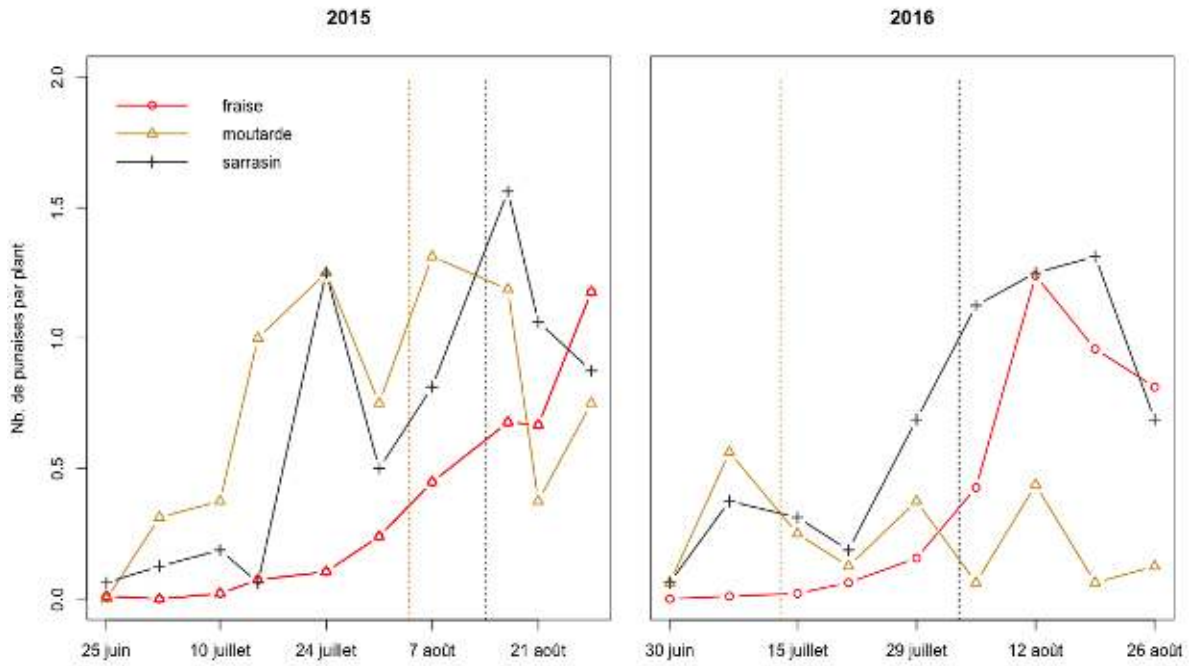


Figure A.2 : Variation du nombre de punaises ternes (L4, L5 et adultes) par plant durant les étés 2015 et 2016 en fonction de l'hôte. Les lignes verticales pointillées indiquent la fin de la floraison des plants de moutarde (lignes jaunes) et de sarrasin (lignes grises).

ANNEXE II : Les récoltes de fraises

La quantité de fraises produites augmentait considérablement en août, alors qu'elle était modeste en juillet (Figure A.3). Légèrement moins de fraises ont été produites durant l'été sec de 2016 comparativement à l'été 2015 (Figure A.3). Durant ce second été, il y avait plus de fraises endommagées par les punaises que de fraises saines après la floraison des bandes trappes (Figure A.3).

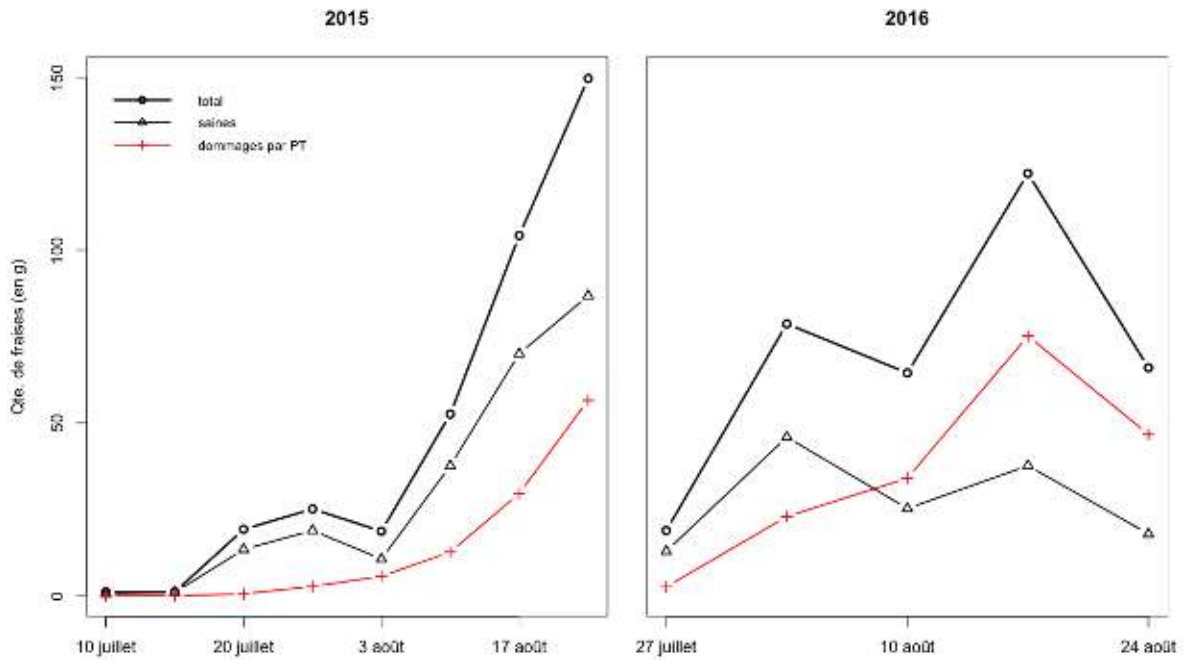



Figure A.3. Quantité moyenne de fraises (en g) produites par récolte (trois récoltes par semaine). La ligne rouge ornée du symbole « + » indique la quantité de fraises qui ont été déclassées pour cause de dommages engendrés par la punaise terne.

ANNEXE III : Diffusion des résultats


Présentation affiche

Mirabel (ex-jardin) SEQ 8870, 2 rue 4 novembre 2006, Hôtel Manthou, Nicolet

Combinaison de méthodes de lutte pour contrôler la punaise terne en fraisière.




F. Dumont (fdumont@cram-mirabel.com) & C. Provost
Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel



AgriParcs Québec

Introduction


La punaise terne (PT), *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae), est un important ravageur dans les fraisières du Québec. La lutte aux PT repose sur l'utilisation d'insecticides, alors que les méthodes de lutte alternative (ex. les bandes trappes) se sont avérées peu satisfaisantes lorsqu'employées seules. Néanmoins, les bandes trappes peuvent attirer les PT et favoriser leur agglomération en un lieu qui sera visé par les traitements chimiques.



Objectif

tester l'efficacité de la combinaison de deux approches pour contrôler la PT

1. Attirer les punaises ternes dans des bandes trappes
2. Appliquer un insecticide dans les bandes trappes



Résultats & Conclusions

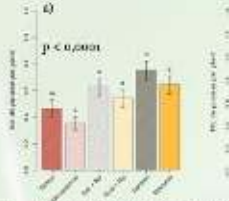


Figure 1. Nombre moyen de punaises ternes (L4, L5 et adultes) par parcelle (sarrasin, sarrasin + moutarde) observé en 14 juillet et 14 août 2015 et 2016 en fonction du traitement (a) en 2015 (b) en 2016. Les lettres a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, aa, ab, ac, ad, ae, af, ag, ah, ai, aj, ak, al, am, an, ao, ap, aq, ar, as, at, au, av, aw, ax, ay, az, ba, bb, bc, bd, be, bf, bg, bh, bi, bj, bk, bl, bm, bn, bo, bp, bq, br, bs, bt, bu, bv, bw, bx, by, bz, ca, cb, cc, cd, ce, cf, cg, ch, ci, cj, ck, cl, cm, cn, co, cp, cq, cr, cs, ct, cu, cv, cw, cx, cy, cz, da, db, dc, dd, de, df, dg, dh, di, dj, dk, dl, dm, dn, do, dp, dq, dr, ds, dt, du, dv, dw, dx, dy, dz, ea, eb, ec, ed, ee, ef, eg, eh, ei, ej, ek, el, em, en, eo, ep, eq, er, es, et, eu, ev, ew, ex, ey, ez, fa, fb, fc, fd, fe, ff, fg, fh, fi, fj, fk, fl, fm, fn, fo, fp, fq, fr, fs, ft, fu, fv, fw, fx, fy, fz, ga, gb, gc, gd, ge, gf, gg, gh, gi, gj, gk, gl, gm, gn, go, gp, gq, gr, gs, gt, gu, gv, gw, gx, gy, gz, ha, hb, hc, hd, he, hf, hg, hh, hi, hj, hk, hl, hm, hn, ho, hp, hq, hr, hs, ht, hu, hv, hw, hx, hy, hz, ia, ib, ic, id, ie, if, ig, ih, ii, ij, ik, il, im, in, io, ip, iq, ir, is, it, iu, iv, iw, ix, iy, iz, ja, jb, jc, jd, je, jf, jg, jh, ji, jj, jk, jl, jm, jn, jo, jp, jq, jr, js, jt, ju, jv, jw, jx, jy, jz, ka, kb, kc, kd, ke, kf, kg, kh, ki, kj, kk, kl, km, kn, ko, kp, kq, kr, ks, kt, ku, kv, kw, kx, ky, kz, la, lb, lc, ld, le, lf, lg, lh, li, lj, lk, ll, lm, ln, lo, lp, lq, lr, ls, lt, lu, lv, lw, lx, ly, lz, ma, mb, mc, md, me, mf, mg, mh, mi, mj, mk, ml, mm, mn, mo, mp, mq, mr, ms, mt, mu, mv, mw, mx, my, mz, na, nb, nc, nd, ne, nf, ng, nh, ni, nj, nk, nl, nm, nn, no, np, nq, nr, ns, nt, nu, nv, nw, nx, ny, nz, oa, ob, oc, od, oe, of, og, oh, oi, oj, ok, ol, om, on, oo, op, oq, or, os, ot, ou, ov, ow, ox, oy, oz, pa, pb, pc, pd, pe, pf, pg, ph, pi, pj, pk, pl, pm, pn, po, pp, pq, pr, ps, pt, pu, pv, pw, px, py, pz, qa, qb, qc, qd, qe, qf, qg, qh, qi, qj, qk, ql, qm, qn, qo, qp, qq, qr, qs, qt, qu, qv, qw, qx, qy, qz, ra, rb, rc, rd, re, rf, rg, rh, ri, rj, rk, rl, rm, rn, ro, rp, rq, rr, rs, rt, ru, rv, rw, rx, ry, rz, sa, sb, sc, sd, se, sf, sg, sh, si, sj, sk, sl, sm, sn, so, sp, sq, sr, ss, st, su, sv, sw, sx, sy, sz, ta, tb, tc, td, te, tf, tg, th, ti, tj, tk, tl, tm, tn, to, tp, tq, tr, ts, tt, tu, tv, tw, tx, ty, tz, ua, ub, uc, ud, ue, uf, ug, uh, ui, uj, uk, ul, um, un, uo, up, uq, ur, us, ut, uu, uv, uw, ux, uy, uz, va, vb, vc, vd, ve, vf, vg, vh, vi, vj, vk, vl, vm, vn, vo, vp, vq, vr, vs, vt, vu, vv, vw, vx, vy, vz, wa, wb, wc, wd, we, wf, wg, wh, wi, wj, wk, wl, wm, wn, wo, wp, wq, wr, ws, wt, wu, wv, ww, wx, wy, wz, xa, xb, xc, xd, xe, xf, xg, xh, xi, xj, xk, xl, xm, xn, xo, xp, xq, xr, xs, xt, xu, xv, xw, xx, xy, xz, ya, yb, yc, yd, ye, yf, yg, yh, yi, yj, yk, yl, ym, yn, yo, yp, yq, yr, ys, yt, yu, yv, yw, yx, yy, yz, za, zb, zc, zd, ze, zf, zg, zh, zi, zj, zk, zl, zm, zn, zo, zp, zq, zr, zs, zt, zu, zv, zw, zx, zy, zz.

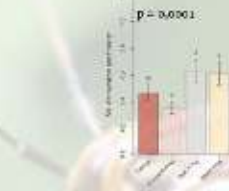


Figure 2. Nombre moyen de punaises ternes (L4, L5 et adultes) par fraisière (sarrasin, sarrasin + moutarde) observé en 14 juillet et 14 août 2015 et 2016 en fonction du traitement. La notation est la même que celle de la figure 1.

Méthodologie

Le projet a été mené durant les étés 2015 et 2016 sur les terres du CRAM à Mirabel. La variété de fraise à jour neutre Albion a été utilisée. Le plan expérimental en bloc aléatoire complet comprend 4 blocs de 6 parcelles. Chaque parcelle comprend 2 rangs de 2 rangs de 16 plants de fraises sur 5 m. Les parcelles étaient séparées par au moins 10 mètres. Les bandes trappes sont formées d'une forte densité de sarrasin ou moutarde blanche sur 3 m par 5 m. L'expérience comprend 6 traitements :

- 1) semenc. (sans bande trappe et insecticide)
- 2) ségic conventionnelle (utilisation de l'insecticide Ripcord sur les fraisières)
- 3) bande trappe de sarrasin + Ripcord est appliqué uniquement sur la bande trappe
- 4) bande trappe de moutarde + Ripcord
- 5) bande trappe de sarrasin sans insecticide
- 6) bande trappe de moutarde sans insecticide

Les mesures :

- 1) nombre de punaises ternes (stade L4 à adulte) sur les fraisières et les bandes trappes. Chaque semaine (de fin juillet à fin août), 2 plants par rangs contrastés (2) ont sur les bandes trappes ont été échantillonnés par bottage.
- 2) quantité de fraises saines et endommagées par la punaise terne. Chaque semaine (du début juillet à fin août), les fraises étaient récoltées trois fois par semaine, classées selon qu'elles étaient saines, endommagées par la punaise terne ou déclassées (pour autre raison), et péries.

Conclusions

- Plus de punaises ternes (stades L4-L5) retrouvées dans les parcelles avec bandes trappes
- Le sarrasin est particulièrement efficace pour attirer les PT
- la période de floraison du sarrasin est plus longue que celle de la moutarde
- le sarrasin a mieux poussé que la moutarde en 2015 (une année avec peu de pluie)
- Le traitement Ripcord n'engendre pas une réduction significative du nombre de PT par parcelle.
- Les fraisières à proximité des bandes trappes ont plus de PT que le traitement conventionnel
- Le traitement Ripcord dans les bandes trappes n'a pas l'effet de réduire les PT sur les fraisières à proximité
- Le traitement Ripcord sur les fraisières ne réduit pas significativement la population de PT (corrélativement au séchage)
- Il y a un besoin d'adapter les traitements insecticides aux bandes trappes (dosage, sens d'intervention, etc.)
- L'insecticide Ripcord s'est avéré peu efficace
- les pertes ont été importantes même dans le traitement conventionnel
- Même une faible quantité de PT peuvent engendrer des dommages importants
- les jeunes larves (non considérées dans cette étude) pourraient représenter un risque élevé
- En 2017, un traitement au Beauveria bassiana (Biolin/Gard ES) sera testé en combinaison avec des bandes trappes de sarrasin.

Figure A.4. Affiche présentant les résultats préliminaires du projet dans le cadre du congrès de la Société d'entomologie du Québec 2016 à Nicolet.

Présentations orales

Activités et projets de recherche au



Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel

DR. CAROLINE PROVOST

Journées horticoles de St-Rémi, 7 décembre 2016

Projet: Combinaison de méthodes de lutte pour contrôler la punaise terne en fraisière.

Année(s): 2015-2017
Responsable(s): François Dumont et Caroline Provost
Programme de financement: Prime-vert, Stratégie phytosanitaire (MAPAQ)



Objectif principal

- Tester l'efficacité de la combinaison de deux approches pour contrôler la punaise terne en fraisière, soit de plantes trappes et d'un traitement insecticide.

Résultats



Nombre de punaises par plante en fraisière (PT/Plante, sans insecticide)

Principales conclusions

- Sarrasin efficace pour attirer PT (~ 3 semaines)
- Ripcord pas assez efficace dans bandes trappes



Figure A.5. Conférence présentée lors de la journée petits fruits des Journées horticoles de St-Rémi, décembre 2016.



Combinaison de méthodes de lutte pour contrôler la punaise terne en fraisière

François Dumont, Ph.D.
Caroline Provost, Ph.D.
Centre de recherche agroalimentaire de Mirabel



Conclusions

Les bandes trappes ont permis d'**agglomérer les punaises ternes dans des « hot spots »**.

Synchronisme (floraison des plantes trappes et des fraisiers) n'était pas optimal dans notre expérience.

L'insecticide **Ripcord n'a eu que peu d'effet** dans notre expérience.

Seulement un faible gain quand appliqué **directement sur les fraisiers**.

Dosage et seuil d'application devront être adaptés aux plantes trappes.



Figure A.6. Conférence présentée lors de la journée petits fruits des Journées horticoles des Laurentides, janvier 2017

ANNEXE IV : Photos



Photo A.1. Préparation du site et installation du système goutte à goutte (mai 2016).



Photo A.2. Plants de fraisiers nouvellement plantés (mai 2016).



Photo A.3. Bande trappe de sarrasin (début juin 2016).



Photo A.4. Parcelles avec bandes trappes de moutarde (fin juin 2016).



Photo A.5. Blocs avec plusieurs parcelles (début juillet 2016).



Photo A.6. Larve de punaise terne (stade L5) sur toile de battage.



Photo A.7. Punaise terne adulte sur toile de battage.



Photo A.8. Fraisier avec fruit mature (juillet 2015).



Photo A.9. Fraise endommagée par la punaise terne.

ANNEXE V : Analyses statistiques (modèles mixtes)

Les modèles mixtes

Les modèles mixtes incluent à la fois des variables dites fixes et des variables aléatoires. Ce type de modèles très utiles lorsqu'il y a des mesures répétées sur les mêmes individus, parcelles, blocs ou sites (par exemple, lorsque des données sont prises à plusieurs semaines durant une saison de production). Les modèles mixtes permettent aussi de considérer des facteurs ayant potentiellement un effet sur la variable d'intérêt (la variable réponse) sans que ces facteurs aient fait l'objet d'une manipulation expérimentale. Enfin, il est préférable d'utiliser les modèles mixtes aux modèles traditionnels (ANOVA, régression linéaire) pour des designs expérimentaux qui impliquent des pseudorépétitions (ce qui est souvent le cas dans les études agronomiques). Pour rappel, des observations sont considérées être des répétitions lorsqu'elles ont les propriétés suivantes :

1. Elles sont indépendantes;
2. Elles ne font pas partie de séries chronologiques (par exemple des données prises au même endroit à des occasions successives);
3. Elles ne doivent être regroupées au même endroit (le cas contraire, ces données ne pourraient être considérées indépendantes d'un point de vue spatial);
4. Idéalement, une répétition de chaque traitement doit être regroupée dans un bloc et chaque traitement doit être répété dans plusieurs blocs (ex. un design en bloc aléatoire complet);
5. Les mesures prises sur les mêmes individus, parcelles, blocs et, dans certaines études, sites, ne sont pas des répétitions.

Les variables fixes et les variables aléatoires

Ces deux types de variables explicatives (et catégorielles) se distinguent par le fait que les variables fixes influencent la moyenne (de la variable réponse), tandis que les variables aléatoires influencent la variance (voir le tableau AV.I pour des exemples). Les variables catégorielles ont des niveaux (ex. les traitements) informatifs. Par exemple, une variable catégorielle qui contiendrait différents traitements insecticides (donc différents niveaux) informerait sur l'efficacité de ces insecticides dans les conditions de l'expérience. Au contraire, les variables aléatoires ont des niveaux qui sont non informatifs. Par exemple, dans les études agronomiques menées sur deux sites (dans deux régions et par des équipes différentes) les différences observées entre ces sites pourraient être causées par une foule de facteurs inconnus comme la qualité des sites, le microclimat, le paysage, la génétique des populations locales et une différence au niveau des observateurs et de l'équipement utilisé. Ainsi, les variables aléatoires dans les modèles mixtes permettent d'estimer la part de variance (dans la variable réponse) qui serait due à des facteurs non considérés (et non informatifs).

Les variables fixes sont mieux connues. Elles constituent la partie explicative des modèles plus traditionnels comme les analyses de variances (ANOVA) et les régressions linéaires. Les observations (répétitions) dans les variables fixes doivent être indépendantes. Dans le cas contraire, des observations regroupées en un lieu ou mesurées sur un même individu pourraient être corrélées et être sous influence de différents facteurs non considérés dans l'étude (ex. la qualité du sol dans une parcelle, la proximité d'un sous-bois, la condition physiologique d'un individu). Ces facteurs non considérés sont toutefois fréquents dans les études agronomiques menées sur le terrain. Ainsi, les variables aléatoires permettent de tenir compte du manque d'indépendance entre les observations (et donc de la pseudorépétition).

Tableau AV.I : Exemples d'effets (variables) fixes et d'effets aléatoires

Effets fixes	Effets aléatoires
traitements insecticides	génotypes
traitements de fertilisant	blocs regroupés en un site
sexe des individus	mesures répétées sur les parcelles
type de sol	individus avec des mesures répétées
introduction de prédateurs	année

Les pentes et les ordonnés à l'origine dans les variables aléatoires

Les variables aléatoires sont des variables catégorielles. Par exemple, l'identité de différents sites d'études ou d'individus, ou les différentes années pendant lesquelles l'expérience a été menée, forment des catégories différentes (ou niveaux différents). Ainsi, ces catégories sont comparées sur leur effet sur la variance (à la manière d'une analyse de variance ANOVA). Ainsi, lorsqu'une variable aléatoire est considérée statistiquement significative, les différentes catégories qui la composent influencent la variance dans la variable réponse. Par exemple, une étude longitudinale (menées disons sur 20 individus pendant un an) qui porterait sur l'effet de la consommation de croustilles sur le poids des personnes entraînerait à prendre des mesures répétées sur les individus (disons à tous les mois). Cependant, bien que ces individus aient été sélectionnés au hasard dans les populations, ils peuvent présenter des différences physiologiques non considérées dans cette étude. Ainsi, pour des raisons physiologiques certains individus tendent à prendre du poids plus facilement que d'autres individus. Les individus à prise de poids « facile » seraient donc constamment plus lourds durant l'étude que les individus qui ne prennent pas facilement du poids, nonobstant l'effet de la consommation de croustille. Les mesures répétées sur ces individus viendraient donc influencer la variance dans le modèle (la variance de la variable réponse) puisque certains individus auraient toujours un poids au-dessus de la moyenne, alors que d'autres auraient un poids constamment sous la moyenne.

Bien que la plupart des modèles mixtes incluent uniquement des variables aléatoires catégoriques, il est pertinent dans certaines occasions de complexifier ce type de modèle en considérant des différences de pente pour chacune des catégories. Ce type de modèle est une approche intéressante lorsqu'on suspecte que les différentes catégories d'une variable aléatoire répondent différemment à un traitement. Reprenons l'exemple du paragraphe précédent sur l'effet de la consommation de croustille sur la prise de poids. Au départ de l'expérience, les individus auraient un poids similaire. Un mois après le début de l'expérience, les individus à « prise de poids facile » auraient un gain plus important de poids que les individus à « prise de poids faible ». Cette différence serait cependant moins marquée au début de l'expérience qu'à la fin (parce qu'à chaque mois les individus à prise de poids facile augmentent plus leur poids que les autres individus). Ainsi, la pente associée aux individus à prise de poids facile (pente décrivant la prise de poids au cours des mois) serait plus prononcée que la pente pour les individus qui tend à prendre moins facilement du poids. Un modèle mixte découlant de cette étude comporterait une variable fixe (disons un groupe qui consommait des croustilles et un groupe témoin qui n'en consommait pas), une variable aléatoire (l'identité des 20 participants à l'étude, et sur qui des mesures répétées ont été prises) et la pente associée à cette variable aléatoire (qui constitue une certaine manière une interaction entre la variable « consommation de croustille » et la variable « identité des individus »). Un effet fixe statistiquement significatif indiquerait qu'en moyenne (rappelez-vous que les effets fixes influencent la moyenne) la consommation de croustille engendre une augmentation de poids. Un effet aléatoire significatif indiquerait que pour des raisons inconnues (probablement physiologiques) certains individus prennent plus de poids que d'autres et une pente aléatoire significative indiquerait que l'augmentation de poids pour ces individus serait plus importante de mois en mois que pour les individus à prise de poids faible.

Les modèles mixtes appliqués au projet de recherche actuel

Dans notre étude, il y avait six parcelles différentes toutes traitées avec une combinaison unique de bande trappe et d'application de pesticides. Les parcelles étaient regroupées spatialement dans des blocs. Il y avait quatre blocs par année pendant deux ans, donc chaque parcelle a été répétée au total huit fois. De plus, les mesures de suivi de populations des punaises ternes et des récoltes de fraises ont été prises à répétition pendant plusieurs semaines chaque année. Ainsi, les données récoltées ne sont pas entièrement indépendantes et ne respectent donc pas les conditions requises pour utiliser les analyses de variance (ANOVA). L'utilisation des modèles mixtes dans notre projet permet de tenir compte des mesures répétées sur les parcelles, les blocs et les années. Ces variables n'ont pas un réel intérêt dans notre projet dans le sens où il est peu pertinent de déterminer qu'il y avait, par exemple, plus de punaises ternes dans tel ou tel bloc. Cependant, ces variables sont inhérentes au design expérimental utilisé dans ce projet et doivent être considérées dans nos modèles.

Annexe VI : Aspects économiques

Avertissement : Ce projet de recherche a été mené à l'échelle d'une expérience scientifique. Les superficies utilisées sont donc largement inférieures aux superficies utilisées dans des productions commerciales. Ainsi, certaines tâches ont été réalisées à la main, notamment l'ensemencement et la pulvérisation des insecticides. Les aspects économiques exposés dans cette annexe ne sont donc pas tirés de données provenant de notre expérience.

Tableau I : Aspects économiques de l'approche combinée de bandes trappes et d'application d'insecticides ciblés comparativement à l'approche conventionnelle. Le scénario proposé dans le tableau I est basé sur un champ de 40 hectares de fraise et de 15 % additionnel de superficie consacré aux bandes trappes.

<i>Poste de dépense</i>	<i>Approche combinée</i>			<i>Approche conventionnelle</i>		
	coût unitaire	quantité	coût total/ha	coût unitaire	quantité	coût total/ha
<i>Ensemencement</i>						
grain (sarrasin)	1,80 \$	60 kg	648 \$	1,80 \$	0 kg	0 \$
grain (moutarde)	3,50 \$	10 kg	210 \$	3,50 \$	0 kg	0 \$
temps de travail	10,75 \$/h	0,25	16 \$	10,75 \$/h	0 h	0 \$
<i>Insecticide</i>						
Produit	114,19 \$	0,19 L	260,35 \$	114,19	0,38 L	3 471,38 \$
temps de travail	10,75 \$/h	0,25	32 \$	10,75 \$/h	0,25	215 \$
machinerie et cie	5,36/ha	1	64,32	5,36/ha	1	428,8
Total des coûts			1 231 \$			4 115 \$