

**OUTILS DE GESTION DE LA PUNAISE TERNE EN FRAMBOISE D'ÉTÉ : MÉTHODE DE DÉPISTAGE ET SEUIL ÉCONOMIQUE
D'INTERVENTION**

18-039-IRDA

DURÉE DU PROJET : AVRIL 2019 / FÉVRIER 2023

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Annabelle Firlej, IRDA et Elisabeth Ménard, IRDA

En collaboration avec :

Simon Legault, IRDA; Kim Ostiguy, IRDA; Isabelle Joly-Grenier IRDA; Marie-Pier Ricard, IRDA;
Guy-Anne Landry, MAPAQ; Christian Lacroix, MAPAQ; Dominique Choquette, MAPAQ;
Stéphanie Tellier, MAPAQ

FÉVRIER 2023

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.

OUTILS DE GESTION DE LA PUNAISE TERNE EN FRAMBOISE D'ÉTÉ : MÉTHODE DE DÉPISTAGE ET SEUIL ÉCONOMIQUE D'INTERVENTION

18-039-IRDA

RÉSUMÉ DU PROJET

La punaise terne est un insecte ravageur très important de plusieurs cultures en Amérique du Nord. Ce ravageur se nourrit de fleurs, bourgeons, fruits et ses pièces buccales pénètrent, de façon répétée, les tissus fragiles des plantes lors de son alimentation. La pénétration du stylet entraîne la formation de blessures par incision de la cuticule de l'épiderme et des cellules sous-jacentes. Également, la salive injectée provoque la mort des cellules autour du canal alimentaire et génère une distorsion des points de croissance de la plante, ce qui génère des fruits tachés ou déformés à la suite des piqûres. En ce qui concerne la culture de la framboise, il est mentionné que les adultes peuvent piquer les bourgeons ou les fruits de framboisiers, cependant, les dommages sont très peu connus et documentés visuellement dans les guides de dépistage. En effet, le guide québécois sur les ravageurs du framboisier mentionne uniquement des piqûres d'une à quelques drupéoles qui sèchent, brunissent et peuvent s'affaisser. La nutrition sur le méristème apicale pourrait également provoquer un dépérissement des pousses. Ce projet avait donc pour objectif premier d'évaluer en conditions semi-naturelles, l'impact des piqûres de punaises ternes sur différentes parties structurelles et stades phénologiques des framboisiers piqués (bouton vert serré, bouton vert dégagé, floraison, fruit vert, fruit rose, fruit rouge) en fonction des stades piqueurs du ravageur (différents stades nymphaux et stade adulte). Également un deuxième objectif visait à étudier le comportement alimentaire de la punaise et mieux documenter les dommages aux fruits rouges par des observations en laboratoire. Les résultats des expériences terrain sur deux années n'ont pas permis de conclure qu'une piqûre de punaise terne sur un stade bouton vert serré, dégagé, floraison ou fruit vert provoque des dommages visibles après plusieurs semaines. Les observations de dommages potentiellement attribuables à la punaise terne n'ont pas été concluantes. Les résultats des expériences de laboratoires sur fruits rouges ont démontré que des piqûres de nutrition peuvent amener, dans 25% à 30% des cas, à un dommage se traduisant par une drupéole vidée. Il apparaît difficile d'établir un seuil économique quand les dommages observés au laboratoire ne sont pas aussi évidents à observer au champ. Considérant les résultats des deux années de projet, il nous apparaît que les bases scientifiques pour continuer le projet ne sont pas présentes et qu'il n'est pas justifié de pousser plus loin pour le développement d'un seuil économique pour la punaise terne en culture de framboise.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif général du projet était de déterminer un seuil économique d'intervention pour la punaise terne en culture de framboise. Afin d'atteindre cet objectif, le projet a été divisé en trois volets. Le premier volet visait à évaluer l'effet des piqûres de punaises ternes sur les rendements vendables de framboises en conditions semi-naturelles, et ce, en documentant les types de dommages sur fruits en fonction des stades du ravageur et des stades phénologiques des plants de framboisiers piqués.

Le second volet visait à évaluer la corrélation entre le dépistage par frappes séquentielles et les dommages afin de valider une méthode de dépistage réaliste et adaptée au champ. Enfin, le dernier volet visait à évaluer deux seuils d'intervention pour la punaise terne adaptée à la framboise d'été en parcelles expérimentales. Ces deux derniers volets planifiés au projet n'ont finalement pas été réalisés à la suite des résultats des années 2019 et 2021 du premier volet. Ainsi, seul le volet 1 sera décrit dans la méthodologie et il a été réalisé durant les étés 2019 et 2021. Dans le cadre de ce

premier volet, des expériences au terrain prévues au projet ont été réalisées. En plus, des expériences en laboratoire ont été ajoutées lors des deux années.

Volet 1 : évaluer l'effet des piqûres de punaises ternes sur les rendements vendables de framboises en conditions semi-naturelles

Élevage des punaises ternes en 2019 et 2021

Afin d'obtenir différents stades de la punaise terne pour les différentes expériences en 2019 et 2021, un élevage du ravageur a été initié, en capturant avec un filet fauchoir ou un aspirateur entomologique, des adultes hivernants dans différentes parcelles de recherche de l'IRDA à Saint-Bruno. Les punaises ternes ont été conservées dans une chambre à atmosphère contrôlée (25 °C, 16 : 8 L : N) sur une diversité de ressources alimentaires telles que des plants de moutarde, carotte, germe de pomme de terre et plants de luzerne. À la suite des élevages en laboratoire et considérant la complexité à différencier certains stades de punaises (Annexe 1), nous avons décidé de regrouper différents stades nymphaux et de tester trois groupes de stades: soit les stades 1, 2 et 3 de nymphes, les stades 4 et 5 de nymphes et enfin les adultes. Certains individus de l'élevage ont été mis à 10 °C pour ralentir le développement des nymphes afin d'obtenir les différents groupes de stades voulus aux moments des introductions pour toutes les séries d'expériences.

Expérience au terrain 2019

L'expérience en 2019 visait à catégoriser et qualifier les dommages réalisés par les punaises ternes sur des fruits de deux variétés de framboises quand les piqûres étaient occasionnées à différents stades phénologiques : bouton vert serré, bouton vert dégagé, floraison, fruit vert, fruit rose et fruit rouge. Les dommages étaient observés en continu jusqu'à 15 jours après le contact entre le ravageur et le stade phénologique.

Les essais ont été réalisés sur les parcelles expérimentales de l'IRDA avec deux variétés cultivées en régie biologique, soit la variété Killarney de plein champ et la variété Tulameen sous grand tunnel. Le choix de ces deux variétés a été fait dans le but d'avoir des données pour les fruits vendus dans différentes filières par les producteurs québécois, soit l'autocueillette (Killarney) ou la vente en gros (Tulameen). Pour chaque variété, 42 plants achetés ou loués ont été conservés sous filet Proteknet 70gr/m² (Annexe 2). Les plants étaient placés en bloc par groupe de 7, sous filet pour faciliter l'observation des dommages et pour diminuer les risques d'infestation d'autres ravageurs que la punaise terne. Les filets étaient retirés au fur et à mesure que l'expérience se terminait pour le stade phénologique ciblé de la plante. Les plants ont été alimentés par un système d'irrigation par piquets-arroseurs ou par microaspersion contrôlée de manière automatique. Une fertilisation granulaire a eu lieu aux deux semaines avec l'ajout de 40 g d'Actisol 5 - 2 - 3, une cuillère à soupe (15 mL) de farine de luzerne, 4 g de farine d'os et 3,5 g de farine de plume ainsi que l'ajout de vers de terre.

Chacun des plants avec une canne unique avait quatre manchons pour pouvoir évaluer chaque groupe de stade de punaise et un témoin sans punaise. Cinq plants avec une canne unique de framboisiers représentaient les cinq répétitions. Trois individus d'un même groupe de stade de punaise ont été introduits à l'intérieur d'un manchon de mousseline (Annexe 3) sur un bouquet contenant 50% du stade phénologique ciblé soit bouton vert serré, bouton vert dégagé, floraison, fruit vert, fruit rose ou fruit rouge (Annexe 4). Les punaises introduites ont été retirées après 48 heures pour éviter un changement de stade ou un manque de nourriture. Puis, les manchons ont été retirés pour permettre la pollinisation lors de la floraison grâce à une ruche de bourdons Biobest installée sous les filets. Toutes les parcelles ont été pollinisées grâce à une rotation de la ruche. Par la suite, les bouquets ont été pris en photo par un appareil Nikon D7000, les lundis et jeudis pour observer et documenter l'apparition de dommages et leur évolution durant deux semaines. Un

bouquet n'a été utilisé qu'une seule fois. Des appareils météorologiques de type HOBO ont aussi été installés à la hauteur de la canopée, soit 1,5 mètres pour déterminer les conditions de température et d'humidité sous les filets. Chaque fruit d'un bouquet a été identifié par un fil à couture de couleur pour permettre de suivre l'évolution potentielle des dommages. Le nombre de répétitions réalisées est indiqué dans le tableau 1.

Tableau 1 : Nombre de répétitions réalisées en 2019 pour les différents stades phénologiques.

	Adulte	St. 1-2-3	St. 4-5
Bouton vert serré	10	10	10
Bouton vert dégagé	10	10	10
Floraison	10	10	10
Fruit vert	10	10	10
Fruit rouge	10	10	10

Afin de vérifier s'il y avait un lien entre les dommages et les stades de punaises, les fréquences ont été analysées avec un test exact de Fisher à l'aide de la procédure PROC FREQ de SAS (version 9.4).

Expérience en laboratoire 2019

L'expérience en 2019 visait à identifier la présence de dommages sur les framboises rouges réalisés par différents stades de punaise terne ainsi que la fréquence de fruits endommagés après 48 heures en conditions contrôlées. Des observations terrain préalables démontraient qu'au stade fruit rouge, la punaise terne s'alimentait sur les drupéoles. Pour ce faire, les individus adultes et nymphes 4-5 étaient affamés 24 heures avant l'expérience alors que les individus nymphes 1-2-3 étaient affamés 18h avant l'expérience. Deux individus d'un même stade ont été introduits dans un godet (1,25 once) contenant une framboise biologique mûre sans dommage (marque Driscoll's). Les godets ont été placés à une température de 28 °C pendant 48 h pour favoriser l'activité du ravageur et sa nutrition. La mortalité des punaises a été notée. Les drupéoles ont ensuite été observés à la loupe binoculaire pour qualifier les dommages visibles en différentes catégories : 1) absence de dommages, 2) marque d'incision dans une drupéole (Fig. 1), 3) drupéole vidée de son contenu (Fig. 2). Dix répétitions ont été effectuées pour chaque stade de punaise et un témoin (fruit sans punaise). Les expériences ont été effectuées en « boîte noire », les comportements des punaises n'ayant pas été observés pendant les 48 heures. Afin de vérifier s'il y avait un lien entre les dommages et les stades de punaise terne, les fréquences ont été analysées avec un test exact de Fisher à l'aide de la procédure PROC FREQ de SAS (version 9.4).



Figure 1 : Marque d'incision dans une drupéole à la suite d'une observation sur un fruit de Killarney lors des expériences du 1^{er} août 2019.



Figure 2 : Drupéole vidée de son contenu à la suite d'une observation sur un fruit de Tulameen lors des expériences du 14 août 2019.

Expérience au terrain 2021

À la suite de l'expérience terrain de 2019, il a été décidé de répéter l'expérience en 2021, sous certaines modifications. L'expérience en 2021 visait à mieux catégoriser les dommages réalisés aux fruits par les punaises ternes sur une seule variété de framboise quand les piqûres étaient occasionnées aux stades phénologiques avancés, bouton vert serré, bouton vert dégage, floraison et

fruit vert. À la différence de 2019, en 2021, les dommages étaient observés jusqu'au développement du stade fruit rouge plutôt que seulement sur 15 jours après le contact entre le ravageur et le stade phénologique.

En 2021, les essais ont été réalisés avec une seule variété de framboise Tulameen cultivée en régie biologique. La parcelle comportait 25 plants composés de deux cannes plantées dans un pot de 12 litres de substrat et conservés sous filet Proteknet 70gr/m². Les plants ont été alimentés par un système d'irrigation par microaspersion contrôlée de manière automatique et la fertilisation granulaire s'est faite aux deux semaines avec l'ajout de 40 g d'Acti-sol 5-2-3, une cuillère à soupe (15 mL) de farine de luzerne, 4 g de farine d'os et 3,5 g de farine de plume.

Chacun des plants avait quatre manchons pour pouvoir évaluer chaque groupe de stade de punaise et un témoin sans punaise. Comme en 2019, trois individus de chaque groupe de stade ont été introduits à l'intérieur d'un manchon de mousseline sur un bouquet contenant 50% du stade phénologique ciblé: bouton vert serré, bouton vert dégagé, floraison, fruit vert. Les punaises introduites ont été retirées après 48 heures pour éviter un changement de stade. En 2021, les manchons de mousseline ont été conservés pour limiter les dommages par d'autres insectes présents sous filets (spongieuse ou autres punaises). Les fleurs ont été pollinisées manuellement au pinceau. Par la suite, les bouquets ont été pris en photo par un appareil (Nikon D7000) deux fois par semaine pour observer la présence de dommages et leur évolution jusqu'à l'obtention des fruits rouges. Un bouquet a été utilisé qu'une seule fois. Des appareils météorologiques de type HOBO ont aussi été installés à la hauteur de la canopée, soit 1,5 mètres pour déterminer les conditions de température et d'humidité sous les filets. Le nombre de répétitions réalisées est indiqué dans le tableau 2.

Tableau 2 : Nombre de répétitions réalisées en 2021 pour les différents stades phénologiques.

	Adulte	Nymphe 1-2-3	Nymphe 4-5
Bouton vert serré	10	8	9
Bouton vert dégagé	10	9	10
Floraison	10	9	9
Fruit vert	10	9	10

Expériences en laboratoire 2021

Afin de poursuivre les expériences en laboratoire réalisées en 2019, deux expériences ont été effectuées en 2021 avec des observations visuelles en direct pour mieux comprendre les dommages causés par la punaise terne. La première expérience visait à déterminer le temps moyen de nutrition de chacun des stades de punaise terne sur les drupéoles de framboise rouge. Pour ce faire, les individus adultes et nymphes 4-5 étaient affamées pendant 24h avant l'expérience alors que les individus nymphe 1-2-3 étaient affamées pendant 18h avant l'expérience suite à des prétests qui ont révélé que 24h de jeûn augmente la mortalité des jeunes nymphes. Un individu d'un stade donné était ensuite placé sur une framboise biologique mûre sans dommage (marque Driscoll's). Les observations étaient faites sous loupe binoculaire par un observateur à l'aide d'un chronomètre pour noter le temps du début de la piqûre jusqu'au retrait du stylet de la drupéole, et ce, pour quatre drupéoles successives sur le même fruit par un même individu. Pour qu'une insertion soit considérée comme un acte de nutrition, il fallait que le stylet de la punaise soit inséré depuis plus de 30 secondes dans le fruit avec la tête immobile (Hatfield et al. 1983). Cette expérience a été répétée avec 25 individus par stade (3 stades).

Les temps de nutrition entre stades ont été comparés à l'aide d'un modèle linéaire généralisé mixte (GLMM) implémenté dans la librairie glmmTMB avec R avec R (Version 4.2.1; R Development Core

Team, 2021). Les individus ont été considérés comme effet aléatoire pour modéliser la variabilité inter-individuelle.

La deuxième expérience visait à observer l'évolution d'un dommage sur framboise rouge après une période d'alimentation par la punaise terne. Pour ce faire, les individus adultes et nymphes 4-5 étaient affamés pendant 24h avant l'expérience alors que les individus nymphe 1-2-3 n'étaient affamés que 18h avant l'expérience. Un individu d'un stade donné était ensuite placé sur une framboise biologique mûre sans dommage (marque Driscoll's). Les observations étaient faites sous loupe binoculaire par un observateur à l'aide d'un chronomètre pour noter le temps du début de la piqûre jusqu'au retrait du stylet de la drupéole. Quand l'individu avait réalisé une piqûre de nutrition sur une drupéole, celle-ci était identifiée à l'aide de traces de stylo sharpie réalisées sur les drupéoles voisines (Fig. 3) et la framboise était placée dans un godet (1,25 once). Quatre drupéoles de fruits différents ont été offertes pour nutrition à chaque stade de punaise. De la même manière, une framboise saine a été utilisée comme témoin. Une drupéole saine a été choisie au hasard sur la framboise témoin et elle a été identifiée à l'aide de traces de stylo sharpie réalisées sur les drupéoles voisines puis placée dans un godet (1,25 once). Les godets ont été placés à une température de 23 °C pendant 72 h. Les drupéoles ont ensuite été observées à la loupe binoculaire après 24 h, 48 h et 72 h pour les qualifier en différentes catégories : 1) drupéole saine, 2) drupéole vidée et 3) drupéole moisie. Un total de 22 à 25 répétitions par stade a été réalisé avec quatre drupéoles pour chaque répétition.

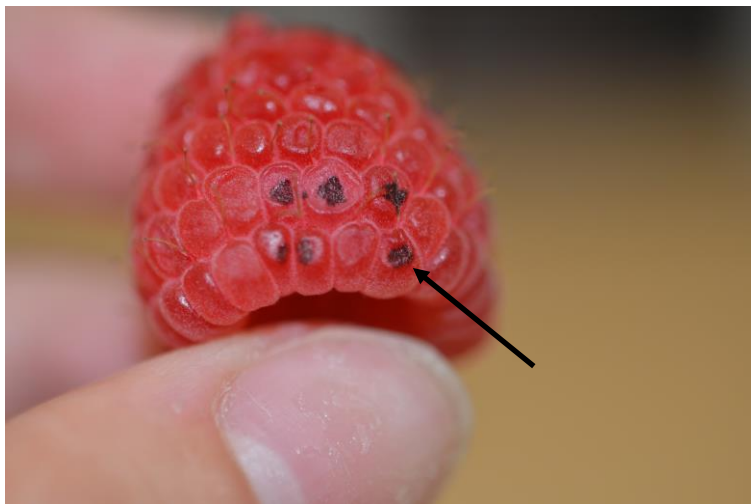


Figure 3 : La flèche identifie une trace de sharpie entourant la drupéole attaquée à la suite d'observation sur une framboise lors des expériences du 22 juillet 2021.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Expérience terrain 2019

Durant la première année d'expérience, les seuls dommages soupçonnés d'être réalisés par la punaise terne ont été observés lorsque les punaises ternes étaient introduites sur le stade phénologique fruit rouge, quelle que soit la variété utilisée (Killarney ou Tulameen). Aucun dommage soupçonné de punaise adulte, de stade de nymphe 1-2-3 ou de stade de nymphe 4-5 n'a été observé sur les stades phénologiques, bouton vert serré, bouton vert dégagé, floraison, fruit vert et fruit rose.

Au stade fruit rouge, nous avons observé deux dommages différents:

- 1- Une marque d'incision dans la drupéole (Fig. 1) ou
- 2- Une drupéole vidée de son contenu (Fig. 2).

Cependant, il faut noter que ces dommages sont difficiles à reconnaître à la loupe, plutôt subtils et que d'autres dommages, certainement abiotiques, peuvent prêter à confusion. C'est ce qui explique que sur les figures 4 et 5, les dommages soient aussi observés sur les framboises des bouquets témoins où aucune punaise n'avait été introduite. De ce fait, il n'y a pas eu de différences significatives observées pour les fréquences d'observation de marque d'incision ou de drupéoles vidées entre les différents stades de punaise terne introduits (adulte, stade 1-2-3 et stade 4-5), comparativement à un témoin sans punaise pour les deux variétés de framboises (Test exact de Fisher Killarney : drupéole vidée $P = 0,2369$, marque d'incision $P = 0,7619$; Tulameen : drupéole vidée $P = 0,8103$, marque d'incision $P = 0,0740$) (Fig. 4 et 5).

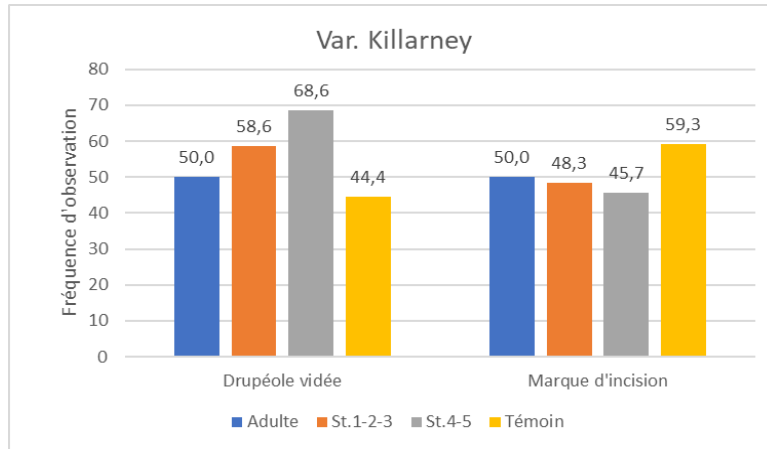


Figure 4 : Fréquence d'observation des drupéoles vidées et des marques d'incision sur les fruits rouges de Killarney lors des expériences sur le terrain selon les stades de punaises introduits dans les manchons au fruit rouge (Test exact de Fisher; $p > 0,05$).

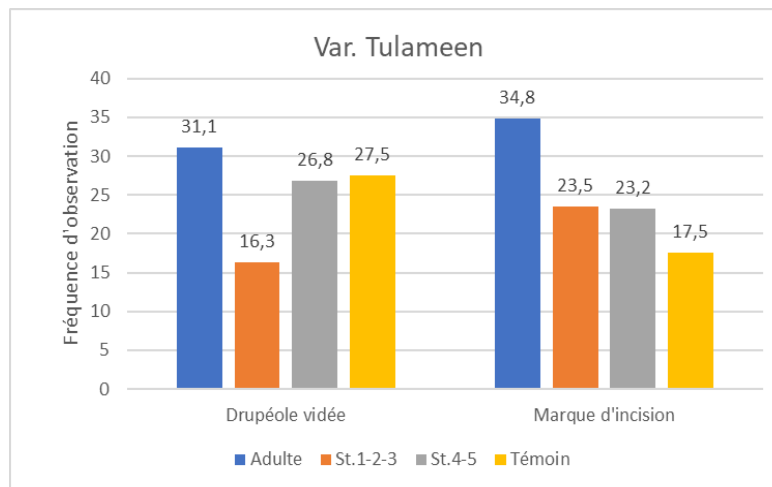


Figure 5 : Fréquence d'observation des drupéoles vidées et des marques d'incision sur les fruits rouges de Tulameen lors des expériences sur le terrain selon les stades de punaises introduits dans les manchons au fruit rouge (Test exact de Fisher; $p > 0,05$).

Expérience en laboratoire 2019

Observer les dommages a été beaucoup plus facile en laboratoire sous loupe binoculaire qu'en champ, mais nous n'avons pas pu observer des punaises en pleine action de nutrition et donc avoir une preuve de la source du dommage. Les essais avec la variété Killarney, en présence de deux punaises, n'ont pas décelé de différences significatives pour les drupéoles vidées et les marques d'incisions en fonction des différents stades comparativement à un témoin sans punaise (Test exact

de Fisher; $p > 0,05$) (Fig. 6). Cependant, pour la variété Tulameen, nous avons remarqué une fréquence plus élevée d'incision dans les drupéoles des fruits lorsque présence de deux punaises de stade 4 ou 5 comparativement à d'autres stades ou à un témoin (Fig. 7) (Test exact de Fisher; $P = 0,0034$).

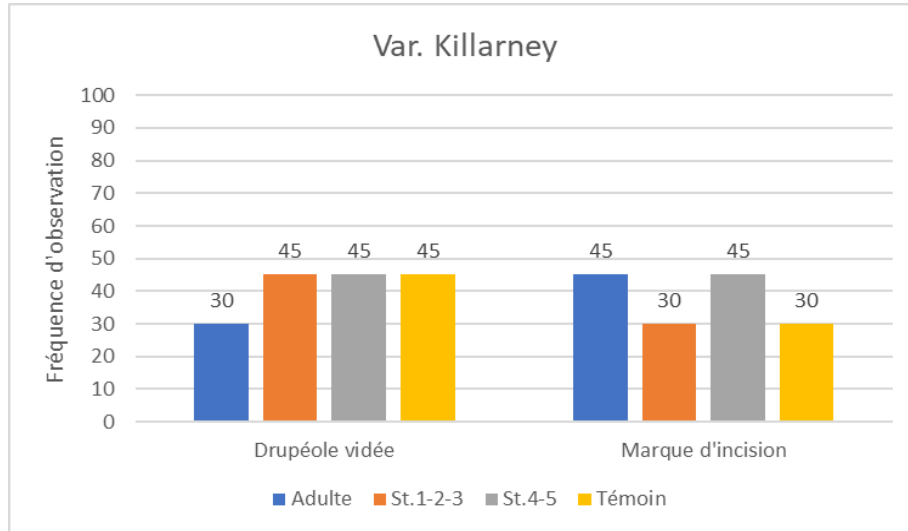


Figure 6 : Fréquence d'observation des drupéoles vidées et des marques d'incision sur les fruits rouges de Killarney lors des expériences en laboratoire avec deux punaises de différents stades (Test exact de Fisher; $p > 0,05$).

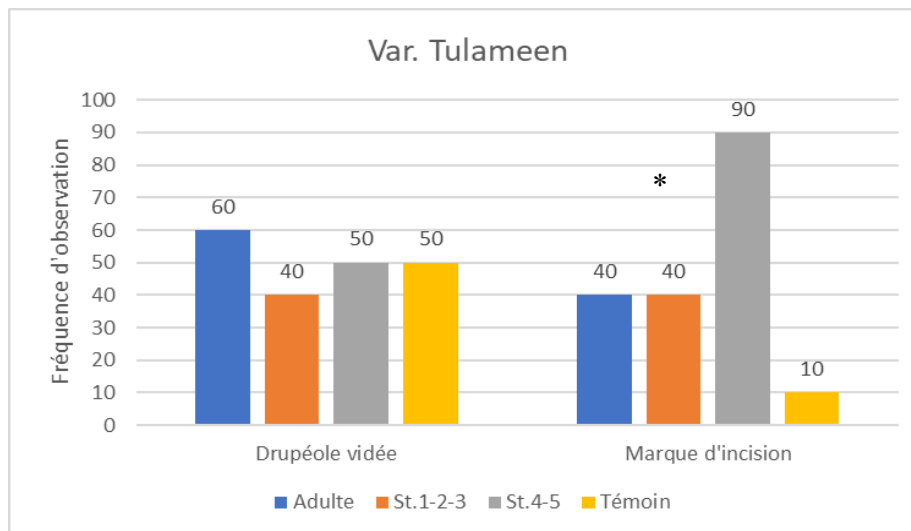


Figure 7 : Fréquence d'observation des drupéoles vidées et des marques d'incision sur les fruits rouges de Tulameen lors des expériences en laboratoire avec deux punaises de différents stades (*indique une différence significative avec un test exact de Fisher à $p = 0,05$).

Expérience au terrain 2021

Durant la deuxième année d'expérience, il a été impossible d'observer et d'attribuer des dommages aux punaises adultes, de stade de nymphe 1-2-3 ou de stade de nymphe 4-5 introduites sur les stades phénologiques bouton vert serré, bouton vert dégage, floraison et fruit vert. L'utilisation de

manchon de mousseline pour isoler chaque bouquet a grandement endommagé les tiges et réduit considérablement la pollinisation malgré l'utilisation d'un pinceau lors d'une pollinisation manuelle. Dans le premier cas, l'utilisation des manchons (mousseline + arceau) a brisé jusqu'à 20% des bouquets (21 bouquets sur 103). Cette technique pour isoler et observer des dommages est à bonifier comme dispositif expérimental.

Dans le deuxième cas, la pollinisation a été insuffisante avec un pinceau. Nous avons observé beaucoup de fruits avec des dommages dans les traitements témoins (Tableau 3). Parmi les 2166 fruits endommagés dans les bouquets témoins, tous stades phénologiques confondus, jusqu'à 32% des fruits endommagés étaient des fleurs avortées et 81% étaient des fruits grenailés alors qu'aucune punaise n'avait été ajoutée dans les manchons (Fig. 8).

Tableau 3 : Somme des fruits endommagés selon les différents stades de la punaise terne selon les différents stades phénologiques.

	Adulte	Nymphe 1-2-3	Nymphe 4-5	Témoin
Bouton vert serré	480	530	614	387
Bouton vert dégagé	783	287	360	611
Floraison	566	592	364	677
Fruit vert	371	286	526	491

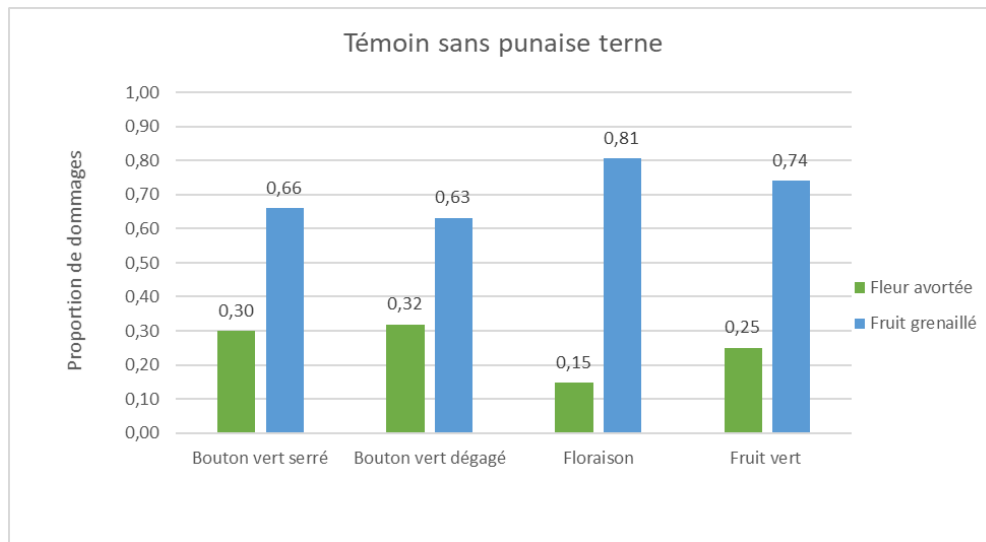


Figure : 8. Proportion de fleur avortée et fruit grenailé en fonction des différents stades phénologiques dans les manchons témoins.

Cette deuxième année d'expérience terrain illustre la difficulté de catégoriser et qualifier les dommages de la punaise terne sur le terrain et les résultats des expériences en laboratoire 2021, présentés ci-bas, vont éclaircir les observations et mieux définir les comportements de la punaise terne.

Expérience de laboratoire 2021

La première série d'expériences montre que le temps de nutrition ne diffère pas entre les différents stades de punaises (Tableau 3 et Fig. 8) ($P > 0,05$). Il y a cependant une tendance à une diminution du temps d'alimentation avec l'âge des punaises. Les stades 1-2-3 passent en moyenne 3 minutes 43 secondes à se nourrir sur une drupéole alors qu'un adulte passe en moyenne 2 minutes et 32 secondes. Dans le tableau 3, on remarque que le temps de nutrition peut varier entre $01:52 \pm 01:16$ et $05:07 \pm 03:51$ (mm : ss).

Tableau 3 : Temps moyen (\pm écart-type) de nutrition des différents stades de la punaise terne sur quatre drupéoles de framboise offertes successivement. Les unités des chiffres sont minutes : secondes.

	1ère drupéole	2ème drupéole	3ème drupéole	4ème drupéole
Nymphe 1-2-3	05:07 \pm 03:51	02:55 \pm 02:39	04:24 \pm 09:19	02:28 \pm 01:55
Nymphe 4-5	03:11 \pm 02:14	04:43 \pm 04:59	01:52 \pm 01:16	02:42 \pm 01:49
Adulte	02:06 \pm 01:11	02:36 \pm 03:18	02:25 \pm 01:43	03:00 \pm 02:20

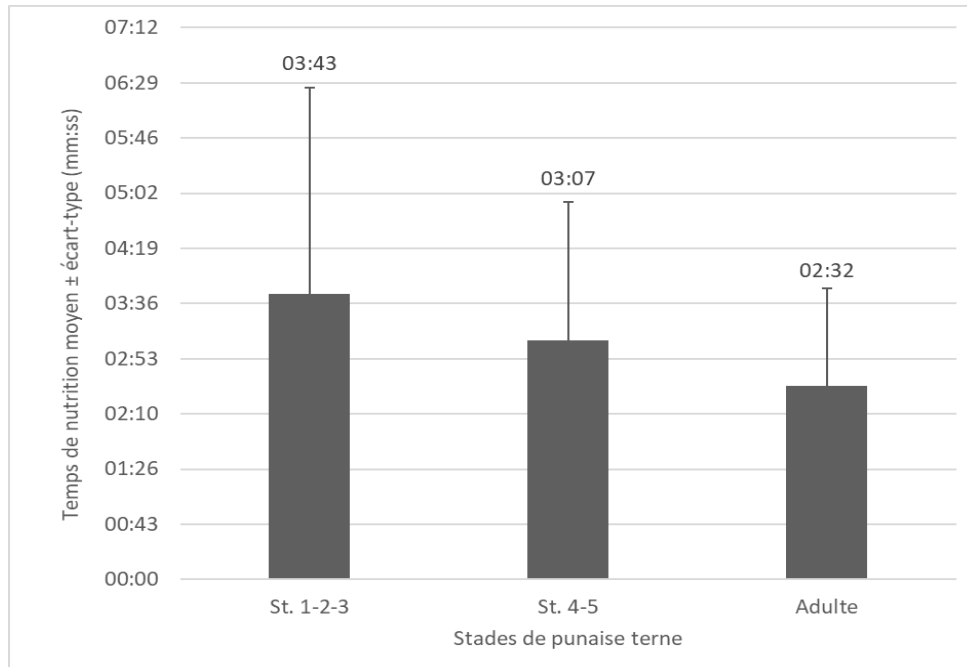


Figure 8 : Temps moyen (\pm écart-type) de nutrition des différents groupes de stade de la punaise terne sur quatre drupéoles de framboise offertes successivement (temps en mm : ss) ($P > 0,05$).

La deuxième expérience en laboratoire visait à observer l'évolution d'un dommage à la suite d'une piqûre de nutrition sur une drupéole de framboise rouge et ce, selon les trois stades de développement ciblés de la punaise terne. Dans tous les cas, les drupéoles suivies avaient toujours été l'objet d'une piqûre de nutrition supérieure à 30 secondes : les stades 1-2-3 s'étant nourris en moyenne $04 :24 \pm 04 :42$ (mm : ss) sur les drupéoles offertes, les stades 4-5 en moyenne $02 :30 \pm 02 :17$ (mm : ss) et les adultes en moyenne $02 :46 \pm 02$ (mm : ss). L'expérience révèle (Figure 9) que :

- 1) 24 h après une piqûre de nutrition, les drupéoles vidées de leur contenu n'étaient observées que dans 24% (stade 1-2-3) à 32% (adulte) des cas. Les drupéoles avaient majoritairement une forme saine après 24 h.

- 2) 48 h après une piqûre de nutrition, les drupéoles vidées de leur contenu étaient toujours observées dans des fréquences similaires de 26% (stade 1-2-3) à 36% (stade 4-5) des cas. Des drupéoles moisies ont été observées dans 12% (stade 1-2-3) et 4% (adulte) des cas.
- 3) 72 h après une piqûre de nutrition, la fréquence d'observation de drupéoles moisies a augmenté de manière importante pour atteindre 48% (stade 1-2-3) et 26% (adulte) des cas.
- 4) 24 h à 48 h après les piqûres, les drupéoles saines étaient toujours observées à une fréquence supérieure à 90% dans les godets témoins (sans piqûre de nutrition).

Ces résultats montrent qu'une piqûre de nutrition ne provoque pas forcément un dommage sur la drupéole et donc, les drupéoles restent de forme saine 24 h après la piqûre par une punaise terne dans 75% des cas. Passé 48 h, des drupéoles moisies apparaissent, probablement dû aux conditions d'humidité dans le godet placé à 23 °C, mais 66% des drupéoles sont encore de forme saine. Après 72 h, les framboises présentent beaucoup de moisissures et il n'est plus possible de suivre les dommages, car le fruit se décompose.

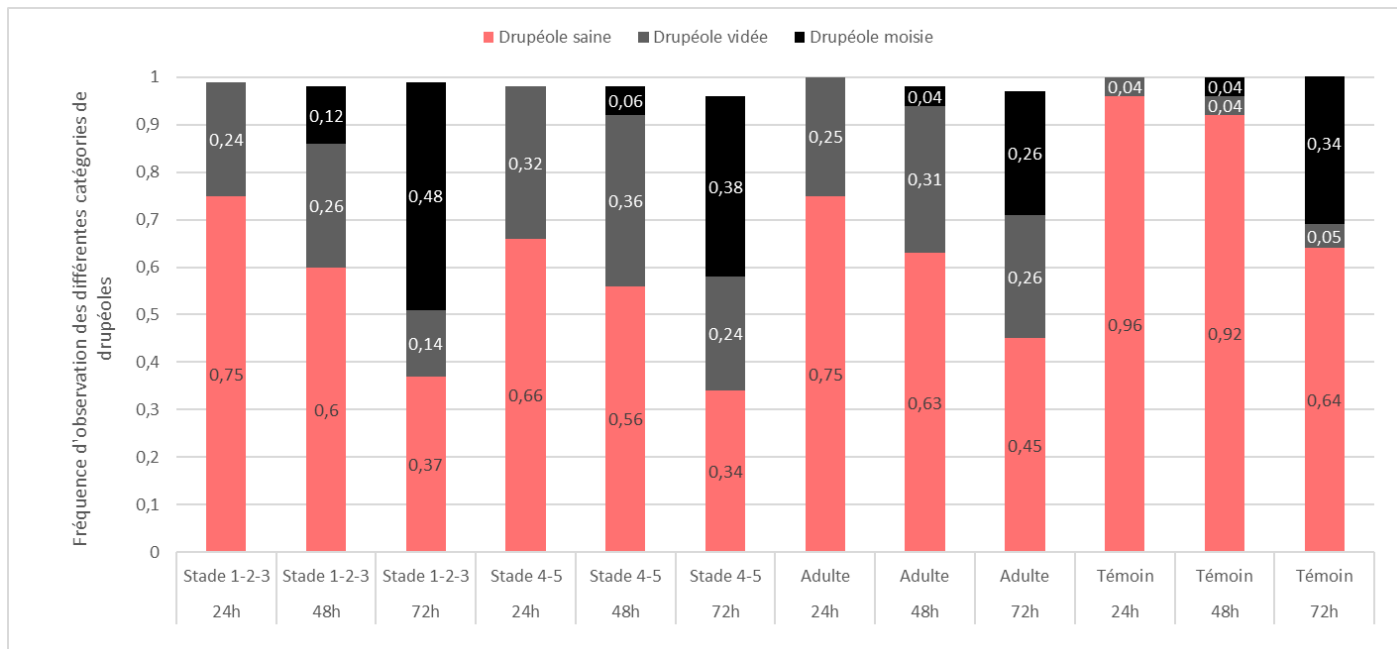


Figure 9 : Évolution de la fréquence d'observation de drupéole saine, vidée ou moisie suite une alimentation par une punaise terne lors des expériences avec différents stades.

DISCUSSION ET CONCLUSION

La punaise terne est un ravageur très polyphage et peut s'alimenter de plus de 350 espèces de plantes (Plantwise, 2018) dont plus de 150 espèces de plantes économiques (Young, 1986). Elle affectionne les bourgeons de feuilles et de fleurs, les fleurs, les fruits et les graines. En ce qui concerne la culture de la framboise, la littérature scientifique mentionne que ce ravageur s'observe sur les framboisiers (Kieffer et al. 1983) et peut piquer les fruits en provoquant alors un assèchement des drupéoles (Lord, 1999; English-Loeb, 2006). Une autre conséquence peut être que certains fruits s'émiettent plus facilement et provoquent de la grenaille (NE Small Fruit Management Guide, 2022-2023) La nutrition sur le méristème apicale pourrait également provoquer un dépérissement des pousses (Landry, non publié). Malgré ces références issues de la littérature scientifique, les dommages sont très peu connus et documentés visuellement dans les guides de dépistage que les agronomes québécois peuvent consulter. Le secteur fruitier avait donc identifié ce projet comme

prioritaire. Il visait à documenter les types de dommages sur fruits en fonction des stades de la punaise terne et des stades phénologiques de framboisiers piqués.

À la suite des deux années d'expérimentation terrain, l'identification et la qualification des dommages au champ et leurs évolutions dans le temps depuis la piqûre sont très complexes. En effet, plusieurs facteurs peuvent provoquer des assèchements de drupéoles ou le développement de grenailles qui se confondent avec des dommages de punaises ternes, notamment une mauvaise pollinisation ou des coups de chaleur (Rougoor, 2008). De plus, les filets d'exclusion utilisés en 2019 et les manchons utilisés en 2021 ont brisé plusieurs bouquets, provoqué des frottements sur les fruits et ont réduit la pollinisation en 2021, malgré une pollinisation manuelle au pinceau. De plus, le nombre de punaises ternes introduites au champ était peut-être insuffisant pour déceler les dommages. En effet, Rougoor (2008) a montré que des punaises ternes mises pendant 72 h au stade de floraison du framboisier provoquent un plus haut taux de drupéoles sèches quand 5 ou 10 punaises sont introduites par bouquet. Réaliser cette expérience en serre aurait grandement facilité les observations et aurait diminué les facteurs non contrôlables ayant influencé l'état des framboisiers et des fruits (effet du vent et frottements des manchons par exemple). Il est donc actuellement impossible de conclure qu'une piqûre de punaise terne sur un stade bouton vert serré, dégagé, floraison ou fruit vert provoque des dommages visibles après plusieurs semaines.

Sur les fruits issus du terrain en 2019, nous avons suspecté des dommages attribuables aux punaises ternes lorsqu'elles étaient introduites au stade fruit rouge. Il s'agissait de marque d'incision et de drupéole vidée de son contenu. Le premier dommage s'observait uniquement sous la loupe binoculaire alors que le deuxième dommage pouvait se voir au champ à l'œil nu ou avec une loupe 10 x. Cependant, la fréquence de ces dommages sur le terrain n'a pu faire l'objet d'un décompte ou d'un calcul de fréquence en comparaison avec des fruits témoins étant donné que la marque d'incision est difficilement observable au champ.

Également, les expériences en laboratoire de 2019 n'ont pas pu démontrer une fréquence plus élevée de ces dommages sur des fruits en présence de punaises comparativement aux fruits témoins. Ce n'est qu'en 2021, lorsque les expériences en laboratoire comprenaient des observations en direct de l'insecte que nous avons pu montrer que 25% à 30% des piqûres de nutrition amènent à une drupéole vidée, quel que soit le stade de punaise terne concerné (stade 1-2, stade 3-4-5 ou adulte). Dans 70 à 75% des cas, la piqûre de nutrition ne provoque aucun dommage à la framboise rouge. Ainsi, nous avons pu démontrer que la punaise terne provoque occasionnellement des dommages au fruit rouge en laboratoire et qu'ils sont difficilement quantifiables sur le terrain. Ce dommage est assez faible en apparence et ne pourrait provoquer un déclassement à la cueillette dans le cas de la vente au kiosque ou en autocueillette. Pour les variétés vendues en grande chaîne commerciale, il n'est pas évident de dire que ce dommage provoquerait une moins bonne conservation du fruit.

Le projet visait initialement à trouver un seuil économique pour la punaise terne en culture de framboise d'été. Un seuil économique repose sur un dépistage de la punaise terne dans cette culture avec la même technique d'échantillonnage par frappes que dans la fraise (Harnois et Tellier, 2018). Actuellement, un seuil de 12% de nymphes est établi bien que ce seuil n'ait jamais été validé pour cette culture. En comparaison, la méthode recommandée par l'Université du Massachusetts est d'échantillonner 30 fleurs sur 5 - 6 bouquets floraux de framboisiers. Dès que la punaise terne est détectée sur 4 bouquets, un traitement phytosanitaire est recommandé. Actuellement, certains producteurs au Québec arrivent à diminuer les populations de punaise terne quand ils réalisent un traitement au MALATHION® pour l'anthonome de la fleur du fraisier plus tôt en saison. Cependant d'autres producteurs ne traitent pas contre la punaise terne même si un seuil économique est défini.

La lutte chimique contre la punaise terne peut se faire seulement avec le CLOSER® et le BIOTITAN®. Le premier est un insecticide extrêmement toxique pour les abeilles et l'entomofaune donc il est à éviter et le deuxième est un bioinsecticide avec une action moins immédiate sur le ravageur.

Considérant la difficulté à qualifier les dommages de ce ravageur au champ, le risque plutôt faible associé à sa nutrition retrouvée en laboratoire (30% de drupéole vidée) et le risque élevé de toxicité sur l'entomofaune suivant l'application de l'insecticide homologué pour celui-ci, il est difficile de préconiser une lutte chimique pour contrôler spécifiquement la punaise terne à l'atteinte du stade fruit rouge. Il apparaît difficile d'établir un seuil économique quand les dommages observés au laboratoire ne sont pas aussi évidents à observer au champ. Il nous apparaissait donc non réaliste de poursuivre les deux objectifs suivants du projet qui étaient :

- 1 - Évaluer la corrélation entre le dépistage par frappes séquentielles et les dommages afin de valider une méthode de dépistage réaliste et adaptée;
- 2 - Évaluer deux seuils d'intervention pour la punaise terne adaptée à la framboise d'été en parcelles expérimentales.

RÉFÉRENCES

- NE Small Fruit Management Guide, 2022-2023. <http://ag.umass.edu/fruit/ne-small-fruit-management-guide/brambles/insects>.
- English-Loeb, G. 2006. Focus on important arthropod pests of raspberry. The New York Berry News.
- Harnois, M. et Tellier, S. 2018. La punaise terne. RAP.
- Hatfield, L.D., Ferreira, J., et Frazier, J.L. 1983. Host selection and feeding behavior by the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae). Annals of the Entomological Society of America, 76(4), 688-691.
- Kieffer, J.N., Shanks, C.H. et Turner, W.J. 1983. Populations and control of insects and spiders contaminating mechanically harvested red raspberries in Washington and Oregon. Journal of Economic Entomology. 76 (3): 649-653.
- Lord, W.G. 1999. Crop profile for raspberry in New Hampshire. UNH Cooperative Extension.
- Plantwise. 2018. <https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=31791>. Accès Septembre 2018.
- Rougoor, C.A. 2008. Plant resistance and alternative management to *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois), tarnished plant bug, in strawberry genotypes, *Fragaria x ananassa*, and raspberry, *Rubus ideaus* L (Mémoire de doctorat, University of Guelph).
- Young, O. 1986. Host plants of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae). Ann. Entomol. Soc. Am. 79(4): 747-762.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Annabelle Firlej, Ph.D. Entomologiste.

Téléphone : 450-653-7368 poste 363

Courriel : annabelle.firlej@irda.qc.ca

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

335, rang des Vingt-cinq Est,

Saint-Bruno-de-Montarville (Québec) J3V 0G7

ANNEXE(S)

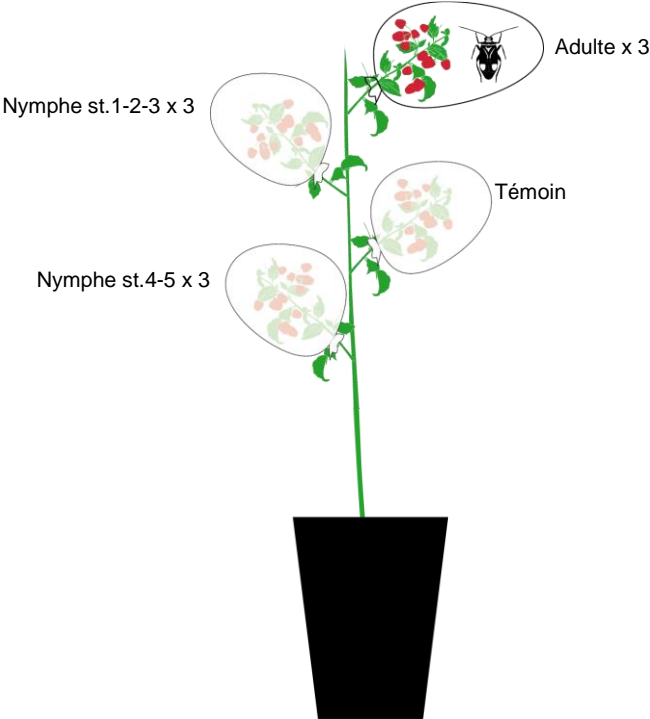
Annexe 1 : Représentation des cinq stades nymphaux de la punaise terne.



Annexe 2 : Photo des framboisiers d'été variété Tulameen sous filet en 2019.



Annexe 3 : Schéma du dispositif expérimental en 2019 et 2021.



Annexe 4 : Phénologie du framboisier (Source photos : Gaétan Racette, AAC)



Gonflement des bourgeons (BBCH = 51) : début du gonflement des bourgeons; les écailles des bourgeons s'allongent.



Pointe verte (BBCH = 54) : les extrémités des feuilles dépassent les écailles et les premières feuilles se séparent.



Boutons verts regroupés (BBCH = 55) : les boutons floraux sont visibles, mais sont regroupés.



Boutons verts serrés : les boutons floraux ne sont pas encore visibles, ils sont cachés à l'intérieur des nouvelles feuilles.
Boutons verts regroupés (BBCH = 55) : les boutons floraux sont visibles, mais sont regroupés.



Floraison (BBCH = 65) : pleine floraison, au moins 50 % des fleurs sont formées.



Boutons verts dégagés (BBCH = 59) : les boutons floraux sont nettement séparés les uns des autres et sont bien visibles.



Début fruit vert (BBCH = 71) : début de la formation des fruits, les premiers fruits verts apparaissent, il reste encore certaines fleurs.



Fruit vert (BBCH = 75) : au moins 50 % des fruits sont formés. Ceux-ci possèdent une coloration verte.



Début mûrissement (BBCH = 81) : début de la maturation des fruits, les premiers fruits commencent à se colorer en rouge.



Fruit mûr- Récolte (BBCH = 87) : la plupart des fruits sont mûrs et rouges. Ils ont atteint la maturité nécessaire pour la récolte.