

IMPACT DE LA DOSE D'IRRADIATION SUR LE PATRON CIRCADIEN ET SUR LE DÉLAI DE DÉPLOIEMENT DES AILES À L'ÉMERGENCE DE LA DROSOPHILE À AILES TACHETÉES

DIENI, A. et A. FIRLEJ

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

INTRODUCTION

- La drosophile à ailes tachetées (DAT) est un ravageur particulièrement problématique pour le secteur des petits fruits et, au Québec, la lutte actuelle repose essentiellement sur l'application répétée et alternée d'insecticides.
- Afin de réduire l'impact phytosanitaire de la DAT dans les cultures de petits fruits, la technique de **lâchers d'insectes stériles** est en développement comme méthode de lutte alternative.
- L'irradiation des pupes de Diptères provoque des **mutations au niveau des cellules donnant les spermatozoïdes** mais elle peut aussi causer des mutations somatiques diminuant les attributs biologiques des mâles rendus stériles. Pour optimiser la technique, il y a un **compromis** à faire entre la stérilité des mâles et leurs performances.
- Depuis 2014, des expériences réalisées en laboratoire ont permis de cibler **4 doses d'irradiation (80, 90, 100 et 120 gy)** permettant un taux de stérilisation satisfaisant des mâles sans affecter leurs attributs biologiques et leur compétitivité par rapport à des mâles non-irradiés (Lanouette 2017; Lanouette *et al.* 2017).
- Jusqu'à maintenant, l'impact de l'irradiation sur le **décalage de déploiement des ailes** et le **patron circadien d'émergence** des mâles n'a toujours pas été étudié.
- Ces dernières expériences aideront à **déterminer la dose d'irradiation optimale** pour assurer le succès de cette méthode en condition naturelle, tout en optimisant **les conditions de lâchers de DAT**.

OBJECTIFS

- Évaluer l'impact de 5 doses d'irradiation sur le temps de déploiement des ailes des mâles fraîchement émergés.
- Évaluer l'impact de 3 doses d'irradiation sur le patron circadien d'émergence des mâles.

MÉTHODE

Élevage de DAT et irradiation

- Les individus utilisés pour l'ensemble des expériences proviennent d'une souche québécoise maintenue en élevage à l'IRDA depuis 2014 aux conditions d'élevage de 22°C et 55% HR avec un cycle de lumière 16L : 8O.
- Les sites de ponte, soit les fruits biologiques nettoyés (framboises ou bleuets), sont déposés sur de la diète à base de poudre de carotte.
- Des pupes de 5 jours sont irradiées dans un ¹³⁷Cs Gamma Cell 3000 (Best Theratronics, Canada) au centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal (CRCHUM) le mardi à 12 h et les pupes sont ensuite disposées en contenants 4 h plus tard.

Décalage de déploiement des ailes

- Cinq traitements : irradiations de 80, 90, 100 et 120 gray comparées à un témoin non-irradié.
- Cent pupes, isolées en pétris pour chaque traitement, étaient observées en continu pour isoler les adultes nouvellement émergés.
- L'heure d'émergence, l'heure où les ailes étaient pleinement déployées (défroissées) et le sexe des individus ont été notés. Uniquement les mâles ont été considérés pour les analyses statistiques.

Patron circadien

- Trois traitements : irradiations de 80 et 120 gray comparées à un témoin non-irradié.
- Cinq répétitions d'irradiation par traitement, constituées de 350 à 450 pupes par répétition.
- Les pupes irradiées ou témoins étaient placées en boîte de 15x15x15 cm avec un coton imbibé d'eau distillée le mardi soir.
- Le décompte des émergences a été réalisé dès le lendemain aux 2 heures de 8 h à 16 h et une dernière observation a été réalisée à 20 h.
- Les individus émergés ont été sexés à la fin des observations. Uniquement les mâles ont été considérés pour les analyses statistiques.

Analyse statistique

- Utilisation de l'approche **Analyse de survie** afin de vérifier si le temps (ou moment) nécessaire pour qu'un événement ait lieu diffère d'un traitement à l'autre :
 - Déploiement des ailes : mâles avec ailes froissées (émergence) -> mâles avec ailes déployées.
 - Patron circadien : stade pupes -> émergence.
- Des courbes de survie ont été générées selon la **méthode Kaplan-Meier**.
- Un test logarithmique par rangs (**Log-rank test**) fut réalisé sur les courbes de survie afin de vérifier s'il y a des différences significatives entre les traitements.
- L'ensemble des analyses ont été réalisées avec R 3.5.1 (R core team 2018) et le package « survival » (Therneau 2015). Les graphiques de courbes de survie ont été réalisés grâce au package « survminer » (Kassambara et Kosinski 2018).

RÉSULTATS

Décalage de déploiement des ailes

Le test logarithmique ne relève aucune différence significative entre les 5 courbes de survie représentant le délai de déploiement des ailes ($p = 0,095$) (Figure 1).

Parmi les différents traitements, le temps moyen de déploiement des ailes le plus rapide était de 18,7 minutes (80 gy) et le plus long était de 21,5 minutes (100 gy) (Figure 2). Toutefois, ces différences ne s'avèrent pas statistiquement significatives.

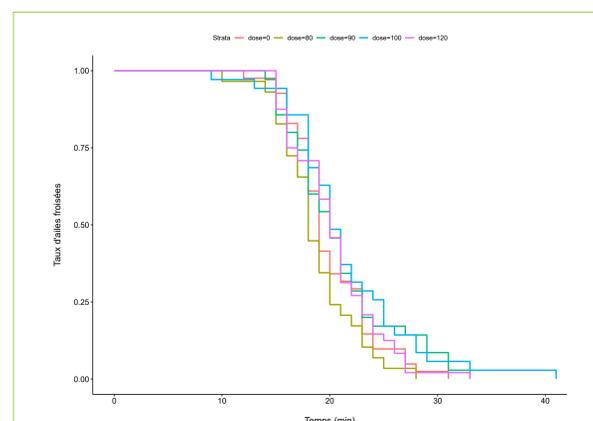


Figure 1 : Courbes de survie, selon la méthode Kaplan-Meier, pour le délai de déploiement des ailes des mâles émergés en fonction des cinq doses d'irradiations (Log-rank test, $p = 0,095$).

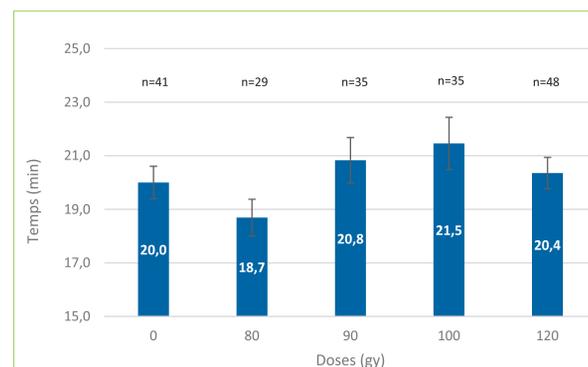


Figure 2 : Temps moyen \pm erreur standard (E.S.) de déploiement des ailes en fonction des doses d'irradiation (gy) (Log-rank test, $p = 0,095$).

Patron circadien

Le test logarithmique par rang ne relève aucune différence significative entre les 3 courbes de survie représentant le moment d'émergence des adultes ($p = 0,1$) (Figure 3). Les adultes émergent presque en totalité à l'ouverture des lumières le matin à 8 h (Figure 4).

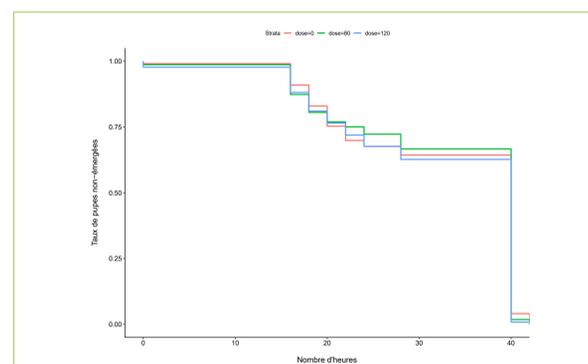


Figure 3 : Courbes de survie, selon la méthode Kaplan-Meier, pour l'évaluation du patron circadien d'émergence des adultes (ici représenté par le taux de pupes non-émergées dans le temps) en fonction de trois doses d'irradiations (Log-rank test, $p = 0,1$).

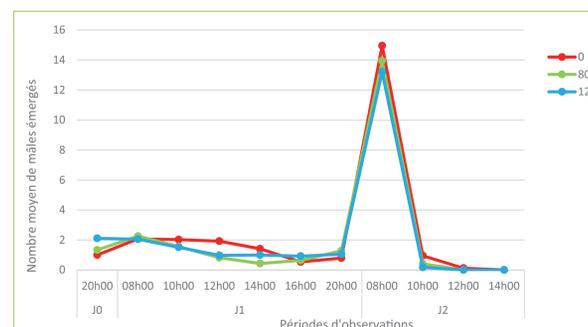


Figure 4 : Nombre moyen de mâles émergés à travers le temps, représentant le patron circadien d'émergence, en fonction des doses d'irradiation (gy).



Crédit photo : Laboratoire de diagnostic en phytoprotection (MAPAQ).

DISCUSSION

Lors de lâchers d'insectes stériles dans l'environnement, ces derniers seront inévitablement exposés à des **risques de prédation** et de **dessiccation**. Ces risques sont d'autant plus importants s'ils s'y trouvent lors des stades de développement qui ne leur permettent pas de fuir ou d'atteindre des abris refuges (e.g. le stade pupes ou des adultes fraîchement émergés qui ne volent pas).

Connaitre le temps nécessaire que prennent les mâles à déployer leurs ailes et le moment où ils émergent dans une journée (patron circadien) est essentiel si on veut maximiser les chances de survie de ces derniers lors de lâchers en conditions naturelles. Comprendre **l'influence que peut avoir l'irradiation** sur ces deux éléments est tout aussi important.

Les DAT adultes prennent environ une vingtaine de minutes pour déployer leurs ailes avant de pouvoir initier un envol. Ces résultats corroborent les observations réalisées en laboratoire où les adultes récemment émergés parcouraient d'importantes distances en marchant avant de s'envoler (résultats non publiés). De plus, nos résultats abondent dans le même sens que plusieurs publications où il a été rapporté que les DAT sont plus actives en début de journée au lever du soleil (Firlej et Vanosthuysse 2017). L'irradiation des pupes (à des fins de stérilisation) n'influence pas le délai de déploiement des ailes des mâles ni le patron circadien d'émergence des DAT.

Aucune dose d'irradiation ne semble se distinguer à la lumière de ces résultats. Il semble plus pertinent, dans ce cas-ci, d'user de précaution et de prioriser des doses d'irradiation qui tendent vers un pourcentage de fertilité plus faible chez les DAT mâles. Selon les travaux de Lanouette *et al.* (2017), une dose d'irradiation de 120 gy, qui permet un taux de fertilité de 4,3 %, serait donc plus intéressante pour les premiers essais terrain. Quant aux conditions de lâchers de pupes de DAT stériles, il faut considérer que le taux d'émergence est important au lever du jour et qu'il faudra ajuster les opérations pour favoriser la survie des individus au champ (e.g. prioriser les opérations en fin de journée, conserver les pupes au frais pour ralentir leur développement).

RÉFÉRENCES

- Firlej, A. et Vanosthuysse, F. (2017) Revue de littérature – La drosophile à ailes tachetées, un ravageur des petits fruits au Québec. IRDA, Août 2017. <https://www.irda.qc.ca/fr/publications/>
- Kassambara, A., et Kosinski, M. (2018). survminer: Drawing Survival Curves using 'ggplot2'. R package version 0.4.3. <https://CRAN.R-project.org/package=survminer>
- Lanouette, G. (2017) La Technique Des Insectes Stériles Comme Méthode de Lutte Contre La Drosophile à Ailes Tachetées (Drosophila Suzuki), 27 septembre 2017. <https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/19401>
- Lanouette, G., Brodeur, J., Fournier, F., Martel, V., Vreysen, M., Cáceres, C., *et al.* (2017) The sterile insect technique for the management of the spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*: Establishing the optimum irradiation dose. PLOS ONE, 12, e0180821.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Therneau, T. (2015). A Package for Survival Analysis in S. version 2.38, <https://CRAN.R-project.org/package=survival>

REMERCIEMENTS

Nous remercions Tanguy Sorlin pour sa participation active dans la réalisation des expériences. Nous remercions également Camille Leblanc, Kim Ostiguy Véronique Roy-Blais et Samuelle Serre Laberge pour leur support lors des manipulations au laboratoire.

Ce projet a été réalisé dans le cadre du volet 4 du programme Prime-Vert – Appui au développement et au transfert de connaissances en agroenvironnement avec 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.