



PCAA

Programme canadien d'adaptation agricole

Rapport final

Développement d'une stratégie de lutte intégrée de la mouche de l'oignon
« sans pesticides au semis » financièrement accessible aux producteurs maraîchers.

Numéro du projet : 6642

Compagnie de recherche Phytodata inc.

1er novembre 2011 au 31 décembre 2013

Rédigé par François Fournier, chercheur

29 janvier 2014

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) s'est engagé à travailler avec des partenaires de l'industrie. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles du demandeur et ne sont pas nécessairement partagées par AAC et le CDAQ.

Table des matières

1. OBJECTIFS	1
1.1. Objectif général	1
1.2. Objectifs spécifiques	1
2. RÉSULTATS ET ANALYSE	2
2.1. Résultats obtenus et analyse	2
Description des activités réalisées	2
Changements à la réalisation du projet	3
Amélioration de la productivité des cages de ponte	4
Augmentation de la quantité de mouches produites par kg de diète artificielle	5
Emploi de plateaux rigides ventilés et empilables	6
Mécanisation de la récolte des pupes	8
Réduction du coût de la diète artificielle par substitution de certains ingrédients	10
Amélioration de la préparation des mouches pour l'expédition au champ	15
Essai au champ durant les étés 2012 et 2013	16
Évaluation de la culture piège comme pôle d'attraction pour le prédateur naturel de la mouche de l'oignon	25
2.2. Diffusion des résultats	28
3. CONCLUSIONS	31
4. SOMMAIRE DES ACCOMPLISSEMENTS DU PROJET	33
5. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES	35
Annexe 1 : Documents de diffusion produits	36

1. OBJECTIFS

1.1. Objectif général

Optimiser les coûts du contrôle biologique des mouches de l'oignon en introduisant l'utilisation d'un insecte prédateur jamais utilisé au Canada (*Aleochara bilineata*), en augmentant la productivité de l'élevage de masse de la mouche de l'oignon et en intégrant au programme de lutte les lâchers de mouches en fonction de l'historique et du dépistage des infestations de mouches au niveau local et régional, l'implantation de cultures pièges, des taux variables de lâchers inondatifs de mouches stériles, et en dernier recours des applications foliaires d'insecticides chimiques.

1.2. Objectifs spécifiques

Augmentation de la productivité de l'élevage de la mouche de l'oignon à l'échelle d'une usine pilote :

- Modification des cages de ponte afin d'améliorer la récolte des œufs tout en diminuant les dommages mécaniques qu'ils subissent.
- Augmentation de la quantité de mouches produites par kg de diète artificielle sans perte de qualité des mouches.
- Mécanisation du remplissage des plateaux de diète artificielle afin de réduire les pertes et les risques de contamination de celle-ci.
- Réduction des coûts de remplacement et de manipulation des plateaux d'élevage actuels par l'emploi de plateaux rigides ventilés et empilables.
- Mécanisation de la récolte des pupes sans effet sur la qualité des mouches produites.
- Réduction du coût de la diète artificielle par substitution de certains ingrédients et ce, sans effet sur la qualité des mouches produites;
- Optimisation de la préparation et de l'emballage des mouches pour l'expédition au champ.

Utilisation du prédateur naturel (*A. bilineata*) pour le contrôle de la mouche de l'oignon dans la culture piège :

- Évaluation de la culture piège comme pôle d'attraction pour le prédateur naturel de la mouche de l'oignon
- Production d'*A. bilineata* à partir de la mouche de l'oignon.
- Évaluation de l'efficacité de lâchers d'*A. bilineata* pour le contrôle efficace de la mouche de l'oignon dans la culture piège.

Validation d'une stratégie de lutte intégrée utilisant les lâchers de mouches stériles , une culture piège et le prédateur *Aleochara bilineata* dans une grande variété de situations agronomiques.

2. RÉSULTATS ET ANALYSE

2.1. Résultats obtenus et analyse

Description des activités réalisées

Un procédé d'élevage optimal

Une variété d'expériences ont été effectuées afin d'améliorer toutes les étapes d'utilisation des mouches de l'oignon stériles: de la production à la récolte et à l'emballage pour expédition au champ. Une expérience a porté sur l'augmentation de la densité de mouches dans les cages de ponte, une autre sur la comparaison de différents taux d'ensemencement de la diète artificielle. Plusieurs façons d'améliorer l'aération de la diète artificielle ont aussi été comparées avec l'objectif de réduire les conditions anaérobiques qui peuvent prévaloir dans les cavités creusées par les larves dans la diète artificielle durant leur développement. Ces conditions favorisent la production d'ammoniac, un produit nocif pour les larves de mouches en développement. Ces essais avaient aussi pour objectif d'améliorer le dessèchement de la diète artificielle durant le développement larvaire de façon à permettre la récolte mécanique des pupes par simple tamisage.

Dans le but de réduire le coût de la diète artificielle, des diètes réduites en agar ont été comparées, de même que des alternatives moins coûteuses aux antibiotiques actuellement employées. L'eau de puits du site de production a aussi été testée comme alternative à l'eau de source pour la fabrication de la diète artificielle. Des plateaux réutilisables, empilables et à grande capacité ont aussi été mis à l'essai pour la production de mouches. Un prototype de boîtes d'émergence des mouches adultes stérilisées a été mis à l'essai afin de réduire la manipulation et l'espace requis pour cette étape de production.

Une intégration des différentes technologies de contrôle des mouches afin de réduire les pertes à la récolte comparativement à celles observées avec l'utilisation des pesticides à un coût comparable à celui des produits chimiques

La stratégie de lutte intégrée proposée, soit l'utilisation d'une culture piège, de lâchers de mâles stériles, de dépistage régulier et, en dernier recours, d'applications d'insecticides foliaires a été validée à grande échelle durant les étés 2012 et 2013 dans plus de 160 semis d'oignons jaunes ou verts à chaque saison pour des superficies totales de 238 et 270 ha, respectivement. Lors de ces essais, les taux d'introduction des mouches stériles ont été modulés en fonction de la culture à protéger, de l'historique de dommages et des captures hebdomadaires de mouches naturelles. Le dépistage régulier a permis de rapidement identifier les champs à risque de dommages de la mouche du semis ou de l'oignon et d'intervenir chimiquement au besoin. Les niveaux de dommages causés par la mouche de l'oignon ont été comparés entre les champs traités de façon conventionnelle vs ceux traités avec des mouches stériles pour valider la viabilité agronomique et économique de cette stratégie de contrôle.

Bien que la production du prédateur *Aleochara bilineata* ait été abandonnée (voir section suivante), les populations naturelles des prédateurs naturels ont été comparées durant les deux saisons entre les rangs de culture piège et de culture commerciale pour vérifier le potentiel d'attraction et de rétention de la culture piège pour cet insecte allié.

Changements à la réalisation du projet

Le refroidissement de la salle de production de mouches se fait passivement, i.e. par un échange d'air avec l'extérieur du bâtiment, air qui est réchauffé avant d'être introduit dans la salle d'élevage. Le critère principal qui dicte la fréquence des échanges d'air est cependant la production d'ammoniac dans la salle de production, gaz qui doit être évacué pour garantir la santé des employés et la qualité des mouches produites. Il s'avère qu'avec les objectifs de production du projet, le rythme d'échanges d'air requis a dépassé la capacité de réchauffement de l'air entrant. En conséquence, il a été difficile de maintenir la température de la salle de production à 15°C de façon stable durant les deux saisons de production. La figure 1 illustre le patron de température quotidien moyen enregistré en 2012-13, période durant laquelle la température moyenne quotidienne a été inférieure à 15°C 87,5 jours sur 100.

La conséquence sur la production de mouches a été un ralentissement du développement larvaire, ce qui a favorisé le développement de champignons dans la diète artificielle, ceux-ci se développant mieux à plus basse température que les larves de mouches. La productivité de l'élevage mais surtout le poids moyen des pupes récoltées ont été affectés à la baisse. Ceci explique cependant que dans les expériences d'amélioration de la productivité, les paramètres de production aient été inférieurs aux références des années antérieures où le niveau de production de l'élevage était plus réduit et le contrôle de température plus efficace. Quoiqu'il en soit, les comparaisons entre les différents traitements testés n'en demeurent pas moins fiables.

Le ralentissement du développement larvaire et la contamination fongique ont aussi eu pour conséquence de ralentir le rythme de production. Ces facteurs combinés expliquent que l'objectif de production de 32 millions de mouches n'ait pas été atteint et que des superficies inférieures à celles initialement prévues ont été traitées, 238 et 270 ha pour les deux années de l'étude par rapport aux 320 ha prévus initialement. Cette diminution des superficies traitées a tout de même permis de rencontrer les objectifs expérimentaux visés, i.e. valider l'efficacité des lâchers de mâles stériles dans une variété de conditions agronomiques tout en réduisant les taux moyens d'introduction.

Les problèmes de production rencontrés ont aussi justifié l'abandon de la production du prédateur/parasitoïde *Aleochara bilineata* initialement prévue. Cette production aurait nécessité d'y consacrer une partie de l'élevage de mouche de l'oignon au détriment des quantités de mouches stériles requises pour les lâchers inondatifs. La méthode de contrôle reposant essentiellement sur les lâchers de mâles stériles, ces derniers ont donc été prioritaires. L'activité d'*Aleochara* et des prédateurs naturels a tout de même été comparée entre les rangs de culture piège et la culture commerciale. Il était prévu que les dommages de mouches de l'oignon serait plus important dans la culture piège, ce qui favoriserait l'activité des prédateurs naturels. Ce suivi a été fait durant les deux étés du projet.

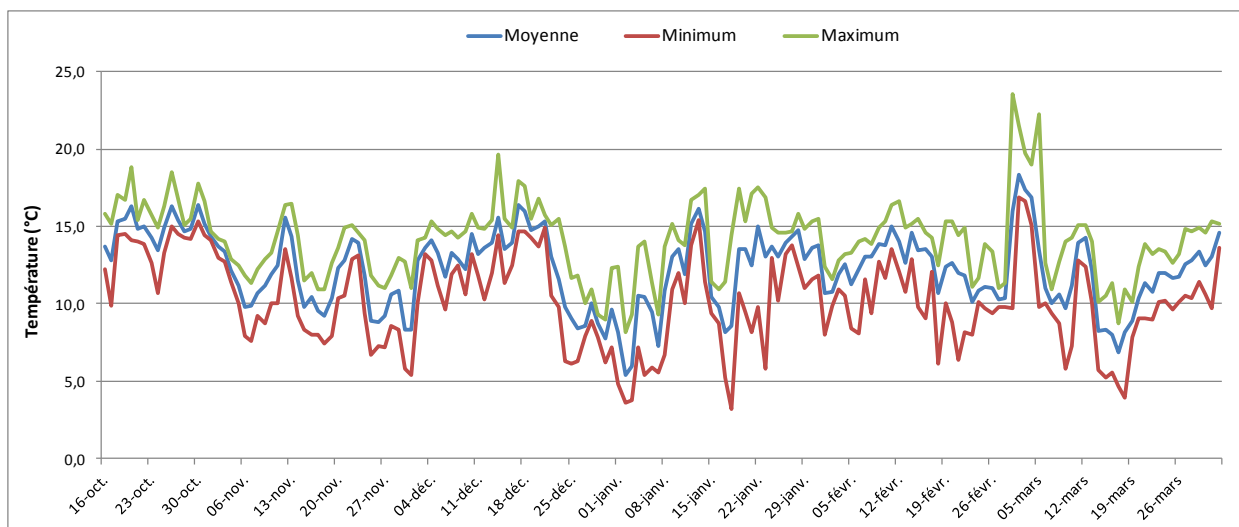


Figure 1 : Patron temporel de la température enregistrée dans la salle de production de mouches de l'oignon en diapause entre le 16 octobre 2012 et le 1er avril 2013.

L'expérience visant à évaluer la mécanisation du remplissage des plateaux de diète artificielle n'a pas été effectuée comme prévu. L'impossibilité de louer un équipement adéquat et le coût élevé d'acquisition d'un tel équipement a justifié cette décision. Dans un contexte de budget serré, les connaissances réelles d'amélioration de la productivité qui auraient été obtenues avec cette expérience ont été jugées moins importantes que celles associées aux autres expériences. Il est en effet facile de prédire que le remplissage automatisé entraînera des gains de productivité et une meilleure salubrité.

Amélioration de la productivité des cages de ponte

Suite à une visite d'installations de production d'insectes, l'utilisation de tubes nasogastriques pour alimenter en eau les cages de ponte a été délaissée et remplacée par l'installation d'un tube en U de PVC d'un diamètre de 2 pouces qui traverse la cage et qui peut être rempli de l'extérieur des cages. Des ouvertures rectangulaires sont faites dans le tube à l'intérieur de la cage et des éponges y sont logées. Le tube est fixé à mi-hauteur de la cage, ce qui oblige les mouches à voler pour atteindre la source d'eau. Cette modification permanente des cages permet d'économiser du matériel consommable, plats de plastique et rouleaux dentaires de coton, en plus de la main d'œuvre requise pour leur assemblage et remplissage.

La ponte des mouches à travers un plancher perforé s'est avérée très décevante. Dans des cages contenant 5000 mouches, une moyenne de 39,3 g d'œufs a été récoltée sur une période de 28 jours comparativement à une moyenne de 96,8 g d'œufs sur les sites de ponte actuels. Les mouches semblent peu attirées par ce substrat synthétique qui ne semble pas offrir les stimuli tactiles et/ou olfactifs requis pour la ponte. De plus, la ponte est observée un peu partout dans la cage et une portion non négligeable des œufs pondus adhèrent au plancher perforé, ce qui rend leur récolte laborieuse.

Il a donc été décidé de tester la possibilité d'augmenter la densité de mouches dans les cages de ponte actuelles de façon à en réduire le nombre requis pour les besoins d'élevage. La densité de mouches adultes dans les cages de ponte a été augmentée de 3 500 à 5 000 individus/cage. Cette expérience a été faite à grande échelle : cinq groupes de cages variant entre 8 et 30 cages par groupe ont été préparés pour les deux densités de mouches pour un total de 91 et 77 cages, respectivement pour les densités de 3 500 et 5 000 mouches. Les cages d'un même groupe ont toutes été préparées le même jour, et la ponte de chacun des groupes de cages a été suivie pendant 4 semaines consécutives, à raison de trois récoltes d'œufs par semaine (les lundis, mercredis et vendredis).

On observe à la figure 2 qu'à l'exception de la première semaine (récoltes 1 à 3), la quantité moyenne d'œufs récoltée a toujours été supérieure dans les cages à haute densité avec des différences significatives lors de 5 récoltes sur 9. Sur une période de 4 semaines, la récolte cumulative d'œufs a augmenté de 42,8% dans les cages à haute densité de mouches, passant de 67,8 à 96,8 g d'œufs récoltés. Cette augmentation est directement proportionnelle à l'augmentation du nombre d'individus dans les cages (42,8%), ce qui veut dire qu'aucun stress supplémentaire qui aurait pu affecter la survie des femelles ou la ponte n'a été causé par la plus grande densité de mouches. Ce résultat permet de réduire le nombre de cages de 42,8% pour un niveau de ponte donné et de réduire d'autant la quantité de travail requise pour la récolte des œufs.

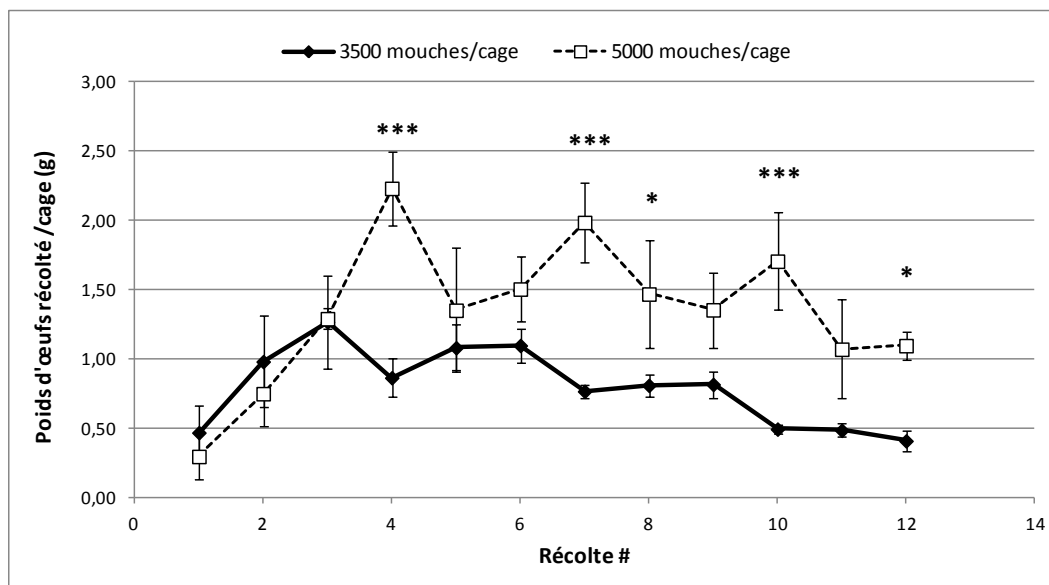


Figure 2: Patron temporel de la récolte d'œufs dans des cages avec deux densités de mouche de l'oignon. Les récoltes (trois par semaine: les lundis, mercredis et vendredis ont été faites sur une période de 4 semaines.

Augmentation de la quantité de mouches produites par kg de diète artificielle

Les mouches sont produites dans des plateaux de semis en plastique de 12 X 20 pouces dans lesquels sont versés 3 kg de diète artificielle. Un taux d'ensemencement de 1,2 g d'œufs de mouches de l'oignon permet de récolter une moyenne de 12 000 pupes avec un poids moyen

de 17,8 mg par pupe. Le poids moyen de pupes récoltées au champ est de 14,5 mg. Il est possible de récolter un plus grand nombre de pupes avec un poids moyen de 14,5 mg par plateau via une augmentation du taux d'ensemencement des œufs. Des taux d'ensemencement plus élevés ont été comparés, soit 1,2; 1,4; 1,6; 1,8 et 2,0 g d'œufs par plateaux d'élevage. Cette expérience a été répétée quatre fois.

Bien que les résultats ne soient pas statistiquement significatifs (mais très près de l'être), les relations observées entre le taux d'ensemencement des œufs et la récolte et le poids moyen des pupes correspondent à ce qui était attendu. En effet, la récolte de pupes augmente jusqu'à un taux d'ensemencement de 1,4 g d'œufs pour ensuite décroître rapidement (Figure 3A). Quant à lui, le poids moyen des pupes récoltées diminue de façon linéaire avec l'augmentation du taux d'ensemencement (Figure 3B). Ces résultats suggèrent tout de même qu'il est possible d'augmenter le taux d'ensemencement à 1,4 g, d'œufs, ce qui résulterait en une récolte de pupes de 10 535 au lieu de 9 480, soit un gain de 11% de productivité. Le seul frein à cette modification du taux d'ensemencement serait de constater que la réduction du poids moyen des pupes récoltées se traduit par une baisse significative de l'efficacité des mâles stériles. Ce résultat est peu probable compte tenu de la faible diminution du poids moyen des pupes enregistrée qui chute de 0,5 mg, de 12,7 à 12,2 mg.

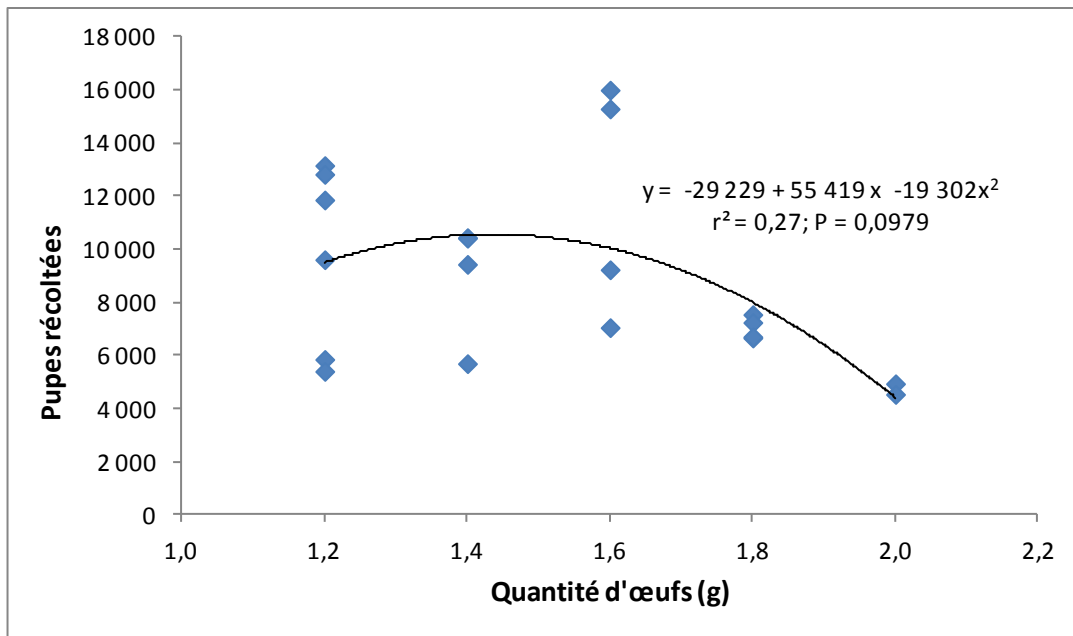
Emploi de plateaux rigides ventilés et empilables

Les plateaux de semis conventionnels en plastique souple qui sont employés pour l'élevage des mouches sont fragiles et on estime qu'ils doivent être remplacés après cinq utilisations et lavages. L'utilisation de plateaux ventilés et empilables en fibre de verre permettrait de réduire les opérations de transfert de plateaux de chariot de transport aux étagères, de même que les étagères elles-mêmes dans les salles d'élevage.

Un modèle de plateau en fibre de verre pouvant contenir 5 kg de diète artificielle avec la même épaisseur que dans les plateaux témoins a été sélectionné. Des colonnes de 5 plateaux ont été préparées avec un taux d'ensemencement de 2 g d'œufs et une quantité de 2 litres de vermiculite humide. Ces taux sont un ajustement proportionnel de ceux utilisés avec les plateaux témoins. La productivité de trois plateaux a été suivie, ceux du haut, du milieu et du bas de la colonne. Les variables suivantes ont été mesurées : nombre de pupes saines, nombre de larves et d'individus morts au moment de la récolte, poids moyen de 100 pupes.

On observe tout d'abord qu'aucune différence significative n'a été observée dans la productivité des plateaux de fibre de verre testés par rapport aux plateaux témoin (Figure 4A). Bien que la productivité semble suivre un gradient sur la colonne de plateaux empilables, celui-ci n'est pas statistiquement significatif. De même, aucune différence significative dans le poids moyen des pupes n'a été enregistrée entre les différents plateaux ou positions dans la colonne (Figure 4B). Le modèle de plateau choisi s'est avéré trop lourd à manipuler et trop haut. Les résultats d'autres expériences pointent vers l'utilisation de plateaux plus minces, plus légers et mieux ventilés. Ces plateaux pourraient être avantageusement utilisés en remplacement des plateaux de plastique souples compte tenu de leur durée de vie prolongée.

A) Nombre de pupes récoltées par plateau



B) Poids moyen des pupes récoltées

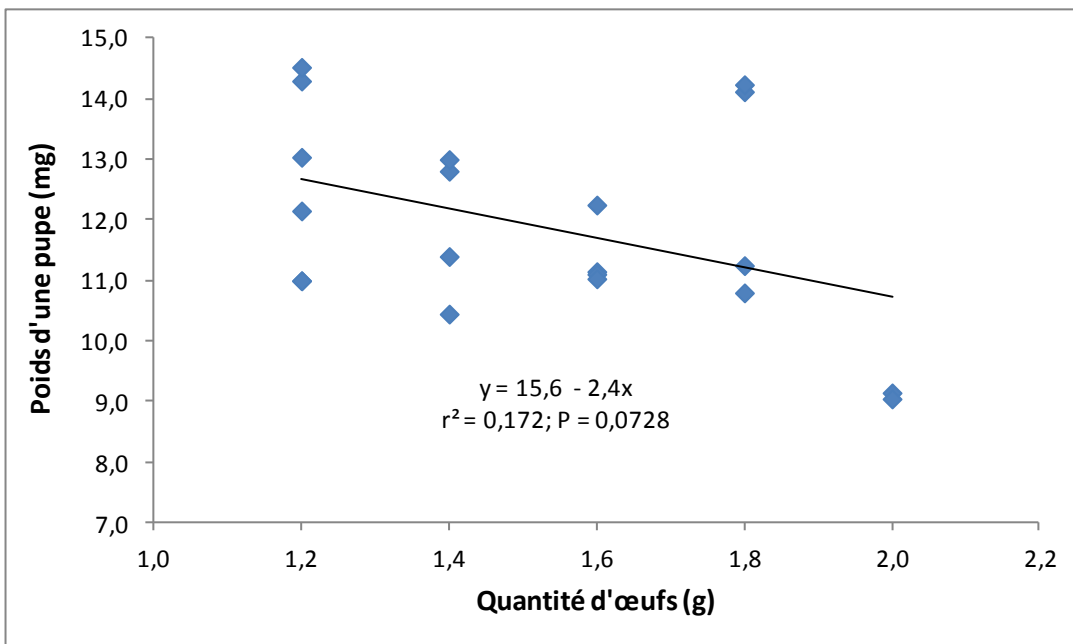
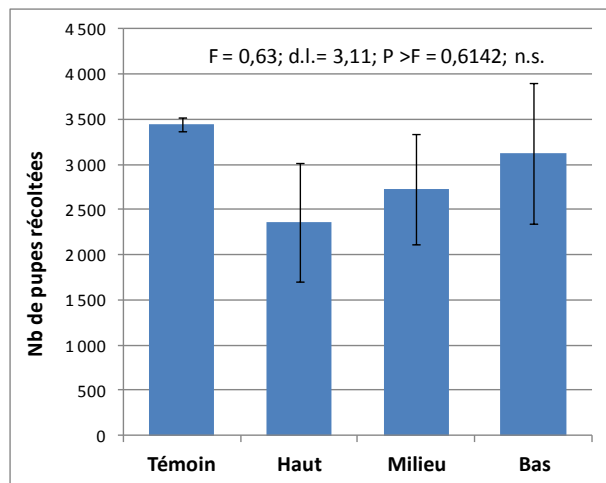


Figure 3: Production (A) et poids de pupes (B) de mouches de l'oignon en fonction du taux d'ensemencement de 3 kg de diète artificielle dans des plateaux d'élevage conventionnels.

A : Nombre de pupes saines récoltées/kg de diète artificielle



B : Poids moyen de 100 pupes saines

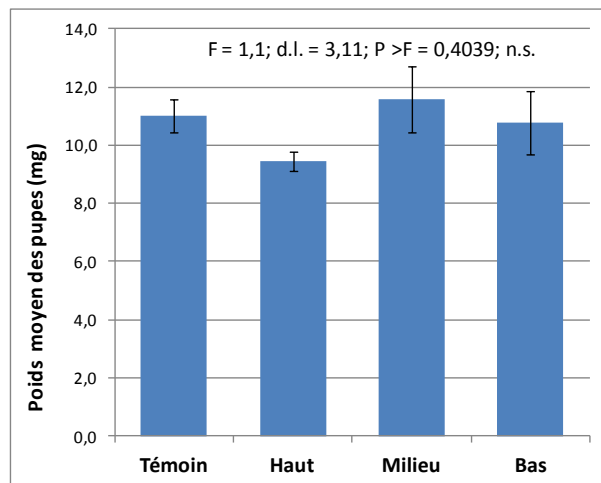


Figure 4: Production de pupes de mouches de l'oignon sur des plateaux ventilés et empilables contenant 5 kg de diète artificielle situés en haut, au milieu ou au bas d'une pile de plateaux. Les plateaux témoins correspondent aux plateaux de plastique souple ouverts et placés dans des étagères et contenant 3 kg de diète artificielle.

Mécanisation de la récolte des pupes

Lors de leur développement, les larves consomment une grande quantité de diète artificielle dont une partie importante n'est pas digérée, ce qui contribue à transformer la diète en une structure de fines particules. Ces dernières s'assèchent en surface des plateaux mais demeurent humide dans le fond de ces derniers. Lors de la pupaison, la plupart des larves matures migrent vers la surface des plateaux où elles peuvent être séparées des débris par simple tamisage. Cependant une quantité non négligeable de pupes se forme dans le fond des plateaux là où l'humidité des débris de diète favorise le développement de champignons, ce qui résulte en la formation d'amas de débris de diète lié par un mycélium. Le développement prolongé et à basse température des mouches en condition de diapause favorise le développement de ce mycélium qui constitue le principal écueil à la récolte mécanique de toutes les pupes. La récolte des pupes se fait donc en deux étapes, récolte de la partie sèche par simple tamisage et récolte des pupes emprisonnées dans le mycélium par un rinçage vigoureux du mélange et récupération des pupes par flottaison. Ce processus est long, coûteux et peut causer des dommages mécaniques aux pupes ainsi traitées.

Des expériences ont donc été faites pour favoriser le dessèchement de la diète durant le développement des pupes et ainsi augmenter la proportion de pupes pouvant être récoltée mécaniquement. Pour ce faire la masse de diète artificielle des plateaux (dimensions de 22 X 11 X 2 cm) a été fragmentée ou aérée de façon plus ou moins importante après qu'elle ait refroidie pour en augmenter la surface de contact avec l'air ambiant. Quatre traitements différents ont été comparés : perforation de la diète avec 36 trous de 1 cm de diamètre répartis uniformément en une grille 9 X 4 trous (9 X 4 trous); perforation de la diète avec quinze trous de 3 cm de

diamètre répartis uniformément en une grille de 3 X 5 (3 X 5 trous); découpage de la diète en quatre parties rectangulaires de 4 X 11 X 2,5 cm (rectangles); découpage de la diète en cubes de 2 X 2 X 2 cm et empilés aléatoirement les uns sur les autres (cubes). Ces différents traitements ont été comparés dans trois expériences distinctes où le nombre de pupes récoltées, le poids moyen des pupes et le pourcentage de pupes récoltées mécaniquement ont été comparés.

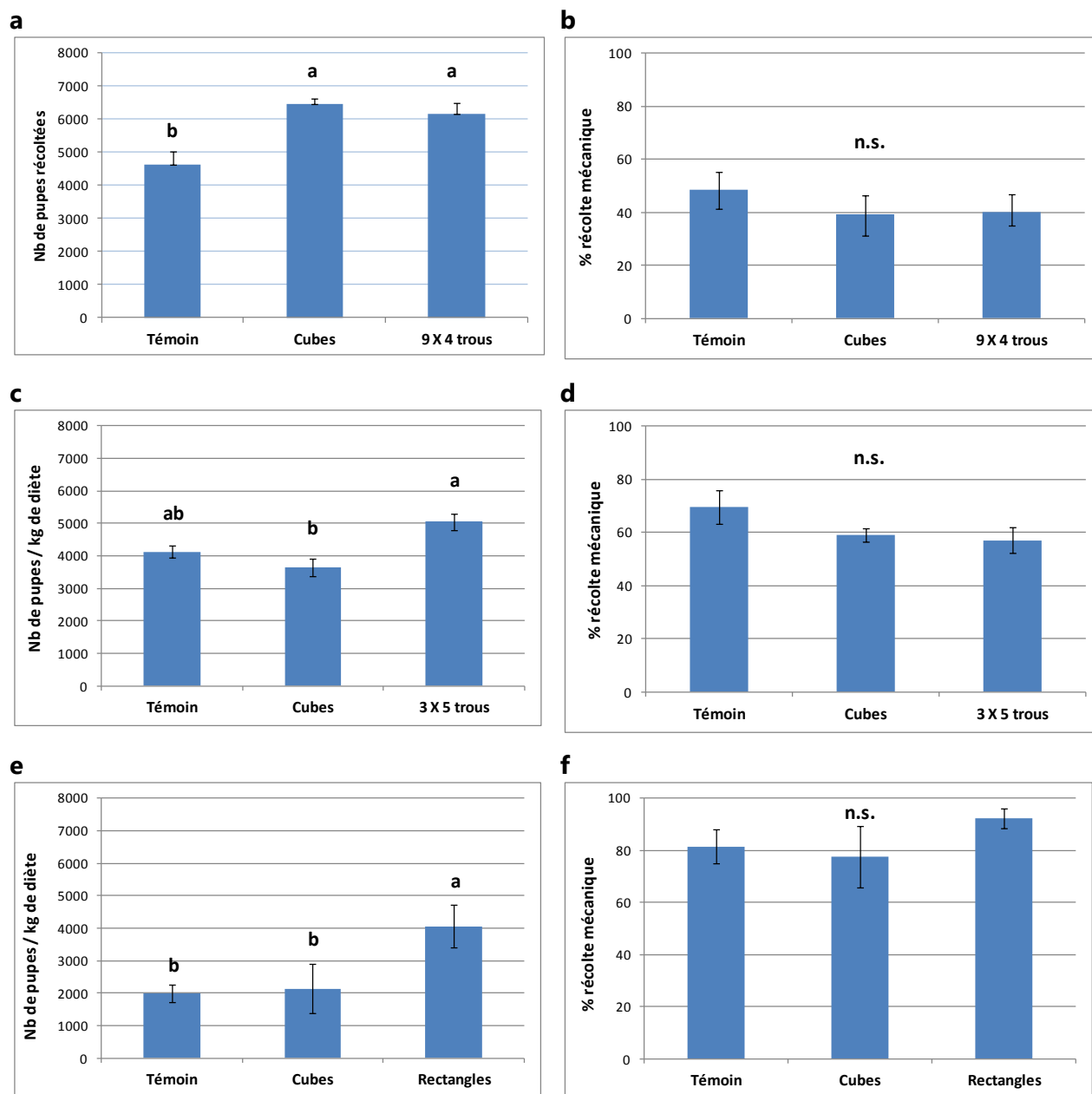


Figure 5 : Comparaison de la production de pupes et du pourcentage de pupes récoltées mécaniquement dans trois essais de fractionnement ou d'aération de la diète artificielle en vue de favoriser son dessèchement avant la récolte.

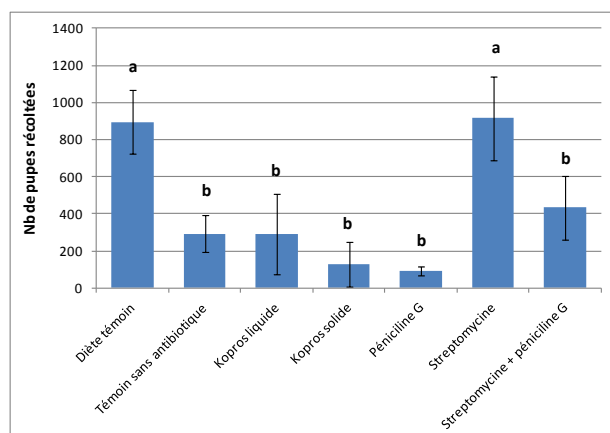
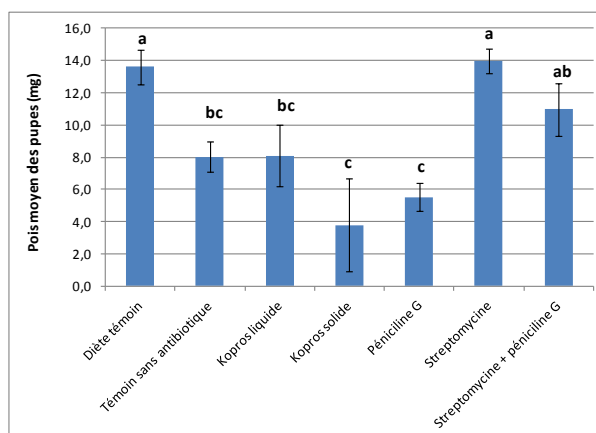
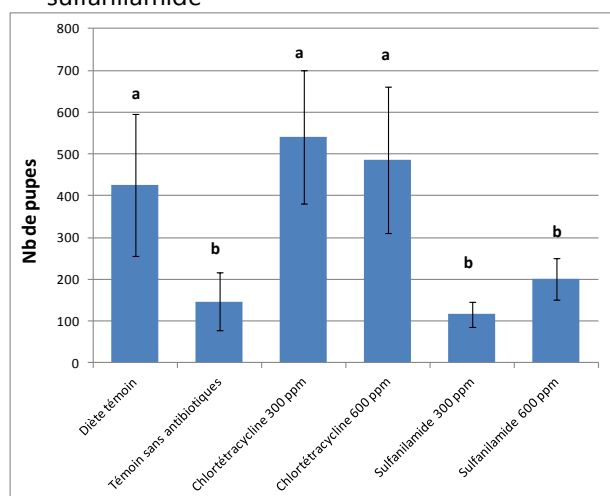
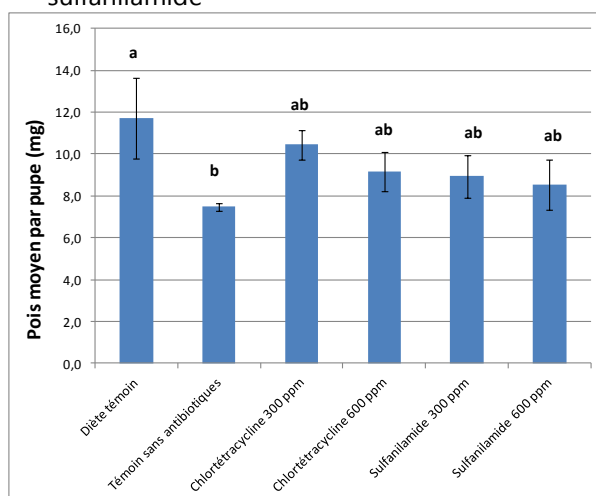
On constate d'abord que la productivité de la diète artificielle est améliorée par son fractionnement ou son aération, avec des gains de productivité allant de 33 à 40% pour les cubes et les 9 X 4 trous (Figure 5a), et de 103 % pour le traitement des rectangles (figure 5e). Cette amélioration de la productivité est attribuée à une meilleure ventilation de la diète qui permet, entre autres, de réduire les zones de conditions anaérobies lorsque les larves consomment la diète et une meilleure évacuation de l'ammoniac produit à partir des débris de diète non digérés. Ceci ne s'est cependant pas traduit par une augmentation significative de la proportion de pupes pouvant être récoltées mécaniquement dans aucune des trois expériences, elle a varié de 39,4 à 48,3 %, 57,1 à 69,7 %, 77,6 à 92,3 %, respectivement pour les trois expériences (Figure 5b, d, f). Il est à noter que les gains de productivité n'ont eu aucun impact significatif sur le poids moyen des pupes récoltées qui a varié de 10,8 à 11,9 mg/pupe, 10,2 à 11,6 mg/pupe et 11,1 à 12,0 mg/pupe respectivement pour les trois expériences. On constate que la variabilité des résultats est grande d'une expérience à l'autre. Ceci est le reflet des conditions variables de production qui ont prévalu durant chacune des expériences. On retient tout de même qu'une meilleure aération de la diète permet d'augmenter la productivité de l'élevage et que le taux de récolte mécanique peut dépasser 90% dans les meilleures conditions.

Réduction du coût de la diète artificielle par substitution de certains ingrédients

Essais d'antibiotiques

Les antibiotiques suivants ont été testés comme alternatives au chloramphénicol et au sulfate de néomycine: pénicilline G; streptomycine, mélange de streptomycine et pénicilline G; sulfanilamide (2 concentrations); chlorotétracycline (2 concentrations). Seuls ces antibiotiques ont été identifiés comme étant moins coûteux ou équivalents en coûts aux antibiotiques actuellement utilisés. Un mélange commercial de bactéries (Kopros ®) a aussi été testé. Ce mélange est utilisé en production animale et permet de diminuer la production d'ammoniac dans la litière, problème que nous avons avec la diète artificielle actuelle, et est aussi réputé avoir des effets prophylactiques. Il a été testé à deux taux différents : application en fonction de la surface de diète traitée (Kopros liquide) ou en fonction du volume de diète traitée (Kopros solide).

Parmi tous les produits testés, seules la streptomycine et la chlorotétracycline ont permis de récolter un nombre équivalent de pupes de mouches de l'oignon ayant un poids moyen comparable au témoin (Figure 6). Les deux concentrations de chlorotétracycline testées ont produit des résultats comparables, une concentration de 300 ppm semble donc suffisante pour obtenir l'effet protecteur et la production de pupes souhaités. Ces deux produits, moins onéreux, et ayant un mode d'action comparable au sulfate de néomycine, sont donc des alternatives à ce produit en combinaison avec le chloramphénicol.

A : Nombre de pupes vs antibiotiques et Kopros®**B : Poids des pupes vs antibiotiques et Kopros®****C : Nombre de pupes vs chlorotétracycline et sulfanilamide****D : Poids moyen des pupes vs chlorotétracycline et sulfanilamide****Figure 6:** Effet d'une sélection d'antibiotiques et du Kopros® combinés avec la diète artificielle sur la récolte et le poids moyen des pupes de mouche de l'oignon

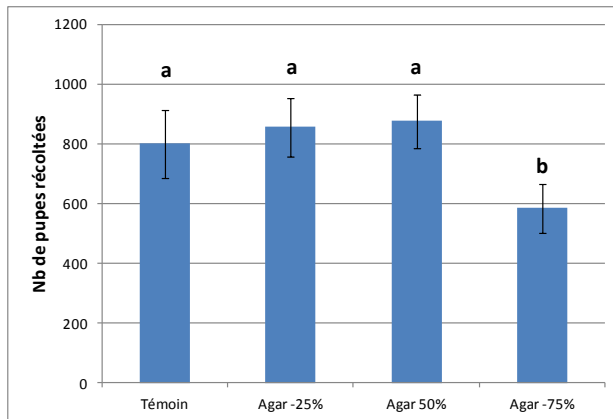
Réduction de la quantité d'agar et de vermiculite

Des essais ont testé la possibilité de réduire la quantité d'agar dans la diète artificielle de 25, 50 et 75 %, le tout compensé par l'ajout de cellulose. Ces deux ingrédients contribuent à la texture de la diète et se lient avec l'eau de cette dernière. Un deuxième facteur a été testé, la quantité de vermiculite saturée d'eau ajoutée sur le dessus des plateaux d'élevage après ensemencement. La vermiculite humide contribue à ralentir le dessèchement de la diète artificielle. Deux volumes de vermiculite ont été comparés; 150 et 250 ml. L'expérience s'est faite avec des portions de 250 g de diète artificielle. Trois blocs expérimentaux complets avec deux répétitions ont été effectués.

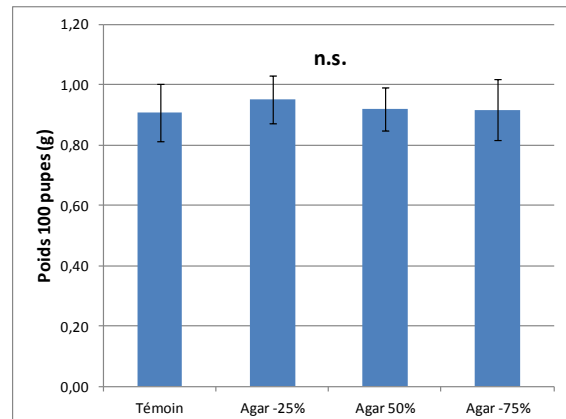
La réduction de la quantité d'agar de 25 et 50% n'a pas eu d'impact significatif sur le nombre de pupes récoltées (Figure 7A). Seule la réduction de 75% a entraîné une diminution

significative de plus de 25% du nombre de pupes récoltées, la récolte passant de 800 dans le témoin à 584 pupes. La réduction de l'agar n'a pas eu d'effet sur le poids moyen des pupes récoltées (Figure 7B). La réduction du volume de vermiculite saturée d'eau ajoutée sur la diète après ensemencement a entraîné une réduction moyenne de la récolte de pupes de 32,5% et une diminution du poids moyen des pupes de 12% (Figure 7C et D). Ces résultats confirment que le stress hydrique peut avoir un effet important sur la production et la taille des pupes de mouche de l'oignon produites. Il est cependant possible de réduire l'utilisation d'agar de moitié, ce qui représente une économie d'environ 12 % (économie de l'agar combinée à l'augmentation du coût de cellulose) du coût de la diète artificielle.

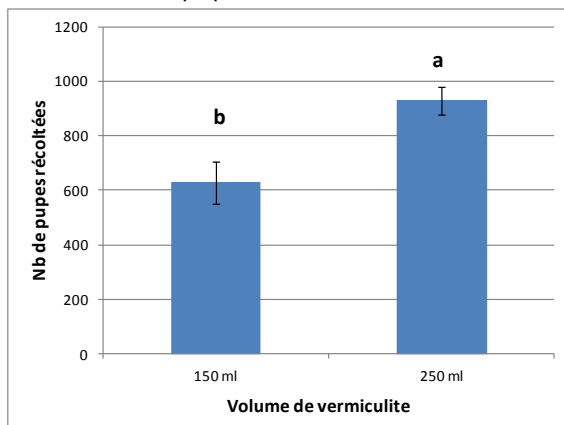
A Nombre de pupes vs quantité d'agar



B : Poids des pupes vs quantité d'agar



C : Nombre de pupes vs volume de vermiculite



D : Poids des pupes vs volume de vermiculite

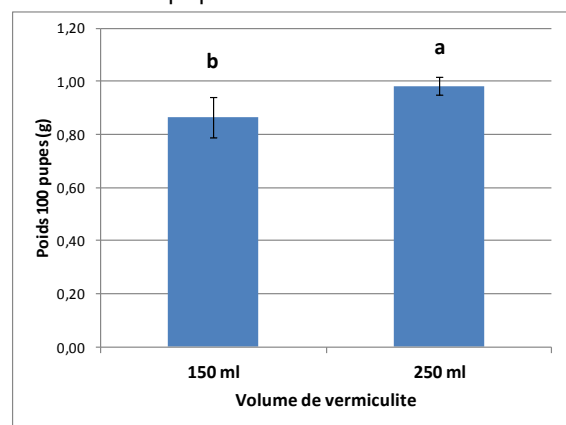


Figure 7: Effet de la réduction de la quantité d'agar dans la diète artificielle et du volume de vermiculite ajoutée sur la diète après ensemencement sur la quantité de pupes récoltées et leur poids moyen.

Utilisation de l'eau de puits

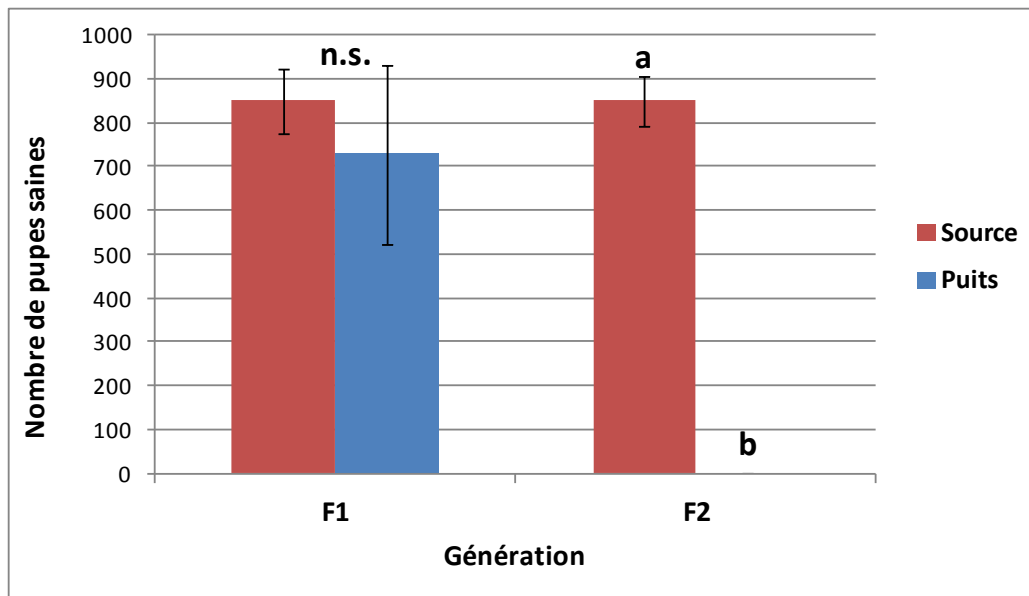
De l'eau de source est utilisée pour la préparation de la diète. L'eau de puits, si elle s'avère sécuritaire, représenterait une économie de 5,9% des coûts de la diète. Cette dernière peut contenir des sels minéraux qui peuvent influencer la qualité nutritive de la diète, même en

petites quantités. La présence résidus de pesticides a été documentée dans les puits en région agricole, ce qui pourrait aussi affecter le développement des mouches. L'eau de puits sera testée pour préparer la diète. Quatre lignées de mouches ont été produites à partir de l'eau de puits. L'objectif était de les élever pendant 4 générations et de comparer la qualité des mouches produites avec les lignées témoin produites avec de l'eau de source.

Après la première génération de production, aucune différence significative n'a été observée dans le nombre et le poids moyens des pupes produites sur les deux diètes. Dès la deuxième génération, la production de pupes a été nulle sur la diète faite avec de l'eau de puits dans les 4 lignées et ce, après plusieurs tentatives d'ensemencement de la diète artificielle, jusqu'à 4 ensemencements distincts durant la F2 pour les lignées 2 et 3 (Figure 8).

Nous avons voulu confirmer la fertilité des mouches produites sur diète avec l'eau de puits. La viabilité des œufs des mouches de la F1 produite sur eau de puits a été confirmée, le taux d'éclosion a été de 76,3 % pour la lignée 2, de 93,6% pour la lignée 3 comparativement à 87,4% pour la lignée témoin produite avec eau de source. La viabilité des jeunes larves écloses a été confirmée par l'ensemencement de diète témoin (eau de source) avec les œufs de lignées produites avec de l'eau de puits. Les œufs de la lignée 2 ont permis de produire 875 pupes d'un poids moyen de 12,8 mg, et les œufs de la lignée 3 ont permis de produire une moyenne de 1 320 pupes avec un poids moyen de 11,8 mg par rapport à une production de 1347 pupes et un poids moyen de 12,0 mg pour la lignée témoin produite sur eau de source. Ces résultats confirment que c'est la diète produite avec de l'eau de puits qui pose problème pour le développement larvaire de la mouche de l'oignon et ce, dès la 2e génération de production. L'analyse de l'eau a révélé une plus forte concentration en sels minéraux dans l'eau de puits, plus particulièrement de composés soufrés. Ceci apparaît suffisant pour rendre la diète artificielle inefficace pour la production de mouches de l'oignon.

A: Récolte de pupes sur deux diètes pendant deux générations



B: Poids moyen de 100 pupes produites sur deux diètes pendant deux générations

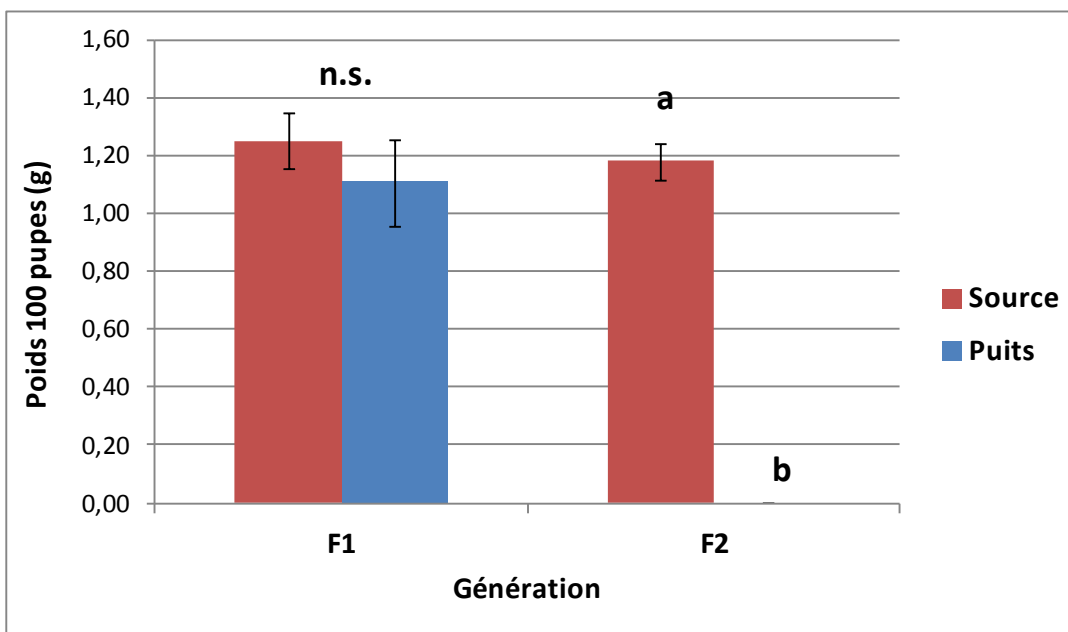


Figure 8: Production de pupes de la mouche de l'oignon pendant deux générations consécutives en fonction de l'eau utilisée (eau de source vs eau de puits) pour la préparation de la diète artificielle.

Amélioration de la préparation des mouches pour l'expédition au champ

Des cadres empilables à fond grillagé ont été testés en remplacement de boîtes de plastique de grandes dimensions comme enceintes d'émergence et de coloration des mouches irradiées. Ce système, plus compact, permettrait une économie d'espace appréciable et pourrait simplifier la manipulation des mouches après leur refroidissement. Les cadres sont empilés sur une base à laquelle est intégré un ventilateur qui permet de faire circuler de l'air du bas vers le haut de la colonne de cadres dont les fonds sont en moustiquaire. Trois différentes densités de mouches ont été comparées : 20 000, 30 000 et 40 000 mouches par cadre avec les boîtes de plastique actuellement utilisées qui contiennent 30 000 mouches/ boîte. La position des cadres dans la colonne, en bas, au milieu ou en haut, peut influencer l'efficacité de la ventilation qu'il reçoit. Les trois densités ont donc été testées aux trois positions dans la colonne. Le taux d'émergence des pupes irradiées, la survie des mouches et la température moyenne enregistrée à l'intérieur des cadres ont été comparés entre les différents traitements.

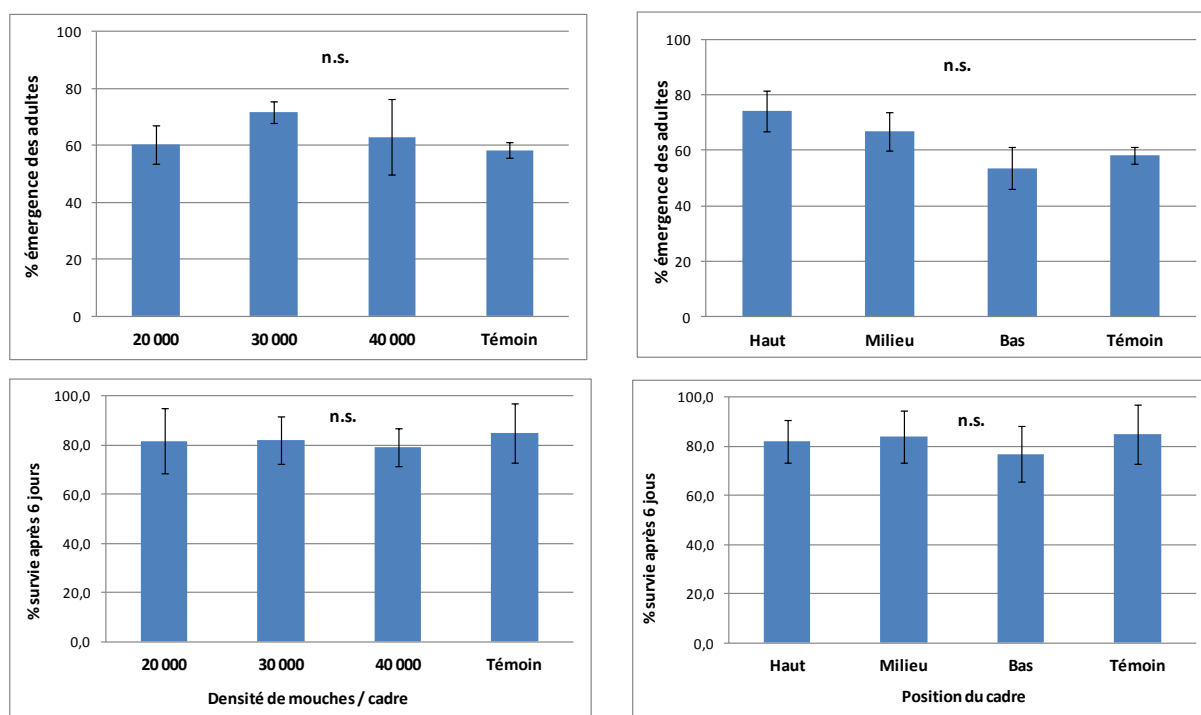


Figure 9 : Évaluation de cadres empilables et ventilés comme système d'émergence des mouches irradiées par rapport à des boîtes de plastique: comparaison des taux d'émergence et de survie des mouches adultes en fonction de la densité de mouches et de la position du cadre sur la colonne.

Aucun effet significatif de la densité de mouches et de la position du cadre dans la colonne n'a été observé sur le taux d'émergence des pupes, le taux de survie après 6 jours et la température moyenne enregistrée à l'intérieur des cadres (Figure 9). Les taux d'émergence ont varié de 53,4 à 73,5% selon la position des cadres et de 58,5 à 71,7% en fonction de la densité de mouches. Malgré l'absence de différence statistiquement significative, il semble y avoir un gradient

d'émergence positif du bas vers le haut de la colonne de cadres. Les taux de survie des mouches après 6 jours a été plus homogène entre les différents traitements, variant de 76,8 à 85,0% selon la position du cadre et entre 79,1 et 85,0 % selon les densités de mouches. La température moyenne dans le cadre du milieu de la colonne a été légèrement supérieure par rapport au bas et au haut de la colonne, 25,3 vs 23,7 et 24,0 °C, respectivement.

Un autre paramètre important est à considérer. Le temps requis pour refroidir les mouches contenues dans la colonne de cadres était de 3 à 4 heures alors que les mouches dans les boîtes d'émergence individuelles étaient refroidies en moins d'une heure. Le modèle de cadres développés (en bois) s'est avéré trop lourd pour une manipulation efficace. On peut tout de même conclure que le système proposé, une fois amélioré (matériau plus léger, meilleure ventilation) permettrait d'utiliser l'espace plus efficacement et de réduire le temps de manipulation. Une meilleure ventilation semble indiquée car, bien que non significative, une température légèrement plus élevée a été enregistrée dans le cadre du milieu de la colonne.

Essai au champ durant les étés 2012 et 2013

En 2012, 22 millions de mouches ont été produites, ce qui a permis de traiter 167,1 ha d'oignons jaunes et 70,9 ha d'oignons verts alors qu'en 2013, la production de 26 millions de mouches a permis de traiter 188,2 ha d'oignons jaunes et rouges et 81,5 ha d'oignons verts (Tableaux 1 à 4). L'importance des surfaces traitées a permis de couvrir une grande variété de conditions agronomiques durant deux saisons fort différentes. En effet, l'été 2012 a été généralement chaud et sec alors que le début de l'été 2013 a été très frais et pluvieux avant de devenir plus chaud et relativement sec. Cette variété de conditions de production a permis de valider l'efficacité de la stratégie de contrôle. Cette dernière comportait les

- Semis de cultures pièges (var Green Banner) dans les champs traités.
- Le taux d'introduction initial de mouches stériles pour chaque champ a été établi en fonction de la culture à protéger (oignons jaunes ou verts), et de l'historique des dommages dans les champs traités ou voisins. En 2012, les taux ont varié de 42 000 à 160 000 mouches/ha (moyenne de 86 800) dans l'oignon jaune et de 80 000 à 200 000 mouches/ha (moyenne de 126 000) dans l'oignon vert (tableaux 1 et 2). En 2013, les taux ont varié de 52 750 à 117 500 mouches/ha (moyenne de 80 200) dans l'oignon jaune et de 93 000 à 128 000 mouches/ha (moyenne de 116 450) dans l'oignon vert (Tableaux 3 et 4).
- Des pièges collants ont été installés en bordure des champs pour établir le ratio de captures des mouches stériles vs mouches naturelles sur une base hebdomadaire à raison de trois pièges par superficie de 10 ha de culture. Ces pièges ont été relevés 2 fois par semaine durant la 1ère génération de la mouche de l'oignon (fin avril au début juillet), puis une fois par semaine pour le reste de la saison. Ces pièges étaient inspectés à chaque semaine pour établir le ratio de mouches stériles vs naturelles. Un ratio inférieur à 2 entraînait un ajustement à la hausse de la quantité de mouches stériles relâchées la semaine suivant.

- Le dépistage des champs a été fait deux fois semaine dans l'oignon vert et une fois semaine dans l'oignon jaune. Le dépistage se fait sur des sections de rangs d'oignons d'une longueur de 1 m. Pour chaque acre de culture, 1,5 sections de 1 m sont observées une fois par semaine, avec un minimum de 25 sections par champ. Le nombre de plants sains et endommagés ou porteurs d'œufs de mouche de l'oignon sont dénombrés. Les larves de mouches étaient récoltées pour en vérifier l'identité : mouche de l'oignon ou mouche du semis.
- La décision de faire des applications foliaires d'insecticides est basée sur l'observation de dommages de mouches supérieurs à 1 % ou à une forte présence de larves de mouche du semis. Les lâchers de mouches stériles sont suspendus jusqu'à 48 h après la dernière application d'insecticide.

Les tableaux 1 à 4 présentent pour tous les champs d'oignons jaunes et verts les taux d'introduction de mouches stériles, le ratio moyen des captures de mouches stériles vs naturelles observés, la cible du ou des traitements insecticides foliaires qui ont été appliqués et le pourcentage de dommages causés par les mouches du genre *Delia* durant les deux années de l'étude.

En 2012, on observe que les dommages causés par les mouches ont été faibles avec des moyennes de 1,2 % dans les oignons jaunes, une valeur tout de même statistiquement supérieure à la moyenne de 0,5 % observée dans les champs en régie conventionnelle (Figure 10A). Seuls 3,8% des champs/semis ont subi des dommages supérieurs à 3 % dans champs traités avec des mouches stériles vs 2,0% dans la régie conventionnelle (Figure 10A). On observe aussi qu'une plus grande proportion de champs d'oignons jaunes n'a subi aucun dommage de mouches avec l'insecticide granulaire (10,0% vs 45,7% pour les mouches stériles). Des traitements insecticides foliaires dirigés contre la mouche du semis ont été nécessaires sur 12,7 % des superficies totales d'oignons jaunes traitées aux mouches stériles. Dans l'oignon vert, les dommages moyens ont été équivalents dans les deux types de régie avec 0,5 % et 0,4 % de dommages moyens pour les régies conventionnelle et avec mouches stériles respectivement (figure 10B). Seulement 4,0 % des champs/semis ont subi des dommages supérieurs à 3 % dans champs traités avec des mouches stériles vs 3,0% dans la régie conventionnelle (Figure 10A).

Ces bons résultats ont été obtenus malgré que le ratio moyen de capture des mouches stériles ait été inférieur à 2,0 dans la plupart des champs/semis d'oignon. Ce seuil a été fixé pour assurer un bon contrôle de la mouche de l'oignon, niveau de captures en-deçà duquel le taux d'introduction de mouches stériles est augmenté. Il semble donc que, dans des conditions comparables à celles de l'été 2012, il soit possible d'obtenir un contrôle adéquat de la mouche de l'oignon avec des ratios de mouches stériles vs naturelles inférieurs à 2,0.

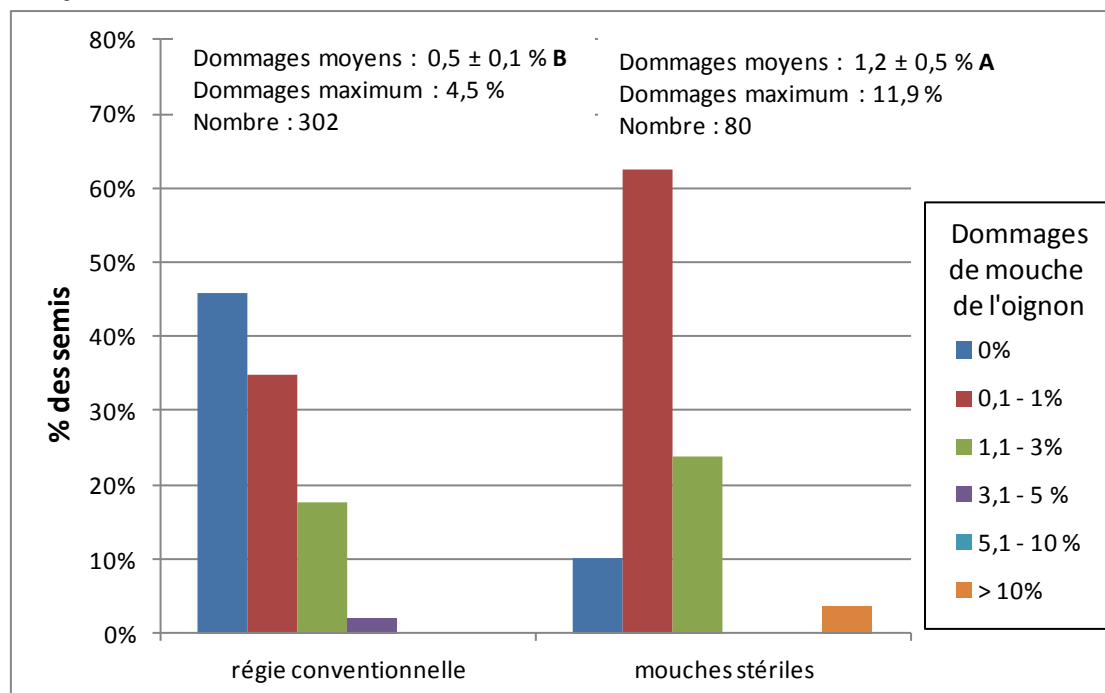
Tableau 1 : Synthèse des lâchers de mouches stériles, des ratios de mouches stériles vs naturelles obtenus sur les pièges collants et des dommages de mouches de l'oignon observés dans les **champs d'oignons jaunes durant l'été 2012.**

Producteur	Champ	Superficie (ha)	Mouches stériles / ha préparées	Ratio moyen stériles vs naturelles	Insecticides contre	Nb de semis	% dommages min-max (moyenne)
BARR	S1-S 2	7,6	142 700	0,7	Thrips	7	0,3 – 0,6 (0,5)
DELF	1, 10-30	75,3	42 400	2,0	Thrips	17	0,2 – 1,7 (0,8)
	120	20,0	50 300	1,8	Thrips	9	0 – 0,4 (0,2)
GUEA	5	6,4	128 125	0,6	Thrips	5	0,8 – 11,9 (7,4)
GUEJ	6	7,5	85 600	0,5	Thrips	6	0 – 1,0 (0,6)
	9	1,0	127 000	2,0	Thrips	2	0,6 – 1,0 (0,8)
	G1-G2	9,6	85 000	1,9	Thrips Mouche du semis	12	0 – 2,5 (1,9)
	LE	1,0	160 000	0,5	Thrips	1	1,1
ISAB	70	4,0	83 000	1,9	----	2	Détruit par grêle
LAFI	12-13	9,0	83 800	2,0	Thrips	3	0 – 0,3 (0,1)
VANH	J3	5,3	90 000	1,9	Thrips	6	0 – 1,7 (1,0)
	M3-L3	8,7	97 000	1,4	Thrips	3	0,4 – 0,8 (0,7)
VERN	230	11,7	87 000	0,4	Mouche du semis	7	0,5 – 0,5 (0,5)
Moyenne ou total par semis		167,1	86 800	1,4	12,7% de la superficie traitée pour la mouche du semis	80	1,2 ± 0,5

Tableau 2 : Synthèse des lâchers de mouches stériles, des ratios de mouches stériles vs naturelles obtenus sur les pièges collants et des dommages de mouches de l'oignon observés dans les **semis d'oignons verts durant l'été 2012.**

Champ	Superficie (ha)	Mouches stériles / ha préparées	Ratio moyen stériles vs naturelles	Insecticides contre	Nb de semis	% dommages min-max (moyenne)
Terres Maraîchères Barbeau						
B4	3,9	200 800	0,6	Thrips	3	0,7 – 5,4 (2,5)
B6-12	15,1	144 000	2,3	Thrips	10	0 – 0,7 (0,2)
MAS 6-9	7,3	102 500	0,8	Thrips	8	0,1 – 1,1 (0,5)
ORR 1-2	2,0	80 000	0,5	Thrips	1	0,2
Ferme Rémillard						
RR5-6	3,0	118 300	0,7	Thrips	7	0 – 0,3 (0,2)
Ferme Leclair						
20-21	12,9	95 500	0,6	Thrips	14	0 – 0,3 (0,1)
25	8,5	110 350	0,9	Thrips, mouche de l'oignon	16	0 – 0,6 (0,2)
32-33	7,9	117 000	0,7	Thrips	10	0 – 0,4 (0,2)
116-117	7,3	110 300	1,1	Thrips	4	0,1 – 0,5 (0,4)
Zumstein						
ch2	3,0	181 000	0,7	Thrips, mouche de l'oignon	9	0 – 4,2 (1,7)
Moyenne par semis ou total	70,9	126 000	0,9		82	0,4 ± 0,2

A: Oignons jaunes



B: Oignons verts

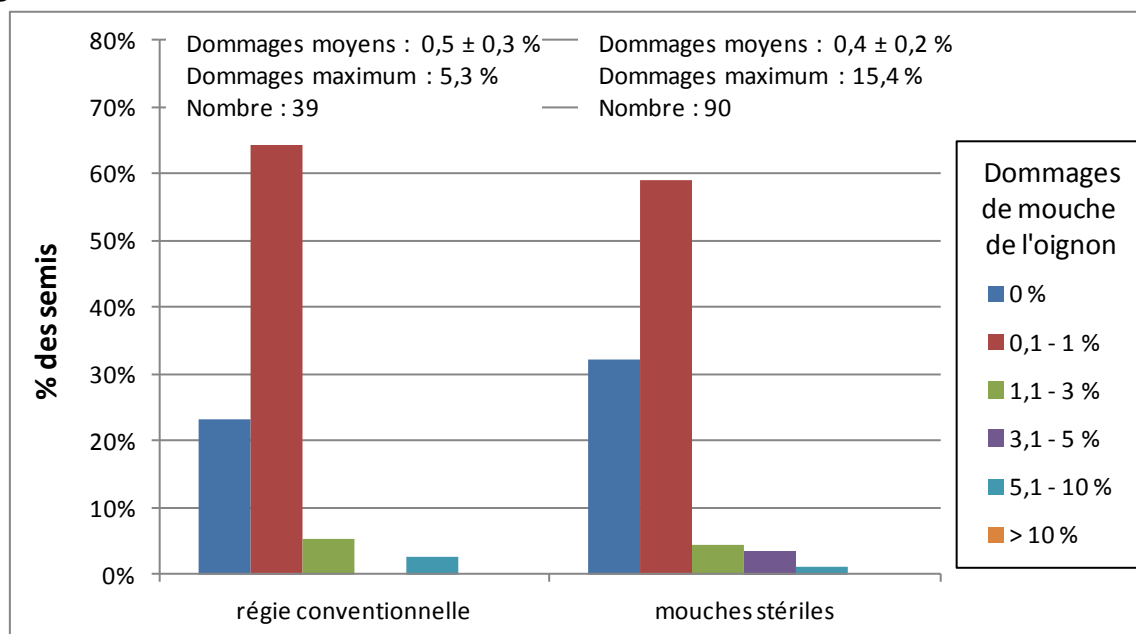


Figure 10 : Comparaison de la distribution dommages moyens de mouche de l'oignon en fonction de la régie conventionnelle ou avec des lâchers de mouches stériles en 2012 dans **A:** des champs d'oignons jaunes et rouges ($t = -2,83$; d.l. = 380; $P < 0,01$) et **B:** des semis d'oignons verts ($t = -1,7$; d.l. = 127; $P = 0,10$).

En 2013, le printemps frais et humide a entraîné des niveaux de dommages plus élevés en début de saison, de même qu'une plus grande présence de larves de mouches du semis. Dans l'oignon jaune, jusqu'à 23,2 % des superficies d'oignons jaunes ont dû être traitées chimiquement à cause de la présence significative de larves de mouches du semis (Tableau 3). La mouche du semis n'a pas été observée dans les champs d'oignons verts. Les conditions généralement plus fraîches de cet été ont cependant fortement limité l'incidence des thrips, moins de la moitié des superficies ayant nécessité des traitements insecticides contre ce ravageur contrairement à plus de 90% des superficies en 2012.

Les dommages moyens de mouches dans l'oignon jaune ont été de 2,1 % dans les champs traité avec des mouches stériles, un niveau de dommages statistiquement supérieur à celui obtenu avec la régie conventionnelle qui a été de 1,0 % (Figure 11A). Les dommages de mouches ont dépassé 3 % dans 26,6% des champs traités avec des mouches stériles vs 7,1% des champs sous régie conventionnelle (Figure 11A). L'efficacité des mouches stériles a été excellente dans l'oignon vert avec 0,3 % de dommages moyens, soit le même niveau de dommages qui a été obtenu avec la régie chimique dans cette production et plus de 3,0% de dommages dans seulement 4,1 % et 10,0 % des champs respectivement (Figure 11B).

En 2013 aussi, les ratios de capture moyens de mouches stériles vs naturelles ont été inférieurs à 2,0 dans la plupart des sites, ce qui indique encore une fois que le ratio cible peut être révisé à la baisse sans perte d'efficacité (Tableaux 3 et 4).

De façon générale, on observe que les captures moyennes de mouches de l'oignon naturelles n'ont cessé de diminuer sur l'ensemble des champs traités aux mouches stériles depuis 2011 (Figure 12). Ces courbes fournissent des portraits saisonniers généraux et ne reflètent pas la situation dans aucun champ en particulier, mais permettent de comparer les étés entre eux. Durant cette période, les captures annuelles moyennes sont passées de 0,6 à 0,3 à 0,1 mouche/piège/jour de 2011 à 2013. Il est à noter que les producteurs participants à cette étude ont été les mêmes d'une année à l'autre, ce qui veut dire que les mâles stériles ont été relâchés sur les même fermes depuis trois années consécutives. Ce phénomène de diminution des populations naturelles est fréquemment observé dans les zones où le contrôle d'insectes à l'aide de lâchers de mâles stériles est utilisé à grande échelle. Ce résultat étonnant, compte tenu du faible pourcentage des superficies d'oignon traitées avec des mouches stériles, suggère que les déplacements de mouche de l'oignon sont peut-être limitées et qu'il serait possible de réduire localement leurs populations avec des lâchers de mâles stériles répétés. Si cette hypothèse se confirme, il sera possible, dans un avenir rapproché, de réduire graduellement la quantité de mouches stériles à relâcher sur ces fermes.

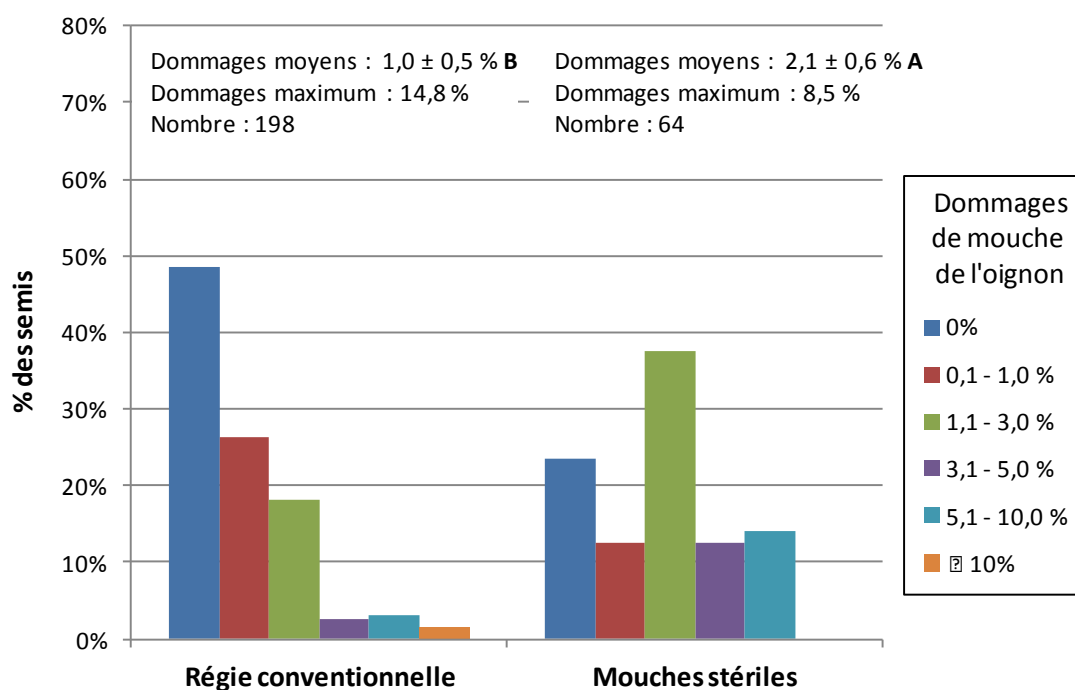
Tableau 3 : Synthèse des lâchers de mouches stériles, des ratios de mouches stériles vs naturelles obtenus sur les pièges collants et des dommages de mouches de l'oignon observés dans les **champs d'oignons jaunes et rouges durant l'été 2013.**

Producteur	Champ	Superficie (ha)	Mouches stériles / ha préparées	Ratio moyen stériles vs naturelles	Insecticides contre	Nb de semis	% dommages min-max (moyenne)
BARR	S3	3,2	94 300	1,0	Mouche de l'oignon	2	5,3
	SJ8	14,7	113 000	0,5	Mouche de l'oignon, Thrips	3	6,8 - 8,5 (8,0)
DELF	50-80	71,2	53 500	0,5	Mouche de l'oignon (champ 50) Thrips	19	0,8 - 3,2 (1,7)
	C34	9,4	54 000	1,6	-		
	B32-33	8,2	52 750	2,1	-	1	1,2
	B35-36	3,0	55 300	0,9	-		
GUEA	2	7,5	113 400	0,3	Mouche du semis, thrips	4	3,9 - 6,2 (5,9)
GUEJ	1-3	3,0	97 300	0,5	Thrips	8	0 - 0,4 (0,1)
	C1-C4	5,9	80 250	1,3	Thrips	4	0
	M1	5,2	92 500	0,9	-	5	0
ISAB	F3	4,0	117 750	0,5	Mouche de l'oignon, Thrips	2	3,9 - 8,5 (6,2)
LAFI	1-4	13,3	83 500	5,4	Champ abandonné, pourriture excessive		
	8A	2,3	82 000	3,3	Champ abandonné, pourriture excessive		
VANH	N2P2	12,2	82 250	1,4	Mouche du semis	10	0,9 - 2,1 (1,5)
	R2T2	11,6	83 250	0,5	Mouche du semis	4	3,1 - 3,6 (3,2)
	SL5-SL8	12,4	82 250	2,3	Mouche du semis	2	1,3 - 1,8 (1,5)
Moyenne ou total par semis		188,2	80 220	1,5	23,2% de la superficie traitée pour la mouche du semis	64	2,1 ± 0,6

Tableau 4 : Synthèse des lâchers de mouches stériles, des ratios de mouches stériles vs naturelles obtenus sur les pièges collants et des dommages de mouches de l'oignon observés dans les **semis d'oignons verts durant l'été 2013.**

Champ	Superficie (ha)	Mouches stériles / ha préparées	Ratio moyen stériles vs naturelles	Insecticides contre	Nb de semis	% dommages min-max (moyenne)
Terres Maraîchères Barbeau						
B3	3,1	112 400	0,3	Thrips	2	1,1 - 2,7 (1,9)
ORR3	1,5	114 300	0,9	-	1	0
ORR6	1,3	93 000	19,8	-	N/A	N/A
S6	1,4	108 600	2,5	-	3	0,6
SJ8	14,7	113 000	0,5	-	4	0,3 - 6,8 (2,3)
TMB1	2,6	134 000	0,5	-	2	0 - 0,4 (0,2)
TMB3	2,5	126 300	0,6	-	3	0,9
TMB6	1,7	128 000	0,7	-	1	0
Ferme Rémillard						
R32	9,1	134 600	0,2	N/A	26	0 - 0,5 (0,2)
1-2	1,0	108 000	0,3	N/A	N/A	N/A
Ferme Leclair						
4-5	8,3	101 000	0,8	-	11	0
9-10-11	9,1	112 700	0,6	-	15	0 - 0,4 (0,1)
18	7,6	109 000	1,5	Thrips	6	0
31	5,0	122 750	1,4	-	8	0
Zumstein						
1	7,9	126 500	0,8	Thrips	11	0 - 0,8 (0,1)
3	4,6	119 000	1,2	Thrips	3	0 - 0,3 (0,1)
Moyenne par semis ou total	81,5	116 450	3,0		96	0,3 ± 0,2

A: Oignons jaunes



B: Oignons verts

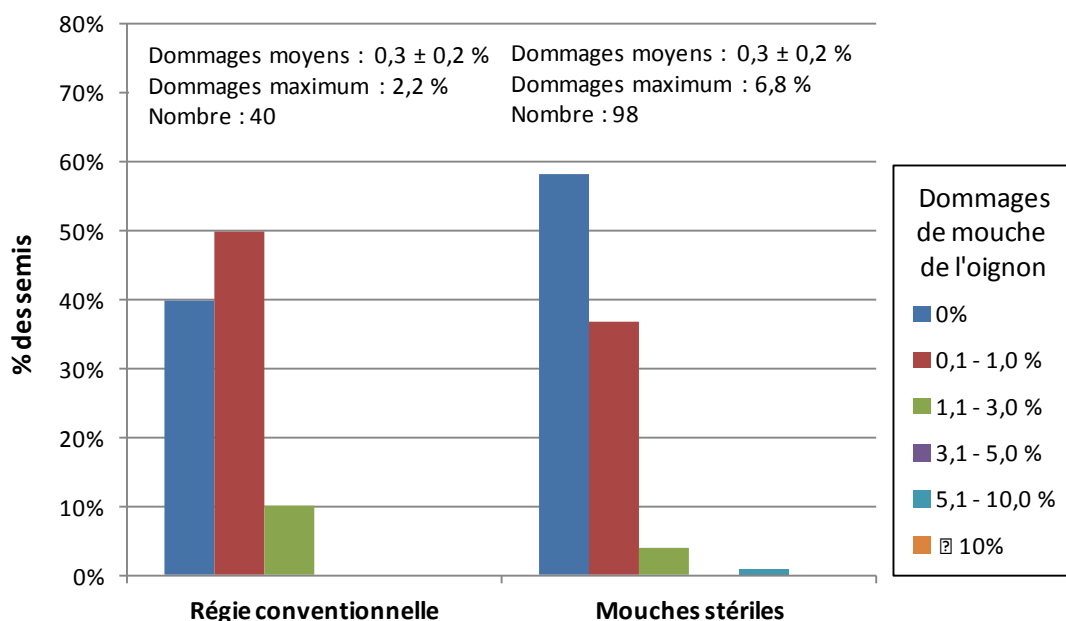


Figure 11 : Comparaison de la distribution dommages moyens de mouche de l'oignon en fonction de la régie conventionnelle ou avec des lâchers de mouches stériles en 2013 dans **A:** des champs d'oignons jaunes et rouges ($t = 3,54$; d.l. = 261; $P < 0,01$) et **B:** des semis d'oignons verts ($t = 0,33$; d.l. = 136; $P > 0,74$).

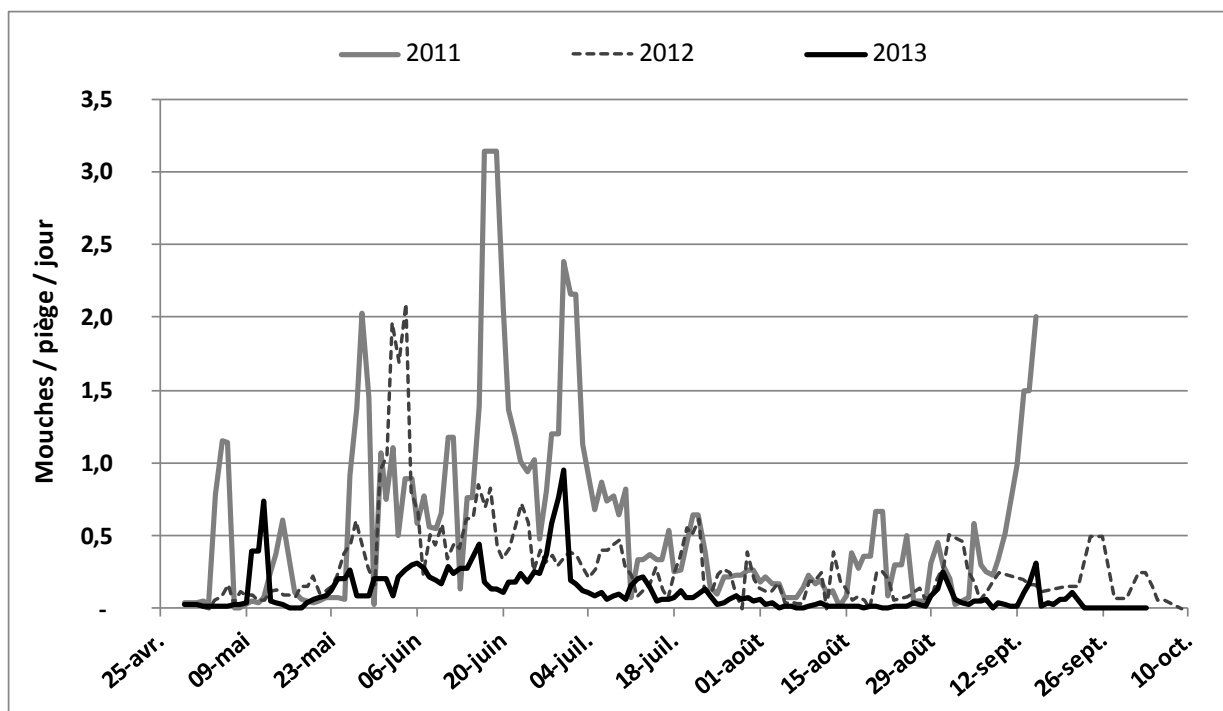


Figure 12 : Patron saisonnier des captures de mouches de l'oignon durant les étés 2011 à 2013 dans les champs traités avec des mouches stériles. Captures moyennes de l'ensemble des sites dépistées.

Évaluation de la culture piège comme pôle d'attraction pour le prédateur naturel de la mouche de l'oignon

Suite à l'abandon de la production d'*Aleochara bilineata* en vue de lâchers durant l'été 2013, il a été décidé de poursuivre l'évaluation de la culture piège comme pôle d'attraction de ce prédateur durant une deuxième saison. Les faibles captures de staphylinins et la présence de nombreux autres prédateurs dans les pièges fosses nous ont incité à tenir compte de l'ensemble de la guildes des prédateurs potentiels des œufs et larves de mouche de l'oignon. Un total de 7 et 5 champs ont été échantillonnés en 2012 et 2013 à l'aide de pièges fosses. Dans chacun des champs, 10 pièges fosses ont été installés le long d'une diagonale traversant chacun des champs, cinq sur les rangs de culture piège et cinq sur les rangs de culture commerciale. Les pièges dans la culture commerciale étaient placés à mi-distance entre deux rangs de culture piège. Les pièges ont été relevés une fois par semaine, le contenu a été rapporté au laboratoire pour être trié et inspecté. Tous les insectes récoltés ont été identifiés à la famille. Les familles d'insectes prédateurs ainsi identifiés sont les coccinellidae, les cicindellidae, les carabidae et les staphylinidae auquel appartient *Aleochara bilineata*. La vaste majorité des espèces de carabidae et staphylinidae étant des prédateurs, tous les spécimens récoltés ont été considérés comme étant des prédateurs.

Un total de 507 pièges ont été inspectés en 2012 et un nombre total de 840 insectes prédateurs a été récolté. Les carabidae ont constitué 68,3 % des captures, suivis par les staphylinidae (21,5 %), les cicindellidae (7,0 %) et les coccinellidae (3,1 %). En 2013, un total de 439 insectes prédateurs a été

récoltés dans les 366 pièges installés et récupérés. Les carabidae ont encore dominé avec 54,9 % des captures, suivis des cicindellidae (32,6 %), des staphylinidae (10,0 %) et des coccinellidae (2,5 %). L'importance relative des captures de staphylinidae a été réduite de moitié en 2013. De façon générale, on constate que les captures de prédateurs ont été faibles avec des moyennes de 1,6 et 1,2 insecte prédateur /piège.

À l'exception de la semaine du 26 août 2013, aucune différence significative n'a été observée dans les captures totales de prédateurs effectuées dans les rangs de culture piège vs les rangs de culture commerciale durant les deux années de l'étude (Figure 12). Le même constat est fait lorsqu'on compare les populations de staphylins (données non présentées). Dans les conditions de faibles niveaux de population observée durant les deux étés, la culture piège de la mouche de l'oignon n'a pas arboré de plus grandes populations de mouches de l'oignon qui auraient pu attirer un plus grand nombre de prédateurs.

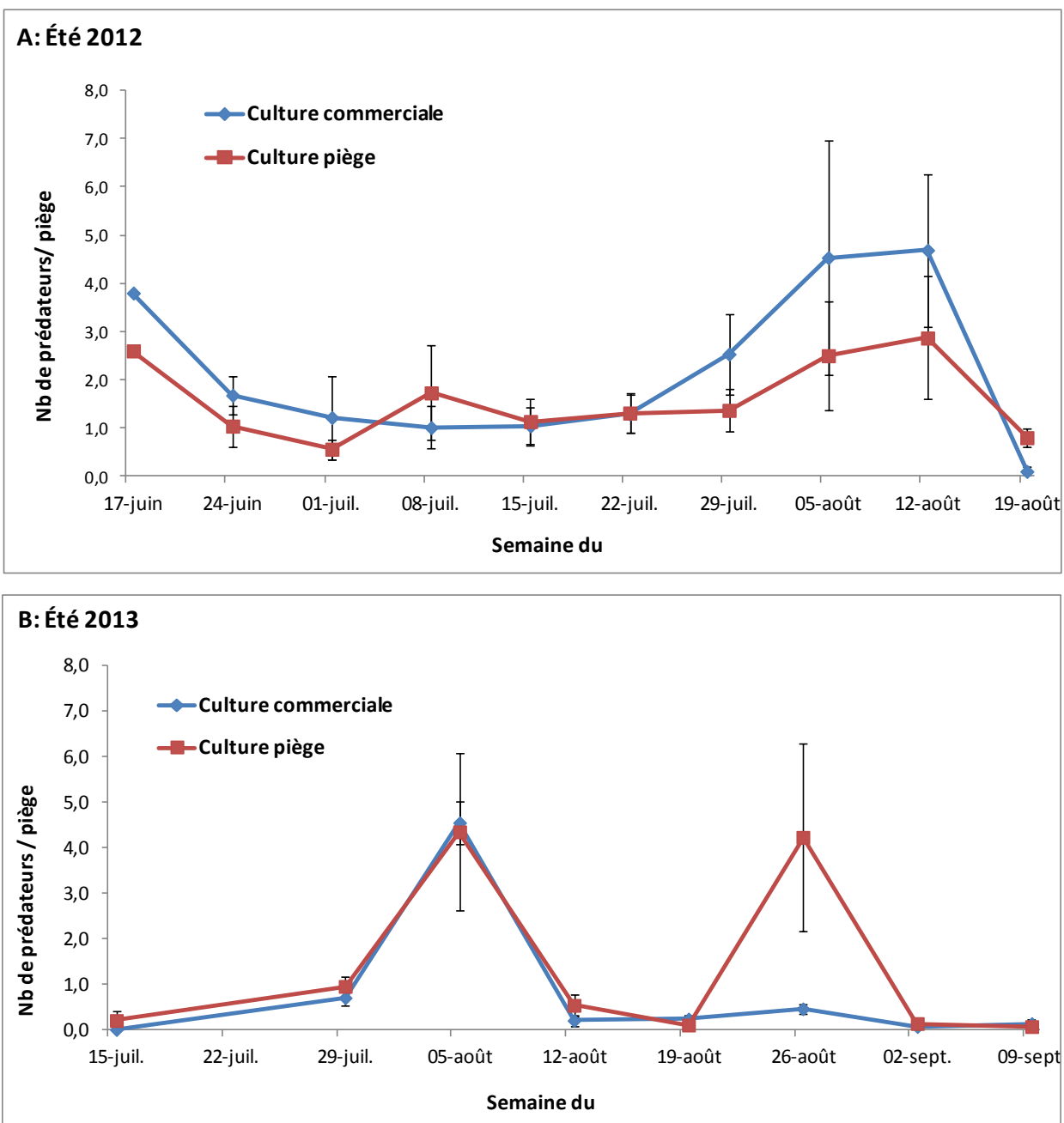


Figure 12 : Comparaison des captures d'insectes prédateurs dans des pièges fosses installés sur des rangs de culture commerciale et de culture piège dans des champs d'oignons durant les étés 2012 (7 champs) et 2013 (5 champs).

2.2 DIFFUSION DES RÉSULTATS

<i>Activités prévues de l'ANNEXE A</i>	<i>Activités réalisées</i>	<i>Description (thème, titre, endroit, etc.)</i>	<i>Date de réalisation</i>	<i>Nombre de personnes rejointes</i>	<i>Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)</i>
Article dans revues spécialisées	Publication d'un reportage dans la revue ZOOM légume du printemps 2012	Titre : Dépistage à la base de la bonne gestion des pesticides, pp. 32-43	Printemps 2012	?	Pas de mention malgré la transmission de l'information
Présentation	Carnaval des producteurs de PRISME	Lâchers de mouches stériles à grande échelle durant l'été 2011 : efficacité et stratégie de piégeage	Mars 2012	40	Mention
Article dans revue spécialisée	Article dans Bulletin des agriculteurs	L'usine à mouches par André Dumont http://www.lebulletin.com/actualites/lusine-a-mouches-40393 (page consultée le 21 novembre 2013)	Publié le 26 avril 2012	?	Pas de mention malgré la transmission de l'information
Émission	Production d'un clip de trois minutes pour la chaîne Explora	Titre du clip : Élever des mouches http://www.exploratv.ca/videos/elever-des-mouches , mis en ligne le 13 août 2012 (consulté le 21 novembre 2013).	Mai 2012 Diffusion : Automne 2012	?	Pas de mention par le producteur malgré nos instructions

<i>Activités prévues de l'ANNEXE A</i>	<i>Activités réalisées</i>	<i>Description (thème, titre, endroit, etc.)</i>	<i>Date de réalisation</i>	<i>Nombre de personnes rejointes</i>	<i>Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)</i>
Article dans un journal	Article publié dans le journal "La Terre de chez nous"	Titre : Quand un insecte devient l'ami des plantes par Francine St-Laurent	2 mai 2012	?	Pas de mention par le producteur malgré nos instructions
Article dans revue	Article publié dans Gestion et technologie agricoles (GTA) , 27 septembre 2012, dans Agri-Vallée , juin 2012, ainsi que sur le site du MAPAQ	Titre: Les mouches stériles: une alternative aux pesticides dans l'oignon par Roxana Bindea http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/monteregie/articles/agroenvironnement/Pages/mouchessterilesunealternativeauxinsecticidesdansloignon.aspx	Juin et septembre 2012	?	Mention à la fin de l'article
Conférence	Conférence aux Journées Horticoles de St-Rémi 2012	Lutte intégrée contre la mouche de l'oignon et la mouche des semis dans l'oignon	6 décembre 2012	70	Logo et mention
Article dans le journal La Presse	Article publié dans La Presse	Moins de pesticides grâce aux mouches roses par Marie Allard http://www.lapresse.ca/environnement/201305/31/01-4656665-moins-de-pesticides-grace-aux-mouches-roses.php	1er juin 2013	?	Pas de mention malgré la transmission de l'information

<i>Activités prévues de l'ANNEXE A</i>	<i>Activités réalisées</i>	<i>Description (thème, titre, endroit, etc.)</i>	<i>Date de réalisation</i>	<i>Nombre de personnes rejointes</i>	<i>Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)</i>
Émission	Reportage à l'émission Par-dessus le marché , diffusé au canal V	Titre du reportage: Visite aux champs d'oignon de Sherrington http://vtele.ca/videos/par-dessus-le-marche/visite-au-gite-l-ensorcelaine-et-aux-champs-d-oignons-de-sherrington_65425.php	Diffusion le 22 sept. 2013	?	Pas de mention par le producteur malgré nos instructions
Article dans revue Québec Science	Publication d'un article dans la revue Québec Science	Titre : Roses, irradiées et bien élevées » par Boureima Sanga	Publication le 19 sept. 2013	?	Pas de mention malgré la transmission de l'information
Émission	Reportage à l'émission Le Code Chastenay diffusée à Télé-Québec	Titre du reportage: Des mouches stériles pour remplacer les insecticides http://lecodechastenay.telequebec.tv/occurrence.aspx?id=587&ep=144	Diffusion le 15 octobre 2013	?	Pas de mention par le producteur malgré nos instructions

3. CONCLUSIONS

Ce projet de deux ans a permis de valider à grande échelle une véritable stratégie de lutte intégrée de la mouche de l'oignon dans les productions d'oignons jaunes et verts qui combine l'utilisation d'une culture piège, des lâchers de mâles stériles et, en dernier recours, des applications foliaires d'insecticides chimiques. La principale retombée de cette stratégie est l'abandon par ses utilisateurs de l'emploi du chlorpyrifos, un insecticide granulaire incorporé au semis de façon préventive. Depuis 2012, c'est près de 3 tonnes de pesticide par année qui n'ont pas été appliquées dans l'environnement. Ce pesticide étant le principal contaminant de l'eau de surface en zone de production maraîchère dans le sud du Québec, l'expansion de l'utilisation des lâchers de mouches stériles aura un effet significatif sur la qualité de l'eau de surface dans cette zone de production.

Ce projet a aussi permis de démontrer qu'il est possible d'incorporer un moyen de contrôle biologique efficace dans une production conventionnelle. Cette première expérience positive de la lutte biologique pour plusieurs participants au projet ouvre la porte à l'utilisation d'autres alternatives aux pesticides chimiques. À moyen terme, les producteurs de Phytodata ont décidé de poursuivre la production de masse de la mouche de l'oignon à des fins commerciales. Plusieurs producteurs de crucifères commencent à s'intéresser à cette stratégie de contrôle pour un autre ravageur, la mouche du chou (*Delia radicum*) -cousin biologique de la mouche de l'oignon- qui pourrait peut-être être contrôlé de la même façon. Un premier projet à petite échelle a d'ailleurs permis de démontrer le potentiel de cette stratégie pour la mouche du chou durant l'été 2013. Dans des parcelles de radis, près de 80% des œufs de mouches du chou pondus étaient stériles suite aux lâchers de mâles stériles par rapport à 20% dans les parcelles témoins.

Bien que les travaux effectués aient permis d'améliorer grandement la procédure d'élevage de masse de la mouche de l'oignon, des améliorations importantes sont encore à apporter pour réduire les coûts de production de cet insecte. Pour que cette production puisse dépasser le stade expérimental, des installations de production plus adéquates doivent être aménagées avec un système de ventilation plus performant et un système de refroidissement efficace. Il y a encore une marge pour réduire le coût de la diète artificielle. Un système de traitement de l'eau est requis pour envisager une production commerciale pérenne, les coûts d'un tel système pourront être amorti à long terme dans des installations permanentes. Une importante production d'ammoniac associée à la diète actuelle entraîne de grands besoins en ventilation, ce qui génère des coûts de chauffage importants. Il est donc recommandé d'évaluer des diètes réduites en protéines afin de diminuer la production d'ammoniac. Des plateaux réutilisables et empilables devraient être utilisés pour toute augmentation de la production car leur potentiel a été démontré. Un modèle adéquat devra cependant être sélectionné auparavant. L'étape de récolte des pupes pourrait être automatisée afin de réduire les coûts de cette opération. Enfin, si les besoins en espace deviennent critiques durant la période d'émergence des mouches stériles, un système de cadres empilables avec ventilation forcée devrait être adopté pour pouvoir gérer une plus grande quantité de mouches stériles dans un même espace.

Bien que la majorité des producteurs soient satisfaits du contrôle de la mouche de l'oignon obtenu à l'aide des lâchers de mâles stériles, le coût de cette méthode est jugé encore trop élevé par plusieurs d'entre eux, surtout des producteurs d'oignons jaunes. Ceci s'explique par le faible coût du chlorpyrifos et la valeur commerciale plus faible des oignons jaunes. Un ravageur inattendu -la mouche du semis (*Delia platura*)- a été observé dans certains champs d'oignons jaunes. Il appartient à la même famille que la mouche de l'oignon et était considéré mineur dans cette production. Il semble que son importance ait été sous-estimée dans le passé à cause de la grande ressemblance des larves des deux espèces. Entre 13 et 23 % des superficies d'oignons jaunes ont nécessité des traitements chimiques contre ce ravageur en 2012 et 2013. Bien qu'un dépistage efficace permette de réagir à temps pour effectuer, au besoin, des applications foliaires contre la mouche du semis, certains producteurs préfèrent l'utilisation de l'insecticide granulaire pour prévenir les dommages des deux ravageurs simultanément.

De leur côté, les producteurs d'oignons verts, qui ne peuvent utiliser le chlorpyrifos au semis à cause de la croissance rapide de cette culture, sont très satisfaits des résultats obtenus et sont prêts à payer plus cher pour ce moyen qui est une alternative efficace aux applications foliaires répétées d'insecticides. La valeur commerciale plus élevée des oignons verts leur permet aussi d'absorber cette dépense plus facilement. Aucun dommage significatif de la mouche du semis n'a été observé dans cette production durant les deux années de l'étude. Malgré des captures importantes dans tous les champs, il semble que les dommages de cet insecte cosmopolite, dépendent d'autres facteurs agroenvironnementaux (résidus de culture, humidité du sol, germination de mauvaises herbes,...) que la seule présence d'oignons. Des études sont à faire pour comprendre la dynamique de ce ravageur dans les cultures d'oignons jaunes et verts.

Pour que l'utilisation des mouches stériles puisse se développer et s'implanter à plus grande échelle, les coûts de production devront être réduits de façon significative, dont celui de la diète artificielle et les coûts de main d'œuvre. À cet égard, des efforts ont déjà été entrepris par la compagnie de recherche Phytodata Inc. avec le soutien du Pôle d'excellence en lutte intégrée et du bureau régional du MAPAQ de la Montérégie Ouest pour améliorer les installations de production. Afin de développer de nouveaux marchés pour les mouches stériles, des démarches ont aussi été faites auprès de la compagnie Anatis Bioprotection qui commercialise déjà plusieurs agents de lutte biologique et qui s'est montrée intéressée à distribuer les mouches stériles dans d'autres régions. À cet égard, des employés d'Anatis et de Phytodata vont participer à la 33e conférence annuelle de production organique de Guelph en Ontario. L'objectif est de faire la promotion de la stratégie de contrôle avec les mouches stériles auprès des producteurs ontariens et de pouvoir faire un premier essai dans cette région à l'été 2014.

À moyen et long terme, nous croyons que la pérennité de la production de la bio-usine va dépendre de la poursuite de la réduction du coût de production, de l'augmentation des superficies d'oignons traitées au Québec et ailleurs (Ontario, États-Unis) et de l'ajout de la production de mouches du chou stériles. La production de crucifères est plus importante en superficie et en valeur que la production des oignons au Québec et constitue un marché potentiel intéressant. Nous croyons que les besoins combinés de mouches de l'oignon et du chou vont permettre d'atteindre le niveau de production requis pour l'atteinte de la rentabilité de l'entreprise. À cet égard, un mandat de développer un plan d'affaires vient d'être confié à la firme d'agroéconomistes Forest Lavoie Conseil.

4. SOMMAIRE DES ACCOMPLISSEMENTS DU PROJET

Les producteurs d'oignons utilisent le chlorpyrifos, un insecticide granulaire incorporé au semis, pour contrôler les dommages de la mouche de l'oignon. Cet insecticide est le principal contaminant des eaux de surface en zone de production maraîchère. Ceci et une efficacité variable du contrôle chimique de la mouche de l'oignon ont incité les producteurs d'oignon à utiliser d'autres moyens de contrôle.

Des essais à petite échelle effectués par la compagnie de recherche Phytodata Inc. avaient déjà démontré l'efficacité de lâchers de mâles stériles pour contrôler la mouche de l'oignon. Cette méthode repose sur la production massive de mouches et leur stérilisation avant de les relâcher au champ afin que les femelles naturelles s'accouplent avec des mâles stériles pour ensuite pondre des œufs stériles. Entre 2006 et 2009, des taux d'introduction de mouches stériles de plus de 325 000 mouches/ha ont permis de limiter les dommages de la mouche de l'oignon entre 0 et 1,7 % par rapport à des dommages moyens variant de 3,5 à 12,8 % dans les champs d'oignons avec une régie conventionnelle.

Un projet de recherche a donc été mis sur pied avec deux objectifs: améliorer la productivité de l'élevage de masse de la mouche de l'oignon et valider, à grande échelle, une stratégie de contrôle de ce ravageur en utilisant des taux d'introduction de mouches stériles les plus faibles possibles afin de rendre cette stratégie économiquement compétitive. Ce projet est le fruit de la collaboration des producteurs d'oignons du consortium PRISME, de la compagnie de recherche Phytodata Inc. et du Collège Montmorency.

Plusieurs améliorations aux procédures d'élevage de la mouche de l'oignon ont été expérimentées, de la ponte des mouches, en passant par la diète et les plateaux d'élevage employés pour leur production, jusqu'à la récolte mécanique des pupes et les enceintes utilisées pour l'éclosion des adultes stériles. La productivité de la ponte a été augmentée de 43 % et le coût de la diète artificielle a été réduit de 31% suite à des modifications de sa composition. L'augmentation de l'aération de la diète et du taux d'ensemencement ont permis d'augmenter la productivité de l'élevage de 11 % tout en facilitant la récolte mécanique des pupes qui atteint 90 % dans les meilleures conditions.

L'efficacité des mouches stériles a été validée dans des champs d'oignons verts et jaunes chez 11 producteurs sur des superficies de 238 et 270 ha en 2012 et 2013 respectivement. Plus de 23 millions de mouches ont été relâchées chaque année à des taux variant entre 42 000 et 160 000 mouches/ha dans l'oignon jaune et entre 80 000 et 200 000 mouches/ha dans l'oignon vert. Cette stratégie a permis d'obtenir un contrôle satisfaisant de la mouche de l'oignon dans l'oignon jaune avec des dommages moyens de 1,2 % et 2,1 % en 2012 et 2013, par rapport à 0,5 % et 1,0 % dans les champs sous régie conventionnelle. Bien que ces niveaux de dommages soient satisfaisants, des dommages significatifs de mouche du semis ont nécessité des traitements insecticides foliaires dans 13 et 23 % des champs d'oignons jaunes durant les deux saisons de production. Dans l'oignon vert, le niveau de dommages en 2012 n'a été que de 0,4 % avec les mouches stériles vs 0,5 % pour la régie conventionnelle, et de 0,3 % pour les deux régies en 2013.

L'efficacité des lâchers de mouches stériles avec des taux d'introduction réduits a été démontrée à grande échelle. Bien que les dommages de mouche du semis observés dans une minorité de sites puissent être contrôlés efficacement par un dépistage adéquat, certains producteurs d'oignons jaunes préfèrent s'en remettre au contrôle insecticide préventif à large spectre. La perception du coût des mouches stériles (3-4 fois plus élevée que le chlorpyrifos) diffèrent entre les producteurs d'oignons jaunes et verts, ces derniers étant plus restreint dans le choix des insecticides homologués et pouvant absorber des coûts plus élevés compte tenu de la plus grande valeur commerciale de leur production.

La diminution du coût des mouches de l'oignon stériles va nécessiter d'autres améliorations au processus d'élevage et une augmentation de la production à 100 millions de mouches par années afin de bénéficier d'économies d'échelle. Des améliorations sont en cours à la bio-usine en ce sens. Ce niveau de production pourra être atteint en produisant aussi des mouches du chou stériles, un important ravageur des crucifères, qui requiert sensiblement les mêmes conditions de production. Un premier essai au champ a d'ailleurs confirmé le potentiel des mâles stériles de la mouche du chou. Une meilleure compréhension de la dynamique des mouches du semis, qui n'ont fait des dommages que dans l'oignon jaune, est aussi nécessaire afin de limiter les pertes causées par ce ravageur sous-estimé jusqu'à maintenant.

5. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES

Annexe 1 : Documents de diffusions produits

Revue Zoom Légumes, pp. 32-43, printemps 2012



DÉPISTAGE
À LA BASE DE LA BONNE GESTION DES PESTICIDES

Si le travail est réalisé de manière rigoureuse, les réseaux de dépistage permettent de remplacer un dollar de matière active fabriquée à l'étranger par un dollar de matière active québécoise, ce qui est déjà un avantage évident en termes de développement de la main-d'œuvre et de l'emploi.

Plus généralement, c'est de garantir aux consommateurs l'innocuité des produits alimentaires. L'objectif est de protéger les producteurs, les consommateurs et l'environnement.

Plus généralement, c'est de garantir aux consommateurs l'innocuité des produits alimentaires. L'objectif est de protéger les producteurs, les consommateurs et l'environnement.

DÉVELOPPEMENT DE COMPÉTENCES ET CRÉATION D'EMPLOI

Si le travail est réalisé de manière rigoureuse, les réseaux de dépistage permettent de remplacer un dollar de matière active fabriquée à l'étranger par un dollar de matière active québécoise, ce qui est déjà un avantage évident en termes de développement de la main-d'œuvre et de l'emploi.

Cependant, le dépistage peut aussi permettre de réduire l'utilisation des pesticides et d'augmenter la rentabilité des producteurs et d'augmenter la rentabilité des producteurs.

Il est probable qu'on pourrait réduire de plus de 50% l'utilisation de plusieurs pesticides si nos réseaux de dépistage étaient pratiqués. Sans compter que les pesticides sont dangereux pour l'environnement et que la qualité des récoltes pourrait être améliorée.



Séverine Simeoni, ingénieure

« Pour réduire la pollution diffuse, divers aménagements sont possibles : les marais filtrants, les mares, etc. Dans les zones déjà engazonnées, la végétation sur les berges, l'arrachage des mauvaises herbes, les haies diversifiées, etc. »

Séverine Simeoni

AMÉNAGEMENTS

CONTRE LA POLLUTION DIFFUSE



Il existe différentes méthodes pour réduire l'impact des pesticides dans l'environnement : les marais filtrants, les mares, etc. Dans les zones déjà engazonnées, la végétation sur les berges, l'arrachage des mauvaises herbes, les haies diversifiées, etc. Dans les zones déjà engazonnées, la végétation sur les berges, l'arrachage des mauvaises herbes, les haies diversifiées, etc.

Photo : Séverine Simeoni
36 ZOOM Ligne • 10/11/2012

Le premier article de ce ZOOM Ligne fait état des résultats obtenus par le ministère de Développement durable, de l'Environnement et des Forêts (MDEEF) suite à une étude sur la présence de pesticides dans le réseau Gibeault-Delisle. Ce cours d'eau est situé dans la zone des terres noires du Bassin versant du réseau Norton, un bassin à dominance de cultures maraîchères. Pour ne citer qu'un pesticide, le chlorpyrifos dépassait de plus de 600 fois le chiffre de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique. De plus, Vigne Gouchard, chercheuse au CRD de l'hôpital Ste-Justine, et al ont découvert que cette molécule active était responsable de la chimie du sol. Or, des enfants des marais du village de Ste-Justine ont été trouvés avec le pesticide à été appliqué.

Il faut noter que ces critères de qualité de l'eau ne prennent pas en compte l'effet des mélanges de substances, ni les effets de bioaccumulation. La bioaccumulation désigne la capacité des organismes à absorber et à concentrer certaines substances dans une partie ou la totalité de leur organisme. La concentration des pesticides dans les organismes peut donc être augmentée à chaque niveau de la chaîne alimentaire.

Qu'en est-il alors de l'impact sur nous, les humains qui nous trouvons au sommet de cette chaîne? S'il demeure des sceptiques à propos de l'impact des pesticides sur la santé humaine, nous invitons à visionner le documentaire de Jean-Paul Jod, nos experts nous accablent. Il commence par l'affirmation : « Nous sommes la première génération dans l'histoire humaine à être à la fois parents et enfants. » Vous pouvez également consulter le bulletin à ou Norton sans une liste non exhaustive des maladies associées aux pesticides. Environnement.ca.

Pour conclure ce document qui, nous le espérons, vous aura permis de mieux connaître les sources de pollution dans notre environnement, il existe la pollution diffuse, causée par l'application des pesticides de la parcelle agricole vers les cours d'eau ou la nappe souterraine. Dans ce type de pollution, il est important de considérer les pesticides appliqués via un pulvérisateur mais aussi les pesticides présents sur les semences traitées. Il



La sélection des moules de l'oignon mélangées dans la nature en vue de la réduction de la pollution diffuse.



ZOOM Ligne • 10/11/2012 37

existe également la pollution ponctuelle causée par exemple par les débordements au moment du ramassage du pulvérisateur ou de son nettoyage.

POLLUTION DIFFUSE

Pour s'attaquer à la pollution diffuse, divers aménagements sont possibles. L'aménagement d'un marais filtrant est une succession de bassins peu profonds où différents types de végétaux sont implantés afin de filtrer l'eau par les plantes et la faune qui s'y développent. Un producteur de St-Michel, le Maraîcher A. Barbeau, en collaboration avec la compagnie de recherches Phytodista, d'Écosphère et du MAPAQ Montérégie ouest, a implanté un tel marais en 2011 pour filtrer les eaux de drainage et de ruissellement d'un champ d'oignon, afin de diminuer la présence de chlorpyrifos.

En Europe, il existe également des marais flottants qui sont déposés sur les ruisseaux afin de diminuer les substances toxiques.

Dans le même ordre d'idées, des vides d'eau engazonnés ont été aménagés. Celles-ci sont souvent installées dans une zone basse du champ où souvent la production est moins bonne. Elles permettent de drainer et de filtrer les eaux de surface, de diminuer l'érosion, et donc de diminuer les intrants dans le cours d'eau ou le fossé récepteur. De telles réalisations ont été construites chez La Production Barry, à Sherbrooke, Les Fermes du Soleil et le potager Montmarais, à Ste-Clotilde.

Cette diminution de polluants peut aussi être réalisée en aménageant une végétation pour stabiliser les berges, au lieu de les enrocher. Cette approche, utilisée en 2011 à la ferme St-Rémi, de St-Michel, a permis de protéger les berges particulièrement sensibles lors de l'ouragan Irene. Cela permet également la filtration des eaux du champ.

Il est à noter que ces travaux réalisés sur les fermes ont été subventionnés à 90 % par le programme Prime vert.

Phytodista a étudié la faisabilité d'aménager différents types de bassins le long de différents ruissellements. Ces aménagements permettront de diminuer les impacts des inondations des ruisseaux dans les champs, et de diminuer les polluants du champ dans les ruisseaux.

Une bande vive aine de 5 à 10 m permet de diminuer également les intrants

chimiques dans les cours d'eau. Certains producteurs utilisent ce espace pour cultiver du panicotier. Celui-ci ne demande pas de pesticides et très peu d'intrants. Il pousse, on l'encadre et on le récolte le printemps d'après pour le transformer en granulés de bois qui peuvent servir de source de chauffage.

En Europe, le projet Artwell, qui vise la réduction de la pollution d'usage due aux produits phytosanitaires et la dépollution des zones humides artificielles, a montré une bonne dégradation des pesticides grâce à l'aménagement de fossés et de berges avec le gazon végétal, soit enherber et planter des vivaces, des arbres et des arbustes.

POLLUTION PONCTUELLE

Voici quelques-unes des solutions préconisées pour s'attaquer à la pollution ponctuelle. Les opérations concernant le nettoyage, telles que le remplissage et le nettoyage, nécessitent des mesures de précaution. Si elles sont réalisées sur une zone ombragée, la concentration des



Une bande vive aine de 5 à 10 m permet de diminuer les intrants chimiques dans les cours d'eau.



Phytodista est en train d'étudier le pouvoir de piégeage de différentes plantes pour le méthyle de la clostrix.

Le biotransformateur, aussi appelé "Rhizobactérie", est développé par Bayer Crop Science, où les bactéries permettent d'éliminer les eaux contaminées par évaporation. Cette technique nécessite des cuves étanches

d'un volume important. Sur le terrain agricole, des biochitres ont été développés en Belgique par De Vriescholver C. Ils se caractérisent par des sacs drainés de volume réduit. Ils sont très faciles à fabriquer et permettent de diminuer grandement les concentrations de toxiques dans

les eaux de lavage de machinerie. Cela nécessite d'installer un récupérateur de ces eaux sous la zone de lavage ou de remplissage à pulvérisateur.

UTILISER DES ALTERNATIVES

At l'eu d'investir dans les produits phytosanitaires polluants et ainsi, he dans la dépollution, pourquoi ne pas investir dans les alternatives aux pesticides ? Pour éviter d'utiliser le chaptalpis, *Phytolacca flexilis*, on stérilise des mouches, on les lâche. Elles sont relâchées dans le champ à l'in de se reproduire avec des mouches du milieu, mais sans donner de progénitures : la population est donc diminuée à chaque génération. Plusieurs producteurs du PRISM ont fait l'achat de

Le brûleur thermique peut jouer un rôle avantageux dans la lutte contre les mauvaises herbes et ainsi réduire l'utilisation d'herbicides.



des insectes afin de "jouer" contre leur ravageur. Cela a permis à la majorité des producteurs de ne pas appliquer d'insecticide avant la récolte de l'orge.

Le Protéger N'a rien de Miraculeux : utilise des acariens existants pour lutter contre le tétranyque (sans une telle aide, seuls gains limités). C'est à qui pourra le mieux appliquer l'écologie dans ces tunnels. Sur les réseaux sociaux, des conseillers du PRISME, il a ciblé mis des espèces d'acariens pour la prévention, *Andryalus californicus* et *Andryalus indicus*. Plus sur les parcelles où la pression est plus élevée, *Phytoseiulus persimilis* est introduit. Il est très important de connaître le biologie du prédateur pour qu'il puisse s'adapter, de même que rien d'écologique afin de ne pas créer d'effets d'espèces exotiques.

Il est aussi possible d'attirer nos ravageurs sur certains parasites : les plantes pièges. Par exemple, quelques rangs de la vande d'oignons vers Greor Bohner permettent d'attirer les mouches et de n'appliquer l'insecticide que sur ces plants et non sur toute la parcelle.

Phyodora est en train d'étudier le pouvoir de piégeage de différentes plantes pour le nématode de la carotte. Le principe est d'attirer le nématode tout qu'il commence son cycle de vie. Après destruction de la plante hôte, son cycle est interrompu, la population de nématodes chute et la carotte peut être semée sans danger.



La pulvérisation électrostatique permet d'augmenter la quantité de pesticide déposé sur la plante plutôt que d'être perdu sur le sol.

L'INTÉGRALE DES
ZOOM LÉGUME
MAINTENANT DISPONIBLE SUR WWW.AGYOURS.COM

TOUS LES NUMÉROS ACCESSIBLES D'UN SEUL CLIC

Les stations aérodélogiques permettent d'utiliser des insectes pré-sélectionnés sur certaines maladies fongiques comme le mildiou ou le botrytis.



Les capteurs de spores, développée par PhytoData et Agriculture Canada, permettent de détecter si la maladie est présente dans l'air.

42 2009 L'Agro • 8 mars 2012

Différentes espèces de couvres ont également fait l'objet de projets de cultures pièges se montrant sensibles sur le site du CRAAQ.

Pour diminuer les herbicides, la lutte mécanique est d'une grande aide. Les producteurs horticoles Van Widen utilisent un brûleur thermique.

La pulvérisation électrostatique est aussi à l'essai d'AgPhytoData. Le but serait d'augmenter la quantité de pesticides déposée sur la plante plutôt que d'être perdue, sur le sol.

L'utilisation de stations météo ou de pluviomètres permet de mieux réajuster minutieusement une application, quand les précipitations sont inférieures à 25 mm. En effet, nous avons observé chez les clients du PRISM des différences de précipitations de simple au double pour des parcelles espacées de seulement 2 km.

Les stations météorologiques permettent également d'utiliser des modèles prévisionnels précis sur certaines maladies fongiques comme le mildiou ou le botrytis. Si les conditions ne sont pas réunies pour l'apparition de telles maladies, pourquoi traiter contre ce les-ci? C'est la gestion de risques.

Les capteurs de spores, développés par PhytoData et Agriculture Canada, permettent de détecter si la maladie est présente dans l'air. Ainsi, les producteurs d'algues arrivent à diminuer leurs applications de fongicides pour *Botrytis squamosa*. Ils pulvérisent seulement lorsqu'il est nécessaire et non de manière systématique. Cette technologie est en train de se développer pour d'autres maladies et d'autres cultures, notamment pour la pomme de terre, le fraise, la tomate et la vigne.

Ainsi, il existe bien des moyens pour réduire l'application de pesticides, et pour les remplacer. Et de la pour le coup, le coût ou l'ignorance qui limite leur utilisation? Les producteurs de la société pour s'aligner à leur mise en place. En 2006, le rapport du MDAP, Les pesticides en milieu agricole, état de la situation, conclut, non seulement et initialement prometteuses consacrant son dernier chapitre aux initiatives réduisant les risques. Au Québec, et après de gros efforts dans ce sens, la mise en place de lois, d'obligations de sensibilisation, de programmes de subventions ont appuyé la plupart des projets. Malgré tout, l'élimination des pesticides demeure très complexe et les technologies alternatives ont de la difficulté à être mises sur le marché.

RÉDUIRE LES PESTICIDES

Au lieu de réduire les risques des pesticides, réduisons les pesticides.

À Montréal, avec l'aide technique et financière de l'état (en moyenne, un agriculteur pouvait obtenir 13 600 \$ ann. la conversion vers l'agriculture biologique sur les terres situées à proximité des zones de cartage d'eau potable) a permis de diminuer de 24% les teneurs en produits phytosanitaires de l'eau potable en 14 ans. Ces coûts d'investissement, qui furent également couverts par l'agropécunier, ont été restaurés en 2010 par les écolos, représentant 950 000 \$ par an, soit moins d'un sou par m² d'eau distribuée. Au Québec, le moyen de consommation résidentielle d'eau usée par habitant est de 146 m³ d'eau par an et le coût de sa potabilisation varie entre 22 et 55 cents/m³. Il semble alors intéressant pour notre société, de se pencher sur le modèle municipal.

Que pensons-nous, nous les producteurs québécois, nous les consommateurs québécois? Sans réduire le rendement d'une entreprise, préférons-nous subventionner la réduction de risques liés aux pesticides ou la réduction d'emploi de pesticides? ♦

NOTES

1. Statistique Canada, l'Agence canadienne de l'environnement et de la pêche (2008), 2008, 100 pages.
2. L'Agence canadienne de l'environnement et de la pêche (2008), 2008, 100 pages.

La Coop
Uniforce 75
ANS



Notre passion,
votre succès.

Une équipe
dévouée.

1 800 363-7559

Article publié dans le Bulletin des Agriculteurs le 26 avril 2012

L'usine à mouches

Publié le [avril 26, 2012](#) par [André Dumont](#)

[Share on linkedin](#)[Share on facebook](#)[Share on twitter](#)[Share on email](#)[More Sharing Services](#)

Y'en a qui élèvent des poules, d'autres des vaches. Ou encore des mouches. Vous avez bien lu : au Québec, on élève des mouches. Par millions.



Les mouches d'élevages pondent près du pot en terre cuite, sous lequel se cache un oignon. PHOTO : André Dumont

Dans un ancien entrepôt à pommes de terre à Saint-Édouard, en Montérégie-Ouest, des mouches en cage sont nourries et suivies par une équipe de jeunes scientifiques. Leurs oeufs seront recueillis, pour les élever en larves, qui deviendront des pupes, puis des mouches.

En ce début de saison, «l'usine à mouches» de [Prisme Consortium](#) fonctionne à plein régime. Les premières mouches seront relâchées dans des champs d'oignons dès la fin avril. Vous l'avez deviné : il s'agit d'un moyen de lutte biologique.

Chaque année, la mouche de l'oignon fait des ravages dans les champs d'oignons, surtout là où il se fait peu, ou pas de rotations. Dans les terres noires de la région horticole de Saint-Rémi, des populations localisées de mouches de l'oignon résistent de mieux en mieux aux pesticides. Dans certains cas, même en triplant la dose, les producteurs n'arrivent plus à maîtriser cet insecte nuisible.

Depuis trois ans, Prisme prépare une riposte. « Le principe de base est sexuel! », lance en riant l'agronome Luc Brodeur. Les mouches mâles issues de l'élevage sont stérilisées par radiation, explique-t-il aux visiteurs. Lorsque relâchées au printemps, elles seront plus nombreuses et plus actives que les mâles de la population naturelle, qui se réveilleront à peine de l'hiver.

La nature étant parfois injuste, ces mâles stériles pourront s'accoupler plusieurs fois. Les femelles, pour leur part, ne vivront des ébats sexuels qu'une seule fois. Et si c'est avec un mâle stérile, leurs oeufs ne deviendront jamais des larves qui se nourrissent des oignons, verts ou jaunes.



Mouches au stade de pupe. PHOTO : André Dumont

Appuyée par l'entomologiste François Fournier, l'équipe de Prisme n'a fait qu'adapter une pratique qui existe depuis 40 ans en Europe et plus au sud dans les Amériques. Selon Luc Brodeur, l'élevage de mouches n'est pas particulièrement coûteux, ni compliqué, mais combien prometteur dans une perspective de réduction des pesticides.

Les mouches d'élevage sont nourries d'une bouillie épaisse à base de moulée pour cochon d'Inde, qui contient de la luzerne, du soya, de l'avoine, du blé et une foule d'autres aliments sains. Dans une pièce fermée où s'empile une centaine de cages en moustiquaire, des mouches pondent à proximité d'un petit pot de terre cuite sous lequel un oignon les attire par son odeur.

D'un jaune pâle, les oeufs sont si petits qu'il en faut 16 000 pour arriver à un gramme. Recueillis soigneusement, ils seront d'abord conservés dans des pots, puis saupoudrés dans des bacs remplis de nourriture. En 20 à 25 jours, on obtiendra environ 10 000 pupes par bac. Les pupes sont entreposées dans un local réfrigéré – pour simuler l'hiver – d'où ils sortiront quand on aura besoin de mouches à relâcher au champ.

Pour écraser la population de mouches des semis d'un champ, on peut relâcher jusqu'à 500 000 mouches stériles par hectare au cours d'une saison. Si on n'observe pas de mouches dans un champ d'oignon, on peut en relâcher 25 000 par hectare, par mesure préventive. À ce jour, l'opération se fait à la main, en ouvrant des sacs.

Cette année, Prisme espère traiter environ 250 hectares d'oignons avec ses mouches stériles. Le coût est estimé à 1000 \$ l'hectare. Le projet d'« usine à mouches » est encore en rodage. Il est doté d'un budget de 600 000 \$, fourni par le CDAQ et des producteurs membres de Prisme.

« Dans les oignons jaunes, notre objectif est que les mouches arrivent à coûter moins cher que l'application de pesticides, affirme Luc Brodeur. Malgré cela, ce sera toujours plus compliqué qu'un traitement chimique. »

RÉGIONS

Quand un insecte devient l'ami des plantes

FRANCINE SAINT-LAURENT

Collaboration spéciale

SAINT-ÉDOUARD DE NAPIERVILLE — Les lâchers d'insectes « verts », une méthode de lutte écologique, ont pris leur envol en 2010, quand trois millions de mouches stériles ont été relâchées dans un seul secteur à Saint-Michel de Napierville. Ce printemps, d'avril jusqu'à août, une véritable armée de 32 millions de mouches de l'oignon stériles sera libérée sur 280 hectares à Saint-Michel, Sherrington, Sainte-Clotilde et Napierville. Ces mouches fraîchement sorties d'une bio-usine sont stérilisées par exposition contrôlée à une source de radiation. Selon Luc Brodeur, un des fondateurs de Prisme (1982) et de la compagnie de recherche Phytodata (1991), les lâchers de mouches stériles sont aussi efficaces que les insecticides chimiques. « Une fois en liberté, nos mâles irradiés entrent en compétition avec les mâles naturels fertiles pour féconder les femelles. Les œufs obte-



Phytodata élève actuellement plus de 32 millions de mouches de l'oignon. L'objectif est d'en produire 100 millions d'ici cinq ans.

de kilomètres de Montréal. « À ma connaissance, il n'existe que deux endroits au monde à produire des mouches de l'oignon stériles destinées à une production commerciale. Ici et en Hollande. » Luc Brodeur a déjà songé à

Nous élevons, à l'heure actuelle, plus de 32 millions de *Delia antiqua* dans des cages à mailles très fines. Notre objectif? Produire 100 millions de mouches dans trois à cinq ans. » Rappelons que les femelles produisent

porte Phytodata à la mouche de l'oignon s'explique du fait qu'il y a beaucoup de production d'oignons secs dans la région. « La production maraîchère est l'industrie la plus importante de la MRC des Jardins-de-Napierville. Plus des trois quarts des superficies de production maraîchère du Québec se trouvent ici. Les exportations annuelles sont de l'ordre de 140 M\$ sur un total de 170 M\$ de production en Montérégie-Ouest. » Énorme! Cependant, il y a un

Pour l'instant, les producteurs d'oignons qui peuvent profiter de cette manne ailée sont ceux qui sont membres de Prisme et qui financent ce projet depuis 2002.

grain de sable dans l'engrenage : la mouche de l'oignon.

Alternatives aux insecticides

Selon Luc Brodeur, il faut trouver autre chose que les insecticides chimiques, dont certains sont très nocifs

(1991), les lâchers de mouches stériles sont aussi efficaces que les insecticides chimiques. « Une fois en liberté, nos mâles irradiés entrent en compétition avec les mâles naturels fertiles pour féconder les femelles. Les œufs obtenus par l'accouplement avec un mâle irradié seront stériles. Il n'y a donc pas d'émergence de larves. »

Les mouches sont produites dans une ferme d'élevage située à Saint-Édouard-de-Napierville dans la région de la Montérégie, à une cinquantaine

de kilomètres de Montréal. « À ma connaissance, il n'existe que deux endroits au monde à produire des mouches de l'oignon stériles destinées à une production commerciale. Ici et en Hollande. » Luc Brodeur a déjà songé à créer un partenariat avec la firme hollandaise, mais les exigences étaient telles qu'elles ont incité l'équipe québécoise à retourner chez elle pour mettre au point sa propre recette. « Grâce à notre savoir-faire, nous sommes arrivés à de bons résultats.

Nous élevons, à l'heure actuelle, plus de 32 millions de *Delia antiqua* dans des cages à mailles très fines. Notre objectif? Produire 100 millions de mouches dans trois à cinq ans. » Rappelons que les femelles produisent des œufs qui se transforment en asticots pour devenir par la suite des pupes de couleur brun clair à brun foncé légèrement plus grosses qu'un grain de blé. C'est à ce stade que sont irradiés les mâles et les femelles.

Selon Luc Brodeur, l'intérêt que

gran de sable dans l'engrais... mouche de l'oignon.

Alternatives aux insecticides

Selon Luc Brodeur, il faut trouver autre chose que les insecticides chimiques, dont certains sont très nocifs pour l'environnement. « Les sols maraîchers sont soumis à des quantités de produits chimiques de deux à douze fois plus élevées que celles appliquées sur les sols consacrés aux cultures céréalières. À l'heure actuelle, nous utilisons un des insecticides les plus toxiques qui existent sur le marché pour lutter contre la mouche de l'oignon : le Lorsban. » Or, le problème, c'est que la mouche de l'oignon a acquis une résistance à ce puissant insecticide.

Objectif : devenir compétitif

« Au Québec, ça coûte plus cher d'utiliser les mouches "vertes" que les insecticides chimiques. En Hollande, c'est tout le contraire. À l'heure actuelle, nous sommes en phase d'optimisation de procédé d'élevage afin de le rendre rentable commercialement et concurrentiel par rapport aux insecticides. » Luc Brodeur ajoute que des recherches exploratoires sont en ce moment effectuées sur les diètes artificielles et sur l'entreposage des mouches dans un état d'hibernation.

Pour l'instant, les producteurs d'oignons qui peuvent profiter de cette manne ailée sont ceux qui sont membres de Prisme et qui financent ce projet depuis 2002.

GRANDES retrouvailles

CAMPUS DE ST-HYACINTHE



CAMPUS DE LA POCATIÈRE



des anciennes et anciens de l'ITA



ST-HYACINTHE
24 août Golf ATA / 120\$
25 août 2012

10 h	Journée portes ouvertes à l'ITA St-Hyacinthe
16 h 30	Cocktail de bienvenue au Centre BMO
17 h	Grand Banquet au Centre BMO
20 h	Soirée dansante

60\$ jusqu'au 1^{er} juin et 70\$ après cette date
Info : 450-778-6504 poste 6298 • permanencesaint-hyacinthe@anciensita.ca

www.anciensita.ca

LA POCATIÈRE
25 août 2012 • sous le grand chapiteau ITAcien

9 h à 12 h	Accueil et inscription - Visites guidées
13 h à 16 h	Les travaux agricoles d'antan
16 h 30	Cocktail des retrouvailles et lancement de l'Association
18 h	Banquet ou Souper champêtre (Au choix)
22 h	Soirée spectacle au Centre Bombardier

26 août 2012 • Journée soulignant les 50 ans de l'ITA
 Brunch dès 9 h - 14h Démonstration équine - Fermeture
Info : 418-856-1110 poste 1378
permanence.anciens@gmail.com

Article publié dans Gestion et technologie agricoles (GTA), 27 septembre 2012, dans Agri-Vallée, juin 2012, ainsi que sur le site du MAPAQ

Les mouches stériles : une alternative aux insecticides dans l'oignon

Roxana Bindea

Agronome

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
Sainte-Martine

Les insecticides nous permettent de lutter efficacement contre de nombreux ravageurs des cultures. Malheureusement, leur utilisation présente aussi des désavantages. Même s'ils sont utilisés adéquatement, les insecticides peuvent affecter l'environnement et la santé. La répression de la mouche dans la culture de l'oignon est un bon exemple où de grandes quantités d'insecticides sont utilisées. Heureusement, pour la lutte contre ce ravageur, une technique très intéressante et sans impact nuisible existe : la technique des mâles stériles.

Description de la méthode

La technique des mâles stériles est une méthode de lutte qui consiste à relâcher en quantité contrôlée des mouches stérilisées dans les champs à protéger. Dans ce but, il faut produire de grandes quantités de mouches de l'oignon pendant l'hiver, les stériliser par une exposition contrôlée à une source de radiation le printemps suivant et les relâcher au champ pendant la saison de production. Les mâles stérilisés entrent alors en compétition avec les mâles naturels fertiles pour s'accoupler avec les femelles. Celles-ci, fécondées par des mâles stériles, pondront des œufs stériles, donc sans émergence de larves. L'efficacité de cette méthode de contrôle repose sur le maintien d'un ratio élevé d'insectes stériles par rapport aux insectes naturels. Depuis les années 1980, les producteurs hollandais utilisent avec succès cette technique sur de grandes superficies d'oignons.



Où en sommes-nous?

La compagnie de recherche Phytodata, qui fait partie du Consortium PRISME, conduit des essais pour valider cette technique dans les conditions de production québécoise depuis 2005. Au départ, les spécialistes ont dû travailler à la mise au point de la technique d'élevage des mouches, notamment en ce qui a trait à la diète servant à alimenter les larves. Cette année, ils prévoient que 32 millions de mouches de l'oignon seront relâchées sur 240 hectares en Montérégie-Ouest. Ainsi, l'utilisation de 2 à 3 tonnes métriques d'insecticides chimiques sera évitée. Cette méthode de lutte aurait donc tout avantage à être implantée à plus grande échelle encore. Plus la technique est utilisée par un grand nombre de fermes dans une région, plus il sera facile de maintenir de faibles populations de mouches et plus les coûts d'utilisation de la technique seront réduits.

Ce qui reste à faire...

Pour que la technique des mâles stériles puisse faire sa place au Québec, quelques défis devront être relevés au cours des prochaines années : augmenter la capacité de production de l'usine d'élevage de mouches pour atteindre un niveau davantage commercial, inciter un maximum de producteurs d'oignons à adhérer à cette technique, et surtout, s'assurer de bien gérer et financer cette nouvelle méthode.

L'utilisation des mouches stériles s'inscrit dans les priorités du projet pilote visant à réduire l'impact et l'utilisation des pesticides dans les zones intensives de production légumière, mis en place en 2011 en Montérégie-Ouest. Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Agriculture et Agroalimentaire Canada, la Fédération des producteurs maraîchers du Québec, l'Association des jardiniers maraîchers du Québec, la Fédération de l'UPA de Saint-Jean-Valleyfield et le Consortium PRISME contribuent à ce projet.

Texte intégral : journal Gestion et technologie agricoles (GTA), 27 septembre 2012 et journal Agri-Vallée, juin 2012.

Photo : MAPAQ

Publié le 01 juin 2013 à 04h30 | Mis à jour le 01 juin 2013 à 04h30

Moins de pesticides grâce aux mouches roses



[Agrandir](#)

Jocelyn Leclair, des Fermes Leclair, a remplacé l'épandage de pesticides dans ses champs d'oignons verts et de radis par l'utilisation de mouches stériles.

PHOTO OLIVIER PONTBRIAND, LA PRESSE

- [Portrait de famille: les Keegan-Stewart](#)



MARIE ALLARD

La Presse

Des mouches roses envahissent les champs de la Montérégie - et nul besoin de fumer quoi que ce soit pour les voir. Près de 40 millions de mouches stérilisées, puis colorées en rose, seront relâchées cet été par Prisme Consortium, pour diminuer l'usage de pesticides dans les fermes d'oignons et de radis.

«Ce sont des mâles qui vont s'accoupler avec des femelles sauvages, pour faire baisser les populations de cet insecte ravageur», a expliqué vendredi sous un soleil de plomb Franck Bosquain, directeur

adjoint à la recherche chez Prisme, au ministre de l'Agriculture, François Gendron, en tournée en Montérégie.

Jocelyn Leclair, un producteur maraîcher de Sherrington, perdait de 5% à 6% de ses oignons verts à cause des mouches, quand il tentait de s'en débarrasser à coups d'insecticide. «Aujourd'hui, 100% du contrôle se fait avec les mouches stériles, a-t-il témoigné. Et on n'a plus de pertes.» Gros hic: les mouches coûtent deux fois plus cher, à l'hectare, que les pesticides. Et l'aide financière que peut donner Québec semble limitée.

Véritable jardin du Québec, la Montérégie-Ouest produit 60% des légumes frais de la province. Conséquence: la concentration de 15 pesticides dans un ruisseau du bassin de la rivière Châteauguay est si élevée qu'elle dépasse pour chacun d'eux les critères de qualité de l'eau, mettant en danger la vie aquatique.

Cette statistique alarmante, tirée d'un rapport du ministère de l'Environnement, a donné un électrochoc aux agriculteurs, qui ont fondé en octobre le Pôle d'excellence en lutte intégrée. Son rôle: réduire la dépendance aux pesticides.

Production de certains légumes menacée

«La nouvelle génération de producteurs est drôlement consciente de la gestion des pesticides et cherche des solutions, a affirmé Luc Brodeur, directeur général de Prisme. Leurs grands-pères et pères n'y étaient pas du tout sensibles.»

«Pour chaque dollar dépensé en pesticides - incluant le produit et l'application sur nos fermes -, il incombe entre 0,80\$ et 2\$ à la société en coûts de santé et environnementaux», a reconnu Marian Vinet, propriétaire des Jardins Vinet à Saint-Rémi, citant une étude de Forest Lavoie.

Or, les étés plus longs font vivre davantage de générations d'insectes, le réchauffement climatique en attire de nouveaux, et le Québec s'apprête à revoir son Code de gestion des pesticides. S'il n'y a pas bientôt de nouveaux outils écologiques pour lutter contre les ravageurs, «la production de certains légumes pourrait être menacée», a fait valoir M. Vinet.

Des *snipers* aux champs

Les idées originales ne manquent pas. Anatis Bioprotection élève des insectes parasitoïdes (qui détruisent les oeufs des insectes nuisibles) et prédateurs (qui les mangent). Vos champs de maïs sont menacés par la pyrale? Il suffit d'y relâcher des guêpes microscopiques. «On les appelle nos *snipers*, elles sont très, très efficaces», a assuré Jean-Bernard Gélinas, directeur du marketing d'Anatis.

Vos cours d'eau sont pollués? Un marais filtrant peuplé de quenouilles a permis de diminuer la concentration de deux pesticides de 65% et 100%, l'été dernier, chez le maraîcher A. Barbeau et fils. Des fleurs colorées plantées au bord de l'eau ont, quant à elles, permis d'attirer deux fois plus d'insectes prédateurs. Sans toutefois diminuer le taux d'insectes ravageurs.

Toutes ces initiatives, «c'était requis, c'était nécessaire, a commenté le ministre Gendron, après avoir pris connaissance du travail du Pôle. C'est comme ça qu'il faut travailler». Même si l'État québécois «est cassé, a-t-il fait valoir, on va essayer de faire un effort [financier] additionnel».

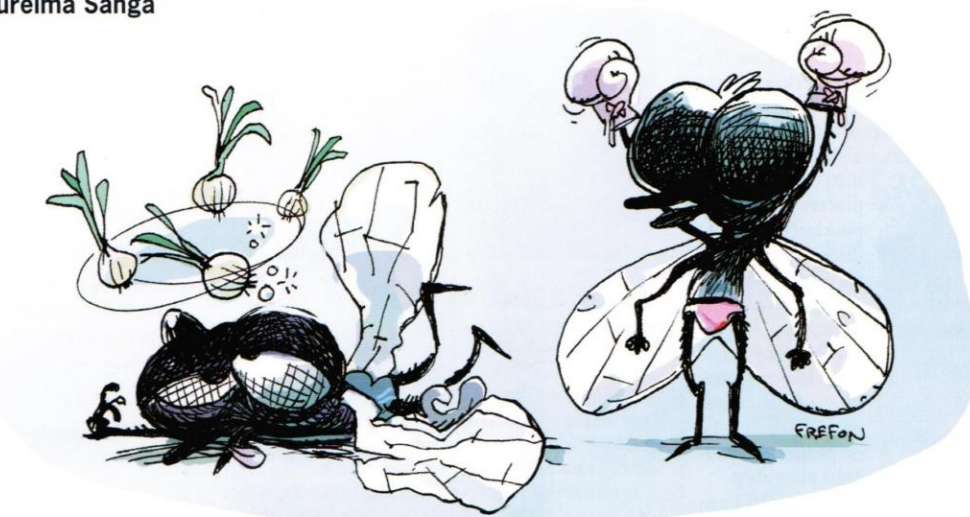
Cela risque de ne pas être suffisant pour l'élevage de mouches roses. «On n'est pas capables de trouver de capital de risque pour continuer, ça ne rapporte pas assez, a souligné M. Brodeur. Comme ce n'est pas assez rentable, on va continuer d'importer des pesticides. La situation est frustrante.»

actualités

Roses, irradiées et bien élevées

Des insectes roses fluo, stérilisés et élevés dans un entrepôt, pourraient bien sauver nos cultures des ravages de la mouche de l'oignon. Solution de rechange aux pesticides? L'expérience a lieu en Montérégie.

Par Boureima Sanga*



Le village de Saint-Édouard, à quelque 30 km au sud de Montréal, abrite une ferme bien particulière. On n'y élève ni poules, ni porcs, ni vaches, mais des mouches qui ressembleraient à s'y méprendre aux vulgaires *Musca domestica*, si elles n'étaient artificiellement colorées en rose.

La ferme appartient au Consortium PRISME, une association de producteurs agricoles et de professionnels engagés dans la recherche, le développement et la mise en œuvre de bonnes pratiques agraires.

C'est en fait un ancien entrepôt de pommes de terre qui sert d'« usine à mouches ». À l'intérieur, des milliers d'insectes virevoltent sans bruit. Mon arrivée dans la **salle d'élevage** les fait s'agiter dans leurs cages. « Les mouches ont tout ce qu'il faut. Nous leur donnons à manger et à boire », explique François Fournier, spécialiste en entomologie agricole, professeur-chercheur au collège Montmorency à Laval et partenaire dans ce projet de recherche. On a humidifié la salle de ponte, laquelle abrite 360 000 pond-
FREFFON

deuses, pour recréer le biotope de *Delia antiqua*, communément appelée mouche de l'oignon.

Pourquoi élever de telles ravageuses? En fait, les chercheurs valident ici, pour la première fois au Québec, une stratégie déjà utilisée ailleurs dans le monde contre les insectes nuisibles : la stérilisation par irradiation.

Il faut savoir que la mouche femelle ne s'accouple qu'une fois dans sa vie. Les mâles stérilisés entrent alors en compétition avec les mâles naturels pour féconder les femelles. Or, dans le cas d'un accouplement avec mâle stérile, les œufs pondus sont « vides »; ils ne deviendront jamais des larves et n'endommageront pas les oignons. Cette approche « biologique » diminue considérablement la quantité de larves et permet de se passer des pesticides. « La femelle pond ses œufs au sol, explique François Fournier. Lorsque les asticots émergent, ils vont grignoter les racines. Ensuite, ils remontent et détruisent complètement la plante. Une seule larve peut en tuer de 5 à 8. » Quand on pense qu'une femelle

pond jusqu'à 200 œufs et que, dans un été, on assiste à la naissance de 3 à 5 générations de *Delia antiqua*, on mesure mieux la gravité de la situation.

L'élevage de la mouche de l'oignon se fait pendant l'automne et l'hiver. On commence par récolter des pupes dans les champs. Ce sont de petits cocons qui contiennent les futures mouches; on les dépose ensuite dans des cages avec de l'eau, de la nourriture et un site de ponte (la moitié d'un oignon) dans une assiette. Quand les pupes se sont transformées en mouches sexuellement matures, elles s'accouplent et pondent des œufs autour du légume. Le noyau de l'élevage est ainsi constitué. Plus besoin d'aller aux champs récolter de nouvelles pupes. « Tous les deux jours, on récupère ces œufs (jusqu'à 125 000 chaque fois) et on les enseme dans des plateaux contenant une diète à base de levure de bière, de farine de sodium, de nourriture animale, de vitamines, de sucre, de cellulose et d'antibiotiques », précise François Fournier.

Pendant ce temps, l'agronome Samira



actualités

Sennoun effectue devant nous un contrôle de qualité des pupes. Elle les compte et écarte celles qui sont endommagées. « Au bout de 8 à 10 jours, dit-elle, ces pupes sont stockées à 15 °C, sans aucune lumière. Leur développement est ainsi bloqué, en attendant le moment où elles seront utilisées. »

En été, les pupes sont transportées, pour être stérilisées par irradiation, au Centre de recherche du Consortium PRISME, à Saint-Hyacinthe. « Les rayons gamma utilisés endommagent les cellules des testicules et des ovaires, mais les mouches restent bien portantes et sexuellement compétitives », explique François Fournier.

Après l'irradiation, les pupes sont rame-

Les maraîchers hollandais utilisent les mouches depuis les années 1980 pour lutter contre les parasites qui affectent les cultures d'oignons du pays.

Dans l'archipel de Zanzibar, c'est cette technique qui a permis d'éliminer la mouche tsétsé responsable de la maladie du sommeil chez l'humain et de la trypanosomose chez l'animal. Ailleurs en Afrique, de vastes programmes d'élevage de mouches tsétsés stériles sont présentement en cours.

nées à la ferme et placées dans une poudre colorante fluorescente afin de les distinguer des mouches sauvages pour les évaluer avec plus de précision. Les mouches naissent donc roses et irradiées. L'usine en produit 25 millions par année.

Durant les 3 années d'expérimentation, les chercheurs ont libéré jusqu'à 450 000 mouches à l'hectare dans les

champs. « Les deux premières années, on n'a eu aucun dommage sur les plants d'oignons. La troisième, seulement 1,7 %. C'est cinq fois moins que dans le temps où on utilisait les pesticides chimiques », se félicite François Fournier.

Encore faudra-t-il produire 100 millions de mouches roses par an si on veut traiter tous les champs d'oignons du Québec. Un défi qui demande des ressources que le directeur général du Consortium PRISME, l'agronome Luc Brodeur, n'a pas. « On est incapables de trouver le capital pour continuer, ça ne rapporte pas assez pour le moment, constate-t-il. La situation est frustrante. Partout où sont utilisées les mouches stériles – aux États-Unis, en Afrique, en Amérique centrale et du Sud, ou en Chine –, les gouvernements soutiennent le projet! »

** Boureima Sanga est journaliste scientifique basé à Ouagadougou, au Burkina-Faso. Il réalise actuellement un stage à Québec Science grâce à une bourse du Centre de recherches pour le développement international.*

10 Québec Science | Octobre 2013