



Forest Lavoie  
Conseil

Consultants en économie, spécialisés  
en agriculture, en agroalimentaire  
et en énergie



Compagnie de Recherche Phytodata inc.

## Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

### Rapport final

16 février 2011

*Une partie du financement de ce projet a été assurée par Agriculture et Agroalimentaire Canada, par l'entremise du Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA). Au Québec, la part destinée au secteur de la production agricole est gérée par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec.*



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada

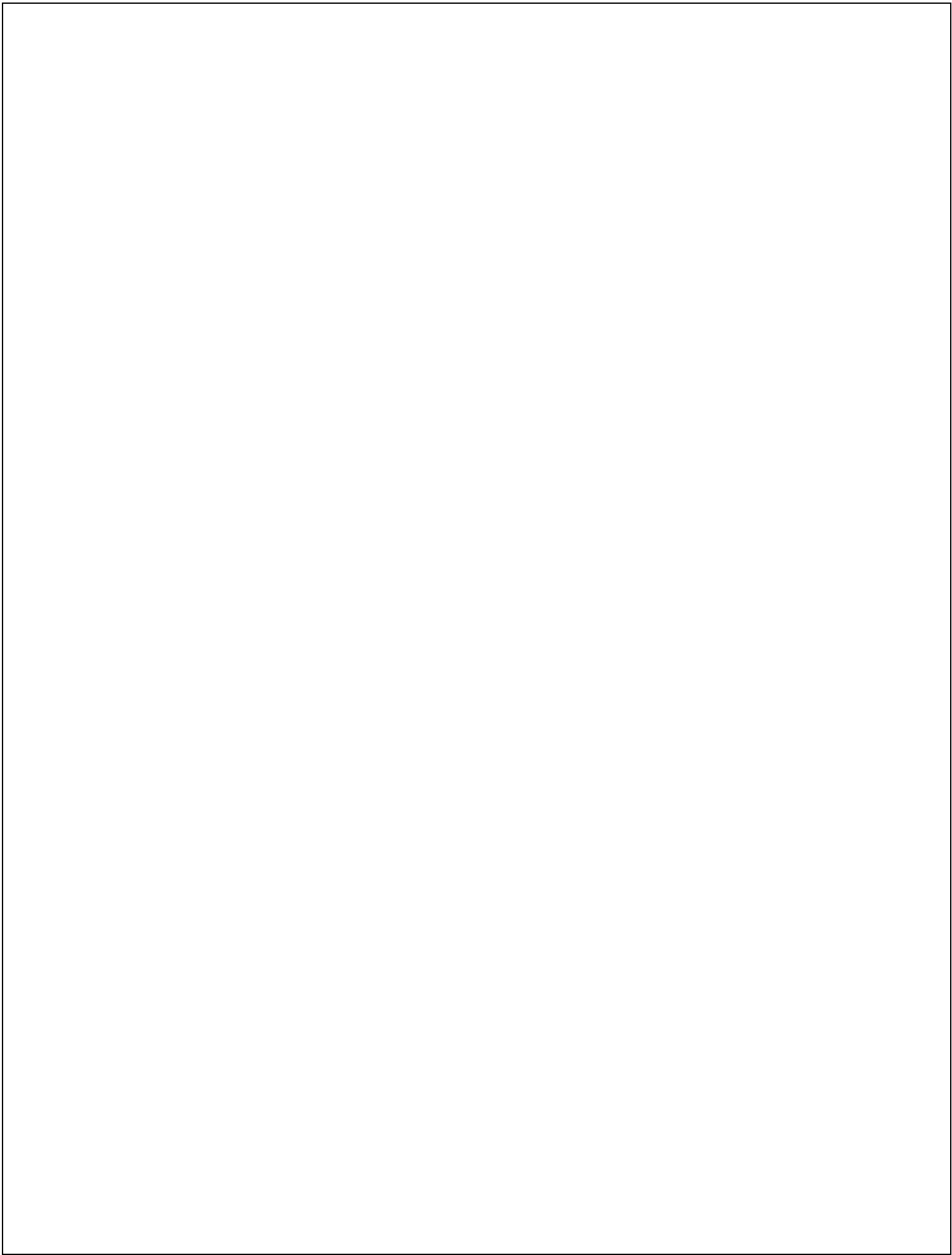
*Une partie du financement de ce projet a été fournie par l'entremise des conseils sectoriels du Québec et de l'Ontario qui exécutent le Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA) pour le compte d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.*

534, Avenue Curzon, St-Lambert (QC) J4P 2V8

 514.952.9372

 [forestlavoieconseil.com](http://forestlavoieconseil.com)

 514.793.5320



## Équipe

Responsable du mandat : Jean-François Forest, agr., M.Sc., Forest Lavoie Conseil

Recherche, analyse et rédaction : Jean-François Forest, agr., M.Sc., Forest Lavoie Conseil  
François Fournier, M.Sc. Collège Montmorency

Recherche, analyse et modélisation: Edjigayehu Seyoum-E., M.Sc., Edji-CAD

Analyse : Luc Brodeur, agr., M.Sc. Phytodata  
Gilbert Lavoie, agr. M.Sc., Forest Lavoie Conseil

Révision linguistique : Ève Sylvestre

## Table des matières

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Introduction.....                                                                                 | 1  |
| 2. Les objectifs de l'étude.....                                                                     | 4  |
| 3. Les méthodes de lutte biologique et les lâchers d'insectes stériles.....                          | 5  |
| 3.1 Lutte biologique classique.....                                                                  | 5  |
| 3.2 Lutte biologique de conservation.....                                                            | 5  |
| 3.3 Lutte biologique par inoculation ou inondation.....                                              | 6  |
| 3.4 Lâchers de mâles stériles.....                                                                   | 7  |
| 3.5 Contrôle de la mouche de l'oignon à l'aide de lâchers de mâles stériles.....                     | 8  |
| 4. Une revue de la littérature sur les bénéfices et les coûts de l'utilisation des insecticides..... | 10 |
| Introduction.....                                                                                    | 10 |
| 4.2 Les avantages (bénéfices) des pesticides.....                                                    | 10 |
| 4.3 Les inconvénients (les coûts).....                                                               | 13 |
| 4.4 Les externalités économiques.....                                                                | 19 |
| 5. Cadre méthodologique.....                                                                         | 22 |
| 5.1 Introduction.....                                                                                | 22 |
| 5.2 L'évaluation des pertes causées par les mouches de l'oignon.....                                 | 22 |
| 5.3 Les quantités de pesticides utilisées et les coûts par hectare.....                              | 24 |
| 5.4 Les budgets de production – oignon jaune et oignon vert.....                                     | 26 |
| 5.5 Le budget pour établir le coût de production des mouches stériles en élevage.....                | 28 |
| 5.6 Les trois scénarios d'introduction des mouches stériles au champ.....                            | 31 |
| 5.7 L'implantation des mouches stériles selon des zones de production définies.....                  | 32 |
| 5.8 La perception des producteurs en regard des pesticides et des lâchers de mouches stériles.....   | 38 |
| 5.9 La modélisation (l'outil de support à la décision).....                                          | 40 |
| 6. Analyse des résultats.....                                                                        | 45 |
| 6.1 Les bénéfices sociétaux.....                                                                     | 45 |
| 6.2 Le coût d'élevage et de lâchers de mouches stériles.....                                         | 47 |
| 6.3 Le prix de commercialisation des mouches stériles.....                                           | 48 |
| 6.4 Les résultats sur la rentabilité relative des scénarios.....                                     | 49 |
| 6.5 Stratégie d'implantation des mouches stériles.....                                               | 55 |
| 6.6 Les limites de l'analyse.....                                                                    | 58 |
| Conclusion.....                                                                                      | 59 |
| Bibliographie.....                                                                                   | 62 |
| Les Annexes.....                                                                                     | 65 |

## Liste des tableaux

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Résultats de 4 années de lâchers inondatifs de mouches de l'oignon stériles dans des champs commerciaux d'oignons dans la région de Sherrington (Québec).....     | 9  |
| Tableau 2 : Résultats d'études sur les bénéfices / coûts associés aux pesticides.....                                                                                         | 12 |
| Tableau 3 : Évaluation des coûts sociaux et environnementaux de l'utilisation des pesticides dans le district de Tong'an en Chine.....                                        | 16 |
| Tableau 4 : Estimation des coûts environnementaux et sociaux aux États-Unis en 1993.....                                                                                      | 17 |
| Tableau 5 : Coûts environnementaux et économiques de l'application de pesticides aux États-Unis en 2005.....                                                                  | 19 |
| Tableau 6 – Pertes de récolte causées par la mouche de l'oignon – oignon jaune.....                                                                                           | 23 |
| Tableau 7 – Pertes de récolte causées par la mouche de l'oignon – oignon vert.....                                                                                            | 24 |
| Tableau 8 : Quantité d'insecticides utilisée pour contrôler la mouche de l'oignon – oignon jaune.....                                                                         | 24 |
| Tableau 9 : Quantité d'insecticides utilisée pour contrôler la mouche de l'oignon – oignon vert.....                                                                          | 25 |
| Tableau 10 : Coût des insecticides utilisés pour contrôler la mouche de l'oignon – oignon jaune.....                                                                          | 25 |
| Tableau 11 : Coût des insecticides utilisés pour contrôler la mouche de l'oignon – oignon vert.....                                                                           | 25 |
| Tableau 12 : Budgets de production pour les cultures d'oignons jaunes et d'oignons verts.....                                                                                 | 27 |
| Tableau 13 : Budget du calcul du coût de production des mouches stériles en élevage et des lâchers au champ.....                                                              | 30 |
| Tableau 14 : Superficie en culture - oignon jaune et oignon vert.....                                                                                                         | 34 |
| Tableau 15 : Scénario 1 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon jaune.....                                                                                | 34 |
| Tableau 16 : Scénario 1 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon vert.....                                                                                 | 34 |
| Tableau 17 : Scénario 1 – nombre total de mouches stériles relâchées par zone et par période – tout oignon.....                                                               | 35 |
| Tableau 18 : Scénario 2 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon jaune.....                                                                                | 35 |
| Tableau 19 : Scénario 2 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon vert.....                                                                                 | 35 |
| Tableau 20 : Scénario 2 – nombre total de mouches stériles relâchées par zone et par période – tout oignon.....                                                               | 36 |
| Tableau 21 : Scénario 3 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon jaune.....                                                                                | 36 |
| Tableau 22 : Scénario 3 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon vert.....                                                                                 | 36 |
| Tableau 23 : Scénario 3 – nombre total de mouches stériles relâchées par zone et par période – tout oignon.....                                                               | 37 |
| Tableau 24 : Coûts totaux de production et de lâchers de mouches stériles par période selon le scénario choisi.....                                                           | 37 |
| Tableau 25 : Réduction d'insecticides utilisés – scénario 1 – lâchers de mouches stériles.....                                                                                | 46 |
| Tableau 26 : Bénéfices sociétaux générés selon le scénario - ratio 1 : 1.....                                                                                                 | 46 |
| Tableau 27 : Bénéfices sociétaux internalisés dans le prix des mouches stériles.....                                                                                          | 46 |
| Tableau 28 : Coûts totaux de production et de lâchers de mouches stériles générés par la modélisation selon le scénario et coûts nets totaux assumés par les producteurs..... | 47 |
| Tableau 29 : Quantité totale de mouches stériles utilisée selon la culture et le scénario.....                                                                                | 47 |
| Tableau 30 : Ratio équitable de prix de vente des mouches stériles entre les deux cultures.....                                                                               | 48 |
| Tableau 31 : Prix des mouches selon le scénario et la culture, avec ou sans bénéfices internalisés.....                                                                       | 48 |
| Tableau 32 : Coût des mouches par hectare - selon l'année d'introduction et le prix d'achat des mouches stériles....                                                          | 49 |
| Tableau 33 : Résultats comparatifs de la première année d'implantation des mouches stériles avec injection de bénéfices sociétaux.....                                        | 51 |
| Tableau 34 : Résultats comparatifs de la première année d'implantation des mouches stériles sans injection de bénéfices sociétaux.....                                        | 52 |

---

|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 35 : Sommaires des résultats comparatifs des autres années d'implantation des mouches stériles avec et sans injection de bénéfices sociétaux – Revenus moins charges ..... | 53 |
| Tableau 36 : Superficie en culture - oignon jaune et oignon vert .....                                                                                                             | 56 |
| Tableau 37 : Charges totales des lâchers, revenus de commercialisation, coûts totaux d'élevage et transfert de la société .....                                                    | 57 |
| Tableau 38 : Résultats comparatifs des lâchers de mouches stériles et des traitements d'insecticides seulement.....                                                                | 57 |

### Liste des figures

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Acteurs impliqués dans les transactions de bénéfices et coûts.....                                                       | 3  |
| Figure 2 : Bénéfices attribués aux pesticides pour contrôler les ravageurs et les maladies des cultures .....                       | 11 |
| Figure 3 : Illustration de l'évolution des pertes (en valeur de la culture) en raison de la population de ravageurs .....           | 23 |
| Figure 4 : Illustration des lâchers de mouches stériles pour les scénarios 1 et 2 – quantité de mouches relâchées par hectare ..... | 31 |
| Figure 5 : Illustration des lâchers de mouches stériles pour le scénario 3 .....                                                    | 32 |
| Figure 6 - Structure de la fonction « objectif » .....                                                                              | 42 |

## 1. Introduction

Depuis quelques années, Phytodata évalue la possibilité d'implanter des installations afin de produire des mouches mâles stériles et de les relâcher pour limiter les infestations de mouches de l'oignon (*Delia antiqua*). Pour ce faire, Phytodata s'est inspiré de la longue expertise développée dans ce domaine aux Pays-Bas. Depuis 25 ans, les producteurs de ce pays utilisent des lâchers de mâles stériles pour endiguer les infestations de mouches de l'oignon sur plus de 50 % des superficies cultivées. Les résultats obtenus aux Pays-Bas montrent un contrôle efficace des populations d'insectes (moins de 1% de dommages observés) tout en permettant une réduction appréciable du volume de pesticides utilisés.

Cette méthode de contrôle consiste à produire de grandes quantités de mouches, à les entreposer au froid durant l'hiver, à les stériliser par irradiation et à les relâcher au champ au printemps suivant lorsque les mouches sauvages sont actives dans les cultures. C'est à ce moment que les mouches mâles stériles entrent en compétition avec les mâles sauvages fertiles pour féconder les femelles. Ces dernières, en s'accouplant avec des mâles stériles, produiront des œufs non fertiles et il n'y aura alors pas d'émergence de larves.

Phytodata conduit depuis 2005 des essais de production de mouches stériles et des expériences en champ pour valider cette méthode de contrôle dans les conditions de production québécoise. À cette fin, un élevage de mouches de l'oignon a été mis sur pied. La méthode de stérilisation par exposition des pupes à de faibles doses d'irradiation a été validée et la compétitivité des mâles stériles avec les mâles non irradiés a été démontrée en laboratoire et en champ.

La méthode s'est montrée efficace dans son fonctionnement à titre expérimental. Toutefois, la rentabilité de production de mouches stériles en grande quantité et leur substitution comme alternative économique aux insecticides sur les fermes demeurent à être démontrées. Les perspectives semblent pourtant intéressantes pour le marché des mouches stériles. Au Québec, les superficies d'oignons verts étaient de 567 ha en 2008 alors qu'il s'est cultivé 2 023 ha d'oignons jaunes cette même année<sup>1</sup>. Les recettes monétaires agricoles, quant à elles, s'élevaient à près de 23 millions de dollars pour les oignons jaunes et 13 millions de dollars pour les oignons verts. En majorité, les superficies d'oignons au Québec sont concentrées dans la localité de Sherrington en Montérégie Ouest. Des productions d'oignons verts sont aussi présentes dans la Montérégie Est. La moitié des superficies d'oignons cultivés au Québec est déjà soumise au dépistage hebdomadaire par le service de PRISME. Cette situation devrait permettre l'implantation efficace des lâchers de mouches stériles.

### Lutte contre la mouche

Il existe quatre contrôles chimiques pour limiter les dommages de la mouche sur les plants d'oignons : l'enrobage des semences avec le Governor, l'utilisation au semis d'un insecticide granulaire, le Lorsban, et l'application d'insecticides

---

<sup>1</sup> Statistique Canada, Production de fruits et de légumes juin 2008, Adresse URL : <http://www.statcan.gc.ca/pub/22-003-x/22-003-x2008001-fra.pdf>.

foliaires comme le Matador et le Dibrom. Avec le temps, certains de ces produits sont devenus moins performants à cause du développement de la résistance des mouches.

L'utilisation de méthodes de contrôle basées sur une meilleure utilisation de la biologie du ravageur et ne présentant aucun risque de contamination pour le produit récolté pourrait devenir une alternative rentable si l'on considère non seulement son efficacité technique, mais aussi le maintien de l'image de qualité de la production face au marché local et aux marchés d'exportation.

Les résultats de l'étude, conduite par Bissonnette et al (2008), montrent clairement l'intérêt d'utiliser des lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons verts en raison de la valeur des pertes et des contraintes que pose l'utilisation des pesticides. La situation n'est pas aussi claire pour la culture de l'oignon jaune puisque, dans ce cas, les pertes sont de façon générale moins élevées; mais pour ce faire, cela exige néanmoins des quantités croissantes d'insecticides pour contrôler les dommages. Par ailleurs, la production de mouches stériles au-delà du seuil expérimental nécessite des investissements relativement importants afin d'assurer une production stable et de qualité permettant de générer des revenus égaux ou supérieurs aux coûts totaux (variables et fixes). Il apparaît donc que pour être viable à moyen terme, un projet porteur de production de mouches stériles requiert un niveau de production qui ne pourrait se limiter aux seules superficies en oignons verts. Dans ce cas, les producteurs d'oignons jaunes devront disposer de bénéfices économiques pour substituer l'usage des pesticides à cette méthode de contrôle biologique. Toutefois, les seuls niveaux de pertes actuelles ne semblent pas justifier cette substitution.

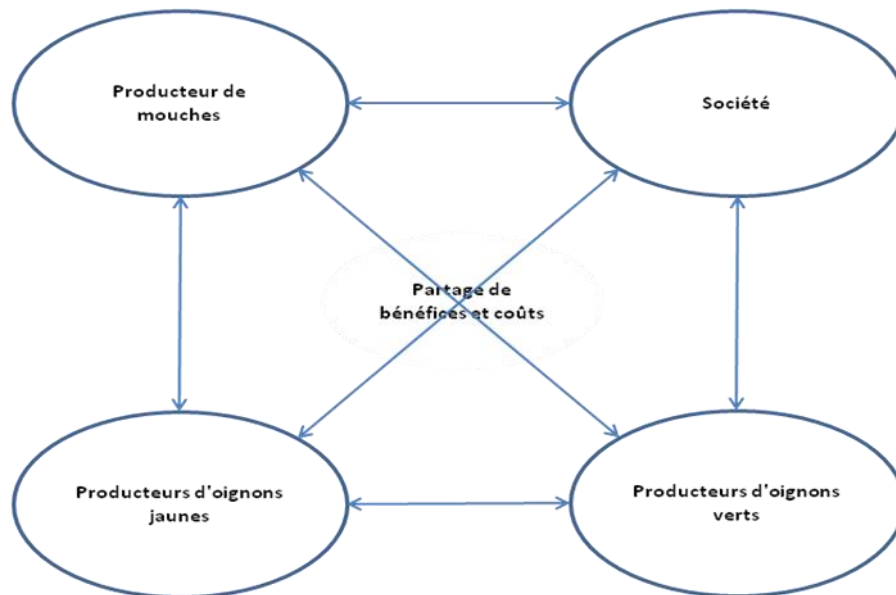
La situation désirée par le biais de ce projet vise principalement à identifier les conditions économiques et financières favorables à l'introduction de cette méthode de contrôle biologique dans les entreprises maraîchères produisant des oignons jaunes ou des oignons verts. Pour ce faire, une telle analyse ne pourra se limiter qu'aux seules entreprises maraîchères. Des conditions favorables particulières devront également être présentes au niveau de l'entreprise d'élevage de mouches et de la société (transfert de bénéfices sociétaux). Il faudra alors que chacun de ces quatre acteurs profite de bénéfices égaux ou supérieurs aux coûts anticipés pour qu'un tel projet dépasse le stade expérimental (voir figure 1). La présence de ces quatre acteurs aux intérêts distincts pourrait, dans des conditions optimales d'adoption de cette technologie, créer une synergie profitable à tous. Conséquemment, pour réussir, les acteurs qui obtiennent des retombées positives de cette technologie devront accepter de partager leurs bénéfices avec ceux pour qui les coûts d'adoption seront supérieurs aux revenus. C'est ce que ce projet tendra à démontrer en examinant les formules de péréquation possibles des coûts et bénéfices entre les quatre groupes d'acteurs. La figure suivante illustre la relation des acteurs dans le partage de coûts et bénéfices.

Ce rapport final est organisé comme suit, les objectifs de l'étude sont présentés à la section 2. La section 3 fait un survol des méthodes de lutte biologique et des lâchers d'insectes stériles tout en rappelant les expériences conduites par Phytodata. La section 4 présente une revue de la littérature sur les bénéfices et les coûts liés à l'utilisation des pesticides et vise à établir les bénéfices sociaux et environnementaux de modes de production qui permettent d'en réduire les usages. Dans cette section, on introduit également la notion d'externalité économique, une théorie qui justifie l'intervention gouvernementale dans les cas d'anomalie des marchés. La section 5 décrit le cadre méthodologique utilisé pour répondre aux objectifs de l'étude. Les résultats de l'enquête auprès des producteurs



d'oignons y sont présentés, ce qui vient appuyer les hypothèses utilisées lors du développement de la modélisation servant à l'analyse. Les résultats des analyses sont discutés à la section 6 et des avenues de solutions sont proposées. Finalement, la dernière section fait état des conclusions et recommandations.

**Figure 1 :** Acteurs impliqués dans les transactions de bénéfices et coûts



Source : Forest Lavoie Conseil

## **2. Les objectifs de l'étude**

L'objectif général consiste à identifier les conditions économiques et financières optimales nécessaires à l'implantation d'un élevage de mouches de l'oignon (*Delia antiqua*) au Québec et à l'adoption de la méthode de contrôle « lâchers de mouches stériles » par les entreprises maraîchères produisant des oignons jaunes ou des oignons verts.

Les objectifs spécifiques de l'étude sont les suivants :

- Documenter et cerner les indicateurs de bénéfices et de coûts que la société peut anticiper suite à une réduction de l'utilisation des insecticides dans les productions maraîchères;
- Caractériser les bénéfices (avantages) et les coûts (inconvénients) anticipés par les producteurs d'oignons verts et d'oignons jaunes;
- Développer un outil de support à la décision afin d'établir les conditions économiques et financières optimales pour l'implantation d'un élevage de production de mouches stériles et pour l'adoption de cette technologie par les producteurs d'oignons jaunes et d'oignons verts;
- Établir le partage optimal des coûts et bénéfices entre les groupes de producteurs, les promoteurs de l'usine de mouches et la société en raison de différents scénarios;
- Développer un cadre d'analyse méthodologique permettant d'évaluer le partage équitable des coûts/bénéfices entre les acteurs impliqués dans le développement, l'implantation et la durabilité des systèmes de production liés à de nouvelles technologies.

### 3. Les méthodes de lutte biologique et les lâchers d'insectes stériles

La lutte biologique se pratique de trois façons différentes selon le ravageur visé ou le moyen de contrôle utilisé : la lutte biologique classique, la lutte biologique de conservation et la lutte biologique par inoculations ou par inondations répétées.

#### 3.1 Lutte biologique classique

La lutte biologique classique vise le contrôle permanent d'un ravageur exotique introduit accidentellement dans un nouvel habitat par l'introduction de ses ennemis naturels. Pratiquée pour la première fois en Californie en 1888, le contrôle efficace et spectaculaire de la cochenille australienne (*Icerya purchasi*) suite à l'introduction d'une espèce de coccinelle prédatrice (*Rodolia cardinalis*) a pratiquement sauvé la production commerciale d'agrumes en Californie. Ce premier succès documenté de la lutte biologique classique a démontré l'efficacité de cette approche et a surtout fait miroiter la possibilité de trouver des solutions permanentes au contrôle des ravageurs exotiques. Cette approche a été utilisée plus de 5000 fois dans le monde avec des succès variables. Au Québec, l'introduction de deux parasitoïdes a permis de contrôler la mouche mineuse de la luzerne (*Agromyza fontella*). Le défi des spécialistes de cette méthode est d'identifier correctement les caractéristiques biologiques des ennemis naturels les plus prometteurs et d'introduire ces derniers dans les meilleures conditions possibles. Cette technique aux avantages économiques permanents repose entièrement sur le travail de spécialistes gouvernementaux ou universitaires.

#### 3.2 Lutte biologique de conservation

La lutte biologique de conservation a pour objectif de modifier l'agroécosystème, ses alentours ou les pratiques culturales afin de protéger et favoriser la présence d'ennemis naturels indigènes. Pour être mis en place, ce type de lutte biologique nécessite une très bonne connaissance de la biologie des ravageurs et de leurs ennemis naturels. Rares sont les producteurs qui peuvent l'utiliser sans soutien professionnel. En effet, elle ne repose pas sur une méthode unique, chaque site pouvant avoir ses caractéristiques écologiques particulières. Cette approche est celle généralement adoptée par les producteurs biologiques. Dans le cas des producteurs conventionnels, on s'y intéresse dans le cas des cultures pérennes (aménagement stable de longue durée) ou lorsque la limite de l'efficacité des pesticides chimiques est atteinte, c'est-à-dire une utilisation importante des pesticides chimiques ayant entraîné à la fois le développement de la résistance du ravageur ou l'élimination de ses ennemis naturels; ce qui a fait augmenter encore plus les dommages et pertes économiques et le besoin d'utiliser davantage de pesticides chimiques.

Plusieurs exemples d'écoles de terrain encadrées par des programmes internationaux ont démontré l'efficacité de la lutte biologique de conservation dans de telles situations. Par exemple, dans la production de crucifères aux Philippines, l'utilisation intensive de pesticides chimiques contre la fausse teigne des crucifères (*Plutella xylostella*) a conduit à ce cul-de-sac. Une stratégie de conservation en trois points a permis d'en sortir: a) la formation des producteurs pour reconnaître et dépister le ravageur et ses ennemis naturels, principalement le parasitoïde (*Diadegma semiclausum*); b) la mise sur pied d'élevages à petite échelle de ce parasitoïde pour des lâchers au

champ et enfin, c) l'utilisation du Bt<sup>2</sup> comme moyen de contrôle des chenilles de fausse teigne. Cette stratégie a permis de réduire des deux tiers l'utilisation des pesticides chimiques, de maintenir ou d'augmenter les rendements, et a entraîné l'abandon du calendrier d'applications régulières d'insecticides chimiques. C'est cette stratégie qui se rapproche le plus de la définition de lutte intégrée telle que formulée dans les années 1970, c'est-à-dire l'utilisation de tous les moyens possibles avant le recours aux pesticides chimiques. Cependant, le concept de lutte intégrée a été depuis utilisé à toutes les sauces et se limite dans bien des cas à une utilisation systématique d'une variété de pesticides chimiques, lorsque cela est possible, basée sur un dépistage régulier et l'utilisation de seuils d'intervention plus ou moins bien définis. Quoi qu'il en soit, une telle approche nécessite un soutien professionnel à tout le moins pour sa mise en place et, la plupart du temps, pour son utilisation à long terme.

### 3.3 Lutte biologique par inoculation ou inondation

La lutte biologique repose sur la production de grandes quantités d'ennemis naturels en fermenteur pour les organismes microscopiques (Bt, nématodes, champignons pathogènes, virus) ou en élevage de masse pour les insectes bénéfiques (prédateurs et parasitoïdes). La stratégie d'utilisation de ces ennemis naturels est soit par inoculation ou de type inondatif.

La lutte biologique par inoculation consiste à relâcher une quantité plus ou moins importante de prédateurs ou parasitoïdes au début d'une infestation à contrôler, et à miser sur leur potentiel de reproduction pour effectuer le contrôle du ravageur visé. Au besoin, des hôtes ou proies alternatifs sont introduits en même temps ou plus tard pour favoriser la multiplication des ennemis naturels. Cette stratégie est généralement utilisée en serre.

La lutte biologique de type inondatif diffère puisque son efficacité repose sur des lâchers réguliers de grandes quantités d'ennemis naturels. Ces derniers ont une efficacité limitée dans le temps (longévité réduite, taux de reproduction limité), ce qui requiert des introductions répétées pour en assurer l'efficacité. D'un point de vue conceptuel, c'est ce qui se rapproche le plus de l'utilisation des pesticides chimiques conventionnels: une application ponctuelle d'un moyen de contrôle avec impact plus ou moins rapide sur la population de ravageurs. Dans le cas des organismes microscopiques, la ressemblance est encore plus grande puisqu'ils peuvent être appliqués à l'aide du même équipement, soit un pulvérisateur. Cette facilité d'emploi explique probablement à elle seule que le Bt et les nématodes constituent à eux seuls 90% des biopesticides mis en marché mondialement. Cette facilité de transfert technologique a évidemment favorisé le développement de ce type de biopesticides par l'industrie au détriment d'autres produits dont l'utilisation est plus difficile.

Néanmoins, les élevages de masse de prédateurs et de parasitoïdes se sont multipliés partout dans le monde, avec plus de 100 espèces différentes commercialisées. La production en serre a été au cœur du développement de ces agents de lutte biologique. Le niveau d'efficacité limité des pesticides combiné à une grande exposition des travailleurs aux résidus de pesticides, la contamination de ressources importantes comme l'eau potable et le risque de présence de résidus sur des produits ont favorisé la recherche d'alternatives biologiques aux insecticides chimiques. C'est l'efficacité du contrôle biologique en serre qui a conduit à utiliser les prédateurs et parasitoïdes au

---

<sup>2</sup> *Bacillus thuringiensis*

champ. C'est sans contredit les parasitoïdes du genre *Trichogramma* qui ont la plus grande utilisation commerciale en champ de nos jours. Ces parasitoïdes d'œufs sont utilisés pour le contrôle d'une grande diversité de lépidoptères, dont la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) au Québec. Le développement de méthodes de production de masse et d'utilisation au champ de ces parasitoïdes s'est fait en milieu universitaire en Europe et en Amérique du Nord et a mené à la mise sur pied d'entreprises commerciales partout dans le monde. Au Québec, près de 20% des superficies de maïs sucré destiné à la consommation humaine sont traités à l'aide de trichogrammes.

### 3.4 Lâchers de mâles stériles

La méthode des lâchers de mâles stériles est aussi une méthode de contrôle biologique de type inondatif. Elle consiste à produire une grande quantité du ravageur visé, de stériliser ceux-ci –par exposition à une faible dose de radiation lors de la formation des gonades– avant de les relâcher en grandes quantités dans les sites à protéger. Les mâles stériles entrent alors en compétition avec les mâles naturels pour l'accouplement des femelles. Toute femelle "fertilisée" par un mâle stérile pond ensuite des œufs stériles, ce qui réduit l'incidence du ravageur. Les lâchers d'insectes stériles peuvent être utilisés dans quatre contextes différents: éradication, endiguement, prévention ou réduction d'une population de ravageurs en deçà d'un seuil nuisible.

Dans tous les cas, l'efficacité repose sur des lâchers d'un nombre suffisamment élevé de mâles stériles pour que plus de 80% des femelles naturelles s'accouplent avec ces derniers. Imaginée durant les années 1940 et développée durant les années 1950, cette méthode a d'abord été utilisée comme moyen d'éradication avec des succès à grande échelle, tels que l'éradication de la lucilie bouchère (*Cochliomyia hominivorax*) dans le sud des États-Unis, au Mexique et dans plusieurs pays d'Amérique Centrale; la mouche du melon (*Bactrocera cucurbitae*) dans plusieurs îles japonaises; ainsi que la mouche méditerranéenne des fruits au Chili, ce qui a permis l'essor des exportations de fruits et légumes chiliens vers les USA. Ces succès ont tous reposé sur de vastes programmes nationaux ou internationaux.

De nos jours, cette méthode est maintenant employée pour réduire des populations de ravageurs d'importance économique à grande et petite échelles. Plusieurs espèces de mouches des fruits de la famille des Tephritidae sont ainsi contrôlées dans la Méditerranée, en Asie, aux États-Unis, au Mexique, et en Amérique Centrale. Au Canada, un tel programme de contrôle du carpocapse de la pomme (*Cydia pomonella*) est opérationnel depuis le début des années 1990 dans les vallées d'Okanagan et Kootenay en Colombie-Britannique. Implanté graduellement dans les deux vallées, ce moyen de contrôle a permis de réduire de plus de 80% les dommages du carpocapse.

L'implantation réussie d'un programme de lâchers de mâles stériles repose sur 4 conditions: 1) une bonne connaissance de la biologie et de la distribution de l'insecte visé; 2) une méthode économique de production de masse d'insectes de qualité; 3) une réduction naturelle ou artificielle de la population visée afin de maximiser l'efficacité des lâchers de mouches stériles; 4) un support financier adéquat, une implication soutenue de tous les partenaires privés et publics et une gestion efficace et indépendante du programme des lâchers.

La réduction des populations naturelles par tous les moyens possibles est essentielle au succès des lâchers d'insectes stériles puisque ces derniers ont leur plus grande efficacité dans ces conditions où des ratios élevés de mâles stériles vs mâles naturels sont atteints plus facilement et à moindre coût.

### **3.5 Contrôle de la mouche de l'oignon à l'aide de lâchers de mâles stériles**

Des essais en vue de la mise sur pied d'un tel programme pour le contrôle de la mouche de l'oignon (*Delia antiqua*) ont été effectués durant les années 1970 en Ontario. En dépit de résultats initiaux prometteurs, ce projet a été interrompu en 1978 après deux années de résultats mitigés au champ et des coûts jugés trop élevés par rapport aux traitements insecticides disponibles à cette époque. Trois raisons ont justifié cette interruption: 1) l'absence d'une diète artificielle pour faire l'élevage à grande échelle des mouches de l'oignon à faible coût, 2) une méthode de stérilisation chimique devant être administrée aux mouches adultes pendant 48-72 heures et ayant des effets toxiques; 3) la mauvaise qualité des mouches stériles relâchées attribuée à une dérive génétique de l'élevage, aucun matériel génétique « frais » n'ayant été incorporé à celui-ci pendant dix ans d'élevage continu.

Forts de cette expérience, les Hollandais ont mis sur pied dans les années 80 un programme efficace de contrôle de *D. antiqua* par des lâchers de mouches produites sur diète artificielle et stérilisées par irradiation. Des subventions gouvernementales ont permis de réduire le coût d'utilisation de cette méthode d'environ 30 % par rapport à celui du contrôle chimique durant les premières années d'implantation. Près de 25 ans plus tard, plus de 3 900 ha d'oignons sont traités à l'aide de mouches stériles par la firme privée De Groene Vlieg (DGV). La stratégie de contrôle prévoit des applications d'insecticides foliaires au besoin. Cette stratégie est nécessaire compte tenu des quantités limitées de mouches stériles produites et le coût prohibitif qui serait associé à une libération de grandes quantités de mouches stériles dans un seul champ. Ainsi, lorsque la population de mouches est trop élevée dans un champ donné, le producteur se fait recommander de faire une ou deux applications d'insecticides chimiques. Cette décision est basée sur l'évaluation hebdomadaire du ratio insectes stériles vs insectes naturels qui, lorsque jugé trop faible, entraîne la recommandation d'application foliaire d'insecticides. Ceci permet de ramener la population naturelle à une densité où les lâchers d'insectes stériles redeviennent efficaces pour maintenir les dommages de *D. antiqua* à un niveau acceptable. Le personnel de DGV affirme que cette stratégie de contrôle permet de maintenir les dommages moyens inférieurs à 1%. Des rencontres avec des producteurs d'oignons hollandais qui utilisent cette technique ont permis de confirmer cette affirmation à une nuance près : des dommages supérieurs à 1 % sont parfois observés lors de fortes infestations, mais le niveau de contrôle obtenu avec les mouches stériles est comparable ou meilleur à celui obtenu à l'aide d'insecticides chimiques.

Depuis 2005, un projet similaire est en cours au Québec. La production de masse a été développée, d'abord sur oignons frais et maintenant sur diète artificielle. La méthode de stérilisation a été validée et des lâchers de mouches stériles ont été effectués sur des superficies de plus en plus grandes depuis 2006. Lors de ces essais, les producteurs ont continué à utiliser l'insecticide granulaire incorporé au semis, exception faite de parcelles de champ non traitées. Des lâchers hebdomadaires de mouches stériles ont été effectués de même que le suivi des ratios de mouches stériles vs mouches naturelles capturées au champ et l'évaluation des dommages causés par la mouche de l'oignon.

Les résultats obtenus à compter de 2007 ont démontré l'efficacité des lâchers inondatifs de mâles stériles pour le contrôle de la mouche de l'oignon dans les conditions de production du Québec. L'augmentation des taux d'introduction et de la superficie traitée a permis de réduire les pertes de mouches stériles par migration en dehors du site traité, ce qui se reflète par des ratios de captures des mouches stériles plus élevés et une efficacité de contrôle supérieure à l'ensemble des champs dépistés par PRISME.

L'adoption de la production sur diète artificielle et la maîtrise de l'induction de la diapause permettent maintenant d'augmenter le niveau de production de la mouche de l'oignon pour pouvoir traiter plusieurs hectares d'oignons sur une base commerciale.

**Tableau 1** : Résultats de 4 années de lâchers inondatifs de mouches de l'oignon stériles dans des champs commerciaux d'oignons dans la région de Sherrington (Québec).

| <i>Année</i> | <i>Superficie traitée (ha)</i> | <i>Mouches stériles /ha</i> | <i>Ratio des captures de mouches stériles /mouches naturelles ratio moyen (ratio maximum)</i> | <i>% dommages champ traité avec mouches stériles</i> | <i>% dommages moyens tous les champs dépistés</i> |
|--------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 2006         | 0,6                            | 325 000                     | 0,09<br>(0,7)                                                                                 | 0,3                                                  | 0,3                                               |
| 2007         | 1,5                            | 426 500                     | 1,0<br>(7,0)                                                                                  | 0                                                    | 12,8                                              |
| 2008         | 3,2                            | 346 500                     | 2,0<br>(8,3)                                                                                  | 0                                                    | 4,5                                               |
| 2009         | 4,0                            | 450 000                     | 2,3<br>(26,0)                                                                                 | 1,7                                                  | 11,1                                              |

Source : PRISME, 2010

## **4. Une revue de la littérature sur les bénéfices et les coûts de l'utilisation des insecticides**

### **Introduction**

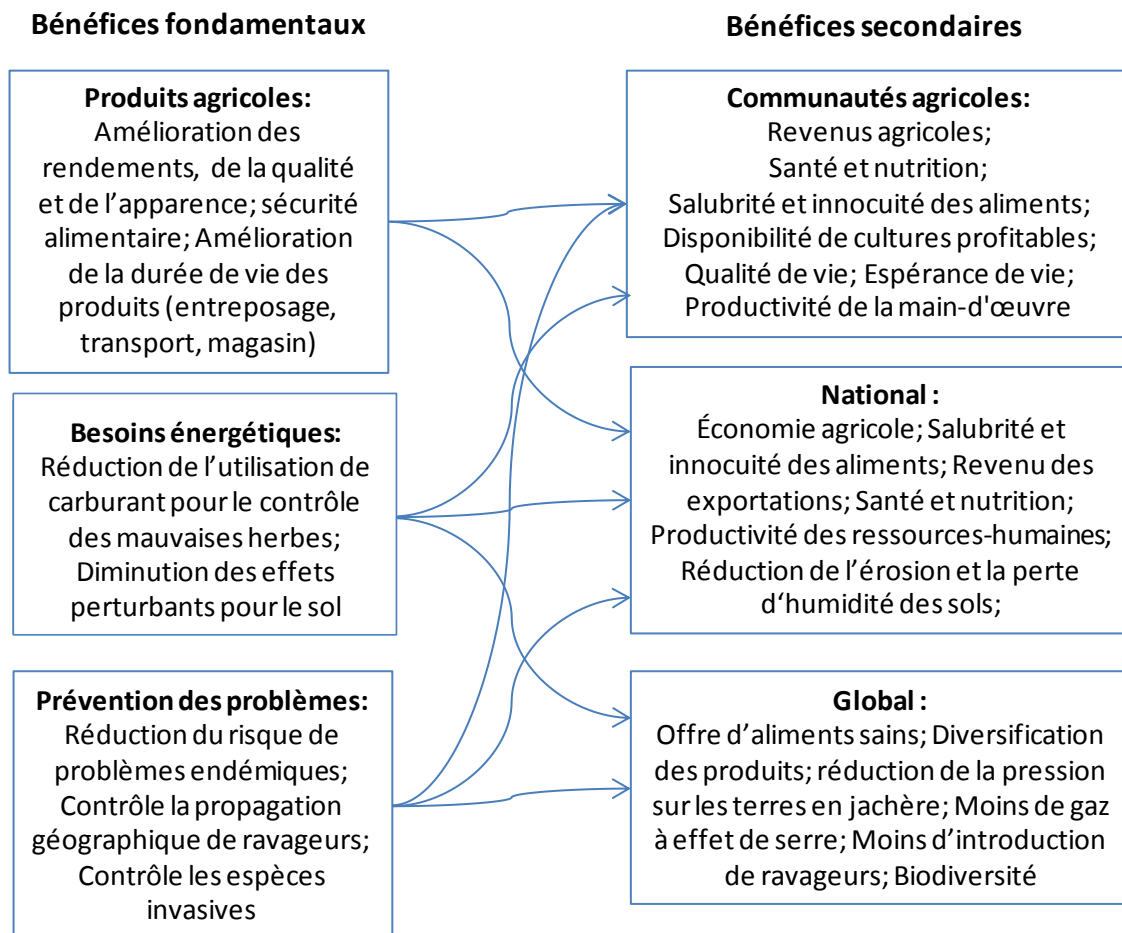
Cette section aborde les bénéfices (avantages) et les coûts (inconvenients) répertoriés sur l'usage des pesticides en agriculture. Il ne fait aucun doute que ces produits ont permis de moderniser l'agriculture et contribué à la spécialisation des entreprises. Les gains d'efficacité économique directs liés aux pesticides ne font qu'accroître les difficultés de les substituer par des méthodes de lutte biologique. Toutefois, lorsqu'on intègre à l'équation coût / bénéfice, les coûts sociétaux (impacts sur l'environnement, la santé, la biodiversité, etc.), la rentabilité des méthodes alternatives aux pesticides augmente. Les défis résident alors à l'évaluation de ces coûts et à leur internalisation dans le calcul des coûts ou des bénéfices privés et publics. Cet aspect sera abordé après avoir présenté les avantages et documenté les aspects des coûts par le biais d'études qui ont mesuré l'effet économique des inconvenients attribués aux pesticides.

### **4.2 Les avantages (bénéfices) des pesticides**

Les pesticides ont contribué largement au développement de l'agriculture moderne et les bénéfices sont importants notamment au niveau de l'accroissement des rendements, la productivité des cultures et la réduction des risques. À cet effet, Cooper et Dobson (2007) ont publié un article faisant état des nombreux avantages des pesticides pour l'humanité et l'environnement. Le but de leurs propos visait à équilibrer le débat qui à leur avis ne couvrait que les inconvenients et les risques que peuvent comporter ces produits. Les principaux résultats attribués aux pesticides se regroupent selon trois principaux effets : (i) contrôler les ravageurs en agriculture (maladies, mauvaises herbes et insectes) (ii) contrôler les vecteurs de maladies chez les humains et animaux d'élevage et (iii) prévenir et contrôler les organismes qui nuisent aux activités humaines et aux infrastructures. Ces catégories sont à leur tour subdivisées en bénéfices fondamentaux (au nombre de 26) et secondaires (au nombre de 31). La figure 2 fournit un aperçu des bénéfices répertoriés en lien avec le contrôle des ravageurs et des maladies des cultures.



Figure 2 : Bénéfices attribués aux pesticides pour contrôler les ravageurs et les maladies des cultures



Source : Cooper et Dobson, 2007; compilation Forest Lavoie Conseil

Plusieurs auteurs ont tenté de comptabiliser les bénéfices de l'utilisation des pesticides en agriculture. Pimentel apporte une contribution importante à cet effet en publiant plusieurs articles sur cet aspect et sur celui des coûts. En 1997, cet auteur estimait que les pesticides produisaient un retour à la ferme quatre fois supérieur à leurs coûts (Pimentel, 1997), tandis qu'en 2005, il estimait que les dépenses de 10 milliards de dollars en pesticides rapporteraient des bénéfices approximatifs de 40 milliards au niveau des cultures aux États-Unis. Seuls les bénéfices et coûts directs étaient alors comptabilisés (Pimentel, 2005). Bridge (1992) évaluait, quant à lui, que les pertes américaines de 4 milliards de dollars associées au contrôle des mauvaises herbes dans les cultures seraient de l'ordre de 20 milliards en l'absence d'herbicides.

D'autres études ont aussi documenté les effets économiques des pesticides. Comme le démontre le tableau suivant, lorsqu'on se limite aux seuls coûts directs de l'usage de ces produits, les résultats indiquent un bénéfice positif net tant pour l'entreprise agricole que pour la société. La difficulté de comptabiliser les coûts indirects sociaux et environnementaux avec précision fait en sorte que malgré les indications d'effets négatifs sur la santé et l'environnement plusieurs études n'intègrent que les bénéfices et les coûts directs (revenus de vente des produits

## Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

### Rapport final

**Tableau 2 :** Résultats d'études sur les bénéfices / coûts associés aux pesticides

| Types de produits                              | Auteurs                                      | Actions                                                                                                                                                         | Conséquences                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fongicides <sup>1</sup>                        | Deloitte et Touche, 1992                     | Révocation de l'homologation de tous les fongicides utilisés au Canada pour protéger les cultures horticoles                                                    | Un coût social net de 408 \$-794 \$ millions (coût environnemental non compris) soit de 33%-64% des recettes monétaires des producteurs <ul style="list-style-type: none"> <li>Retrait unilatéral désastreux pour le Canada</li> <li>Retrait bilatéral (Canada/É.-U) incidence de sévérité accrue de la réglementation</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                           |
| Alar <sup>1</sup>                              | Karamchandani, 1986                          | Utilisation d'Alar, une hormone limitant la croissance végétative des arbres fruitiers et favorisant un mûrissement uniforme                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Avantage pour les producteurs et les consommateurs : <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Réduction de coût de production</li> <li>✓ Amélioration de la qualité des fruits et des prix</li> <li>✓ Retombées créées par l'augmentation du bien-être des producteurs</li> </ul> </li> <li>L'étude n'inclut pas les chiffres des coûts éventuels des effets sur la santé à l'utilisation de l'Alar</li> </ul>                                                                                                       |
| 2,4-D <sup>1</sup>                             | Krystynak, 1983 et Steneroff, et al, 1988    | Si suppression unilatérale de l'homologation dans le secteur agricole de 2,4-D par le Canada<br>Si interdiction d'emploi de tous les herbicides de type phénoxy | <ul style="list-style-type: none"> <li>2,4-D apporte des avantages substantiels à plusieurs secteurs (agriculture, foresterie, foyer et jardin. Donc, le secteur agricole canadien subirait une perte nette de 58 \$-82 \$ millions de dollars)</li> <li>Si tous les pays passent à la suppression, les cours mondiaux du grain monteraient et, en partie, les pertes seraient supportées par les consommateurs</li> <li>Si interdiction d'usage de tous les herbicides de type phénoxy, la perte nette monterait jusqu'à 328 \$-365 \$ millions</li> </ul> |
| Atrazine <sup>1</sup>                          | Ribaud et Bouzaher, 1996                     | Le retrait d'homologation de l'atrazine aux É.-U.                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Coût de 295 \$-665 \$ millions aux producteurs et aux consommateurs</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Alachlore <sup>1</sup>                         | Fox, 1987                                    | Retrait unilatéral de l'homologation de l'Alachlore au Canada                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction des excédents de maïs et de haricots pouvant aller de 2,6 \$-6,2 \$ millions de dollars</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Pesticides en général <sup>1</sup>             | Steneroff et Culver, 1987                    | Utilisation de pesticides                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>La productivité marginale d'un pesticide est positive</li> <li>Les rapports coûts/bénéfices des pesticides vont de 1,02 :1 à 13,9 :1 (pour chaque \$ dépensé sur pesticides, le producteur peut espérer un gain pouvant atteindre de 1,02 \$-13,90 \$)t</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Luttes antiparasitaires chimiques <sup>2</sup> | Knutson et al 1993 selon Gianessi 2009       | Sans l'utilisation d'insecticides                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les rendements d'oignons seraient réduits de 10% en Californie, Arizona et Nouveau-Mexique; 12% en Idaho, Géorgie, Colorado, et Utah et de 40% au Texas, Michigan, New York, Oregon, Washington et Wisconsin</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Pesticides en général <sup>3</sup>             | L. -Bjorn (2001)Selon Cooper et Dobson, 2007 | Si abolition de pesticides                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les pertes de vies à cause de mauvais régimes seraient mille fois plus élevées que les vies épargnées</li> <li>Pénalité secondaire : dommage environnemental dû aux pratiques culturales moins productives entraînant une pression sur la terre et un coût financier de près de 20 milliards (billions) \$ US.</li> </ul>                                                                                                                                                                                            |

Sources : 1. McEwan, K. et B. Deen (1997). 2. Gianessi, L. (2009). Et 3. Cooper, J. et H. Dobson (2007).

agricoles et le coût d'achat et d'application des pesticides). La prochaine section s'attardera à documenter les inconvénients et les coûts indirects associés aux pesticides afin d'établir les bases qui serviront à mesurer les bénéfices sociétaux de méthodes de lutttes biologiques comme les insectes stériles.

#### **4.3 Les inconvénients (les coûts)**

Les effets néfastes associés à l'usage de pesticides, bien que documentés, sont encore mal connus et il est difficile de mesurer tous les effets de la pollution diffuse sur l'environnement, la biodiversité et la santé humaine. Les gouvernements mettent toutefois en place des stratégies pour réduire l'usage de ces produits et donc minimiser les risques pour la santé et l'environnement.

À cet égard, le MDDEP (2006) dressait en 2006 un état de situation des pesticides en milieu agricole. On y note que parmi 15 pays membres de l'OCDE répertoriés, seuls trois pays ont vu leur utilisation de pesticides croître durant la période 1990-1992 à 2000-2002, soit les États-Unis, le Mexique et le Canada. Le Canada faisait piètre figure avec la hausse la plus forte (23,6 %), alors que d'autres pays ont diminué sensiblement l'usage des pesticides en agriculture durant cette même période; les Pays-Bas (48,2 %), le Danemark (40,8 %), la Norvège (37,2 %) et la République tchèque (33,4 %).

La stratégie phytosanitaire québécoise visait à l'horizon de l'an 2000 une réduction de 50 % de l'emploi des pesticides en agriculture par rapport au niveau d'utilisation de 1992. Selon le bilan réalisé des ventes totales de pesticides agricoles au Québec en 2001, les ventes en kg d'ingrédients actifs ont diminué de 10,2 % depuis 1992 et seulement de 5,7 % entre 1992 et 2006<sup>3</sup>. On note par ailleurs que l'indice de pression (l'indicateur de risque des pesticides (IRPeQ)) excluant les superficies en fourrage a connu une diminution de 33 % entre 1992 et 2001. Les approches utilisées durant les 25 dernières années n'ont donc pas permis d'atteindre les objectifs de réduction des pesticides prescrits par la stratégie phytosanitaire. Les pesticides, faute de méthodes efficaces et éprouvées de lutte intégrée, demeurent encore le moyen le plus souvent privilégié pour combattre les ennemis des cultures.

#### *Les effets sur la santé et l'environnement*

Au Québec, la concentration de cultures s'est souvent accrue dans différents bassins versants à cause de la spécialisation des fermes. La présence de pesticides dans des cours d'eau y est notée et dépasse parfois le seuil critique pour la protection de la vie aquatique. Les résultats des prélèvements indiquent aussi la détection de pesticides dans certains réseaux de distribution d'eau potable bien que toujours en deçà des normes pour l'eau potable (Tellier, 2006).

Les effets de la toxicité d'un pesticide sur la santé humaine constituent le potentiel à produire des effets nocifs à court ou moyen terme. Le niveau de risque dépend du degré de toxicité propre à chaque produit ainsi que de la fréquence et des conditions d'exposition (MDDEP, 2004). Tous les produits n'ont donc pas les mêmes niveaux de toxicité et les effets sont particuliers à chaque produit ou famille de produits et ils sont plus ou moins aigus selon le degré et le type d'exposition.

Le MDDEP répertorie, dans une publication de 2004, les effets des pesticides sur la santé. On y note que l'intoxication aiguë se manifeste à la suite d'une exposition unique ou de courte durée et que les symptômes

---

<sup>3</sup> <http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/index.htm>

apparaissent normalement dans un court délai. Ce type d'intoxication résulte souvent d'une exposition accidentelle à la suite du non-respect des recommandations ou d'un mauvais entreposage. Selon un rapport annuel du Centre antipoison du Québec, plus de 1521 intoxications aux pesticides ont été répertoriées au cours de l'année 1997 (Centre Anti-Poison du Québec, 1998). De ces cas, près de 44% mettaient en cause des enfants de moins de cinq ans.

Outre les effets à court terme mentionnés ci-haut, des effets à long terme et plus diffus peuvent aussi survenir. Dans ces cas, il devient plus difficile d'associer directement les signes d'une intoxication chronique aux pesticides, car les délais d'apparition peuvent être relativement longs. Certaines études indiquent un lien potentiel entre l'exposition aux pesticides et certains effets néfastes tels que le cancer, les effets sur la reproduction, des perturbations du système endocrinien et du système immunitaire ainsi que des effets neurologiques (MDDEP 2004).

Les différentes voies d'exposition aux contaminants présents dans les eaux du Québec sont reliées aux usages que l'on en fait, soit la consommation de produits d'origine aquatique, la pratique d'activités nautiques et la consommation d'eau potable. Au Québec, les sources en approvisionnement d'eau potable à proximité des régions agricoles, que ce soit les cours d'eau, le fleuve Saint-Laurent ou les eaux souterraines, peuvent s'avérer affectées par des contaminations de pesticides (Gaudreau et Mercier, 1997, MDDEP, 2004 et Tellier, 2006). Le vent et l'air chargé de particules de sol ou même les vêtements peuvent être des sources de contamination en milieu agricole.

Le MDDEP (2004) a recensé un certain nombre d'impacts sur la faune et il y est noté que les actions des pesticides s'exercent aussi sur des espèces non visées qui fréquentent les zones traitées ou qui vivent à proximité de celles-ci. On y dénombre les insectes utiles comme les abeilles, les oiseaux, les amphibiens, les poissons et autres espèces aquatiques. Les conséquences des pesticides sur ces espèces sont documentées dans le rapport du MDDEP et le lecteur pourra s'y référer au besoin. D'autres impacts sont recensés par Pimentel et coll. (1993) et Pimentel (2005). Ceux-ci comprennent l'accroissement de la résistance de plusieurs pesticides et les pertes de cultures associées, l'élimination des ennemis naturels des prédateurs et la perte de cultures à la suite d'effets collatéraux. Ces auteurs ont estimé les coûts sociétaux afférents aux pesticides. Ils sont présentés ci-après.

Les cultures maraîchères, en raison de la diversité des ennemis des cultures, utilisent de grandes quantités de pesticides par hectare cultivé lorsqu'on les compare aux grandes cultures comme le maïs, le soya ou les céréales. Les effets sur l'environnement, comme en témoigne une récente étude du MDDEP (2010), peuvent alors atteindre un niveau critique. Cette étude notait que « des résultats de l'échantillonnage montrent une multitude de pesticides en concentrations élevées dans l'eau du ruisseau Gibeault-Delisle (le bassin versant du Gibeault-Delisle comprend les municipalités de Sainte-Clotilde-de-Châteauguay, de Saint-Michel et de Saint-Patrice-de-Sherrington où sont localisées les « terres noires »). Au total, 36 pesticides (herbicides, insecticides, fongicides) ou produits de dégradation de pesticides ont été décelés dans le ruisseau. On ajoutait par ailleurs que « Depuis que le ministère a commencé, en 1992, à suivre les pesticides dans les cours d'eau des milieux agricoles, c'est la première fois que des dépassements de critères de qualité de l'eau sont observés pour tous les échantillons prélevés dans un cours d'eau durant l'été. En effet, la concentration de 15 pesticides dépasse les critères de qualité de l'eau. Les principaux sont les insecticides chlorpyrifos, malathion, phosmet et imidacloprid et les herbicides métribuzine, linuron et diméthénamide. L'ampleur des dépassements des critères de qualité de l'eau est parfois importante, notamment dans le cas du chlorpyrifos dont la concentration maximale est 81 fois plus élevée que la valeur du critère de vie aquatique aigu ». On peut retrouver les effets de ces produits sur la santé et l'environnement sur le site suivant :

[www.sagepesticides.qc.ca](http://www.sagepesticides.qc.ca). On notera que le Chlorpyrifos (connu sur le nom commercial suivant : Lorsban) est une des substances utilisées par nombre de producteurs pour combattre la mouche de l'oignon.

Les coûts sociaux et environnementaux associés aux pesticides

Dans cette section, les résultats d'études qui ont mesuré les coûts sociétaux associés à l'utilisation de pesticides sont présentés. Il est essentiel pour cette étude d'obtenir des données économiques sur l'évaluation des coûts sociaux (effets des pesticides sur l'environnement et la santé) afin de pouvoir estimer la contribution de la Société (ou de l'État) au financement de l'utilisation de mouches stériles dans les productions d'oignons jaunes et verts. Comme nous l'avons mentionné précédemment, il est particulièrement ardu d'établir une relation économique directe et précise avec les effets néfastes que causent les pesticides. Certains économistes se sont prêtés à cet exercice et ont établi des barèmes de calcul qui pourront être utilisés dans les analyses de ce mandat. Les résultats de trois études sont présentés.

Chen et coll. (2006) ont évalué les coûts sociaux et environnementaux encourus par les applications de pesticides dans le district de Tong'an en Chine durant la période de juillet 1999 à juin 2000. Pour ce faire, ils ont utilisé une combinaison des modèles analytiques économiques et agronomiques. Les résultats de leurs analyses montrent que le ratio des coûts sociétaux sur les coûts privés (directs à la ferme) est de 0,80. C'est donc dire que pour chaque yuan dépensé pour l'application de pesticides (coût du produit et travaux d'application) il y a 0,80 yuan de frais sociétaux (coûts sociaux et environnementaux). Le tableau 3 illustre les coûts sociétaux et privés estimés par Chen et coll.. Le total des coûts sociaux et environnementaux s'élève à 30,1 millions de yuans répartis comme suit : 11,3 % d'impacts sur la santé humaine, 28,9 % sur la production animale et l'écosystème et 59,8% d'impacts sur l'aquaculture.

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Rapport final

**Tableau 3 :** Évaluation des coûts sociaux et environnementaux de l'utilisation des pesticides dans le district de Tong'an en Chine

| Description                                                                                             | Pertes économiques       | %             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|
| <b><u>Coûts de l'utilisation de pesticides pour la société (à cause des externalités négatives)</u></b> |                          |               |
| <b>Impacts sur la santé humaine</b>                                                                     |                          |               |
| • Santé et capital humain                                                                               | 80,000 CNY <sup>4</sup>  | 0,27%         |
| • Dépenses préventives (destruction et nettoyage des produits contaminés)                               | 2,02 millions CNY        | 6,71%         |
| • Utilisation et contamination de l'eau pour nettoyer les produits                                      | 1,3 million CNY          | 4,32%         |
| <b>Total des pertes économiques dues aux impacts sur la santé humaine</b>                               | <b>3,4 millions CNY</b>  | <b>11,30%</b> |
| <b>Impacts sur la production animale et l'écosystème</b>                                                |                          |               |
| • Perte de production animale                                                                           | 0,7 million CNY          | 2,33%         |
| • Équilibre de l'écosystème                                                                             | 8 millions CNY           | 26,58%        |
| <b>Total des pertes économiques sur la production animale et l'écosystème</b>                           | <b>8,7 millions CNY</b>  | <b>28,90%</b> |
| <b>Impacts sur l'aquaculture</b>                                                                        | <b>18 millions CNY</b>   | <b>59,80%</b> |
| <b>Total des coûts sociaux et environnementaux</b>                                                      | <b>30,1 millions CNY</b> | <b>100 %</b>  |
| <b><u>Coûts de production directs (privés) : pesticides, main-d'œuvre et autres</u></b>                 | <b>37 millions CNY</b>   |               |
| <b><u>RATIO coûts sociétaux/coûts privés</u></b>                                                        |                          | <b>0,8</b>    |

Source: Chen, W., Zhang, L. And Hou X. (2006). Compilation Forest Lavoie Conseil et Edji-CAD

Pimentel et coll. (1993) ont estimé les effets environnementaux et économiques associés à une réduction de l'utilisation des pesticides en agriculture. Selon ces auteurs, les dommages causés à l'environnement et à la santé sont si importants pour que cela nécessite une réduction appréciable de l'usage de ces produits. La liste des dommages englobe les empoisonnements et les maladies causés aux humains, les impacts sur la faune terrestre et aquatique, les pertes de cheptels, la destruction de cultures et de plantes naturelles, la réduction de la population d'abeilles, la destruction des ennemis naturels, l'augmentation de la résistance des ravageurs et la création de problèmes additionnels et subséquents causés par les ravageurs.

En se basant sur la compilation de résultats d'autres études, ils estiment que les coûts sociaux et environnementaux s'élevaient alors à 8,1 milliards de dollars (voir détail tableau 4) alors que les bénéfices directs à la ferme variaient entre 12,3 et 20, 5 milliards de dollars sans égard aux effets des pesticides sur la santé et l'environnement. Les coûts directs de l'usage des pesticides en agriculture aux États-Unis étaient évalués quant à eux à 4,1 milliards de dollars. Le ratio des coûts sociétaux sur les coûts privés (directs à la ferme) est donc estimé à 2, indiquant que chaque dollar de dépenses en pesticides à la ferme incombe deux dollars en coût sociétaux (sociaux et environnementaux).

<sup>4</sup> CNY : Yuan chinois

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Rapport final

**Tableau 4 :** Estimation des coûts environnementaux et sociaux aux États-Unis en 1993

| Description                                                                                     | Pertes économiques<br>(millions de U.S. \$) | %            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------|
| <b>Coûts et bénéfices directs</b>                                                               | <b>4 100</b>                                |              |
| • Dépenses totales de 4,1 milliards \$ (billions) - Retour net 12 milliards \$ (16-4 milliards) |                                             |              |
| • En général entre 3 et 5 \$ de retour par dollar d'investissement (en moyenne 4 \$)            |                                             |              |
| <b>Coûts d'externalités négatives</b>                                                           |                                             |              |
| <b>Santé publique</b>                                                                           | <b>787</b>                                  | <b>9.69</b>  |
| • Impacts sur la santé publique                                                                 |                                             |              |
| <b>Animaux et écosystème</b>                                                                    |                                             |              |
| • Morts d'animaux domestiques et contamination                                                  | 30                                          | 0.37         |
| • Pertes d'ennemis naturels                                                                     | 520                                         | 6.4          |
| • Coûts de résistance aux pesticides                                                            | 1 400                                       | 17.24        |
| • Pertes d'abeilles et pollinisation                                                            | 320                                         | 3.94         |
| Sous-total                                                                                      | <b>2 270</b>                                | <b>27.94</b> |
| <b>Pertes de cultures</b>                                                                       | <b>942</b>                                  | <b>11.60</b> |
| <b>Biodiversité</b>                                                                             |                                             |              |
| • Pertes aquatiques                                                                             | 24                                          | 0.3          |
| • Pertes d'oiseaux                                                                              | 2 100                                       | 25.85        |
| Sous-total                                                                                      | <b>2 124</b>                                | <b>26.14</b> |
| <b>Eau souterraine</b>                                                                          |                                             |              |
| • Contamination d'eau souterraine                                                               | <b>1 800</b>                                | <b>22.16</b> |
| <b>Réglementation gouvernementale pour réduire les impacts</b>                                  | <b>200</b>                                  | <b>2.46</b>  |
| <b>Total des coûts sociaux et environnementaux</b>                                              | <b>8 123</b>                                | <b>100</b>   |
| <b>RATIO coûts sociétaux / coûts privés</b>                                                     | 8.1 milliards \$ / 4,1 milliards \$         | 2            |
| <b>RATIO coûts sociétaux / retour net (bénéfices direct – coûts directs)</b>                    | 8,1 milliards \$ / 12 milliards \$          | 0,7          |

Pimentel, D. , L. McLaghlin, A. Zepp, B. Lakitan, T. Kraus, P. Kleinman, F. Vancini, W. John Roach, E. Graap, W.S. Keeton, G. Selig. 1993. Compilation Forest Lavoie Conseil et Edji-CAD

L'étude confirme également qu'il serait possible de réduire de 50 % l'usage des pesticides en agriculture aux États-Unis sans effet important sur les rendements et les standards de qualité esthétique. Les impacts sur le coût des aliments seraient faibles, évalués en hausse de 0,6% sans internalisation des effets économiques des pesticides sur la santé et l'environnement.

Une dernière étude servira à étayer les effets sur les bénéfices / coûts sociétaux de l'usage des pesticides en agriculture. Celle-ci, pilotée également par Pimentel (2005), mais plus récente, avait pour objectifs de mettre à jour



les impacts sociaux et environnementaux découlant de la dépendance de l'agriculture américaine aux pesticides. Dans cette étude, chaque aspect des coûts sociaux et environnementaux est analysé et appuyé par une revue d'études. Pour chaque aspect, des hypothèses sont posées et expliquées afin de déterminer la portée des coûts. Selon l'auteur, ceux-ci sont évalués de manière conservatrice étant donné l'absence de certaines données et la complexité à mesurer précisément l'ampleur des impacts sociaux et environnementaux découlant de l'utilisation de ces produits. À titre d'exemple, l'auteur mentionne la difficulté de déterminer la valeur monétaire qu'on devrait attribuer à la vie d'un humain, mais que cela nécessite tout de même que des hypothèses soient faites pour de tels cas. Ainsi, le chiffre utilisé pour les cas de mortalité dus à des empoisonnements aux pesticides est estimé à 3,7 millions de dollars par décès. Cette estimation est basée sur les standards de l'EPA<sup>5</sup>.

Pimentel estime les bénéfices directs des pesticides à près de 40 milliards de dollars par année aux États-Unis alors que son analyse suggère que les coûts environnementaux et sociaux totaliseraient presque 10 milliards de dollars. La simple équation bénéfices-coûts privés et publics tend donc à démontrer que les pesticides sont bénéfiques globalement (10 milliards de coûts sociétaux plus 10 milliards de coûts privés (achat et applications) pour 40 milliards de bénéfices directs). Toutefois selon lui, la nature des coûts publics sociaux et environnementaux nécessite des arbitrages économiques supplémentaires découlant de questions éthiques et morales (à titre d'exemples : peut-on attribuer une simple valeur économique aux victimes de cancer et à la disparition d'écosystèmes) qui ne se mesurent pas par une simple équation bénéfices-coûts. Également, les effets cumulés à moyen et long termes ne sont pas comptabilisés et ceux-ci pourraient, selon l'auteur, facilement doubler la facture des coûts publics. En ce sens, Pimentel déplore le fait qu'il n'y ait pas de stratégies déployées aux États-Unis pour réduire l'utilisation des pesticides. Il note l'exemple de la Suède qui a diminué de 68 % sa dépendance aux pesticides sans effet sur les rendements et les standards esthétiques des produits agricoles.

En se basant sur la compilation des résultats de cette étude, les coûts sociaux et environnementaux s'élèvent à 9,7 milliards de dollars par année (voir détail tableau 5). Les coûts directs de l'usage des pesticides en agriculture aux États-Unis sont quant à eux estimés à 10 milliards de dollars. Le ratio des coûts sociétaux sur les coûts privés (directs à la ferme) est donc de 0,97, indiquant que chaque dollar de dépenses de pesticides à la ferme incombe à environ un dollar (0,97 \$) en coûts sociétaux (sociaux et environnementaux).

Les ratios coûts sociétaux sur les coûts privés (directs à la ferme) calculés par ces trois études varient de 0,8 à 2. Pimentel remarquait que l'estimation des coûts sociétaux compilée en 2005 demeurerait conservatrice en raison des données disponibles et des hypothèses qui sont posées. Ils pourraient ainsi facilement doubler. On note que bien que les pourcentages attribués aux différentes catégories de coûts comportent des similitudes, les méthodes de calcul sont différentes. À titre d'exemple, l'étude de Chen et coll. (2006), qui porte sur un district bien précis en Chine, une période d'étude déterminée et des données empiriques, accorde un impact plus faible à la santé et au capital humain (0,27%), mais plus grand aux dépenses préventives (6,71%) et à celles pour l'utilisation et la contamination de l'eau pour nettoyer les produits (4,32%). Les différences méthodologiques et l'accès aux données et informations deviennent des facteurs déterminants et en ce sens l'analyse menée par Pimentel (2005) est la plus exhaustive, tant par les études consultées que par la diversité des impacts sociaux et environnementaux mesurés. Conséquemment, le ratio dépenses directes en pesticides/coûts sociétaux qui sera retenu pour les analyses de modélisation se rapprochera de cette étude, soit de 1.

---

<sup>5</sup> US Environmental Protection Agency



# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Rapport final

**Tableau 5 :** Coûts environnementaux et économiques de l'application de pesticides aux États-Unis en 2005

| Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Pertes économiques<br>(millions de U.S. \$ ) | %           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------|
| Chaque dollar investi en protection des cultures par l'application de pesticides permettrait d'épargner 4 \$ en pertes de récoltes;<br>500 millions kg de pesticides utilisés (plus de 600 produits) aux États-Unis;<br>Dépense totale sur pesticides environ 10 milliards de dollars par année aux États-Unis et près de 40 milliards de dollars à l'échelle de la planète. |                                              |             |
| <b>Coûts sociaux et environnementaux</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                              |             |
| <b>Santé publique</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |             |
| • Empoisonnement (hospitalisation)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 30                                           | 0,3         |
| • Empoisonnement (traitement à la maison)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 30                                           | 0,3         |
| • Temps de travail perdu à cause d'empoisonnement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                                            | 0,02        |
| • Cancers                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1 000                                        | 10,3        |
| • Autres coûts de santé et maladies                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 165,5                                        | 1,7         |
| Sous-total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>1 228</b>                                 | <b>12,6</b> |
| <b>Pertes de cultures à cause de pesticides</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>1 391</b>                                 | <b>14,3</b> |
| <b>Animaux et écosystème</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |             |
| • Empoisonnement d'animaux domestiques et produits contaminés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 30                                           | 0,3         |
| • Coûts résultants de la destruction d'ennemis naturels bénéfiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 520                                          | 5,3         |
| • Pertes dues à la résistance des ravageurs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1 500                                        | 15,4        |
| • Empoisonnement des abeilles et réduction de pollinisation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 283                                          | 2,9         |
| • Contamination des eaux souterraines                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2 000                                        | 20,6        |
| • Pertes aquacultures                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 100                                          | 1,0         |
| • Pertes d'oiseaux et mammifères sauvages                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 200                                        | 22,6        |
| Sous-total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>6 633</b>                                 | <b>68,2</b> |
| <b>Fonds gouvernementaux pour contrôler la pollution causée par les pesticides</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>470</b>                                   | <b>4,8</b>  |
| <b>Total des coûts sociaux et environnementaux</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>9 722</b>                                 | <b>100</b>  |
| <b>RATIO coûts sociétaux / coûts privés</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9,722 milliards / 10 milliards               | 0,97        |
| <b>RATIO coûts sociétaux / retour net</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 9,724 milliards / 40 milliards               | 0,24        |

Pimentel, D. 2005. Compilation Forest Lavoie Conseil et Edj-CAD

### 4.4 Les externalités économiques

Plusieurs programmes et règlements gouvernementaux tendent à restreindre l'emploi de pesticides en agriculture. Les bienfaits de la réduction des usages de pesticides pour l'environnement, la faune et la santé publique sont documentés, comme cela a été présenté à la section précédente. Les technologies qui permettent de se substituer aux pesticides sans effets sociétaux négatifs peuvent constituer alors une externalité positive (des bénéfices pour la société). De manière générale, la théorie économique (Lipsey et coll., 1991) montre qu'il est justifié que l'État intervienne pour corriger les défaillances du marché en réduisant les effets négatifs (les externalités négatives) ou

exerçant une influence pour accroître la production de biens et services qui ont pour but d'améliorer le bien-être économique de la société (les externalités positives), mais que le marché, à lui seul, ne peut rémunérer avec un juste prix. Le défi réside alors à quantifier la valeur du bénéfice pour que la société dispose de tel bien ou service et ainsi justifier la compensation des coûts nécessaires à leur mise en production. Pour qu'une telle situation se concrétise, on doit démontrer que les bénéfices publics sont supérieurs aux coûts publics et que les bénéfices privés sont quant à eux inférieurs aux coûts privés. La production et l'utilisation de mouches stériles de l'oignon correspondent à un cas typique d'externalité positive. Outre leur utilisation par les producteurs d'oignons verts, la production et les lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons jaunes ne semblent pas a priori couvrir les coûts privés. Cependant, les bénéfices sociétaux pourraient compenser une part de la différence entre les coûts et les bénéfices privés (par une intervention de l'État, notamment par l'octroi de subventions).

Le Grand dictionnaire terminologique de l'Office de la langue française définit le terme « externalité » comme : « *le coût économique qui normalement n'est pas pris en compte par les marchés ou dans les décisions des agents du marché.*<sup>6</sup> » On ajoute la note suivante : « *Dans une démarche de développement durable, il faut bien connaître les impacts sociaux, environnementaux et économiques que les biens et les services ont tout au long de leur cycle de vie, de leur conception jusqu'à leur consommation ou disposition finale. Cette approche permet aux décideurs et aux consommateurs de savoir quel est le juste coût des biens et des services qu'ils utilisent et donc de faire des choix plus éclairés. Les informations contenues sur cette fiche représentent la position du gouvernement du Québec qui est explicitée dans sa Stratégie gouvernementale de développement durable 2008-2013.* »

C'est donc dire que le gouvernement du Québec reconnaît que les externalités doivent être évaluées pour faire des choix éclairés quant aux coûts réels d'un bien. La théorie économique, quant à elle, recommande généralement de laisser au marché le soin de réguler les échanges. Elle reconnaît aussi que la seule existence des externalités justifie l'intervention de l'État afin de remédier aux lacunes du marché.

Au Québec, le MDDEP est intervenu pour réduire les externalités environnementales négatives par le biais du Règlement sur les exploitations agricoles. Cette réglementation ne rétribue pas les producteurs. Elles leur imposent des comportements minimums pour réduire les externalités possibles. Toutefois, le MAPAQ offre de l'aide aux entreprises avec des programmes de subvention (Prime-Vert) visant à réduire les coûts de transition vers la conformité réglementaire (Mondon et coll., 2008).

Mondon et coll. note par ailleurs que la salubrité alimentaire est un bien public, mais dont l'adhésion est volontaire au Québec. L'intervention de l'État serait-elle de compenser les coûts des producteurs? La réponse reviendrait, selon les auteurs, à déterminer les avantages et les coûts de l'intervention gouvernementale (ainsi que les coûts et bénéfices privés) de même que son efficacité, tout comme en matière de protection de l'environnement. Dans la mesure où les bénéfices (sociaux – privés) surpassent les coûts privés et dans la mesure où le signal de prix est inadéquat, la société devrait alors prendre part aux coûts engendrés par les systèmes de salubrité. Il semble que la question à cette équation est positive, car les gouvernements provinciaux et fédéraux ont offert des aides à

---

<sup>6</sup> [http://www.granddictionnaire.com/BTML/FRA/r\\_Motclef/index800\\_1.asp](http://www.granddictionnaire.com/BTML/FRA/r_Motclef/index800_1.asp)

l'adoption de ces pratiques à travers le Cadre stratégique agricole. La même logique ne devrait-elle pas s'appliquer pour réduire l'utilisation de pesticides lorsqu'une technique efficace est disponible?

Si l'on se rapporte aux études présentées à la sous-section précédente, Pimentel (2005) note, entre autres, que la simple équation bénéfices-coûts privés et publics tend à démontrer que les pesticides sont bénéfiques globalement. Il mentionne par ailleurs que la Suède a diminué de 68 % sa dépendance aux pesticides sans effet sur les rendements et les standards esthétiques des produits agricoles. Une autre étude citée prétend qu'il serait possible de réduire de 50 % l'usage des pesticides en agriculture aux États-Unis sans effet important sur les rendements et les standards de qualité esthétique (Pimentel et coll. 1993). Il est donc possible de conclure que toute réduction de l'usage de pesticides sans effet sur les rendements et les standards esthétiques apporterait des bénéfices nets sociétaux et constituerait ainsi une externalité positive. Les coûts privés (sur les fermes) pour réduire les applications de pesticides pourraient alors s'en trouver affectés à la hausse et un transfert des bénéfices de la société vers les entreprises agricoles amenuiserait les impacts tout en permettant des gains nets. Le cas de l'utilisation des lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons correspond, du moins en théorie, à cette approche.

À cet égard, les conclusions de l'Étude de faisabilité, visant à soutenir les producteurs agricoles pour les coûts reliés aux exigences en termes d'assurance-qualité en matière agroalimentaire et environnementale menée par Mondon et coll. (2008), identifient deux types d'instruments économiques qui peuvent répondre aux objectifs de la présente étude afin de financer les coûts supportés par les producteurs agricoles, à savoir, les subventions et les crédits d'impôt.

## 5. Cadre méthodologique

### 5.1 Introduction

Cette section a pour objet de présenter la méthodologie utilisée pour répondre aux objectifs de l'étude. Ils visent à :

- identifier les conditions économiques et financières optimales nécessaires à l'implantation d'un élevage de mouches de l'oignon (*Delia antiqua*) au Québec ;
- favoriser l'adoption de la méthode de contrôle « lâchers de mouches stériles » par les entreprises maraîchères produisant des oignons jaunes ou des oignons verts;
- évaluer le partage équitable des coûts/bénéfices entre les acteurs impliqués dans le développement, l'implantation et l'utilisation de cette méthodologie de lutte intégrée. Ces acteurs désignés sont le producteur de mouches stériles, les producteurs d'oignons jaunes et d'oignons verts et l'État.

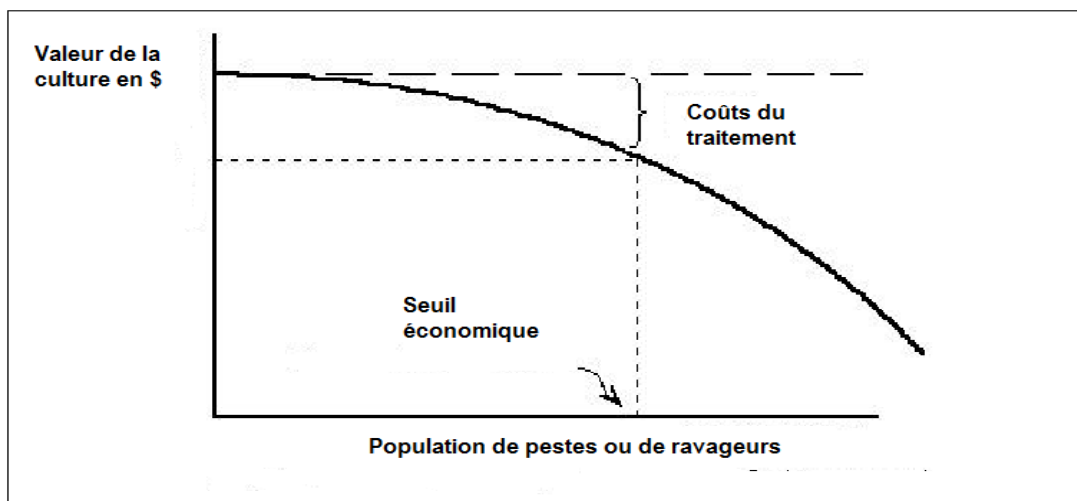
Pour ce faire, les aspects méthodologiques suivants seront abordés : l'évaluation des pertes causées par la mouche de l'oignon aux cultures; les quantités de pesticides utilisées et les coûts par hectare; les budgets de production pour les cultures d'oignons jaunes et d'oignons verts; le budget pour établir les coûts de production des mouches stériles en élevage; les trois scénarios d'introduction des mouches stériles au champ; l'implantation des mouches selon des zones de production définies; la perception des producteurs en regard des pesticides et des lâchers de mouches stériles; et la modélisation (l'outil de support à la décision).

### 5.2 L'évaluation des pertes causées par les mouches de l'oignon

Afin de démontrer l'efficacité des lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons, il est tout d'abord nécessaire d'évaluer les pertes de récolte selon la méthode de lutte : la méthode conventionnelle avec les pesticides et la méthode proposée des lâchers de mouches stériles. La figure 3 sert à illustrer l'évolution des pertes en fonction de la population de ravageurs. On note que lorsque la population de ravageurs s'accroît, les pertes progressent. Le traitement contre le ravageur devrait se faire au moment où la perte en valeur de la culture égale le coût de celui-ci.

Le but ici ne vise pas à entrer dans une discussion sur le seuil économique d'intervention, mais plutôt à exposer le fait qu'au moment du traitement il y a déjà des pertes de rendement. L'efficacité relative du traitement pourra alors limiter les pertes additionnelles. C'est donc dire que le rendement potentiel d'une culture en raison de la présence d'un ravageur est supérieur dans bien des cas au rendement réel obtenu. L'hypothèse suivante peut donc être émise : le rendement moyen mesuré ou publié est égal au rendement potentiel moins les pertes moyennes mesurées.

**Figure 3 :** Illustration de l'évolution des pertes (en valeur de la culture) en raison de la population de ravageurs



Source : Daku, L., 2001

Les informations utilisées pour établir les niveaux des pertes sont celles recueillies par PRISME lors du dépistage des cultures. Ces données sont présentées aux tableaux 6 et 7 pour l'oignon jaune et l'oignon vert respectivement. Pour l'oignon jaune, les données compilées pour les années 1999 à 2005 sont utilisées. Plusieurs générations de mouches de l'oignon s'attaquent à la culture de l'oignon jaune, par ailleurs ce sont les dommages totaux causés par la première et la seconde génération qui affectent principalement les rendements de la récolte. Ils ont causé en moyenne des diminutions de rendement de 3,47 % durant la période d'observation. Dans le cas de l'oignon vert, les données compilées pour les années 2007 à 2009 sont utilisées. Les pertes moyennes durant cette période sont de 9,47 %.

**Tableau 6 – Pertes de récolte causées par la mouche de l'oignon – oignon jaune**

| <b>Données</b>                         | <b>1999</b> | <b>2000</b> | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>Moyennes 1999-2005</b> |
|----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|
| N champs                               | 246         | 242         | 203         | 185         | 220         | 218         | 166         |                           |
| Dommages max à la récolte              | 25,7        | 19,3        | 13,2        | 16,9        | 19,2        | 13          | 8           | <b>16,47</b>              |
| Dommages totaux (1re et 2e génération) | 3,9         | 5,2         | 4,6         | 2           | 3           | 3           | 2,6         | <b>3,47</b>               |

Source : PRISME, 2010

Ces données sur les pertes seront utilisées pour calculer les différentiels de rendement pour les scénarios d'intervention analysés et pour établir le rendement potentiel lorsqu'il n'y a pas de perte à la récolte. Le rendement de base moyen utilisé pour l'oignon jaune est celui publié par le CRAAQ dans l'AGDEX 258/821. Il établit la récolte d'oignons à 1 830 sacs de 50 lb par hectare. Pour l'oignon vert, le rendement publié dans le Prix unitaire 2010 de la Financière agricole est utilisé et il est 237 000 paquets par hectare ou de 4 937,5 boîtes de 48 paquets à l'hectare.

**Tableau 7** – Pertes de récolte causées par la mouche de l'oignon – oignon vert

| <i>Données</i>             | <i>2007</i> | <i>2008</i> | <i>2009</i> | <i>Moyennes<br/>2007 - 2009</i> |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|
| N champs                   | 28          | 30          | 33          |                                 |
| Moy. dommages à la récolte | 12,8        | 4,5         | 11,1        | <b>9,47</b>                     |
| Dommages max               | 35,3        | 35,6        | 25,9        | <b>32,27</b>                    |

Source : PRISME, 2010

### 5.3 Les quantités de pesticides utilisées et les coûts par hectare

Les quantités d'insecticides utilisées pour combattre la mouche de l'oignon qui seront utilisées dans l'analyse sont celles observées et documentées par PRISME auprès de sa clientèle. Les tableaux 8 et 9 présentent les doses recommandées, les doses appliquées, les modes d'application et le nombre d'applications pour les quatre insecticides utilisés dans les cultures d'oignons jaunes et d'oignons verts respectivement.

Les tableaux 10 et 11 documentent, quant à eux, le coût des insecticides à l'hectare pour les deux mêmes cultures. Ils indiquent également la dose retenue d'application, les coûts des opérations culturales et de la main-d'œuvre requise. Les prix moyens du Lorsban, du Matador et du Dibrom proviennent du CRAAQ, 2009; AGDEX 200/850 alors que les prix du Governor ont été fournis par la Coop Uniforce. Ces tableaux indiquent également le coût total des traitements par hectare.

**Tableau 8** : Quantité d'insecticides utilisée pour contrôler la mouche de l'oignon – oignon jaune

| <i>Insecticides</i> | <i>Dose homologuée</i> | <i>Dose appliquée</i> | <i>Mode<br/>d'application</i> | <i># d'applications</i> |
|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Lorsban. G          | 8 à 16 kg              | en moyenne 16 à 24 kg | granulaire au semis           | 1                       |
| Matador             | 188 ml                 | 188ml                 | foliaire                      | 2                       |
| Dibrom              | 550 ml                 | 550 ml                | foliaire                      | 2                       |
| Governor            | 66.7g/1000g de semence | le même               | traitement de semence         | 1                       |

Source : PRISME, 2010.

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Rapport final

**Tableau 9 :** Quantité d'insecticides utilisée pour contrôler la mouche de l'oignon – oignon vert

| <i>Insecticides</i> | <i>Dose homologuée</i>  | <i>Dose appliquée</i> | <i>Mode d'application</i> | <i># d'applications</i> |
|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|
| Lorsban. G          | 0 kg                    | en moyenne 16 à 24 kg | granulaire au semis       | 1                       |
| Matador             | 188 ml                  | 188 ml                | foliaire                  | 3                       |
| Dibrom              | 0 ml                    | 550 ml                | foliaire                  | 3                       |
| Governor            | 66.7g/1000 g de semence | ND                    | traitement de semence     | 1                       |

Source : PRISME, 2010.

**Tableau 10 :** Coût des insecticides utilisés pour contrôler la mouche de l'oignon – oignon jaune

| <i>Insecticides</i> | <i>Prix moyen</i> | <i>Format</i> | <i>unité</i> | <i>Dose retenue</i> | <i>unité</i> | <i>Coût du produit par ha</i> | <i>Coût pour applications OC</i> | <i>Coût pour applications MO</i> | <i>Coût total (\$/ha)</i> |
|---------------------|-------------------|---------------|--------------|---------------------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Lorsban. G          | 186,35 \$         | 22,7          | kg           | 20                  | kg           | 164,19 \$                     | 0,00 \$                          | 0,00 \$                          | 164,19 \$                 |
| Matador             | 709,89 \$         | 3,78          | L.           | 188                 | ml           | 70,61 \$                      | 0,92 \$                          | 11,61 \$                         | 83,14 \$                  |
| Dibrom              | 177,52 \$         | 3,78          | L.           | 550                 | ml           | 51,66 \$                      | 0,92 \$                          | 11,61 \$                         | 64,19 \$                  |
| Governor            | 0,30 \$           | 1000          | gra          |                     |              | 240,00 \$                     | 0,00 \$                          | 0,00 \$                          | 240,00 \$                 |
| <b>Total</b>        |                   |               |              |                     |              |                               |                                  |                                  | <b>551,51 \$</b>          |

Sources: CRAAQ, 2009 - Pesticides - Prix moyens AGDEX 605/855; CRAAQ - Carottes et oignons - Budget - Légumes en terre noire AGDEX 258/821 Septembre 2008 (coûts pour les applications : opérations culturales (OC) et main-d'œuvre (MO)); FADQ Prix unitaires 2010 Oignons jaunes en terre noire (coût de la main-d'œuvre); Prix Governor : La Coop Uniforce, 2010. Compilation Forest Lavoie Conseil

**Tableau 11 :** Coût des insecticides utilisés pour contrôler la mouche de l'oignon – oignon vert

| <i>Insecticides</i> | <i>Prix moyen</i> | <i>Format</i> | <i>unité</i> | <i>Dose retenue</i> | <i>unité</i> | <i>Coût du produit par ha</i> | <i>Coût pour applications OC</i> | <i>Coût pour applications MO</i> | <i>Coût total (\$/ha)</i> |
|---------------------|-------------------|---------------|--------------|---------------------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Lorsban. G          | 186,35 \$         | 22,7          | kg           | 20                  | kg           | 164,19 \$                     | 0,00 \$                          | 0,00 \$                          | 164,19 \$                 |
| Matador             | 709,89 \$         | 3,78          | L.           | 188                 | ml           | 105,92 \$                     | 1,37 \$                          | 17,42 \$                         | 124,71 \$                 |
| Dibrom              | 177,52 \$         | 3,78          | L.           | 550                 | ml           | 77,49 \$                      | 1,37 \$                          | 17,42 \$                         | 96,28 \$                  |
| Governor            | 0,30 \$           | 1000          | gra          |                     |              | 768,60 \$                     | 0,00 \$                          | 0,00 \$                          | 768,60 \$                 |
| <b>Total</b>        |                   |               |              |                     |              |                               |                                  |                                  | <b>1 153,78 \$</b>        |

Sources: CRAAQ - Pesticides - Prix moyens AGDEX 605/855; CRAAQ - Carottes et oignons - Budget - Légumes en terre noire AGDEX 258/821 Septembre 2008 (coûts pour les applications : opérations culturales (OC) et main-d'œuvre (MO)); FADQ Prix unitaires 2010 Oignons verts en terre noire (coût de la main-d'œuvre); Prix Governor : La Coop Uniforce. Compilation Forest Lavoie Conseil

#### 5.4 Les budgets de production – oignon jaune et oignon vert

Des budgets de production pour les cultures d'oignons jaunes et d'oignons verts ont été compilés. Ceux-ci serviront de base pour le développement des modèles d'optimisation. Le tableau 12 présente le détail des deux budgets. Ces derniers représentent le détail des charges et revenus pour des cultures utilisant les insecticides pour le traitement des infestations de mouches stériles. Les coûts des traitements sont ceux documentés à la section 5.3. La majorité des données utilisées pour compléter les deux budgets proviennent des Prix unitaires de l'oignon jaune et de l'oignon vert en terre noire développés par la Financière agricole du Québec (2010). Le prix de vente de l'oignon jaune est comptabilisé selon la même méthode que celle qu'utilise le CRAAQ (2008, AGDEX 258/821). Cette méthode assume que 10 % des oignons sont vendus en primeur, 40 % à l'état frais et 50 % après entreposage. Le prix compilé est constitué d'une moyenne de prix couvrant la période 2005 à 2010 (pour récolte 2009 entreposée). Ces données proviennent du Conseil québécois de l'horticulture (2010, prix moyen hebdomadaire; primeur et frais), d'Infohort (prix après entreposage pour la période 2008-2010) et du CRAAQ (2008, AGDEX 258/821; pour la période 2005-2008, prix provenant d'Infohort). Les prix de vente de l'oignon vert sont compilés par le Conseil québécois de l'horticulture et sont les prix moyens saisonniers couvrant la période 2005-2009.

Les postes budgétaires qui seront affectés dans les budgets dont les méthodes culturales privilégieront l'utilisation des mouches stériles sont :

- Pesticides - insecticides : les coûts des insecticides seront retranchés dans deux scénarios sur trois; le troisième utilise des traitements de pulvérisation (voir section - *Les trois scénarios d'introduction des mouches stériles en champ*);
- Frais d'utilisation de machinerie – pulvérisation traitement pour mouches de l'oignon : même que précédent;
- Un poste - lâchers de mouches stériles sera ajouté : ce poste comprendra le prix des mouches, les lâchers, les frais de dépistages et les pièges;
- Les frais de dépistage seront retranchés (voir point précédent);
- Les postes frais de récolte et de mise en marché seront variables en fonction du niveau de récolte mise en marché;
- Les revenus seront aussi variables en fonction de la quantité d'oignons mis en marché.



# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Rapport final

**Tableau 12 :** Budgets de production pour les cultures d'oignons jaunes et d'oignons verts

| <i>Postes budgétaires</i>                                 | <i>Oignon jaune</i> | <i>Oignon vert</i>  |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                                           | (\$/ha)             | (\$/ha)             |
| <b>1. Charges variables</b>                               |                     |                     |
| <b>Semences</b>                                           | <b>2 301,56 \$</b>  | <b>1 646,31 \$</b>  |
| <b>Fertilisants et amendements</b>                        | <b>350,50 \$</b>    | <b>350,50 \$</b>    |
| <b>Pesticides</b>                                         |                     |                     |
| - herbicides et fongicides                                | 1 287,83 \$         | 639,17 \$           |
| - insecticides (traitement mouche de l'oignon)            | 526,46 \$           | 1 116,19 \$         |
| <b>sous-total</b>                                         | <b>1 814,29 \$</b>  | <b>1 755,36 \$</b>  |
| <b>Frais d'utilisation de machinerie</b>                  |                     |                     |
| - scarificateur                                           | 28,43 \$            | 28,43 \$            |
| - fraise rotative                                         | 41,74 \$            | 41,74 \$            |
| - semis à la volée                                        | 14,17 \$            |                     |
| - épandage d'engrais                                      | 5,00 \$             | 5,00 \$             |
| - semis de l'oignon                                       | 72,68 \$            | 72,68 \$            |
| - pulvérisation                                           | 102,45 \$           | 54,64 \$            |
| - pulvérisation traitement mouche de l'oignon             | 25,05 \$            | 37,58 \$            |
| - sarclage                                                | 19,54 \$            | 39,08 \$            |
| - buttage                                                 |                     | 16,91 \$            |
| - irrigation                                              | 73,44 \$            | 73,44 \$            |
| - semis à la volée                                        | 2,83 \$             | 2,83 \$             |
| <b>sous-total</b>                                         | <b>385,33 \$</b>    | <b>372,33 \$</b>    |
| <b>Main-d'œuvre engagée (production)</b>                  | <b>191,16 \$</b>    | <b>2 421,36 \$</b>  |
| <b>Frais de dépistage</b>                                 | <b>150,00 \$</b>    | <b>150,00 \$</b>    |
| <b>Intérêt sur marge de crédit</b>                        | <b>117,07 \$</b>    | <b>70,43 \$</b>     |
| <b>2. Frais de récolte</b>                                |                     |                     |
| - <b>Oignon jaune</b>                                     | <b>291,63 \$</b>    |                     |
| frais de récolte par sac de 50 lb = 0,1593 \$             |                     |                     |
| rendement par hectare = 1 830 sacs                        |                     |                     |
| - <b>Oignon vert</b>                                      |                     | <b>14 220,00 \$</b> |
| frais de récolte par boîte de 48 paquets = 2,88 \$        |                     |                     |
| rendement par hectare = 4 937,50 boîtes                   |                     |                     |
| <b>3. Frais de mise en marché</b>                         |                     |                     |
| - <b>Oignon jaune</b>                                     | <b>5 508,30 \$</b>  |                     |
| frais de mise en marché par sac de 50 lb = 3,01 \$        |                     |                     |
| rendement par hectare = 1830 sacs                         |                     |                     |
| - <b>Oignon vert</b>                                      |                     | <b>18 051,50 \$</b> |
| frais de mise en marché par boîte de 48 paquets = 3,66 \$ |                     |                     |
| rendement par hectare = 4 937,50 boîtes                   |                     |                     |
| <b>TOTAL DES CHARGES VARIABLES</b>                        | <b>11 109,84 \$</b> | <b>39 037,80 \$</b> |

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Rapport final

|                                                  |                            |                            |
|--------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>4. Charges fixes avant les amortissements</b> |                            |                            |
| - intérêt long terme                             | 392,61 \$                  | 196,31 \$                  |
| - taxes foncières                                | 51,89 \$                   | 25,95 \$                   |
| - assurances générales                           | 65,16 \$                   | 32,58 \$                   |
| - entretien du fond de terre                     | 38,17 \$                   | 19,09 \$                   |
| - entretien des bâtiments                        | 35,06 \$                   | 17,53 \$                   |
| - divers                                         | 145,85 \$                  | 72,93 \$                   |
| <b>sous-total</b>                                | <b>728,74 \$</b>           | <b>364,39 \$</b>           |
| <b>5. Charges d'amortissement</b>                |                            |                            |
| - amortissements (machinerie et bâtiments)       | 643,34 \$                  | 203,00 \$                  |
| <b>TOTAL DES CHARGES FIXES</b>                   | <b>1 372,08 \$</b>         | <b>567,39 \$</b>           |
| <b>TOTAL DES CHARGES</b>                         | <b><u>12 481,92 \$</u></b> | <b><u>39 605,19 \$</u></b> |
| <b>TOTAL DES REVENUS</b>                         |                            |                            |
| - <i>Oignon jaune</i>                            | <b><u>21 447,60 \$</u></b> |                            |
| prix unitaire = 11,72 \$ par sac de 50 lb        |                            |                            |
| rendement par hectare = 1 830 sacs               |                            |                            |
| - <i>Oignon vert</i>                             |                            | <b><u>64 434,38 \$</u></b> |
| prix unitaire = 13,05 \$ par boîte               |                            |                            |
| rendement par hectare = 4 937,50 boîtes          |                            |                            |
| <b>REVENUS moins CHARGES</b>                     | <b><u>8 965,68 \$</u></b>  | <b><u>24 829,19 \$</u></b> |

Sources : Financière agricole du Québec, 2010. Prix : oignon vert : Conseil Québécois de l'horticulture; Prix oignon jaune : Conseil québécois de l'horticulture, Infohort 2010 ; <http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1184695160057&lang=fra> et CRAAQ, 2008, AGDEX 258/821. Compilation Forest Lavoie Conseil

### 5.5 Le budget pour établir le coût de production des mouches stériles en élevage

Le calcul du coût de production des mouches stériles en élevage a été réalisé à partir des données générées par les expériences de production récentes de Phytodata. Le but de l'exercice visait à évaluer les coûts réels à partir des installations actuelles de Phytodata et tenant compte de la production de mouches réalisée. Une telle démarche permet de mesurer les coûts à partir des technologies actuellement disponibles et des capacités de production et d'investissement de l'organisation. Toute amélioration réalisée dans les infrastructures et technologies d'élevage devrait en principe se traduire par une performance accrue au niveau de la production et générer des économies d'échelle supplémentaires nécessitant par ailleurs des investissements supplémentaires.

Le budget est basé sur les données de production de l'année 2009-2010 pour un élevage annuel de 114 millions de mouches. Les installations peuvent produire environ le double de mouches, soit un peu plus de 225 millions par année. La structure du budget a été développée pour intégrer la capacité supplémentaire de production et permettre des simulations jusqu'au niveau maximal.

Deux grandes catégories de charges apparaissent au tableau 13, soit les charges fixes et les charges variables. Les charges fixes demeurent stables à l'intérieur de l'échelle de production des 225 millions de mouches produites. Leur

poids diminue donc par unité de production au-delà de 114 millions de mouches produites. Les charges variables quant à elles augmentent globalement lorsque la production s'accroît, mais demeurent stables par unité de mouches produites.

La méthode utilisée pour compiler les charges de production consistait à décomposer le processus de production en activité d'élevage de manière à leur attribuer les charges respectives en fonction des principaux paramètres technico-économiques ayant été définis. En plus d'être utile pour la conduite de cette étude, cet exercice permet aux gestionnaires de suivre l'évolution de la productivité des élevages et d'établir des bases de comparaison permettant de mesurer l'efficacité des changements apportés tant au niveau des paramètres de production que des installations ou des technologies.

Pour ce faire, la production de mouches stériles en élevage est segmentée en huit grandes activités. Celles-ci comprennent la production et la récolte des œufs; la préparation de la diète artificielle; la récolte des pupes; l'entreposage des pupes au froid; la stérilisation des pupes; l'émergence et la coloration des pupes; le contrôle de la qualité; et les frais généraux de la bio-usine. Pour chaque activité, les charges liées aux intrants, au matériel requis, à la main-d'œuvre, aux déplacements et aux services ont été comptabilisées. Les investissements nécessaires sont inventoriés et une période d'amortissement leur a été attribuée. Le sommaire du calcul du coût de production est présenté au tableau 13. Les dépenses nécessaires pour produire 114 millions de mouches stériles totalisent 452 359,95 \$. Une dernière activité est nécessaire pour compléter l'offre de services aux producteurs. Il s'agit des travaux aux champs, activité qui englobe la main-d'œuvre pour les lâchers de mouches stériles, le dépistage des ravageurs, l'installation de pièges, le matériel requis et les frais de déplacement. Ces coûts sont estimés à 366,70 \$ par hectare.

**Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec**  
**Rapport final**

**Tableau 13 :** Budget du calcul du coût de production des mouches stériles en élevage et des lâchers au champ

| Postes budgétaires                                         | \$/114 millions      |
|------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Coûts de production des mouches stériles en élevage</b> |                      |
| <b>i. Charges variables</b>                                |                      |
| <b>Frais d'opération</b>                                   |                      |
| 1. Production et récolte des œufs                          | 2 881,19 \$          |
| 2. Préparation diète artificielle                          | 132 279,06 \$        |
| 4. Entreposage des pupes au froid                          | 353,40 \$            |
| 6. Émergence et coloration des pupes                       | 867,54 \$            |
| <b>Sous-total</b>                                          | <b>136 381,18 \$</b> |
| <b>Frais de main-d'œuvre (variable)</b>                    |                      |
| 1. Production et récolte des œufs                          | 37 157,79 \$         |
| 2. Préparation diète artificielle                          | 20 318,13 \$         |
| 3. Récolte des pupes                                       | 27 090,83 \$         |
| 6. Émergence et coloration des pupes                       | 12 190,88 \$         |
| <b>Sous-total</b>                                          | <b>96 757,62 \$</b>  |
| <b>Total charges variables</b>                             | <b>233 138,80 \$</b> |
| <b>ii. Charges fixes</b>                                   |                      |
| <b>Main-d'œuvre</b>                                        |                      |
| 4. Entreposage des pupes au froid                          | 2 224,30 \$          |
| 5. Stérilisation des pupes                                 | 1 539,90 \$          |
| 7. Contrôle de qualité                                     | 19 582,40 \$         |
| 8. Frais généraux bio-usine                                | 117 401,91 \$        |
| <b>Sous-total</b>                                          | <b>140 748,51 \$</b> |
| <b>Autres frais fixes</b>                                  |                      |
| 4. Entreposage des pupes au froid                          | 2 712,00 \$          |
| 5. Stérilisation des pupes                                 | 4 392,00 \$          |
| 7. Contrôle de qualité                                     | 598,01 \$            |
| 8. Frais fixes généraux                                    | 50 980,00 \$         |
| Dépréciation                                               | 10 315,43 \$         |
| Frais d'intérêts sur investissements                       | 9 475,21 \$          |
| <b>Sous-total</b>                                          | <b>78 472,64 \$</b>  |
| <b>Total des charges fixes</b>                             | <b>219 221,15 \$</b> |
| <b>TOTAL DES CHARGES (variables et fixes)</b>              | <b>452 359,95 \$</b> |
| <b>Lâchers de mouches stériles au champ</b>                |                      |
|                                                            | <b>\$/ha</b>         |
| Matériel                                                   | 40,03 \$             |
| Main-d'œuvre                                               | 308,27 \$            |
| Déplacement                                                | 18,40 \$             |
| <b>TOTAL DES CHARGES</b>                                   | <b>366,70 \$</b>     |

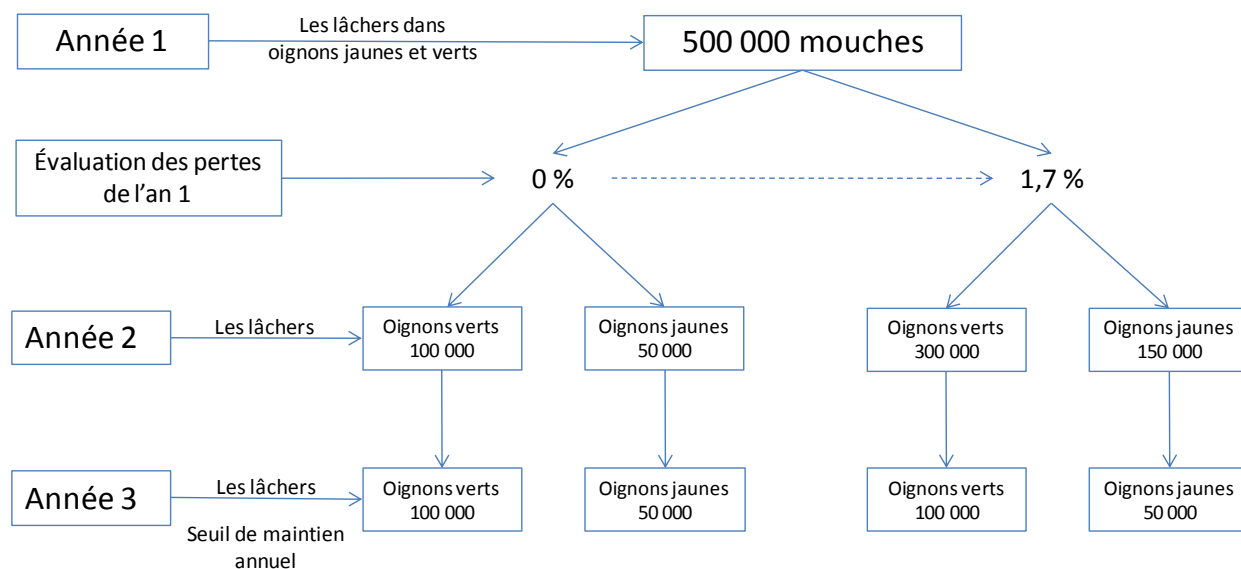
Source : Phytodata, 2010. Compilation Forest Lavoie Conseil

## 5.6 Les trois scénarios d'introduction des mouches stériles au champ

Trois scénarios d'introduction des mouches stériles au champ ont été élaborés et analysés dans cette étude. Ces scénarios s'appuient sur les travaux menés par Phytodata et sur l'expérience hollandaise.

Les scénarios 1 et 2, illustrés à la figure 4, consistent à relâcher 500 000 mouches par hectare la première année et selon le niveau de pertes anticipées deux pistes sont envisagées. La première (le scénario 1) avec un niveau de perte de zéro prévoit que, dès la seconde année, les quantités de mouches relâchées tomberont à 50 000 par hectare dans les cultures d'oignons jaunes et à 100 000 dans celles d'oignons verts. Les mêmes quantités de mouches seront relâchées les années subséquentes. La seconde piste (le scénario 2), en raison des pertes de 1,7% durant la première année, nécessitera des lâchers de mouches plus importants durant la seconde année d'implantation de cette méthode de lutte. Ainsi avant de tomber au niveau des lâchers de la deuxième année et des années subséquentes du scénario 1, une année de lâchers importants sera nécessaire pour amener le niveau des pertes à un seuil de 0 %. Pour ce faire, 150 000 mouches et 300 000 mouches par hectare seront distribuées respectivement dans les cultures d'oignons jaunes et d'oignons verts de la zone traitée.

Figure 4 : Illustration des lâchers de mouches stériles pour les scénarios 1 et 2 – quantité de mouches relâchées par hectare

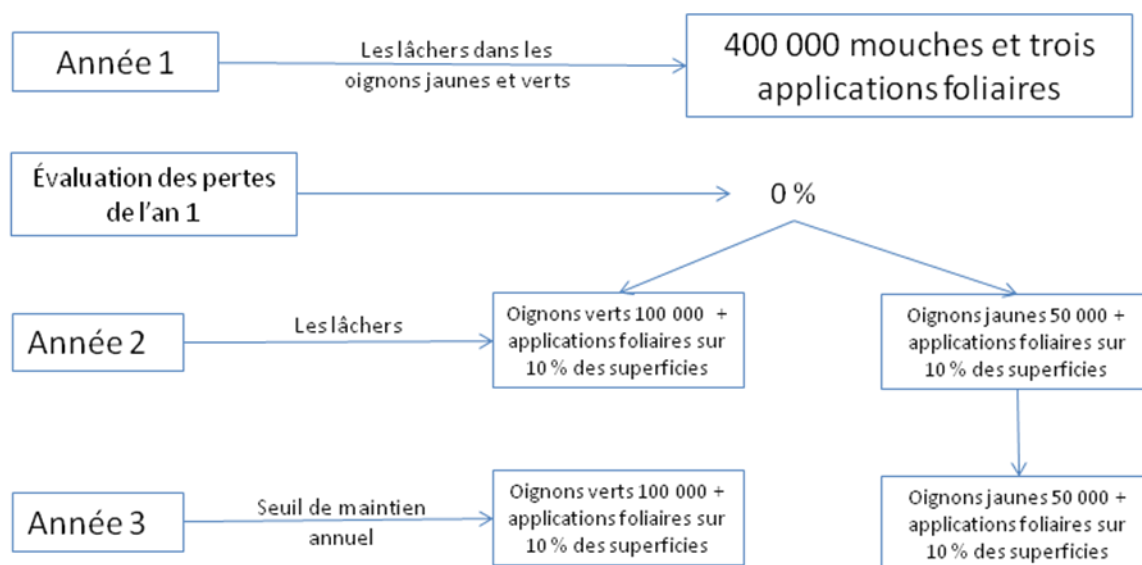


Sources : Phytodata et Forest Lavoie Conseil, 2010.

Le dernier scénario analysé comprend un traitement mixte - lâchers de mouches et applications d'insecticides. De tels scénarios ont été testés aux Pays-Bas lors de l'introduction de mouches stériles dans de nouvelles zones et avaient pour but de rassurer les producteurs sur le fonctionnement de cette innovation. Il visait aussi à assurer son efficacité au moment de l'implantation lorsque les infestations de mouches de l'oignon étaient importantes au sein des cultures et lors des années subséquentes pour cibler des champs problématiques.

Le déroulement du scénario 3 est illustré à la figure 5. Durant la première année, 400 000 mouches par hectare sont relâchées et trois traitements d'insecticides sont réalisés, deux applications foliaires de Dibrom et une de Matador selon la dose recommandée (voir tableaux 8 et 9). L'hypothèse quant aux pertes de cultures durant la première année est qu'elle serait de 0%. Lors des années subséquentes, les niveaux d'application de mouches stériles sont semblables au scénario 1, par contre il est prévu qu'il serait nécessaire d'effectuer des applications d'insecticides foliaires sur 10 % des superficies en traitement chaque année. Sur celles-ci, les deux mêmes insecticides que lors de la première année d'introduction des mouches stériles sont utilisés avec des doses identiques (deux applications foliaires de Dibrom et une de Matador).

**Figure 5 :** Illustration des lâchers de mouches stériles pour le scénario 3



Sources : Phytodata et Forest Lavoie Conseil, 2010

### 5.7 L'implantation des mouches stériles selon des zones de production définies

Au moment de définir la stratégie d'introduction des mouches stériles à grande échelle et de développer les scénarios de lâchers au champ (voir sous-section précédente), le personnel de Phytodata et les consultants se sont réunis à plusieurs reprises pour évaluer les différentes possibilités et sélectionner la démarche appropriée en regard des caractéristiques de la production d'oignons au Québec. Selon les données du Recensement agricole (Statistique Canada, 2006), 65 % des superficies québécoises d'oignons jaunes et 57 % des superficies d'oignons verts étaient localisées dans la MRC les Jardins de Napierville et 83 % des superficies totales des deux cultures se retrouvaient dans la grande région de la Montérégie.

Les données de PRISME montrent également que dans les zones de production de la MRC les Jardins de Napierville, les champs en culture sont généralement contigus ou relativement à proximité les uns des autres. Les rotations culturales, bien qu'existantes, sont relativement courtes, de deux ou trois ans, ce qui ne constitue pas un facteur de contrôle efficace contre les mouches de l'oignon. Ces facteurs compliquent une intervention ordonnée

champ par champ (problématique de l'infestation du ravageur à l'ensemble de la zone ou des autres champs qui ne sont pas traités) permettant de limiter la population de ravageurs à une densité négligeable qui limiterait les dégâts aux cultures sans nécessiter pour cela des lâchers en nombre important (au minimum 500 000 mouches par hectare) année après année. Une telle option ne peut s'avérer rentable et efficace et exigerait une usine de production de grande capacité pour couvrir les besoins.

Dans ce contexte, la stratégie privilégiée par les experts de Phytodata consiste à s'attaquer à une zone<sup>7</sup> de production à la fois et à implanter la technologie des mouches stériles sur la majorité, voire même la totalité des superficies en culture d'oignons. Une telle démarche permettrait d'adopter efficacement des scénarios tels que ceux présentés à la section 5.6 et d'obtenir des résultats concluants. Conséquemment, la population de ravageurs sur l'ensemble du territoire traité serait diminuée significativement dès la première année, incluant les superficies en rotation où seraient cultivés des oignons en deuxième ou troisième année de lâchers de mouches stériles. Dès la deuxième ou la troisième année, il serait alors possible d'atteindre le seuil de contrôle et d'y relâcher une quantité stable et soutenable de mouches. Pour ce faire, la technologie d'insectes stériles serait nouvellement implantée dans une nouvelle zone de production à chaque année.

À titre indicatif, une démarche semblable a été adoptée par les Pays-Bas pour contrôler les mouches. Cette approche permettrait à Phytodata d'entamer la commercialisation avec les installations de production actuelles, de pénétrer le marché graduellement et d'accroître (ou améliorer ses installations) ses capacités de production au moment opportun si cela s'avère nécessaire pour répondre à la demande.

Les informations nécessaires pour délimiter les zones de production d'oignons jaunes et d'oignons verts étaient incomplètes et imprécises. La modélisation s'est donc effectuée selon l'hypothèse que les zones seraient toutes de superficies équivalentes et qu'une période de dix ans serait nécessaire pour couvrir l'ensemble des surfaces de production d'oignons au Québec, et ce, en raison principalement des capacités actuelles de production de l'usine. Chaque année, tel que montré au tableau 14, les mouches stériles sont utilisées sur de nouvelles surfaces de 203 hectares d'oignons jaunes et 57 hectares d'oignons verts. Après cinq ans, l'introduction aura débuté sur 1 015 hectares d'oignons jaunes et 285 hectares d'oignons verts soit environ 50 % des superficies québécoises. La modélisation s'arrêtera aux cinq premières années, car au-delà de cette période, il serait hasardeux de faire des prévisions ou d'émettre des recommandations avec les informations actuellement disponibles.

Les tableaux suivants indiquent le nombre total de mouches relâchées (pour l'oignon jaune, l'oignon vert et les deux combinés) selon le scénario 1, 2 ou 3 présenté à la section précédente. Le scénario 2 (1,7 % de perte la première année) est le plus exigeant en nombre de mouches, nécessitant ainsi une production de plus de 225 millions de mouches la cinquième année d'implantation (voir tableaux 15-23).

Le dernier tableau de cette section présente les coûts de production maximaux que devrait assumer Phytodata pour répondre à la demande en fonction du scénario de lâcher choisi. Le moins coûteux est le scénario combiné

---

<sup>7</sup> Une zone constitue un ensemble de champs contigus ou relativement proches à l'intérieur d'un territoire délimité par une barrière naturelle (boisé, autres cultures (maïs, soya) etc.).

mouches-pesticides avec un coût de production quinquennal non indexé de 3,98 millions de dollars. On doit noter que chaque scénario pré suppose une production totale de 105 % des mouches nécessaires aux lâchers afin de tenir compte des pertes ou mortalités.

**Tableau 14 :** Superficie en culture - oignon jaune et oignon vert

| <i>Périodes</i> | <i>Oignon jaune</i> | <i>Oignon vert</i> | <i>Total</i> |
|-----------------|---------------------|--------------------|--------------|
|                 |                     | (en ha)            |              |
| <b>AN-1</b>     | 203                 | 57                 | 260          |
| <b>AN-2</b>     | 406                 | 114                | 520          |
| <b>AN-3</b>     | 609                 | 171                | 780          |
| <b>AN-4</b>     | 812                 | 228                | 1 040        |
| <b>AN-5</b>     | 1 015               | 285                | 1 300        |

Compilation Forest Lavoie Conseil

**Tableau 15 :** Scénario 1 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon jaune

| <i>Périodes</i> | <i>Nombre de mouches relâchées par hectare</i> |          |         |          |          |
|-----------------|------------------------------------------------|----------|---------|----------|----------|
|                 | Zone-1                                         | Zone - 2 | Zone -3 | Zone - 4 | Zone - 5 |
| <b>AN-1</b>     | 500 000                                        | 0        | 0       | 0        | 0        |
| <b>AN-2</b>     | 50 000                                         | 500 000  | 0       | 0        | 0        |
| <b>AN-3</b>     | 50 000                                         | 50 000   | 500 000 | 0        | 0        |
| <b>AN-4</b>     | 50 000                                         | 50 000   | 50 000  | 500 000  | 0        |
| <b>AN-5</b>     | 50 000                                         | 50 000   | 50 000  | 50 000   | 500 000  |

Compilation Forest Lavoie Conseil

**Tableau 16 :** Scénario 1 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon vert

| <i>Périodes</i> | <i>Nombre de mouches relâchées par hectare</i> |          |         |          |          |
|-----------------|------------------------------------------------|----------|---------|----------|----------|
|                 | Zone-1                                         | Zone - 2 | Zone -3 | Zone - 4 | Zone - 5 |
| <b>AN-1</b>     | 500 000                                        | 0        | 0       | 0        | 0        |
| <b>AN-2</b>     | 100 000                                        | 500 000  | 0       | 0        | 0        |
| <b>AN-3</b>     | 100 000                                        | 100 000  | 500 000 | 0        | 0        |
| <b>AN-4</b>     | 100 000                                        | 100 000  | 100 000 | 500 000  | 0        |
| <b>AN-5</b>     | 100 000                                        | 100 000  | 100 000 | 100 000  | 500 000  |

Compilation Forest Lavoie Conseil



**Tableau 17 :** Scénario 1 – nombre total de mouches stériles relâchées par zone et par période – tout oignon

| <i>Périodes</i> | <i>Nombre de mouches totales relâchées par zone et par période - total</i> |             |             |             |             |             |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                 | Zone-1                                                                     | Zone - 2    | Zone -3     | Zone - 4    | Zone - 5    | Total       |
| <b>AN-1</b>     | 130 000 000                                                                | 0           | 0           | 0           | 0           | 130 000 000 |
| <b>AN-2</b>     | 15 850 000                                                                 | 130 000 000 | 0           | 0           | 0           | 145 850 000 |
| <b>AN-3</b>     | 15 850 000                                                                 | 15 850 000  | 130 000 000 | 0           | 0           | 161 700 000 |
| <b>AN-4</b>     | 15 850 000                                                                 | 15 850 000  | 15 850 000  | 130 000 000 | 0           | 177 550 000 |
| <b>AN-5</b>     | 15 850 000                                                                 | 15 850 000  | 15 850 000  | 15 850 000  | 130 000 000 | 193 400 000 |

Compilation Forest Lavoie Conseil

**Tableau 18 :** Scénario 2 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon jaune

| <i>Périodes</i> | <i>Nombre de mouches relâchées par hectare</i> |          |         |          |          |
|-----------------|------------------------------------------------|----------|---------|----------|----------|
|                 | Zone-1                                         | Zone - 2 | Zone -3 | Zone - 4 | Zone - 5 |
| <b>AN-1</b>     | 500 000                                        | 0        | 0       | 0        | 0        |
| <b>AN-2</b>     | 150 000                                        | 500 000  | 0       | 0        | 0        |
| <b>AN-3</b>     | 50 000                                         | 150 000  | 500 000 | 0        | 0        |
| <b>AN-4</b>     | 50 000                                         | 50 000   | 150 000 | 500 000  | 0        |
| <b>AN-5</b>     | 50 000                                         | 50 000   | 50 000  | 150 000  | 500 000  |

Compilation Forest Lavoie Conseil

**Tableau 19 :** Scénario 2 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon vert

| <i>Périodes</i> | <i>Nombre de mouches relâchées par hectare</i> |          |         |          |          |
|-----------------|------------------------------------------------|----------|---------|----------|----------|
|                 | Zone-1                                         | Zone - 2 | Zone -3 | Zone - 4 | Zone - 5 |
| <b>AN-1</b>     | 500 000                                        | 0        | 0       | 0        | 0        |
| <b>AN-2</b>     | 300 000                                        | 500 000  | 0       | 0        | 0        |
| <b>AN-3</b>     | 100 000                                        | 300 000  | 500 000 | 0        | 0        |
| <b>AN-4</b>     | 100 000                                        | 100 000  | 300 000 | 500 000  | 0        |
| <b>AN-5</b>     | 100 000                                        | 100 000  | 100 000 | 300 000  | 500 000  |

Compilation Forest Lavoie Conseil

**Tableau 20 :** Scénario 2 – nombre total de mouches stériles relâchées par zone et par période – tout oignon

| <i>Périodes</i> | <i>Nombre de mouches totales relâchées par zone et par période - total</i> |             |             |             |             |             |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                 | Zone-1                                                                     | Zone - 2    | Zone -3     | Zone - 4    | Zone - 5    | Total       |
| <b>AN-1</b>     | 130 000 000                                                                | 0           | 0           | 0           | 0           | 130 000 000 |
| <b>AN-2</b>     | 47 550 000                                                                 | 130 000 000 | 0           | 0           | 0           | 177 550 000 |
| <b>AN-3</b>     | 15 850 000                                                                 | 47 550 000  | 130 000 000 | 0           | 0           | 193 400 000 |
| <b>AN-4</b>     | 15 850 000                                                                 | 15 850 000  | 47 550 000  | 130 000 000 | 0           | 209 250 000 |
| <b>AN-5</b>     | 15 850 000                                                                 | 15 850 000  | 15 850 000  | 47 550 000  | 130 000 000 | 225 100 000 |

Compilation Forest Lavoie Conseil

**Tableau 21 :** Scénario 3 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon jaune

| <i>Périodes</i> | <i>Nombre de mouches relâchées par hectare</i> |                 |                |                 |                 |
|-----------------|------------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                 | <b>Zone-1</b>                                  | <b>Zone - 2</b> | <b>Zone -3</b> | <b>Zone - 4</b> | <b>Zone - 5</b> |
| <b>AN-1</b>     | 400 000                                        | 0               | 0              | 0               | 0               |
| <b>AN-2</b>     | 50 000                                         | 400 000         | 0              | 0               | 0               |
| <b>AN-3</b>     | 50 000                                         | 50 000          | 400 000        | 0               | 0               |
| <b>AN-4</b>     | 50 000                                         | 50 000          | 50 000         | 400 000         | 0               |
| <b>AN-5</b>     | 50 000                                         | 50 000          | 50 000         | 50 000          | 400 000         |

Compilation Forest Lavoie Conseil

**Tableau 22 :** Scénario 3 – nombre de mouches stériles relâchées par hectare - oignon vert

| <i>Périodes</i> | <i>Nombre de mouches relâchées par hectare</i> |                 |                |                 |                 |
|-----------------|------------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                 | <b>Zone-1</b>                                  | <b>Zone - 2</b> | <b>Zone -3</b> | <b>Zone - 4</b> | <b>Zone - 5</b> |
| <b>AN-1</b>     | 400 000                                        | 0               | 0              | 0               | 0               |
| <b>AN-2</b>     | 100 000                                        | 400 000         | 0              | 0               | 0               |
| <b>AN-3</b>     | 100 000                                        | 100 000         | 400 000        | 0               | 0               |
| <b>AN-4</b>     | 100 000                                        | 100 000         | 100 000        | 400 000         | 0               |
| <b>AN-5</b>     | 100 000                                        | 100 000         | 100 000        | 100 000         | 400 000         |

Compilation Forest Lavoie Conseil

**Tableau 23 :** Scénario 3 – nombre total de mouches stériles relâchées par zone et par période – tout oignon

| <i>Périodes</i> | <i>Nombre de mouches totales relâchées par zone et par période - total</i> |                 |                |                 |                 |              |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|
|                 | <b>Zone-1</b>                                                              | <b>Zone - 2</b> | <b>Zone -3</b> | <b>Zone - 4</b> | <b>Zone - 5</b> | <b>Total</b> |
| <b>AN-1</b>     | 104 000 000                                                                | 0               | 0              | 0               | 0               | 104 000 000  |
| <b>AN-2</b>     | 15 850 000                                                                 | 104 000 000     | 0              | 0               | 0               | 119 850 000  |
| <b>AN-3</b>     | 15 850 000                                                                 | 15 850 000      | 104 000 000    | 0               | 0               | 135 700 000  |
| <b>AN-4</b>     | 15 850 000                                                                 | 15 850 000      | 15 850 000     | 104 000 000     | 0               | 151 550 000  |
| <b>AN-5</b>     | 15 850 000                                                                 | 15 850 000      | 15 850 000     | 15 850 000      | 104 000 000     | 167 400 000  |

Compilation Forest Lavoie Conseil

**Tableau 24 :** Coûts totaux de production et de lâchers de mouches stériles par période selon le scénario choisi

| <i>Périodes</i> | <i>Scénario 1</i>   | <i>Scénario 2</i>   | <i>Scénario 3</i>   |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>AN-1</b>     | 593 716 \$          | 593 716 \$          | 537 886 \$          |
| <b>AN-2</b>     | 723 093 \$          | 791 164 \$          | 667 263 \$          |
| <b>AN-3</b>     | 852 471 \$          | 920 541 \$          | 796 640 \$          |
| <b>AN-4</b>     | 981 848 \$          | 1 049 918 \$        | 926 017 \$          |
| <b>AN-5</b>     | 1 111 225 \$        | 1 179 295 \$        | 1 055 394 \$        |
| <b>Total</b>    | <b>4 262 353 \$</b> | <b>4 534 634 \$</b> | <b>3 983 200 \$</b> |

Compilation Forest Lavoie Conseil

### 5.8 La perception des producteurs en regard des pesticides et des lâchers de mouches stériles

Une enquête téléphonique auprès de 10 producteurs (dont six d'oignons jaunes, deux d'oignons verts et deux produisant les deux cultures) a été réalisée en mars 2010. Le but consistait à connaître leur perception à l'égard de l'usage des pesticides et la potentialité de l'utilisation des mouches stériles. Le questionnaire d'entrevue est annexé au présent rapport (voir annexe 2).

#### Réactions quant aux pertes

De manière générale, les producteurs consultés reconnaissent que la mouche de l'oignon constitue une problématique importante et que celle-ci est plus préoccupante pour la culture de l'oignon vert. Pour celle-ci, il y a moins de pesticides homologués et les pertes sont significatives en raison de la grosseur des oignons récoltés dont les dommages ne peuvent être compensés par la croissance des autres oignons. Malgré les traitements, les pertes dépassent certaines fois les 10 %.

La situation semble moins préoccupante pour la culture d'oignon jaune et plusieurs disent bien contrôler ce ravageur. Toutefois, certains notent que la situation des pertes est en augmentation depuis cinq ans et que les dommages peuvent dépasser les 3 %. Dans les deux situations, le coût des traitements additionné aux baisses de rendement constituent pour plusieurs des pertes économiques notables. L'évaluation des pertes de récolte et l'utilisation des produits de traitements diffèrent parfois des informations présentées aux sections 5.2 et 5.3.

#### Les perceptions associées aux pesticides

Ils étaient ensuite questionnés sur les avantages et inconvénients associés à l'utilisation des pesticides pour combattre les ravageurs. La facilité, le coût d'utilisation, l'efficacité des traitements pour contrôler les ravageurs et la réduction des dommages aux cultures sont les principaux avantages que la majorité des producteurs consultés attribuent aux pesticides. La liste des inconvénients et contraintes est plus longue et elle est partagée par la majorité des répondants. Ceux-ci sont bien informés et le niveau de formation y est sans doute pour quelque chose. La majorité détenait un DEC en agriculture et certains étaient agronomes. On reproche aux pesticides la phytotoxicité des traitements sur les plantes, le développement de la résistance des ravageurs, les effets sur la santé (famille, travailleurs agricoles et consommateurs) et sur l'environnement (puits, cours d'eau, faune, flore et biodiversité), les impacts sur la perception des consommateurs et les effets possibles sur l'accès aux marchés d'exportation. Plusieurs critiquent les lenteurs gouvernementales à homologuer les nouveaux produits qui pourraient s'avérer plus efficaces pour lutter contre les ravageurs et causer moins d'effets nuisibles à la santé et à l'environnement.

Les répondants plus jeunes (moins de 40 ans) semblent plus préoccupés des effets sur la santé et l'environnement. La première raison donnée par ce groupe de producteurs pour changer de pratique et utiliser une méthode de lutte intégrée comme les mouches stériles serait la réduction de la dépendance aux pesticides en regard des impacts sur la santé et l'environnement, vient ensuite l'efficacité des traitements. Les producteurs plus âgés, quant à eux, notent, comme première raison, la réduction des coûts, suit ensuite, l'efficacité des traitements et la fiabilité de la méthode.

### Les perceptions associées aux lâchers de mouches stériles

Lorsqu'ils sont questionnés sur les avantages et les inconvénients associés aux lâchers de mouches stériles, les principales contraintes notées semblent vraiment le manque d'information sur les coûts des traitements, sur l'efficacité réelle de cette méthode pour combattre les ravageurs et, dans une moindre mesure, sur les risques associés à son utilisation. À cet égard, les producteurs membres de PRISME sont mieux informés. Tous partagent les avantages qu'aurait cette technique sur la santé, l'environnement, la perception des consommateurs et l'accès aux marchés d'exportation. On voit aussi positivement l'offre d'un service clé en main où le dépistage, le suivi et les lâchers des mouches seraient assurés par un tiers.

Les répondants devaient aussi répondre à la question suivante : pour des niveaux d'efficacité supérieurs de contrôle des ravageurs associés aux lâchers de mouches stériles, seriez-vous disposés à supporter des coûts supérieurs à l'hectare pour contrôler les dommages attribués aux mouches de l'oignon? La majorité a répondu qu'ils seraient disposés à supporter des coûts supérieurs de l'ordre de 5 à 15%. Pour les autres, la technique devra être plus efficace que les pesticides pour lui attribuer un prix supérieur de manière à ne pas nuire à leur compétitivité.

### Les défis

Finalement, à la dernière question qui demandait d'identifier les principaux défis qui devront être relevés pour introduire l'utilisation de lâchers de mouches stériles comme méthode de contrôle de la mouche de l'oignon, les éléments suivants ont été apportés : la nécessité de démontrer l'efficacité réelle à grande échelle de la méthode, l'offre d'un service à coût compétitif, la nécessité de convaincre un grand nombre de producteurs pour une meilleure efficacité de la méthode, la sensibilisation des ministères concernés afin de les convaincre de s'impliquer dans le développement et d'implanter une production de mouches à grande échelle.

Les producteurs consultés voient positivement la venue d'une méthode de lutte intégrée qui permettrait de réduire leur dépendance aux pesticides. La mouche de l'oignon est un ravageur qui préoccupe l'ensemble des répondants, bien qu'elle cause davantage d'inconvénients aux cultures d'oignons verts. Les avantages procurés par les lâchers de mouches stériles semblent notables quand on les compare aux inconvénients attribués aux pesticides. Malgré cela, les producteurs demandent à être mieux informés sur les bénéfices de cette méthode de lutte intégrée et s'attendent à ce que la démonstration de fiabilité, d'efficacité et de compétitivité soit éprouvée, et ce, au-delà de l'expérimentation. On note que plusieurs seraient disposés à déboursier des sommes supérieures pour utiliser cet outil. Toutefois, la réticence de certains à assumer un coût supérieur aux pesticides fait en sorte que pour être adoptés par un grand nombre, les lâchers de mouches stériles se doivent d'être offerts à un prix concurrentiel avec les méthodes conventionnelles.

## 5.9 La modélisation (l'outil de support à la décision)

### Les outils d'analyse utilisés

Les outils d'analyse économique utilisés pour l'étude de l'allocation optimale des ressources économiques entre l'utilisation des pesticides et des lâchers de mouches stériles sont au nombre de trois, soit la programmation linéaire multipériodes en nombres entiers, l'approche budgétaire et le budget partiel.

La méthode d'optimisation mathématique est utilisée fréquemment en économie et en management pour les modèles de décisions d'allocation de ressources (afin de maximiser un objectif bien précis (ex. le profit) en regard de différentes contraintes (ex. le capital disponible). Cette méthode communément dénommée méthode de programmation linéaire « simplex » a été développée dans les années cinquante par l'Armée américaine pour résoudre des problèmes complexes nécessitant l'analyse de plusieurs variables. Elle a ensuite été appliquée en économie et en management pour analyser des problématiques d'allocation optimale des ressources similaires à celle des lâchers de mouches stériles. En agriculture, elle a été popularisée par le professeur d'agroéconomie de l'université de l'Iowa Earl O. Heady avec la publication de son livre « *Linear Programming Methods* », en 1958. Cette technique est depuis régulièrement utilisée par les agroéconomistes pour orienter la prise de décision.

La méthode de programmation linéaire permet d'évaluer des scénarios alternatifs afin de choisir celui qui permet de maximiser l'atteinte de l'objectif souhaité comme la maximisation du profit ou la minimisation des dépenses. Pour ce faire, une équation linéaire mathématique est développée pour décrire l'objectif souhaité. À titre d'exemple, le profit peut être représenté par la sommation des revenus (vente de produits) moins la sommation des dépenses (achats d'intrants, les opérations culturales, etc.). Cette équation est alors optimisée en regard d'un certain nombre d'équations qui ont pour but de contraindre la décision à l'intérieur de facteurs économiques limités, par exemple les superficies disponibles pour les cultures. Des logiciels spécialisés comme Lindo et What's Best<sup>8</sup> ont été développés pour résoudre les matrices d'équations mathématiques. C'est ce dernier logiciel qui est utilisé dans ce projet.

Pour analyser et comparer les résultats générés par l'exercice de programmation linéaire, un hybride entre l'analyse budgétaire complète et le budget partiel est utilisé. L'analyse budgétaire permet l'analyse complète d'un projet par la documentation de toutes les charges (variables et fixes), par la prévision des revenus et en envisageant les impacts sur les revenus nets de l'entreprise. Cette approche est utilisée par le CRAAQ pour publier les budgets de références économiques.

Le budget partiel est un outil utilisé pour mesurer l'impact de changements bien définis que l'on souhaite faire sans procéder à une analyse complète des budgets financiers de l'organisation. L'impact de l'achat d'un nouvel équipement, d'une machinerie, voire même l'ajout d'une nouvelle culture dans une rotation peut être analysé par le biais d'un budget partiel. L'équipe d'ÉcoRessources Consultants (2008) avait proposé cette méthode d'analyse pour évaluer les pertes subies par une entreprise agricole à la suite d'une crise sanitaire ou phytosanitaire. Ce choix était justifié « *par le fait que cette méthode permet d'isoler, même pour une entreprise comptant plusieurs productions, les revenus et les coûts affectés par la crise et d'établir une estimation de la variation du revenu net de l'entreprise à la*

---

<sup>8</sup> [http://www.lindo.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3&Itemid=11](http://www.lindo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=11)

*suite de cette crise* »<sup>9</sup>. Cette méthode est aussi suggérée par certains auteurs pour mesurer l'impact de programmes de gestion intégrée des ravageurs (Trumble et coll., 1997).

Le budget partiel comporte quatre grandes catégories de revenus/coûts : i) les revenus additionnels générés (en plus), ii) les dépenses évitées (en moins), iii) les revenus perdus (en plus) et iv) les dépenses additionnelles encourues (en plus). Pour calculer l'impact sur revenu net découlant des changements proposés, il faut d'abord additionner les catégories i et ii, puis les catégories iii et iv, ensuite, soustraire la somme des catégories iii et iv de la somme des deux premières.

L'approche budgétaire hybride permettra de combiner les résultats issus de la modélisation en apportant les changements en plus et en moins aux budgets des cultures utilisant des pesticides (voir tableau 12) et de mesurer directement l'impact sur le revenu net de la culture.

#### La description des modèles d'optimisation

Sept modèles de programmation linéaire multipériodes de cinq ans ont été développés pour analyser la problématique de substitution entre les pesticides et l'utilisation de lâchers de mouches stériles de l'oignon et, finalement, les trois modèles ont été retenus.

Tout d'abord, quatre modèles dits « purs » ont été élaborés, un modèle pesticide seulement et trois modèles pour chaque scénario d'introduction de mouches stériles. Ils ont servi à mesurer la robustesse des modèles (quant à leur prédictibilité) et à établir des ratios équitables de prix de vente des mouches stériles selon l'utilisation dans la culture d'oignons jaunes ou d'oignons verts. Cet aspect sera abordé un peu plus loin. Les trois autres modèles visaient la sélection optimale des méthodes de contrôle. Dans cette situation, les modèles étaient dits « mixtes » afin d'y comparer la situation actuelle d'utilisation de pesticides avec l'un des scénarios d'introduction de mouches stériles, un modèle pour chaque scénario.

La structure des modèles est assez standard. La fonction « objectif » vise à maximiser le revenu net global des producteurs d'oignons jaunes et d'oignons verts à chaque période production (année) et globalement pour toutes les périodes (5 ans). Une condition à l'optimisation requiert, dans le cas où l'utilisation des mouches stériles est sélectionnée par le modèle, que les coûts d'élevage de celles-ci en usine soient couverts par la combinaison des revenus provenant du prix d'achat des mouches payé par les producteurs et des bénéfices sociétaux résultants de la réduction des pesticides utilisés (revenus moins dépenses est égal à zéro).

Les principaux éléments de coûts et de revenus sont traduits en variables au sein de cette équation (voir figure 6). Les variables de coûts sont négatives alors que celles des revenus sont positives. Les principales variables (aussi appelé activités) de coûts sont : les charges associées aux insecticides pour traiter les mouches, à la récolte, à la mise en marché, aux lâchers de mouches stériles et les autres charges (charges variables et fixes qui ne sont pas affectées par le choix du traitement). Celles-ci sont représentées par des variables indépendantes dans l'équation. La décomposition des coûts de cette manière a permis d'évaluer séparément certaines variables d'intérêt.

---

<sup>9</sup> ÉcoRessources Consultants, 2008. Stratégies visant à réduire l'impact économique de crises sanitaires ou phytosanitaires pour les entreprises agricoles. *Rapport d'étape Volet 2 - Évaluation des pertes. Rapport préparé pour le CDAQ.*

Les revenus sont exprimés par la vente de produits récoltés, soit le nombre de sacs de 50 lb d'oignons jaunes et de boîtes de 48 paquets d'oignons verts commercialisés, et par les bénéfices sociétaux générés par la réduction de pesticides. L'hypothèse posée pour établir ces bénéfices est basée sur la revue de littérature présentée à la section 4 qui prescrit qu'en moyenne pour chaque dollar de dépense en pesticides évités, un dollar de bénéfice pour la société est généré.

**Figure 6** - Structure de la fonction « objectif »

Maximisation des revenus nets = ventes d'oignons (prix  $\times$  nbre d'unités) + bénéfices sociétaux (quantité de pesticides non utilisée  $\times$  prix unitaire) – coûts des pesticides (quantité de pesticides utilisée  $\times$  prix unitaire) – coûts des lâchers de mouches stériles (quantité de mouches  $\times$  prix unitaire) – charges de récolte (quantité récolté  $\times$  coût unitaire) – charges de mise en marché (quantité récolté  $\times$  coût unitaire)

Les équations de contraintes sont regroupées en sept grandes catégories, soit: celle contraignant les superficies cultivées en hectare par sous-zones de production; celle limitant les quantités des insecticides aux doses pouvant être appliquées par hectares selon la culture et le nombre d'hectares; celle déterminant les bénéfices sociétaux découlant de la réduction d'usage de pesticides et les limitant à la quantité de pesticides non utilisés; celle balisant la quantité de mouches stériles utilisée aux lâchers prévus selon la période, la zone et la culture; celle limitant les frais de récolte et de mise en marché aux rendements prévus selon l'utilisation de pesticides ou de lâchers de mouches, la culture et le nombre d'hectares cultivés.

Le modèle comporte cinq périodes (années) interconnectées qui reprennent toutes la même structure de fonction « objectif » et d'équations de contraintes. La structure générale du modèle est illustrée à l'annexe 1.

#### Le ratio de prix de vente des mouches stériles et le principe d'équité

La principale difficulté à laquelle on a dû faire face est l'établissement d'un ratio équitable de prix de vente des mouches stériles entre les deux cultures. Dans la situation où l'on doit établir un seul prix optimal, il est relativement facile de le faire, car on a alors une équation avec une seule inconnue. La situation se complique avec deux prix, l'équation à résoudre possède maintenant deux inconnues et c'est ce type d'équation qui doit être résolu ici. Pour contourner ce problème, il fallait premièrement établir la manière d'installer un rapport d'équité à respecter entre les deux cultures. L'équité est une notion importante en économie. Cela sous-entend que lorsque des changements économiques sont apportés, aucune des parties en cause ne devrait s'en trouver pénalisée ou avantagée par rapport à l'autre.

La méthode utilisée pour maintenir l'équité et établir le ratio de prix juste a été de :

- i. générer les revenus nets globaux cinq ans pour la totalité des hectares en culture avec le modèle pesticide seulement. Le ratio ainsi obtenu entre les revenus nets globaux oignons verts / oignons jaunes était de 0,77. Il faut noter le nombre plus élevé d'hectares cultivés d'oignons jaunes. Cette étape déterminait le niveau d'équité actuel entre les deux productions - avant d'apporter des changements à la méthode de



traitement des mouches. Ce modèle devient le contrôle. L'étape suivante consistait à établir le même ratio de revenus nets globaux, mais cette fois-ci pour chaque scénario de lâchers de mouches stériles. La même démarche est donc répétée à chaque fois.

- ii. développer le modèle « contrôle » lâchers de mouches stériles – scénario 1. Ce modèle ne considère ni les bénéfices sociétaux de réduction de pesticides ni le prix d'achat des mouches pour couvrir les coûts de production assumés par Phytodata. Le but ici vise à établir un revenu net global cinq ans équivalent au modèle contrôle pesticide. Cela constitue à une forme d'analyse du point mort<sup>10</sup> (« break even analysis ») auquel les producteurs d'oignons jaunes et d'oignons verts sont globalement indifférents dans leur choix entre les deux méthodes de traitement des ravageurs.
  - a. Pour ce faire, on réalise plusieurs itérations de calculs avec le modèle d'optimisation afin d'obtenir les deux niveaux exacts de prix payés (le prix pour les deux cultures) pour les mouches stériles qui égalent les revenus globaux cinq ans du modèle de contrôle pesticide. Cela nécessite plusieurs séries de calculs avec le modèle où les prix payés des mouches sont ainsi ajustés pour parvenir aux mêmes revenus nets globaux avec un ratio de 0.77 entre les deux cultures;
  - b. Une fois ce résultat obtenu, on a l'assurance que les producteurs sont indifférents d'un point de vue économique entre les deux méthodes de contrôle de la mouche de l'oignon et que l'équité est préservée entre les deux cultures;
  - c. Il ne reste qu'à calculer le ratio entre les deux prix de vente de lâchers de mouches stériles. Ce ratio devient le ratio contrôle pour les simulations finales effectuées pour chaque scénario de lâchers de mouches. La différence des coûts de production et des niveaux de pertes nécessite que la méthode soit reprise pour les deux autres scénarios. À titre indicatif, le ratio de prix du scénario 1 est 3,43041.
  - d. Les mêmes étapes sont reprises pour les deux autres scénarios de lâchers de mouches stériles.

Il est important de noter que chaque ratio de prix est unique, car il correspond à une situation particulière, à savoir : nombre d'hectares en production pour chaque culture, prix de vente, coût de production, etc..

#### Les bénéfices sociétaux

Les bénéfices sociétaux sont générés par le modèle de manière à ce que toute réduction de pesticides appliqués soit comptabilisée en quantité et ensuite en valeur économique. Cela devient alors le bénéfice social et environnemental établi selon le ratio 1 : 1 documenté à la section 4.2. En principe, la société profite de ces bénéfices tous les ans qui suivent la substitution des pesticides par des lâchers de mouches stériles. Toutefois, dans l'analyse, le transfert de ceux-ci vers les producteurs décroît à chaque période afin de limiter la contribution de l'État au moment le plus critique pour les producteurs, soit les premières années d'implantation lorsque les coûts et les risques appréhendés

---

<sup>10</sup> Étude des charges et des produits correspondant à différents niveaux d'activité afin d'établir le seuil de rentabilité, aussi appelé *point mort*, c'est-à-dire le point où le chiffre d'affaires permet de recouvrer à la fois les charges fixes et les charges variables. [http://www.granddictionnaire.com/BTML/FRA/r\\_Motclef/index800\\_1.asp](http://www.granddictionnaire.com/BTML/FRA/r_Motclef/index800_1.asp)

sont les plus élevés. L'application de cette hypothèse qui est en partie inspirée par l'expérience aux Pays-Bas se traduit comme suit : la première année, 100 % des bénéfices sont transférés, la seconde 90 % des bénéfices totaux, la troisième 80 %, la quatrième 75 % et la cinquième 70 %. Les nouvelles superficies introduites à chaque année se trouvent ainsi subventionnées. Les superficies où les mouches ont été implantées durant les années antérieures sont aussi partiellement couvertes.

Le transfert des bénéfices sociétaux générés selon cette méthode a une influence à la baisse sur le prix de vente des mouches stériles. Pour ce faire, un système d'équations en marge, mais lié au modèle, permet d'établir l'interrelation entre les bénéfices sociétaux générés et l'établissement des prix optimaux de vente des mouches et de l'appliquer sur les cultures d'oignons jaunes et d'oignons verts.

## 6. Analyse des résultats

Cette section analyse les résultats issus de la modélisation des trois scénarios utilisant des mouches stériles. Des analyses comparatives avec la situation de base utilisant seulement les insecticides comme méthode de traitement ont été réalisées. Cela permet d'étudier le comportement de la rentabilité relative des trois scénarios étudiés avec la situation actuelle utilisant les pesticides et d'envisager la propension des producteurs à choisir les mouches stériles comme solution de lutte contre le ravageur.

Pour ce faire, l'évaluation des bénéfices sociétaux générés par la réduction de l'usage des pesticides est tout d'abord présentée, suit ensuite le prix de revient équitable (ci-après prix de commercialisation) des lâchers de mouches selon la culture et le scénario. Ce prix est calculé pour deux situations : en internalisant les bénéfices sociétaux dans le calcul du prix de revient et sans en tenir compte. Les résultats comparatifs financiers des différents traitements sont ensuite exposés sous forme de budgets annuels. Une stratégie d'implantation des mouches stériles est développée à partir des résultats obtenus afin d'établir des conditions favorables tant pour les producteurs d'oignons et de mouches stériles que pour la société. Finalement, les limites méthodologiques associées aux méthodes d'analyse utilisées dans cette étude sont discutées.

### 6.1 Les bénéfices sociétaux

L'usage des mouches stériles se substituant aux insecticides pour combattre la mouche de l'oignon permet une réduction appréciable de pesticides libérés dans l'environnement (voir tableau 25 pour scénario 1). Les effets sur la santé humaine, la faune, la flore et l'environnement sont durables. Cela engendre toutefois des externalités positives que le marché ne rémunère pas. À cet effet, les tableaux 26 et 27 présentent les bénéfices sociétaux totaux générés par les résultats de la modélisation. Comme nous l'avons exposé précédemment, la méthode pour calculer les bénéfices de la société est établie par un rapport de 1 : 1. Ainsi, pour chaque dollar de dépenses évitées en pesticides le modèle alloue un dollar de bénéfices pour la société. Le tableau 26 montre la totalité des bénéfices générés par la substitution d'insecticides pour des mouches stériles. Le suivant n'intègre qu'une partie des bénéfices totaux annuels générés selon une tendance décroissante : 100 % la première année, 90 % la seconde, 80 % la troisième, 75 % la quatrième et 70 % la cinquième. On suppose que les bénéfices associés à la réduction des pesticides sont cumulés chaque année sur les superficies où les lâchers de mouches stériles sont utilisés. Cela s'explique par le caractère permanent du traitement.

Dans les scénarios 1 et 2, aucun insecticide n'est utilisé pour combattre les mouches de l'oignon. Ce sont donc ceux qui occasionnent le plus de retombées de près de 2,7 millions de dollars. Le scénario 3 quant à lui est un peu moins généreux avec tout juste 2,5 millions de dollars. Ici, des applications foliaires d'insecticides sont introduites avec le traitement de mouches stériles pour combattre le ravageur. On note que les montants des bénéfices augmentent à chaque année du fait des nouvelles superficies qui s'ajoutent.

Comme mentionnée ci-haut, la modélisation utilise seulement une partie des bénéfices totaux afin de calculer le prix de commercialisation des mouches (100 % la première année, 90 % la seconde, etc.). Les bénéfices transférés par

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Rapport final

la société qui permettent de réduire le prix des mouches aux producteurs sont d'environ 2,1 millions de dollars pour les scénarios 1 et 2 et de 1,9 million de dollars pour le troisième. Avec cette approche, environ 78 % des bénéfices totaux sont partagés entre les cultures d'oignons jaunes et d'oignons verts pour amortir le prix de commercialisation lors des simulations d'optimisation.

**Tableau 25 : Réduction d'insecticides utilisés – scénario 1 – lâchers de mouches stériles**

| Périodes     | Oignon jaune       |                    |                   |                                      | Oignon vert        |                    |                   |                                      |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
|              | Lorsban<br>(en kg) | Matador<br>(en ml) | Dibrom<br>(en ml) | Governor<br>(milliers de<br>graines) | Lorsban<br>(en kg) | Matador<br>(en ml) | Dibrom<br>(en ml) | Governor<br>(milliers de<br>graines) |
| AN-1         | 4 060              | 76 328             | 223 300           | 162 400                              | 1 140              | 32 148             | 94 050            | 146 034                              |
| AN-2         | 8 120              | 152 656            | 446 600           | 324 800                              | 2 280              | 64 296             | 188 100           | 292 068                              |
| AN-3         | 12 180             | 228 984            | 669 900           | 487 200                              | 3 420              | 96 444             | 282 150           | 438 102                              |
| AN-4         | 16 240             | 305 312            | 893 200           | 649 600                              | 4 560              | 128 592            | 376 200           | 584 136                              |
| AN-5         | 20 300             | 381 640            | 1 116 500         | 812 000                              | 5 700              | 160 740            | 470 250           | 730 170                              |
| <b>Total</b> | <b>60 900</b>      | <b>1 144 920</b>   | <b>3 349 500</b>  | <b>2 436 000</b>                     | <b>17 100</b>      | <b>482 220</b>     | <b>1 410 750</b>  | <b>2 190 510</b>                     |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

**Tableau 26 : Bénéfices sociétaux générés selon le scénario - ratio 1 : 1**

| Périodes     | Scénario 1          | Scénario 2          | Scénario 3          |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| AN-1         | 177 724 \$          | 177 724 \$          | 150 227 \$          |
| AN-2         | 355 449 \$          | 355 449 \$          | 325 201 \$          |
| AN-3         | 533 173 \$          | 533 173 \$          | 500 176 \$          |
| AN-4         | 710 897 \$          | 710 897 \$          | 675 150 \$          |
| AN-5         | 888 622 \$          | 888 622 \$          | 850 125 \$          |
| <b>Total</b> | <b>2 665 865 \$</b> | <b>2 665 865 \$</b> | <b>2 500 879 \$</b> |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

**Tableau 27 : Bénéfices sociétaux internalisés dans le prix des mouches stériles**

| Périodes               | Scénario 1          | Scénario 2          | Scénario 3          |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| AN-1                   | 177 724 \$          | 177 724 \$          | 150 227 \$          |
| AN-2                   | 319 904 \$          | 319 904 \$          | 292 681 \$          |
| AN-3                   | 426 538 \$          | 426 538 \$          | 400 141 \$          |
| AN-4                   | 533 173 \$          | 533 173 \$          | 506 363 \$          |
| AN-5                   | 622 035 \$          | 622 035 \$          | 595 087 \$          |
| <b>Total</b>           | <b>2 079 374 \$</b> | <b>2 079 374 \$</b> | <b>1 944 499 \$</b> |
| % des bénéfices totaux | 78 %                | 78 %                | 77,8 %              |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

## 6.2 Le coût d'élevage et de lâchers de mouches stériles

À la section 5.7, nous avons présenté le calcul théorique des coûts totaux d'élevage et des charges des lâchers de mouches stériles au champ pour chaque scénario. Le tableau 28 montre que les coûts générés par l'outil d'optimisation sont pratiquement identiques. Ainsi, une fois les bénéfices internalisés, les coûts nets totaux (coût total des lâchers moins les bénéfices sociétaux) que devraient assumer les producteurs pour adopter cette méthode de lutte biologique sur un horizon de cinq ans en tenant compte des superficies des deux cultures sont de 2,18 millions de dollars pour le scénario 1; 2,46 millions de dollars pour le second scénario; et 2,03 millions de dollars pour le dernier. Ces coûts nets totaux se comparent aux coûts actuels des insecticides utilisés pour combattre la mouche de l'oignon.

Les coûts assumés pour ce mode de traitement des ravageurs sont variables selon la quantité de mouches stériles utilisée par le scénario (voir tableau 29). Le scénario 3 utilise le moins de mouches, car il combine des applications foliaires d'insecticides, le coût total est donc le moins élevé. Le scénario 2 fait un usage plus important de mouches pour combattre les pertes de la première année. Cela explique son coût plus élevé.

**Tableau 28 :** Coûts totaux de production et de lâchers de mouches stériles générés par la modélisation selon le scénario et coûts nets totaux assumés par les producteurs

| Périodes                                                          | Scénario 1          | Scénario 2          | Scénario 3          |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| AN-1                                                              | 593 716 \$          | 593 716 \$          | 537 885 \$          |
| AN-2                                                              | 723 093 \$          | 791 163 \$          | 667 262 \$          |
| AN-3                                                              | 852 470 \$          | 920 540 \$          | 796 639 \$          |
| AN-4                                                              | 981 847 \$          | 1 049 917 \$        | 926 016 \$          |
| AN-5                                                              | 1 111 224 \$        | 1 179 294 \$        | 1 055 393 \$        |
| <b>Total</b>                                                      | <b>4 262 350 \$</b> | <b>4 534 632 \$</b> | <b>3 983 197 \$</b> |
| <b>Coûts nets totaux</b><br>Internalisant les bénéfices sociétaux | <b>2 182 976 \$</b> | <b>2 455 258 \$</b> | <b>2 038 698 \$</b> |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

**Tableau 29 :** Quantité totale de mouches stériles utilisée selon la culture et le scénario

(en milliers de mouches)

| Périodes     | Oignon jaune   |                |                | Oignon vert    |                |                |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|              | Scénario 1     | Scénario 2     | Scénario 3     | Scénario 1     | Scénario 2     | Scénario 3     |
| AN-1         | 101 500        | 101 500        | 81 200         | 28 500         | 28 500         | 22 800         |
| AN-2         | 111 650        | 131 950        | 91 350         | 34 200         | 45 600         | 28 500         |
| AN-3         | 121 800        | 142 100        | 101 500        | 39 900         | 51 300         | 34 200         |
| AN-4         | 131 950        | 152 250        | 111 650        | 45 600         | 57 000         | 39 900         |
| AN-5         | 142 100        | 162 400        | 121 800        | 51 300         | 62 700         | 45 600         |
| <b>Total</b> | <b>609 000</b> | <b>690 200</b> | <b>507 500</b> | <b>199 500</b> | <b>245 100</b> | <b>171 000</b> |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

### 6.3 Le prix de commercialisation des mouches stériles

Le prix de commercialisation des mouches est établi par le modèle de programmation et suit la méthodologie présentée à la section 5.9. La première étape consiste, comme cela a été expliqué, à établir le ratio de prix de commercialisation équitable entre les deux cultures. Ces ratios apparaissent au tableau 30. On note qu'ils sont relativement semblables, mais que celui du scénario 2 est le plus faible. Le revenu net par hectare plus élevé et surtout le niveau de pertes dû aux mouches de l'oignon plus important dans la culture de l'oignon vert expliquent ce rapport de prix entre les deux cultures.

**Tableau 30 :** Ratio équitable de prix de vente des mouches stériles entre les deux cultures

| <i>Ration de prix</i>            | <i>Scénario 1</i> | <i>Scénario 2</i> | <i>Scénario 3</i> |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| p. oignon vert / p. oignon jaune | 3,4304            | 3,2902            | 3,4318            |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

Le tableau 31 illustre les prix qui devraient être payés selon l'internalisation ou non des bénéfices sociétaux. Les prix avec bénéfices varient de 1,64 à 1,86 \$ par mille mouches relâchées dans l'oignon jaune et de 5,40 à 6,39 \$ par mille mouches relâchées dans l'oignon vert. Sans la comptabilisation des bénéfices, on note que le prix aux producteurs sera pratiquement du double. C'est donc dire que la prise en considération des bénéfices a de grandes implications sur le prix des mouches commercialisées.

**Tableau 31 :** Prix des mouches selon le scénario et la culture, avec ou sans bénéfices internalisés

| <i>Prix</i>                             | <i>Oignon jaune</i><br>(\$ par 1 000 mouches) |                   |                   | <i>Oignon vert</i><br>(\$ par 1 000 mouches) |                   |                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|                                         | <i>Scénario 1</i>                             | <i>Scénario 2</i> | <i>Scénario 3</i> | <i>Scénario 1</i>                            | <i>Scénario 2</i> | <i>Scénario 3</i> |
| <b>Prix avec bénéfices internalisés</b> | 1,69 \$                                       | 1,64 \$           | 1,86 \$           | 5,79 \$                                      | 5,40 \$           | 6,39 \$           |
| <b>Prix sans bénéfices</b>              | 3,30 \$                                       | 3,03 \$           | 3,64 \$           | 11,31 \$                                     | 9,97 \$           | 12,49 \$          |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

Le scénario 2 génère les prix les plus faibles et ils sont les plus élevés dans le scénario 3. La différence de prix pour ces deux situations de lâchers de mouches atteint même 25 % de plus dans l'oignon vert lorsqu'il n'y a pas de bénéfices impliqués.

Le coût des mouches stériles relâchées par hectare varie en fonction du nombre total de mouches appliqué par hectare annuellement. Ce coût apparaît au tableau 32 et fluctue selon l'année d'introduction du traitement, du scénario en question et de l'internalisation ou non des bénéfices sociétaux. Sans égard à la méthode de traitement et à la présence ou non de bénéfices, le coût par hectare est toujours élevé lors de la première année d'introduction lorsque comparé à celui du traitement avec insecticides (oignon jaune : 551,51 \$/ha et oignon vert : 1153,78 \$/ha). Le coût moyen après cinq ans est compétitif dans presque tous les cas sauf pour la culture d'oignon vert sans l'internalisation des bénéfices. Selon les dires des producteurs consultés (voir section 5.8), le coût à l'hectare dont ils seraient disposés à payer ne devrait pas dépasser 15 % du coût de la méthode actuellement utilisée. Conséquemment, le coût de la première année pourrait constituer un frein à l'adoption de cette méthode de lutte

biologique, et ce, sans égard à sa rentabilité relative. L'incertitude face à l'efficacité réelle de la méthode deviendrait alors la principale barrière, car les producteurs baseraient leur évaluation sur les expériences qu'ils ont eues avec les insecticides. Le coût à l'hectare devient ainsi un élément important dans la décision de choisir la méthode de traitement.

**Tableau 32** : Coût des mouches par hectare - selon l'année d'introduction et le prix d'achat des mouches stériles

| Selon le type de prix            | Périodes | Oignon jaune |             |             | Oignon vert |             |             |
|----------------------------------|----------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                  |          | Scénario 1   | Scénario 2  | Scénario 3  | Scénario 1  | Scénario 2  | Scénario 3  |
| Coût avec bénéfices internalisés | AN-1     | 843,91 \$    | 820,26 \$   | 745,18 \$   | 2 894,97 \$ | 2 698,84 \$ | 2 557,32 \$ |
|                                  | AN-2     | 84,39 \$     | 246,08 \$   | 93,15 \$    | 578,99 \$   | 1 619,30 \$ | 639,33 \$   |
|                                  | AN-3     | 84,39 \$     | 82,03 \$    | 93,15 \$    | 578,99 \$   | 539,77 \$   | 639,33 \$   |
|                                  | AN-4     | 84,39 \$     | 82,03 \$    | 93,15 \$    | 578,99 \$   | 539,77 \$   | 639,33 \$   |
|                                  | AN-5     | 84,39 \$     | 82,03 \$    | 93,15 \$    | 578,99 \$   | 539,77 \$   | 639,33 \$   |
|                                  | Moyenne  | 236,30 \$    | 262,48 \$   | 223,55 \$   | 1 042,19 \$ | 1 187,49 \$ | 1 022,93 \$ |
| Coût sans bénéfices              | AN-1     | 1 647,77 \$  | 1 514,94 \$ | 1 455,92 \$ | 5 652,54 \$ | 4 984,51 \$ | 4 996,48 \$ |
|                                  | AN-2     | 164,78 \$    | 454,48 \$   | 181,99 \$   | 1 130,51 \$ | 2 990,71 \$ | 1 249,12 \$ |
|                                  | AN-3     | 164,78 \$    | 151,49 \$   | 181,99 \$   | 1 130,51 \$ | 996,90 \$   | 1 249,12 \$ |
|                                  | AN-4     | 164,78 \$    | 151,49 \$   | 181,99 \$   | 1 130,51 \$ | 996,90 \$   | 1 249,12 \$ |
|                                  | AN-5     | 164,78 \$    | 151,49 \$   | 181,99 \$   | 1 130,51 \$ | 996,90 \$   | 1 249,12 \$ |
|                                  | Moyenne  | 461,38 \$    | 484,78 \$   | 436,78 \$   | 2 034,91 \$ | 2 193,18 \$ | 1 998,59 \$ |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

#### 6.4 Les résultats sur la rentabilité relative des scénarios

Globalement, les résultats de la modélisation montrent une rentabilité avantageuse de tous les scénarios de lâchers de mouches stériles lorsqu'ils sont utilisés sur un horizon de 5 ans, et ce, sans égard aux bénéfices sociétaux. Le problème majeur réside lors de l'année d'implantation des mouches stériles dans une zone (première année). Le coût des lâchers de mouches stériles à l'hectare est alors très élevé. L'internalisation des bénéfices sociétaux permet de diminuer les charges à l'hectare (voir tableau 32) et d'assurer une rentabilité supérieure à celle du scénario avec insecticides seulement, mais la hauteur du coût comparé aux dépenses d'insecticides pourrait nuire à l'adoption de cette technologie par les producteurs. Un second élément qu'il faut noter est que l'effet de la péréquation entre le prix de commercialisation des mouches stériles oignons jaunes/oignons verts ne fait assumer qu'en partie les frais de lâchers de mouches stériles et de suivi au champ aux producteurs d'oignons jaunes. Cela découle du choix d'offrir un service clé en main aux producteurs incluant les mouches stériles, les frais de relâchées, de suivi au champ et de dépistage.

##### Résultats pour l'an 1

Les tableaux 33 et 34 montrent les résultats obtenus lors de la première année quand les lâchers de mouches stériles sont introduits dans un champ et ils sont comparés aux traitements pesticides. Ces tableaux sont bâtis

comme des budgets où seules les charges variables influencées par le mode de traitement sont détaillées. Ces charges sont les coûts d'insecticides et de pulvérisations, les coûts de lâchers de mouches stériles, les frais de dépistage (qui dans le cas des mouches stériles sont déjà compris dans le prix), de récolte et de mise en marché. Les revenus totaux influencés par le rendement changent également selon le traitement. Sont donc indiquées dans les tableaux, les hypothèses quant aux pertes, aux rendements et aux prix unitaires de vente des oignons.

Lorsque les bénéfices sociétaux sont internalisés pour ainsi réduire le prix des lâchers, les trois scénarios de mouches stériles sont plus rentables dans les deux cultures que les résultats obtenus avec l'usage des insecticides seulement. Le scénario le plus profitable dans l'oignon vert est le 3 (400 000 mouches stériles relâchées la première année et applications foliaires d'insecticides), moins de mouches stériles y sont utilisées. Toutefois, la combinaison mouches stériles et pesticides de ce scénario est en désavantage dans la culture l'oignon jaune face au scénario 1 (500 000 mouches stériles relâchées la première année) d'un montant 7,02 \$/ha. Le scénario 2 est fragilisé par des pertes de 1,7 % la première année d'introduction, ce qui réduit d'autant les revenus totaux.

Sans la prise en considération des bénéfices sociétaux, la situation est tout autre; aucun scénario de lutte biologique n'égale celui du traitement avec insecticides seulement. Le scénario 3 (combinaison mouches stériles et applications foliaires d'insecticides) se rapproche le plus du traitement conventionnel avec des revenus nets inférieurs à ce dernier de 297 \$/ha pour l'oignon jaune et de 435 \$/ha dans l'oignon vert.

#### Résultats pour les années subséquentes

Lors des années subséquentes (AN 2 à AN 5 – voir tableau 35), les trois scénarios de lâchers de mouches stériles sont plus profitables avec ou sans bénéfices sociétaux que le traitement avec insecticides seulement. À terme, le scénario 1 est celui qui dégage les meilleurs résultats financiers dans les deux cultures.

Le coût à l'hectare du traitement avec l'usage de mouches stériles, surtout l'année d'implantation du programme, constitue donc un élément critique d'adoption de cette technologie par les producteurs. L'impact est d'autant plus notable lorsqu'on analyse la sensibilité des résultats vis-à-vis certains facteurs technico-économiques comme les rendements des cultures, le prix de vente des oignons et la quantité (valeur) des pesticides utilisée dans le scénario pesticides seulement.



## Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

### Rapport final

**Tableau 33** : Résultats comparatifs de la première année d'implantation des mouches stériles avec injection de bénéfices sociétaux

|                                                                       | <i>Insecticides</i>  |                     | <i>Scénario 1</i>    |                     | <i>Scénario 2</i>    |                     | <i>Scénario 3</i>    |                     |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| % de pertes                                                           | 3,47%                | 9,47%               | 0,00%                | 0,00%               | 1,70%                | 1,70%               | 0,00%                | 0,00%               |
| Rendement (unité/ha)                                                  | 1 830                | 4 938               | 1 896                | 5 454               | 1 864                | 5 361               | 1 896                | 5 454               |
| Prix unitaire (\$/unité)                                              | 11,72                | 13,05               | 11,72                | 13,05               | 11,72                | 13,05               | 11,72                | 13,05               |
| Postes budgétaires                                                    | Oignon jaune (\$/ha) | Oignon vert (\$/ha) | Oignon jaune (\$/ha) | Oignon vert (\$/ha) | Oignon jaune (\$/ha) | Oignon vert (\$/ha) | Oignon jaune (\$/ha) | Oignon vert (\$/ha) |
| <b>Charges sans égard du traitement</b>                               |                      |                     |                      |                     |                      |                     |                      |                     |
| 1. Charges variables                                                  | 4 608,40 \$          | 5 462,52 \$         | 4 608,40 \$          | 5 462,52 \$         | 4 608,40 \$          | 5 462,52 \$         | 4 608,40 \$          | 5 462,52 \$         |
| 2. Charges fixes                                                      | 1 372,08 \$          | 567,39 \$           | 1 372,08 \$          | 567,39 \$           | 1 372,08 \$          | 567,39 \$           | 1 372,08 \$          | 567,39 \$           |
| <b>Charges variables influencées par le traitement</b>                |                      |                     |                      |                     |                      |                     |                      |                     |
| - Insecticides (traitements contre mouche de l'oignon)                | 526,46 \$            | 1 116,19 \$         | 0,00 \$              | 0,00 \$             | 0,00 \$              | 0,00 \$             | 86,97 \$             | 86,97 \$            |
| - Lâchers de mouches stériles                                         | 0,00 \$              | 0,00 \$             | 843,91 \$            | 2 894,97 \$         | 820,26 \$            | 2 698,84 \$         | 745,18 \$            | 2 557,32 \$         |
| - Pulvérisation traitements insecticides contre mouche de l'oignon    | 25,05 \$             | 37,58 \$            | 0,00 \$              | 0,00 \$             | 0,00 \$              | 0,00 \$             | 18,79 \$             | 18,79 \$            |
| - Frais de dépistage                                                  | 150,00 \$            | 150,00 \$           | 0,00 \$              | 0,00 \$             | 0,00 \$              | 0,00 \$             | 0,00 \$              | 0,00 \$             |
| - Frais de récolte                                                    | 291,63 \$            | 14 220,00 \$        | 302,12 \$            | 15 706,92 \$        | 296,98 \$            | 15 439,90 \$        | 302,12 \$            | 15 706,92 \$        |
| - Frais de mise en marché                                             | 5 508,30 \$          | 18 051,50 \$        | 5 706,39 \$          | 19 939,06 \$        | 5 609,38 \$          | 19 600,10 \$        | 5 706,39 \$          | 19 939,06 \$        |
| <b>Sous-total des charges variables influencées par le traitement</b> | 6 501,44 \$          | 33 575,28 \$        | 6 852,42 \$          | 38 540,95 \$        | 6 726,63 \$          | 37 738,84 \$        | 6 859,44 \$          | 38 309,06 \$        |
| TOTAL DES CHARGES VARIABLES                                           | 11 109,84 \$         | 39 037,80 \$        | 11 460,82 \$         | 44 003,47 \$        | 11 335,03 \$         | 43 201,36 \$        | 11 467,84 \$         | 43 771,58 \$        |
| TOTAL DES CHARGES FIXES                                               | 1 372,08 \$          | 567,39 \$           | 1 372,08 \$          | 567,39 \$           | 1 372,08 \$          | 567,39 \$           | 1 372,08 \$          | 567,39 \$           |
| TOTAL DES CHARGES                                                     | 12 481,92 \$         | 39 605,19 \$        | 12 832,90 \$         | 44 570,86 \$        | 12 707,11 \$         | 43 768,75 \$        | 12 839,92 \$         | 44 338,97 \$        |
| TOTAL DES REVENUS                                                     | 21 447,60 \$         | 64 434,38 \$        | 22 218,91 \$         | 71 171,99 \$        | 21 841,19 \$         | 69 962,07 \$        | 22 218,91 \$         | 71 171,99 \$        |
| <b>REVENUS moins CHARGES</b>                                          | 8 965,68 \$          | 24 829,19 \$        | 9 386,01 \$          | 26 601,13 \$        | 9 134,09 \$          | 26 193,31 \$        | 9 378,99 \$          | 26 833,02 \$        |
| Différence Scénario <u>moins</u> insecticides                         |                      |                     | 420,33 \$            | 1 771,94 \$         | 168,40 \$            | 1 364,12 \$         | 413,31 \$            | 2 003,83 \$         |

Compilation Forest Lavoie Conseil

## Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

### Rapport final

**Tableau 34** : Résultats comparatifs de la première année d'implantation des mouches stériles sans injection de bénéfices sociétaux

|                                                                       | <i>Insecticides</i>     |                        | <i>Scénario 1</i>       |                        | <i>Scénario 2</i>       |                        | <i>Scénario 3</i>       |                        |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| % de pertes                                                           | 3,47%                   | 9,47%                  | 0,00%                   | 0,00%                  | 1,70%                   | 1,70%                  | 0,00%                   | 0,00%                  |
| rendement                                                             | 1 830                   | 4 938                  | 1 896                   | 5 454                  | 1 864                   | 5 361                  | 1 896                   | 5 454                  |
| Prix unitaire                                                         | 11,72                   | 13,05                  | 11,72                   | 13,05                  | 11,72                   | 13,05                  | 11,72                   | 13,05                  |
| <b>Postes budgétaires</b>                                             | Oignon jaune<br>(\$/ha) | Oignon vert<br>(\$/ha) | Oignon jaune<br>(\$/ha) | Oignon vert<br>(\$/ha) | Oignon jaune<br>(\$/ha) | Oignon vert<br>(\$/ha) | Oignon jaune<br>(\$/ha) | Oignon vert<br>(\$/ha) |
| <b>Charges sans égard du traitement</b>                               |                         |                        |                         |                        |                         |                        |                         |                        |
| 1. Charges variables                                                  | 4 608,40 \$             | 5 462,52 \$            | 4 608,40 \$             | 5 462,52 \$            | 4 608,40 \$             | 5 462,52 \$            | 4 608,40 \$             | 5 462,52 \$            |
| 2. Charges fixes                                                      | 1 372,08 \$             | 567,39 \$              | 1 372,08 \$             | 567,39 \$              | 1 372,08 \$             | 567,39 \$              | 1 372,08 \$             | 567,39 \$              |
| <b>Charges variables influencées par le traitement</b>                |                         |                        |                         |                        |                         |                        |                         |                        |
| - Insecticides (traitements contre mouche de l'oignon)                | 526,46 \$               | 1 116,19 \$            | 0,00 \$                 | 0,00 \$                | 0,00 \$                 | 0,00 \$                | 86,97 \$                | 86,97 \$               |
| - Lâchers de mouches stériles                                         | 0,00 \$                 | 0,00 \$                | 1 647,77 \$             | 5 652,54 \$            | 1 514,94 \$             | 4 984,51 \$            | 1 455,92 \$             | 4 996,48 \$            |
| - Pulvérisation traitements insecticides contre mouche de l'oignon    | 25,05 \$                | 37,58 \$               | 0,00 \$                 | 0,00 \$                | 0,00 \$                 | 0,00 \$                | 18,79 \$                | 18,79 \$               |
| - Frais de dépistage                                                  | 150,00 \$               | 150,00 \$              | 0,00 \$                 | 0,00 \$                | 0,00 \$                 | 0,00 \$                | 0,00 \$                 | 0,00 \$                |
| - Frais de récolte                                                    | 291,63 \$               | 14 220,00 \$           | 302,12 \$               | 15 706,92 \$           | 296,98 \$               | 15 439,90 \$           | 302,12 \$               | 15 706,92 \$           |
| - Frais de mise en marché                                             | 5 508,30 \$             | 18 051,50 \$           | 5 706,39 \$             | 19 939,06 \$           | 5 609,38 \$             | 19 600,10 \$           | 5 706,39 \$             | 19 939,06 \$           |
| <b>Sous-total des charges variables influencées par le traitement</b> | 6 501,44 \$             | 33 575,28 \$           | 7 656,28 \$             | 41 298,53 \$           | 7 421,31 \$             | 40 024,51 \$           | 7 570,19 \$             | 40 748,22 \$           |
| <b>TOTAL DES CHARGES VARIABLES</b>                                    | 11 109,84 \$            | 39 037,80 \$           | 12 264,68 \$            | 46 761,05 \$           | 12 029,71 \$            | 45 487,03 \$           | 12 178,59 \$            | 46 210,74 \$           |
| <b>TOTAL DES CHARGES FIXES</b>                                        | 1 372,08 \$             | 567,39 \$              | 1 372,08 \$             | 567,39 \$              | 1 372,08 \$             | 567,39 \$              | 1 372,08 \$             | 567,39 \$              |
| <b>TOTAL DES CHARGES</b>                                              | 12 481,92 \$            | 39 605,19 \$           | 13 636,76 \$            | 47 328,44 \$           | 13 401,79 \$            | 46 054,42 \$           | 13 550,67 \$            | 46 778,13 \$           |
| <b>TOTAL DES REVENUS</b>                                              | 21 447,60 \$            | 64 434,38 \$           | 22 218,91 \$            | 71 171,99 \$           | 21 841,19 \$            | 69 962,07 \$           | 22 218,91 \$            | 71 171,99 \$           |
| <b>REVENUS moins CHARGES</b>                                          | 8 965,68 \$             | 24 829,19 \$           | 8 582,15 \$             | 23 843,55 \$           | 8 439,40 \$             | 23 907,64 \$           | 8 668,24 \$             | 24 393,86 \$           |
| Différence Scénario moins insecticides                                |                         |                        | -383,53 \$              | -985,64 \$             | -526,28 \$              | -921,55 \$             | -297,44 \$              | -435,33 \$             |

Compilation Forest Lavoie Conseil

## Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

### Rapport final

**Tableau 35** : Sommaires des résultats comparatifs des autres années d'implantation des mouches stériles avec et sans injection de bénéfices sociétaux – Revenus moins charges

|                                                  |                                    | <i>Insecticides</i>     |                        | <i>Scénario 1</i>       |                        | <i>Scénario 2</i>       |                        | <i>Scénario 3</i>       |                        |
|--------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|                                                  |                                    | Oignon jaune<br>(\$/ha) | Oignon vert<br>(\$/ha) | Oignon jaune<br>(\$/ha) | Oignon vert<br>(\$/ha) | Oignon jaune<br>(\$/ha) | Oignon vert<br>(\$/ha) | Oignon jaune<br>(\$/ha) | Oignon vert<br>(\$/ha) |
| <b>AN 1</b>                                      | <b>avec bénéfices sociétaux</b>    | 8 965,68 \$             | 24 829,19 \$           | 9 386,01 \$             | 26 601,13 \$           | 9 134,09 \$             | 26 193,31 \$           | 9 378,99 \$             | 26 833,02 \$           |
|                                                  | Différence Scénario - insecticides |                         |                        | 420,33 \$               | 1 771,94 \$            | 168,40 \$               | 1 364,12 \$            | 413,31 \$               | 2 003,83 \$            |
|                                                  | <b>sans bénéfices sociétaux</b>    | 8 965,68 \$             | 24 829,19 \$           | 8 582,15 \$             | 23 843,55 \$           | 8 439,40 \$             | 23 907,64 \$           | 8 668,24 \$             | 24 393,86 \$           |
|                                                  | Différence Scénario - insecticides |                         |                        | -383,53 \$              | -985,64 \$             | -526,28 \$              | -921,55 \$             | -297,44 \$              | -435,33 \$             |
| <b>AN 2</b>                                      | <b>avec bénéfices sociétaux</b>    | 8 965,68 \$             | 24 829,19 \$           | 10 145,53 \$            | 28 917,10 \$           | 9 983,84 \$             | 27 876,79 \$           | 10 126,20 \$            | 28 846,19 \$           |
|                                                  | Différence Scénario - insecticides |                         |                        | 1 179,85 \$             | 4 087,91 \$            | 1 018,16 \$             | 3 047,60 \$            | 1 160,52 \$             | 4 017,00 \$            |
|                                                  | <b>sans bénéfices sociétaux</b>    | 8 965,68 \$             | 24 829,19 \$           | 10 065,15 \$            | 28 365,59 \$           | 9 775,44 \$             | 26 505,39 \$           | 10 037,36 \$            | 28 236,40 \$           |
|                                                  | Différence Scénario - insecticides |                         |                        | 1 099,46 \$             | 3 536,40 \$            | 809,76 \$               | 1 676,20 \$            | 1 071,67 \$             | 3 407,21 \$            |
| <b>An 3</b>                                      | <b>avec bénéfices sociétaux</b>    | 8 965,68 \$             | 24 829,19 \$           | 10 145,53 \$            | 28 917,10 \$           | 10 147,90 \$            | 28 956,33 \$           | 10 126,20 \$            | 28 846,19 \$           |
|                                                  | Différence Scénario - insecticides |                         |                        | 1 179,85 \$             | 4 087,91 \$            | 1 182,21 \$             | 4 127,14 \$            | 1 160,52 \$             | 4 017,00 \$            |
|                                                  | <b>sans bénéfices sociétaux</b>    | 8 965,68 \$             | 24 829,19 \$           | 10 065,15 \$            | 28 365,59 \$           | 10 078,43 \$            | 28 499,19 \$           | 10 037,36 \$            | 28 236,40 \$           |
|                                                  | Différence Scénario - insecticides |                         |                        | 1 099,46 \$             | 3 536,40 \$            | 1 112,75 \$             | 3 670,00 \$            | 1 071,67 \$             | 3 407,21 \$            |
| <b>Moyenne 5 ans – prix de vente des mouches</b> | <b>avec bénéfices sociétaux</b>    | 8 965,68 \$             | 24 829,19 \$           | 9 993,63 \$             | 28 453,91 \$           | 9 967,44 \$             | 28 308,60 \$           | 9 961,72 \$             | 28 428,52 \$           |
|                                                  | Différence Scénario - insecticides |                         |                        | 1 027,94 \$             | 3 624,72 \$            | 1 001,76 \$             | 3 479,41 \$            | 996,04 \$               | 3 599,33 \$            |
|                                                  | <b>sans bénéfices sociétaux</b>    | 8 965,68 \$             | 24 829,19 \$           | 9 768,55 \$             | 27 461,18 \$           | 9 469,56 \$             | 26 698,97 \$           | 9 687,39 \$             | 27 391,75 \$           |
|                                                  |                                    |                         |                        | 802,86 \$               | 2 631,99 \$            | 503,88 \$               | 1 869,78 \$            | 721,71 \$               | 2 562,56 \$            |

Compilation Forest Lavoie Conseil

Les analyses de sensibilité économique

La rentabilité des scénarios utilisant les mouches stériles est sensible aux baisses de rendement. Avec des pertes équivalentes à celles compilées par PRISME lorsque des pesticides seulement sont utilisés (3,47% pour l'oignon jaune et 9,47 % pour l'oignon vert), les trois scénarios de mouches stériles affichent des résultats inférieurs au scénario avec insecticides seulement la première année où les mouches sont introduites dans les champs. La présence ou non des bénéfices sociétaux internalisés aux prix de commercialisation des mouches stériles ne renverse pas cette tendance, seuls les écarts diffèrent. Si les mêmes niveaux de perte se maintenaient durant les cinq années analysées (hypothèse conservatrice), les écarts entre les scénarios mouches stériles et insecticides seulement baisseraient de plus de la moitié dans l'oignon jaune comparativement aux résultats originaux présentés au tableau 35 (prix moyen de commercialisation des mouches stériles sur 5 ans). Dans la culture de l'oignon vert, les écarts diminueraient de plus de 90%. L'impact est beaucoup plus important lorsque les bénéfices sociétaux ne sont pas internalisés. Dans ce cas, l'écart de rentabilité (mouches stériles moins pesticides) baisse d'environ 70 % dans l'oignon jaune, alors que tous les scénarios utilisant les mouches stériles affichent des écarts de rentabilité négatifs face au scénario insecticides seulement dans la culture d'oignon vert. Une amélioration des rendements (réduction des pertes) dans le scénario pesticides seulement a des effets similaires par diminution de l'écart de rentabilité entre ce scénario et ceux avec les mouches stériles

La fluctuation du prix de vente des oignons peut aussi affecter la rentabilité relative des traitements de mouches stériles et l'impact d'une chute du prix est plus prononcé dans la culture de l'oignon vert. Dans cette dernière, une baisse de 3,52 \$ par boîte (de 27% ; le prix de vente passerait de 13,05 \$/boîte à 9,53 \$/boîte; niveau de prix atteint en 2007) ferait en sorte que le scénario insecticides seulement deviendrait plus intéressant l'année d'introduction des mouches stériles en champ, et ce, même avec les bénéfices sociétaux internalisés. Ceci s'explique par l'écart de rendement significatif entre les deux modes de traitement qui favorise les méthodes de lutte avec les mouches stériles.

Lors des entrevues avec les producteurs, certains ont affirmé utiliser des doses moins importantes d'insecticides ou des combinaisons différentes qui feraient en sorte de réduire les charges de traitement. La sensibilité des scénarios a été testée en ce sens et indique, comme on peut le déduire, que la variation du coût des pesticides à l'hectare dans le scénario insecticides seulement affecte la rentabilité relative des scénarios utilisant les mouches stériles. La relation est directe à savoir que toute baisse de 1 \$ dans le coût des insecticides à l'hectare dans le scénario pesticides seulement accroît sa rentabilité relative de 1 \$ à l'égard des scénarios de lutte biologique. La situation inverse est aussi vraie.

### 6.5 Stratégie d'implantation des mouches stériles

L'un des constats est que le coût à l'hectare lors de la première année d'introduction des mouches stériles dans une zone est trop élevé. Cela constitue un frein majeur à l'adoption de cette technique de lutte et la manière de répartir les bénéfices sociétaux par le modèle d'optimisation ne résout pas ce problème. Malgré les sommes générées par le transfert de bénéfices, la firme d'élevage de mouches ne peut assumer seule un nivellement moyen des coûts à l'hectare pendant les cinq années. L'impact sur sa trésorerie serait alors intenable. Par ailleurs, le producteur d'oignons n'assumerait probablement pas le risque de défrayer des coûts à l'hectare beaucoup plus élevé pour une technologie dont il ne maîtrise pas encore les résultats. Le coût à l'hectare des insecticides devient alors le seuil économique (et probablement psychologique) à ne pas trop s'éloigner. Les entrevues avec les producteurs ont confirmé ce fait.

À la lumière des résultats des sections précédentes, une analyse de trésorerie est réalisée pour affecter efficacement les bénéfices sociétaux issus des réductions des insecticides utilisés et obtenir un coût à l'hectare des traitements de mouches stériles intéressant pour les producteurs. L'impact sur la rentabilité relative des mouches stériles en regard des traitements de pesticides seulement sera étudié. Pour ce faire, un seul des trois scénarios servira à exposer les effets de la stratégie proposée, soit le scénario 1. Ici encore, nous assumerons que les revenus et les charges d'élevage de mouches stériles doivent s'équilibrer (notion de point mort). Dans la réalité, pour demeurer compétitive et innover, la firme d'élevage devra générer des bénéfices qui devront être réinvestis en R&D, tout comme dans l'amélioration des installations et des performances technico-économiques de l'usine pour ainsi susciter l'intérêt des investisseurs potentiels. Le plan d'affaires devra donc tenir compte de ces éléments pour ainsi ajouter un niveau de rentabilité recherché aux résultats de l'analyse.

La méthodologie est la suivante :

- i. La charge à l'hectare des traitements de mouches stériles doit être égale aux charges des traitements insecticides : coût des produits utilisés plus les charges de pulvérisation;
  - a. Coût dans l'oignon jaune : 551,51 \$/ha
  - b. Coût dans l'oignon vert : 1 153,77 \$/ha
- ii. Un coût uniforme à l'hectare est appliqué, peu importe l'année dans le cycle d'introduction des mouches;
- iii. Les bénéfices sociétaux sont utilisés pour couvrir les pertes annuelles de la firme d'élevage; donc, la différence entre les revenus de commercialisation des mouches auprès des producteurs et les charges totales d'élevage annuelles;
- iv. Les zones de production traitées sont exactement de mêmes superficies que celles analysées par le modèle d'optimisation (voir tableau 36);
- v. La stratégie des lâchers de mouches stériles est celle décrite pour le scénario 1 (voir figure 4);

- vi. Les charges totales annuelles de production de mouches sont donc identiques à celles calculées dans le modèle d'optimisation (voir tableau 37);
- vii. Le tableau 37 présente le résultat des calculs et indique que sans égard des bénéfices de la firme d'élevage, les transferts nécessaires de la société pour couvrir les coûts totaux d'élevage et de lâchers doivent minimalement totaliser 1,6 million de dollars;
- viii. Le tableau 38 illustre les résultats financiers annuels de l'implantation des mouches stériles avec les coûts à l'hectare équivalent aux charges d'insecticides du scénario insecticides seulement. La rentabilité est supérieure aux traitements insecticides seulement, principalement liée aux pertes plus faibles. L'analyse de sensibilité montre également que le traitement mouches stériles demeure plus rentable avec des niveaux de pertes équivalents que le traitement insecticides seulement. Cela est dû à un coût en moins de frais de dépistage;
- ix. Les résultats montrent que pour l'oignon jaune il est possible de respecter, voire dépasser le coût moyen à l'hectare calculé par la modélisation sans l'internalisation des bénéfices sociétaux, soit : 551,51 \$/ha comparativement à 461 \$/ha (voir tableau 32). Par ailleurs, cette situation n'est pas possible dans l'oignon vert où le coût de lâchers de mouches stériles calculés par la modélisation demeure largement supérieur aux coûts des insecticides : 2 034,91 \$/ha comparativement à 1 153,77 \$/ha. Conséquemment, le ratio de prix équitable calculé n'est donc pas respecté, mais cette proposition offre toutefois aux producteurs des deux cultures d'acquérir cette technologie de lutte biologique à un coût compétitif avec celui des pesticides.

**Tableau 36 :** Superficie en culture - oignon jaune et oignon vert

| <i>Périodes</i> | <i>Oignon jaune</i> | <i>Oignon vert</i> | <i>Total</i> |
|-----------------|---------------------|--------------------|--------------|
|                 |                     | (en ha)            |              |
| <b>AN-1</b>     | 203                 | 57                 | 260          |
| <b>AN-2</b>     | 406                 | 114                | 520          |
| <b>AN-3</b>     | 609                 | 171                | 780          |
| <b>AN-4</b>     | 812                 | 228                | 1 040        |
| <b>AN-5</b>     | 1 015               | 285                | 1 300        |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Rapport final

**Tableau 37 :** Charges totales des lâchers, revenus de commercialisation, coûts totaux d'élevage et transfert de la société

| Périodes     | Charges totales des lâchers dans l'oignon jaune défrayées par les producteurs<br>(A) | Charges totales des lâchers dans l'oignon vert assumées par les producteurs<br>(B) | Charges totales des lâchers (oignon jaune plus oignon vert) / Revenus de commercialisation<br>(A+B) | Coûts totaux d'élevage et de lâchers assumés par la firme d'élevage<br>(C) | Transfert de la société pour couvrir les coûts de la firme d'élevage<br>(C-(A+B)) |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| AN 1         | 111 956,53 \$                                                                        | 65 764,89 \$                                                                       | 177 721,42 \$                                                                                       | 593 716 \$                                                                 | 415 994,77 \$                                                                     |
| AN 2         | 223 913,06 \$                                                                        | 131 529,78 \$                                                                      | 355 442,84 \$                                                                                       | 723 093 \$                                                                 | 367 650,54 \$                                                                     |
| AN 3         | 335 869,59 \$                                                                        | 197 294,67 \$                                                                      | 533 164,26 \$                                                                                       | 852 471 \$                                                                 | 319 306,32 \$                                                                     |
| AN 4         | 447 826,12 \$                                                                        | 263 059,56 \$                                                                      | 710 885,68 \$                                                                                       | 981 848 \$                                                                 | 270 962,10 \$                                                                     |
| AN 5         | 559 782,65 \$                                                                        | 328 824,45 \$                                                                      | 888 607,10 \$                                                                                       | 1 111 225 \$                                                               | 222 617,88 \$                                                                     |
| <b>Total</b> | <b>1 679 347,95 \$</b>                                                               | <b>986 473,35 \$</b>                                                               | <b>2 665 821,30 \$</b>                                                                              | <b>4 262 352,91</b>                                                        | <b>1 596 531,61 \$</b>                                                            |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

**Tableau 38 :** Résultats comparatifs des lâchers de mouches stériles et des traitements d'insecticides seulement

|                                                                       | Insecticides            |                        | Scénario 1              |                        |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| % de pertes                                                           | 3,47%                   | 9,47%                  | 0,00%                   | 0,00%                  |
| rendement                                                             | 1 830                   | 4 937                  | 1 896                   | 5 454                  |
| Prix unitaire                                                         | 11,72                   | 13,05                  | 11,72                   | 13,05                  |
| <b>Postes budgétaires</b>                                             | Oignon jaune<br>(\$/ha) | Oignon vert<br>(\$/ha) | Oignon jaune<br>(\$/ha) | Oignon vert<br>(\$/ha) |
| <b>Charges sans égard du traitement</b>                               |                         |                        |                         |                        |
| 1. Charges variables                                                  | 4 608,40 \$             | 5 462,52 \$            | 4 608,40 \$             | 5 462,52 \$            |
| 2. Charges fixes                                                      | 1 372,08 \$             | 567,39 \$              | 1 372,08 \$             | 567,39 \$              |
| <b>Charges variables influencées par le traitement</b>                |                         |                        |                         |                        |
| - Insecticides (traitements contre mouche de l'oignon)                | 526,46 \$               | 1 116,19 \$            | 0,00 \$                 | 0,00 \$                |
| - Lâchers de mouches stériles                                         | 0,00 \$                 | 0,00 \$                | 551,51 \$               | 1 153,77 \$            |
| - Pulvérisation traitements d'insecticides contre mouche de l'oignon  | 25,05 \$                | 37,58 \$               | 0,00 \$                 | 0,00 \$                |
| - Frais de dépistage                                                  | 150,00 \$               | 150,00 \$              | 0,00 \$                 | 0,00 \$                |
| - Frais de récolte                                                    | 291,63 \$               | 14 219,48 \$           | 302,12 \$               | 15 706,92 \$           |
| - Frais de mise en marché                                             | 5 508,38 \$             | 18 050,84 \$           | 5 706,39 \$             | 19 939,06 \$           |
| <b>Sous-total des charges variables influencées par le traitement</b> | <b>6 501,52 \$</b>      | <b>33 574,09 \$</b>    | <b>6 560,02 \$</b>      | <b>36 799,76 \$</b>    |
| <b>TOTAL DES CHARGES VARIABLES</b>                                    | <b>11 109,92 \$</b>     | <b>39 036,61 \$</b>    | <b>11 168,42 \$</b>     | <b>42 262,28 \$</b>    |
| <b>TOTAL DES CHARGES FIXES</b>                                        | <b>1 372,08 \$</b>      | <b>567,39 \$</b>       | <b>1 372,08 \$</b>      | <b>567,39 \$</b>       |
| <b>TOTAL DES CHARGES</b>                                              | <b>12 482,00 \$</b>     | <b>39 604,00 \$</b>    | <b>12 540,50 \$</b>     | <b>42 829,67 \$</b>    |
| <b>TOTAL DES REVENUS</b>                                              | <b>21 447,92 \$</b>     | <b>64 432,00 \$</b>    | <b>22 218,91 \$</b>     | <b>71 171,99 \$</b>    |
| <b>REVENUS moins CHARGES</b>                                          | <b>8 965,91 \$</b>      | <b>24 828,01 \$</b>    | <b>9 678,41 \$</b>      | <b>28 342,32 \$</b>    |
| Différence Scénario 1 moins insecticides                              |                         |                        | 712,50 \$               | 3 514,32 \$            |

Compilation : Forest Lavoie Conseil

## 6.6 Les limites de l'analyse

Les limites méthodologiques des analyses réalisées dans cette étude se résument aux éléments suivants :

- i. Les outils d'analyse utilisés pour comparer les différents scénarios de lâchers de mouches stériles aux pesticides, soit la programmation linéaire et les approches budgétaires, utilisent une approche dite « statique ». Les éléments à l'étude sont donc analysés à l'intérieur d'un environnement prédéfini sans tenir compte des effets externes comme les niveaux et les effets de risque, l'inflation, les probabilités de chaque situation, les effets météorologiques, etc. Les hypothèses effectuées pour une période de 5 ans sous-tendent que les conditions se maintiendront durant toute cette période. Les analyses de sensibilité permettent cependant d'évaluer l'impact de certains changements sur les résultats.
- ii. L'interprétation des résultats générés par les analyses de cette étude se doit d'être fait en prenant en considération les hypothèses qui ont été posées lors du développement du cadre méthodologique, à savoir : les scénarios de lâchers des mouches stériles, les superficies en cultures d'oignons jaunes et d'oignons verts et l'intégration graduelle de nouvelles zones chaque année, les pertes de récoltes et les rendements associés aux cultures, les prix de vente des oignons, la péréquation de prix de commercialisation des mouches stériles entre oignons jaunes/oignons verts, le transfert de bénéfices sociétaux, etc. Tout changement dans ces paramètres modifierait en partie ou en totalité les résultats obtenus et nécessiterait de nouvelles analyses.
- iii. Les données utilisées pour construire les budgets de production ne proviennent pas d'enquêtes réalisées auprès de producteurs, mais de comités d'intervenants. Il est donc possible que cela ne reflète pas exactement les conditions réelles de cultures.
- iv. Les prix de vente des oignons jaunes et verts sont constitués de moyennes de prix selon les enquêtes des cinq dernières années par le CQH et Inforhort, ils peuvent donc différer du prix reçu par les producteurs.
- v. Le calcul des pertes de rendement des oignons a été comptabilisé par PRIMSE lors de dépistages et des moyennes ont été calculées sur la base des données disponibles. Ici encore des différences peuvent survenir avec les données réelles des producteurs.
- vi. Le coût de production des mouches stériles en élevage a été établi avec les informations compilées par Phytodata à partir des données réelles de production. Toutefois, la structure de production est conçue pour produire des quantités de mouches à une échelle légèrement supérieure à l'expérimentation. Une structure différente permettrait certains gains d'efficacité.

Il est important de considérer ces éléments lors de l'interprétation des résultats.



## Conclusion

### Contexte

Phytodata conduit depuis 2005 des essais d'élevage et de lâchers de mâles stériles dans des cultures d'oignons afin d'endiguer les pertes de récolte causées par la mouche de l'oignon. La méthode s'est montrée efficace dans son fonctionnement à titre expérimental, mais la rentabilité des élevages de mâles stériles en grande quantité et leur substitution comme alternative économique aux insecticides sur les fermes restaient à être démontrées. À cet effet, la situation désirée par la réalisation de ce projet est d'identifier les conditions économiques et financières favorables à l'introduction de cette méthode de contrôle biologique chez les entreprises maraîchères produisant des oignons jaunes ou des oignons verts. Dès le départ, il fallait démontrer que les retombées positives de l'introduction de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons pouvaient s'étendre aux quatre acteurs impliqués, soit l'État (la société), la firme d'élevage de mouches et les deux groupes de producteurs d'oignon. Ainsi pour réussir, ceux qui obtiennent des bénéfices nets de cette technologie devaient accepter de les partager avec ceux pour qui les coûts d'adoption seraient supérieurs aux revenus.

Les objectifs spécifiques de l'étude sont les suivants :

- Documenter et cerner les indicateurs de bénéfices et de coûts que la société peut anticiper suite à une réduction de l'utilisation des insecticides dans les productions maraîchères;
- Caractériser les bénéfices (avantages) et les coûts (inconvenients) anticipés par les producteurs d'oignons verts et d'oignons jaunes;
- Développer un outil de support à la décision afin d'établir les conditions économiques et financières optimales pour l'implantation d'un élevage de production de mouches stériles et pour l'adoption de cette technologie par les producteurs d'oignons jaunes et d'oignons verts;
- Établir le partage optimal des coûts et bénéfices entre les groupes de producteurs, les promoteurs de l'usine de mouches et la société en raison de différents scénarios;
- Développer un cadre d'analyse méthodologique permettant d'évaluer le partage équitable des coûts/bénéfices entre les acteurs impliqués dans le développement, l'implantation et la durabilité des systèmes de production liés à de nouvelles technologies.

### La démarche méthodologique

La démarche méthodologique suivante a été utilisée pour répondre aux objectifs de l'étude. Une revue de littérature sur les méthodes de lutte biologique et les lâchers d'insectes stériles a été réalisée. Cette revue a permis de bien camper la technique de lâchers de mâles stériles pour combattre la mouche de l'oignon comme méthode de lutte biologique, de répertorier les expériences similaires et de faire état des résultats obtenus au Québec.

Les bénéfices et les coûts associés à l'usage des pesticides en agriculture ont été documentés. Cette revue d'études est particulièrement importante, car elle a permis d'illustrer que malgré les nombreux bénéfices et avantages procurés par les pesticides, les coûts sociaux et environnementaux résultant de leur usage sont importants. Tout d'abord, les études réalisées par le MDDEP ont recensé la présence de pesticides dans les cours d'eau au Québec et les niveaux de contamination répertoriés récemment dans le ruisseau Gibeault-Delisle sont particulièrement préoccupants, d'autant plus qu'ils se retrouvent en zone maraîchère. Cela indique que la problématique est bien installée ici.

Trois études répertoriées dans la revue de littérature ont évalué les coûts sociaux et environnementaux à l'échelle de régions ou pays. La nature des coûts sociétaux estimés est exhaustive. La liste des dommages inventoriés englobent, entre autres, les empoisonnements et maladies causés aux humains, les impacts sur la faune terrestre et aquatique, les pertes de cheptels, la destruction de cultures et de plantes naturelles, la réduction de la population d'abeilles et la réduction de pollinisation, la destruction des ennemis naturels, l'augmentation de la résistance des ravageurs, la contamination des eaux souterraines, les pertes aquatiques, la création de problèmes additionnels et subséquents causés par les ravageurs, etc. Le ratio coûts sociétaux (pertes économiques associées aux pesticides) – coûts privés (dépenses encourues pour l'application de pesticides en agriculture) estimé par ces trois études varie de 0,8 à 2. C'est donc dire que pour chaque dollar dépensé en pesticides sur les fermes, il incombe entre 0,80 \$ et 2 \$ de coûts à la société. Conséquemment, toute méthode permettant de réduire les coûts sociétaux peut occasionner des bénéfices nets (bénéfices collectifs et privés moins coûts collectifs et privés) et ainsi se traduire par un transfert de bénéfices sociétaux encourus vers les entreprises agricoles pour couvrir leurs coûts privés additionnels. La substitution des pesticides par les lâchers de mouches stériles est l'illustration d'un cas d'espèce qui génère des bénéfices à la société et engendre, du moins à court terme, des coûts privés supplémentaires. Un transfert de la société vers l'utilisateur des lâchers de mouches stériles peut donc se justifier dans une telle situation.

#### Les analyses et résultats

Un cadre méthodologique a été développé et appliqué à la présente problématique d'allocation des ressources financières et économiques entre les quatre acteurs impliqués (les deux groupes de producteurs, la firme d'élevage de mouches stériles et la société). Les résultats issus des analyses montrent que la société profiterait de retombées positives du remplacement des pesticides par les lâchers de mouches stériles d'environ 2,5 millions de dollars au terme des cinq ans de l'implantation de cette technologie sur 1 300 hectares de cultures. Globalement avec une péréquation de prix de commercialisation des mouches stériles entre oignons jaunes/oignons verts, les résultats de la modélisation montrent une rentabilité avantageuse de tous les scénarios de lâchers de mouches stériles lorsqu'ils sont utilisés sur un horizon de 5 ans par les producteurs d'oignons jaunes et d'oignons verts, et ce, sans égard aux bénéfices sociétaux.

Le problème majeur réside cependant lors de l'année d'implantation des mouches stériles dans une zone (première année; dû à la quantité de mouches relâchées : 500 000 ou 400 000 selon le scénario). Les coûts des lâchers de mouches stériles à l'hectare sont alors très élevés, soit d'environ trois fois que le coût des pesticides. L'internalisation des bénéfices sociétaux permet de diminuer les charges à l'hectare et d'assurer une rentabilité

supérieure à celle du scénario insecticides seulement, mais la hauteur de ce coût comparé aux dépenses d'insecticides pourrait constituer un frein majeur à l'adoption de cette technique de lutte par les producteurs. La manière de répartir les bénéfices sociétaux par le modèle d'optimisation ne résout pas ce problème. Malgré les sommes générées par le transfert de bénéfices, la firme d'élevage de mouches ne peut assumer seule un nivellement moyen des coûts à l'hectare pendant les cinq années (coût moyen par hectare par opposition à un coût élevé la première année et des coûts relativement plus faibles les années ultérieures). L'impact sur sa trésorerie serait alors intenable. Par ailleurs, le producteur d'oignons n'assumerait probablement pas le risque de défrayer des coûts à l'hectare beaucoup plus élevé pour une technologie dont il ne maîtrise pas encore les résultats. Le coût à l'hectare des insecticides devient alors le seuil économique (et probablement psychologique) à ne pas trop s'éloigner. Les entrevues avec les producteurs ont confirmé ce fait.

Afin de proposer une solution intéressante, une analyse de trésorerie a été réalisée sur la base des résultats de la modélisation pour affecter efficacement les bénéfices sociétaux et obtenir un coût à l'hectare des traitements de mouches stériles qui est intéressant pour les producteurs. La charge à l'hectare des traitements de mouches stériles a été fixée au même montant que les charges des traitements d'insecticides.

Les analyses indiquent que les transferts nécessaires de la société pour couvrir les coûts totaux d'élevage et de lâchers doivent minimalement totaliser 1,6 million de dollars pour que la firme d'élevage les fournisse à un coût compétitif aux pesticides. À ce niveau, les revenus et les charges d'élevage et de lâchers de mouches stériles s'équilibrent (notion de point mort). Cela ne tient alors pas compte que, pour demeurer compétitive et innover, la firme d'élevage devra générer des bénéfices nets positifs. À la ferme, les résultats financiers annuels de cette stratégie, pour les deux cultures, assurent au traitement de lâchers de mouches stériles une rentabilité supérieure aux traitements insecticides seulement.

#### Les suites à donner

Avec les résultats de cette étude, la firme d'élevage de mouches stériles devrait produire un plan d'affaires afin d'établir ces besoins financiers nécessaires pour accroître sa performance technico-économique, investir en R&D et dans l'amélioration des installations. Un tel plan est nécessaire pour intéresser des partenaires d'affaires, trouver des capitaux et sensibiliser les autorités gouvernementales. Une démarche auprès des instances gouvernementales concernées devra être réalisée afin d'organiser une rencontre pour leur présenter les résultats de ce projet. Il faudra alors convenir avec eux d'une stratégie d'appui visant à assurer la viabilité d'un tel projet et le succès de l'implantation des lâchers de mouches stériles sur les fermes maraîchères produisant des oignons. Également, il faudra assurer la diffusion des résultats de l'étude auprès des producteurs.

## Bibliographie

- Bissonnette, K., J. Forest et A. Baba-Khelil. 2008. Étude de faisabilité – Lâchers d'insectes stériles pour le contrôle de la mouche de l'oignon. ÉcoRessources Consultants. Rapport préparé pour Prisme Consortium.
- Bridges, D. (Ed.), 1992. Crop Losses Due to Weeds in the United States. Weed Sci. Soc. Am.. Champaign. II. 403 pp.
- Centre Anti-Poison du Québec. 1998. Statistiques sur les intoxications par les pesticides. Rapport annuel 1997. Sainte-Foy, 36 p.
- Chen, W., L. Zhang et X. Hou. 2006. Estimation of environmental cost incurred by pesticide application in coastal agricultural region and management measures. Environmental Informatics Archives. Volume 4. P. 490-501.
- Conseil Québécois de l'horticulture. 2010. Prix des oignons verts et des oignons jaunes. Chiffrier Excel
- Cooper, J. Et H. Dobson. 2007. The benefits of pesticides to mankind and the environment. Crop protection – Science Direct.
- CRAAQ, 2009 - Pesticides - Prix moyens. Références économiques. AGDEX 605/855
- CRAAQ. 2008. Carottes et oignons – Budget – Légumes en terre noire. Références économiques. AGDEX 258/821.
- Daku, L. 2001. Economics of decision making in pest management. Virginia Tech. Department of Agricultural and Applied Economics. <http://www.virginiafruit.ento.vt.edu/OliveProj/IPMPaper.html>
- Dyck, V.A., J. Reyes Flores, M.J.B. Vreysen, E. E. Regidor Fernández, T. Teruya, B. Barnes, P. Gomez Riera, D. Lindquist & M. Loosjes. 2005. Management of Area-wide Integrated Pest management Programmes that integrate the sterile insect technique. pp. 525-545. In Dyck, V.A., J. Hendrichs & A.S. Robinson [eds], Sterile Insect Technique. Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management, Springer, Netherlands, 787 p.
- ÉcoRessources Consultants, 2008. Stratégies visant à réduire l'impact économique de crises sanitaires ou phytosanitaires pour les entreprises agricoles. Rapport d'étape Volet 2 - Évaluation des pertes. Rapport préparé pour le CDAQ.
- FADQ. 2010. Prix unitaires 2010 Oignon jaune en terre noire. Chiffrier Excel
- FADQ. 2010. Prix unitaires 2010 Oignon vert en terre noire. Chiffrier Excel
- Fournier, F. 2005. Étude de faisabilité. Lâchers d'insectes stériles pour le contrôle de la mouche de l'oignon. Rapport présenté au Conseil pour le Développement de l'Agriculture du Québec, 137 p.
- Gaudreau, D. et M. Mercier. 1997. La contamination de l'eau des puits privés par les nitrates en milieu rural. Régie régionale de la santé et services sociaux Montérégie, Direction de la santé publique, Québec, 39 p
- Gianessi, L. 2009. The benefits of insecticide use: onions. CropLife Foundation, Crop Protection Research Institute. Washington D.C.
- Govindasamy, R., J. Italia et A. Adelaja. (2001) Predicting Willingness-to-pay a premium for Integrated pest management produce : Alogistic approach. Agricultural and resource economics review. 30/2. P. 151-159.
- Hendrichs, J., M.J.B. Vreysen, W.R. Enkerlin & J.P. Carol. 2005. Strategic Options in Using Sterile Insects for Area-Wide Integrated pest Management, pp. 563-600. In Dyck, V.A., J. Hendrichs & A.S. Robinson [eds], Sterile Insect Technique. Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management, Springer, Netherlands, 787 p.
- Infohort. 2010. <http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1184695160057&lang=fra>

- Klassen, W. & F. Curtis. 2005. History of the sterile insect technique, pp. 3-36. In Dyck, V.A., J. Hendrichs & A.S. Robinson [eds], *Sterile Insect Technique. Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management*, Springer, Netherlands, 787 p.
- Lipsey. R. G., D. D. Purvis et P. O. Steiner. 1991. *Economics*. Harper Collins Publishers. 933 p.
- Loosjes, M. 2000. The sterile insect technique for commercial control of the onion fly, pp. 181-184. In K.H. Than [ed.], *Proceedings: Area-Wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests. International Conference on Area-Wide Control on Insect Pests, and the 5th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance*, 28 May- 5 June 1998, Penang, Malaysia. Penerbit Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia.
- McEwan, K. et B. Deen. 1997. Étude sur les mécanismes d'établissement des prix et disponibilité des pesticides à usage agricole au Canada. College de Ridgetown, Université de Guelph. Document préparé pour le Ministère de l'agriculture et de l'alimentation de la Saskatchewan, le Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario; et l'Agriculture et agroalimentaires Canada. Disponible sur le site web : <http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1179942676505&lang=fra>
- MDDEP et Université Laval. 2010. Pesticides dans l'eau de surface d'une zone maraîchère - Ruisseau Gibeault-Delisle dans les « terres noires » du bassin versant de la rivière Châteauguay de 2005 à 2007. [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/pesticides/maraichere/pesticides-eau-maraicher.pdf](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/pesticides/maraichere/pesticides-eau-maraicher.pdf)
- MDDEP. 2004. La présence de pesticides dans l'eau en milieu agricole. Rapport
- Mondon, M. J. Forest, L. Jacques et C. Sauvé. 2008. Étude de faisabilité visant à soutenir les producteurs agricoles pour les coûts reliés aux exigences en termes d'assurance-qualité en matière agroalimentaire et environnementale. ÉcoRessources Consultant. Rapport préparé pour l'Union des producteurs agricoles du Québec.
- Mullen. D. J, G. W. Norton et D. W. Reaves. 1997. Economics analysis of environmental benefits of integrated pest management. *Journal of agricultural and applied economics*. 29/2. P. 243-253.
- Pedigo, L. P., S. H. Hutchins et L. G. Higley. 1986. *Annual review of entomologist*. 31. P. 341-368.
- Pimentel, D. : 1997, " Pest management in agriculture", in D. Pimentel (ed.). *Techniques for Reducing Pesticide Use: Environmental and Economic Benefits*. Chichester, UK, John Wiley & Sons. pp.1-11
- Pimentel, D.. 2005. Environmental and Economics Costs of the Application of Pesticides Primarily in the United State. *Environment. Development and Sustainability* (2005) 7: 229-252.
- Pimentel, D. and Lehman, H. (eds). 1993. *The pesticide question: Environment, economics and ethics*. Routledge, Champan & Hall, Inc, New York.
- Pimentel, D. , L. McLaghlin, A. Zepp, B. Lakitan, T. Kraus, P. Kleinman, F. Vancini, W. John Roach, E. Graap, W.S. Keeton, G. Selig. 1993. *Environmental and economic effects of reducing pesticide use in agriculture*.
- Roth. S. et J. Hyde. 2002. *Partial budgeting for agricultural businesses*. PennState. College of agricultural sciences.
- Statistique Canada, Production de fruits et de légumes juin 2008, Adresse URL : <http://www.statcan.gc.ca/pub/22-003-x/22-003-x2008001-fra.pdf>.
- Statistique Canada. 2006. Recensement Agricole.
- Tellier, S. 2006. Les pesticides en milieu agricole : état de la situation environnementale et initiatives prometteuses. Direction des politiques en milieu terrestre, Services des pesticides. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 90 p.

Trumble, J. T., W. G. Carson and G. Kund. 1997. Economics and Environmental Impact of a Sustainable Integrated Pest Management Program in Celery. Entomological Society of America.

## Les Annexes

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Annexes

### Annexe 1: La structure du modèle d'optimisation

| ANNÉE 1                                      |                                                  | PESTICIDES |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| PRODUCTION D'OIGNONS                         |                                                  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Variables décisionnelles ----?                   | Zone 1     |            | Zone 2     |            | Zone 3     |            | Zone 4     |            | Zone 5     |            |
|                                              |                                                  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
|                                              |                                                  | Oignons ja | Oignons ve | Oignons ja | Oignons ve | Oignons ja | Oignons ve | Oignons ja | Oignons ve | Oignons ja | Oignons ve |
|                                              |                                                  | \$         | \$         | \$         |            | \$         |            | \$         |            | \$         |            |
| Contraintes                                  | Objectifs                                        | -5980,47   | -6029,90   |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Superficie cultivée en ha                    | Superficie - Oignons jaunes - Zone 1             | 1          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 1              |            | 1          |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 2             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 2              |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 3             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 3              |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 4             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 4              |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 5             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 5              |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Pesticides Qté par ha                        | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons jaunes | 20         |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons verts  |            | 20         |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                         | 376        |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Matador - Oignons verts                          |            | 564        |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                          | 1100       |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                           |            | 1650       |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                         | 800        |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Trigard - Oignons verts                          |            | 2562       |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Bénéfices de réduction de pesticides (Hr/ha) | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons jaunes |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons verts  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                         |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Matador - Oignons verts                          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                           |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                         |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Trigard - Oignons verts                          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Mouches stériles (nombre/ha)                 | Application sur oignons jaunes                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Application sur oignons verts                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              |                                                  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| RENDEMENT - pesticides (rendement potentiel) | RENDEMENT OIGNONS JAUNES                         | 1830       |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | RENDEMENT OIGNONS VERTS                          |            | 4938       |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Frais de récolte                             | Frais de récolte d'oignons jaunes                | 1830       |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Frais de récolte d'oignons verts                 |            | 4938       |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Frais de mise en marché                      | Frais de mise en marché d'oignons jaunes         | 1830       |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|                                              | Frais de mise en marché d'oignons verts          |            | 4938       |            |            |            |            |            |            |            |            |



# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Annexes

| ANNÉE 1                                      |                                                  | PESTICIDES + MOUCHES STÉRILES |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|----------|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|---|
| PRODUCTION D'OIGNONS                         |                                                  |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              |                                                  | Zone 1                        |          | Zone 2                 |   | Zone 3                 |   | Zone 4                 |   |                        |   |
|                                              |                                                  | 203                           | 57       | 0                      | 0 | 0                      | 0 | 0                      | 0 | 0                      | 0 |
|                                              | Variables décisionnelles ----?                   | Oignons jat Oignons ve        |          | Oignons jat Oignons ve |   | Oignons jat Oignons ve |   | Oignons jat Oignons ve |   | Oignons jat Oignons ve |   |
|                                              | Activités                                        |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Unité:                                           | \$                            | \$       | \$                     |   | \$                     |   | \$                     |   | \$                     |   |
| Contraintes                                  | Objectifs                                        | -5980,47                      | -6029,90 |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
| Superficie cultivée en ha                    | Superficie - Oignons jaunes - Zone 1             | 1                             |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 1              | 1                             |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 2             |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 2              |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 3             |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 3              |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 4             |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 4              |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 5             |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
| Pesticides Qté par ha                        | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons jaunes |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons verts  |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                         |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Matador - Oignons verts                          |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                          |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                           |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                         |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Trigard - Oignons verts                          |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
| Bénéfices de réduction de pesticides (Hr/ha) | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons jaunes | 20                            |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons verts  | 20                            |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                         | 376                           |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Matador - Oignons verts                          | 564                           |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                          | 1100                          |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                           | 1650                          |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                         | 800                           |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Trigard - Oignons verts                          | 2562                          |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
| Mouches stériles (nombre/ha)                 | Application sur oignons jaunes                   | 500                           |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Application sur oignons verts                    | 500                           |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              |                                                  |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
| RENDEMENT - pesticides (rendement potentiel) | RENDEMENT OIGNONS JAUNES                         | 1896                          |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | RENDEMENT OIGNONS VERTS                          | 5454                          |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
| Frais de récolte                             | Frais de récolte d'oignons jaunes                | 1896                          |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Frais de récolte d'oignons verts                 | 5454                          |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
| Frais de mise en marché                      | Frais de mise en marché d'oignons jaunes         | 1896                          |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              | Frais de mise en marché d'oignons verts          | 5454                          |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |
|                                              |                                                  |                               |          |                        |   |                        |   |                        |   |                        |   |

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Annexes

| ANNÉE 1                                      |                                                  |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| PRODUCTION D'OIGNONS                         |                                                  |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Variables décisionnelles ----?                   | VENTES                       |                              | FRAIS DE RÉCOLTE             |                              | MISE EN MARCHÉ               |                              | Coût de mouches              |                              |
|                                              |                                                  | 384850                       | 310866                       | 384850                       | 310866                       | 384850                       | 310866                       | 101500                       | 28500                        |
|                                              |                                                  | Oignons jaunes Oignons verts | Oignons jaunes Oignons verts | Oignons jaunes Oignons verts | Oignons jaunes Oignons verts | Oignons jaunes Oignons verts | Oignons jaunes Oignons verts | Oignons jaunes Oignons verts | Oignons jaunes Oignons verts |
|                                              | Unité:                                           | en sac de 50lbs              | ar packet de 4               | en sac de 5r                 | packet de 4                  | en sac de 5r                 | packet de 4                  | par ha                       | par ha                       |
| Contraintes                                  | Objectifs                                        | 11,72                        | 13,05                        | -0,16                        | -2,88                        | -3,01                        | -3,66                        | -1,69                        | -5,79                        |
| Superficie cultivée en ha                    | Superficie - Oignons jaunes - Zone 1             |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 1              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 2             |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 2              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 3             |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 3              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 4             |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 4              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 5             |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| Pesticides Qté par ha                        | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons jaunes |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons verts  |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                         |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Matador - Oignons verts                          |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                          |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                           |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                         |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Trigard - Oignons verts                          |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| Bénéfices de réduction de pesticides (Hr/ha) | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons jaunes |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons verts  |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                         |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Matador - Oignons verts                          |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                          |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                           |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                         |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Trigard - Oignons verts                          |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| Mouches stériles (nombre/ha)                 | Application sur oignons jaunes                   |                              |                              |                              |                              |                              |                              | -1                           |                              |
|                                              | Application sur oignons verts                    |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              | -1                           |
|                                              |                                                  |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| RENDEMENT - pesticides (rendement potentiel) | RENDEMENT OIGNONS JAUNES                         | -1                           |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | RENDEMENT OIGNONS VERTS                          |                              | -1                           |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| Frais de récolte                             | Frais de récolte d'oignons jaunes                |                              |                              | -1                           |                              |                              |                              |                              |                              |
|                                              | Frais de récolte d'oignons verts                 |                              |                              |                              | -1                           |                              |                              |                              |                              |
| Frais de mise en marché                      | Frais de mise en marché d'oignons jaunes         |                              |                              |                              |                              | -1                           |                              |                              |                              |
|                                              | Frais de mise en marché d'oignons verts          |                              |                              |                              |                              |                              | -1                           |                              |                              |
|                                              |                                                  |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Annexes

| ANNÉE 1                                      |                                                  |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| PRODUCTION D'OIGNONS                         |                                                  | COÛTS PESTICIDES               |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              |                                                  | Utilisation de pesticides      |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              |                                                  | Variables décisionnelles ----? |            | 0          | 0          | 0         | 0         | 0          | 0          |
| Activités                                    |                                                  | Lorsban OJ                     | Lorsban OV | Matador OJ | Matador OV | Dibrom OJ | Dibrom OV | Trigard OJ | Trigard OV |
| Unité:                                       |                                                  | \$/unit                        |            | \$/unit    |            | \$/unit   |           | \$/unit    |            |
| Contraintes                                  | Objectifs                                        | -8,21                          | -8,21      | -0,22      | -0,22      | -0,06     | -0,06     | -0,30      | -0,30      |
| Superficie cultivée en ha                    | Superficie - Oignons jaunes - Zone 1             |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 1              |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 2             |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 2              |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 3             |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 3              |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 4             |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 4              |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 5             |                                |            |            |            |           |           |            |            |
| Pesticides Qté par ha                        | Superficie - Oignons verts - Zone 5              |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons jaunes | -1                             |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons verts  |                                | -1         |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                         |                                |            | -1         |            |           |           |            |            |
|                                              | Matador - Oignons verts                          |                                |            |            | -1         |           |           |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                          |                                |            |            |            | -1        |           |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                           |                                |            |            |            |           | -1        |            |            |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                         |                                |            |            |            |           |           | -1         |            |
| Bénéfices de réduction de pesticides (Hr/ha) | Trigard - Oignons verts                          |                                |            |            |            |           |           |            | -1         |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons jaunes |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons verts  |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                         |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Matador - Oignons verts                          |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                          |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                           |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                         |                                |            |            |            |           |           |            |            |
| Mouches stériles (nombre/ha)                 | Trigard - Oignons verts                          |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Application sur oignons jaunes                   |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Application sur oignons verts                    |                                |            |            |            |           |           |            |            |
| RENDEMENT - pesticides (rendement potentiel) |                                                  |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | RENDEMENT OIGNONS JAUNES                         |                                |            |            |            |           |           |            |            |
| Frais de récolte                             | RENDEMENT OIGNONS VERTS                          |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Frais de récolte d'oignons jaunes                |                                |            |            |            |           |           |            |            |
| Frais de mise en marché                      | Frais de récolte d'oignons verts                 |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Frais de mise en marché d'oignons jaunes         |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Frais de mise en marché d'oignons verts          |                                |            |            |            |           |           |            |            |
|                                              |                                                  |                                |            |            |            |           |           |            |            |

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Annexes

| ANNÉE 1                                      |                                                  | EXTERNALITÉ POSITIVE DES MOUCHES                    |           |            |            |           |           |            |            |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| PRODUCTION D'OIGNONS                         |                                                  | BÉNÉFICES NETS SOCIAUX                              |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              |                                                  | Réduction de pesticides avec utilisation de mouches |           |            |            |           |           |            |            |
| Variables décisionnelles ----?               |                                                  | 4060                                                | 1140      | 76328      | 32148      | 223300    | 94050     | 162400     | 146034     |
| Activités                                    |                                                  | Lorsan OJ                                           | Lorsan OV | Matador OJ | Matador OV | Dibrom OJ | Dibrom OV | Trigard OJ | Trigard OV |
| Unité:                                       |                                                  | \$/unit                                             |           | \$/unit    |            | \$/unit   |           | \$/unit    |            |
| Contraintes                                  | Objectifs                                        | 8,21                                                | 8,21      | 0,22       | 0,22       | 0,06      | 0,06      | 0,30       | 0,30       |
| Superficie cultivée en ha                    | Superficie - Oignons jaunes - Zone 1             |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 1              |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 2             |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 2              |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 3             |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 3              |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 4             |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 4              |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 5             |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 5              |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
| Pesticides Qté par ha                        | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons jaunes |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons verts  |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                         |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Matador - Oignons verts                          |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                          |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                           |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                         |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Trigard - Oignons verts                          |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
| Bénéfices de réduction de pesticides (Hr/ha) | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons jaunes | -1                                                  |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au semi) - Oignons verts  |                                                     | -1        |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                         |                                                     |           | -1         |            |           |           |            |            |
|                                              | Matador - Oignons verts                          |                                                     |           |            | -1         |           |           |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                          |                                                     |           |            |            | -1        |           |            |            |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                           |                                                     |           |            |            |           | -1        |            |            |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                         |                                                     |           |            |            |           |           | -1         |            |
|                                              | Trigard - Oignons verts                          |                                                     |           |            |            |           |           |            | -1         |
| Mouches stériles (nombre/ha)                 | Application sur oignons jaunes                   |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Application sur oignons verts                    |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              |                                                  |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
| RENDEMENT - pesticides (rendement potentiel) | RENDEMENT OIGNONS JAUNES                         |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | RENDEMENT OIGNONS VERTS                          |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
| Frais de récolte                             | Frais de récolte d'oignons jaunes                |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Frais de récolte d'oignons verts                 |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
| Frais de mise en marché                      | Frais de mise en marché d'oignons jaunes         |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              | Frais de mise en marché d'oignons verts          |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |
|                                              |                                                  |                                                     |           |            |            |           |           |            |            |

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Annexes

| ANNÉE 1                                      |                                                 | Ajustement pour utilisation de bénéfices partielle dans |             |            |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|------------|
| PRODUCTION D'OIGNONS                         |                                                 | Réduction de Coût sociaux                               |             |            |
|                                              | Variables décisionnelles ----?                  | Revenu Net                                              | Bén/Coût So |            |
|                                              | Activités                                       | RHS                                                     |             |            |
|                                              | Unité:                                          | Avec Bén soc.                                           | 0,00 \$     | Mouches    |
| Contraintes                                  | Objectifs                                       | 3 421 981,89 \$                                         | 0,00 \$     | Pesticides |
| Superficie cultivée en ha                    | Superficie - Oignons jaunes - Zone 1            | 203                                                     | =<=         | 203        |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 1             | 57                                                      | =<=         | 57         |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 2            |                                                         |             |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 2             |                                                         |             |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 3            |                                                         |             |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 3             |                                                         |             |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 4            |                                                         |             |            |
|                                              | Superficie - Oignons verts - Zone 4             |                                                         |             |            |
|                                              | Superficie - Oignons jaunes - Zone 5            |                                                         |             |            |
| Pesticides Qté par ha                        | LorsLan. G (Granulaire au sem) - Oignons jaunes | 0                                                       | =<=         | 0          |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au sem) - Oignons verts  | 0                                                       | =<=         | 0          |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                        | 0                                                       | =<=         | 0          |
|                                              | Matador - Oignons verts                         | 0                                                       | =<=         | 0          |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                         | 0                                                       | =<=         | 0          |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                          | 0                                                       | =<=         | 0          |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                        | 0                                                       | =<=         | 0          |
|                                              | Trigard - Oignons verts                         | 0                                                       | =<=         | 0          |
| Bénéfices de réduction de pesticides (Hr/ha) | LorsLan. G (Granulaire au sem) - Oignons jaunes | 0                                                       | =>=         | 0          |
|                                              | LorsLan. G (Granulaire au sem) - Oignons verts  | 0                                                       | =>=         | 0          |
|                                              | Matador - Oignons jaunes                        | 0                                                       | =>=         | 0          |
|                                              | Matador - Oignons verts                         | 0                                                       | =>=         | 0          |
|                                              | Dibrom - Oignons jaunes                         | 0                                                       | =>=         | 0          |
|                                              | Dibrom - Oignons verts                          | 0                                                       | =>=         | 0          |
|                                              | Trigard - Oignons jaunes                        | 0                                                       | =>=         | 0          |
|                                              | Trigard - Oignons verts                         | 0                                                       | =>=         | 0          |
| Mouches stériles (nombre/ha)                 | Application sur oignons jaunes                  | 0                                                       | =           | 0          |
|                                              | Application sur oignons verts                   | 0                                                       | =           | 0          |
| RENDEMENT - pesticides (rendement potentiel) | RENDEMENT OIGNONS JAUNES                        | 0                                                       | =>=         | 0          |
|                                              | RENDEMENT OIGNONS VERTS                         | 0                                                       | =>=         | 0          |
| Frais de récolte                             | Frais de récolte d'oignons jaunes               | 0                                                       | =<=         | 0          |
|                                              | Frais de récolte d'oignons verts                | 0                                                       | =<=         | 0          |
| Frais de mise en marché                      | Frais de mise en marché d'oignons jaunes        | 0                                                       | =<=         | 0          |
|                                              | Frais de mise en marché d'oignons verts         | 0                                                       | =<=         | 0          |

Source : Edji-CAD en collaboration avec Forest Lavoie Conseil.

## Annexe 2



Compagnie de Recherche  
Phytodata inc.

Forest Lavoie  
Conseil



Consultants en économie, spécialisés  
en agriculture, en agroalimentaire  
et en énergie

# Conditions économiques optimales à l'adoption de lâchers de mouches stériles dans les cultures d'oignons au Québec

## Guide d'entrevue pour les producteurs

Mars 2010

*Une partie du financement de ce projet a été assurée par Agriculture et Agroalimentaire Canada, par l'entremise du Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA). Au Québec, la part destinée au secteur de la production agricole est gérée par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec.*



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada

*Une partie du financement de ce projet a été fournie par l'entremise des conseils sectoriels du Québec et de l'Ontario qui exécutent le Programme canadien d'adaptation agricole (PCAA) pour le compte d'Agriculture et Agroalimentaire Canada.*

534, Avenue Curzon, St-Lambert (QC) J4P 2V8

 514.952.9372



forestlavoieconseil.com



514.793.5320



## INTRODUCTION - MANDAT ET CONTEXTE DE L'ÉTUDE

---

Depuis quelques années, Phytodata évalue la possibilité d'implanter des installations afin de produire des mouches mâles stériles et de les relâcher pour limiter les infestations de mouches de l'oignon. Pour ce faire, Phytodata s'est inspiré de la longue expertise développée dans ce domaine aux Pays-Bas. Les résultats obtenus en Hollande montrent un contrôle efficace des populations d'insectes (moins de 1% de dommages observés) tout en permettant une réduction appréciable du volume de pesticides utilisés.

Cette entrevue a pour objectif de documenter les perceptions, les bénéfices et les coûts que vous anticipez quant à l'utilisation de lâchers de mouches stériles dans vos champs comme méthode alternative de contrôle de la mouche de l'oignon. Pour ce faire, nous entreprenons une consultation par le biais de ce guide d'entrevue auquel nous vous invitons à répondre.

**Toute information recueillie dans le cadre de cet exercice demeurera strictement confidentielle.**

Afin de vous laisser suffisamment de temps pour amorcer votre réflexion, vous trouverez ci-après les questions. L'entrevue qui suivra devrait durer 35 minutes environ. Nous vous remercions à l'avance de votre précieuse collaboration.

## INFORMATIONS SUR LES RÉPONDANTS

---

Noms du répondant participant : .....

.....

Organisme / entreprise : .....

Date et heure de l'entrevue : .....

Intervieweur : .....



## PROFIL DE L'ENTREPRISE

---

1. Nombre de propriétaires : .....
2. Qui est responsable de la phytoprotection de l'oignon sur l'entreprise? .....
3. Âge ..... ans et niveau formation du responsable : .....
4. Cultures présentes sur la ferme : .....  
.....  
.....
5. Superficies totales (ha) en production maraîchère : .....
6. Superficies (ha) en oignon jaune : .....
7. Superficies (ha) en oignon vert : .....
8. Pourcentage des revenus de l'entreprise qui proviennent de la production d'oignon jaune :  
.....
9. Pourcentage des revenus de l'entreprise qui proviennent de la production d'oignon vert :  
.....
10. Faites-vous des activités de dépistage dans l'oignon? Oui ☐ - Non ☐
11. Si oui, qui effectue le dépistage : .....

## MÉTHODES DE CONTRÔLE DE LA MOUCHE DE L'OIGNON, DOMMAGES ET COÛTS

---

12. Pouvez-vous indiquer les différentes méthodes utilisées pour contrôler les infestations de mouches de l'oignon sur votre entreprise? .....

.....

.....

.....

13. Pouvez-vous estimer les coûts de contrôle de la mouche de l'oignon sur votre entreprise (\$/ha)?  
(dépistage, pesticides, opérations de pulvérisation, travaux aux champs, tri des dommages à la récolte des oignons verts, tri des dommages à l'emballage des oignons jaunes, etc.)

.....

.....

14. Pouvez-vous estimer le pourcentage des pertes moyennes (trois dernières années) de récoltes d'oignons associées aux infestations de mouches? .....

15. Durant les cinq dernières années, comment évaluez-vous l'évolution des pertes dues à cet insecte?  
En augmentation..... Stable..... En diminution.....

16. Est-il possible de chiffrer le montant moyen des pertes financières associées à cet insecte (\$/ha)?  
.....

## PERCEPTIONS QUANT AUX IMPACTS DE L'UTILISATION DES PESTICIDES

---

17. Avez-vous déjà été informé (ou avez-vous consulté) des résultats d'études sur les effets des pesticides?      Oui ☐ - Non ☐

**18. Quels avantages et contraintes (ou inconvénients) associez-vous à l'utilisation de pesticides pour combattre des ravageurs tels que les mouches de l'oignon?**

**Veuillez noter chacun de ces éléments selon leur importance sur une échelle de 1 à 5 :**

**1 = pas important; 2 = peu important; 3 = moyennement important; 4 = assez important; 5 = très important**

- |                                                                |                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. Facilité d'utilisation :                                    | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance...  |
| b. Le coût d'utilisation :                                     | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| c. L'efficacité des traitements pour contrôler les ravageurs : | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| d. La réduction des dommages aux cultures :                    | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| e. L'homologation des pesticides :                             | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| f. La phytotoxicité des traitements sur les plantes :          | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| g. Le développement de la résistance des produits :            | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| h. Les effets sur la santé :                                   |                                                                                          |
| i. Des travailleurs :                                          | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| ii. De la famille :                                            | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| iii. Des consommateurs :                                       | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| i. Les effets sur l'environnement                              |                                                                                          |
| i. Les puits de surface :                                      | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| ii. Les cours d'eau :                                          | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| iii. La faune et la flore :                                    | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| iv. La biodiversité :                                          | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| j. La perception des consommateurs :                           | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| k. L'accès aux marchés d'exportation :                         | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ... |
| l. Autres.....                                                 |                                                                                          |

**PERCEPTION DE L'EFFICACITÉ RELATIVE DES PESTICIDES ET DES MÉTHODES ALTERNATIVES DE CONTRÔLE COMME LES MOUCHES STÉRILES**

---

**19.** Connaissez-vous le projet de production de mouches stériles de l'oignon? Oui ☐ - Non ☐

**20.** Avez-vous déjà utilisé des méthodes de contrôle alternatives sur votre entreprise pour lutter contre des ravageurs? Oui ☐ - Non ☐

Si oui, lesquelles?

.....

.....

.....

.....

**21.** Comment évaluez-vous l'efficacité relative des méthodes de contrôle comme les mouches stériles?

.....

**22.** Quels sont les facteurs qui favoriseront l'utilisation des mouches stériles comme méthodes de contrôle sur votre ferme? .....

.....

.....

.....

## PERCEPTIONS QUANT AUX IMPACTS DE L'UTILISATION DE LÂCHERS DE MOUCHES STÉRILES

---

**23.** Quels avantages et contraintes (inconvénients) associez-vous à l'utilisation de méthodes alternatives de contrôle des ravageurs comme les lâchers de mouches stériles pour réduire les dommages attribués aux mouches de l'oignon?

Veuillez noter chacun de ces éléments selon leur importance sur une échelle de 1 à 5 :

1 = pas important; 2 = peu important; 3 = moyennement important; 4 = assez important; 5 = très important

- |                                                                    |                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| a. Le coût d'utilisation :                                         | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ...  |
| b. L'efficacité des traitements pour contrôler les ravageurs :     | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ...  |
| c. La réduction des dommages aux cultures :                        | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ...  |
| d. Les risques associés à la méthode :                             | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ...  |
| e. L'offre d'un service clé en main (dépistage, suivi et lâcher) : | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ...  |
| f. Les effets sur la santé :                                       |                                                                                           |
| i. Des travailleurs :                                              | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ...  |
| ii. De la famille :                                                | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ...  |
| iii. Des consommateurs :                                           | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance ...  |
| g. Les effets sur l'environnement                                  |                                                                                           |
| i. Les puits de surface :                                          | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance :... |
| ii. Les cours d'eau :                                              | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance :... |
| iii. La faune et la flore :                                        | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance :... |
| iv. La biodiversité :                                              | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance :... |
| h. La perception des consommateurs :                               | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance :... |
| i. L'accès aux marchés d'exportation :                             | avantage <input type="checkbox"/> - contrainte <input type="checkbox"/> - Importance :.   |
| j. Autres.....                                                     |                                                                                           |

## BÉNÉFICES ÉCONOMIQUES ET PROPENSION QUANT AUX COÛTS

---

24. L'utilisation de lâchers de mouches stériles peut-elle apporter des bénéfices économiques réels à votre entreprise? Oui ☐ - Non ☐

25. Si oui, lesquels? .....  
.....  
.....  
.....

26. Pour des niveaux d'efficacité similaires de contrôle des ravageurs associés aux lâchers de mouches stériles, seriez-vous disposé à supporter des coûts supérieurs à l'hectare pour contrôler les dommages attribués aux mouches de l'oignon? Oui ☐ - Non ☐

27. Si oui, de quel ordre? (Comparé aux méthodes conventionnelles) .....%

28. Pour des niveaux d'efficacité supérieurs de contrôle des ravageurs associés aux lâchers de mouches stériles, seriez-vous disposés à supporter des coûts supérieurs à l'hectare pour contrôler les dommages attribués aux mouches de l'oignon? Oui ☐ - Non ☐

29. Si oui, de quel ordre? (Comparé aux méthodes conventionnelles) .....%

30. Quels sont, selon vous, les principaux défis qui devront être relevés pour introduire l'utilisation de lâchers de mouches stériles comme méthode de contrôle de la mouche de l'oignon?

.....  
.....  
.....

**LA COMPAGNIE DE RECHERCHE PHYTODATA ET FOREST LAVOIE CONSEIL VOUS REMERCIENT  
D'AVOIR COLLABORÉ À LA RÉALISATION DE CETTE ÉTUDE.**

---