Agriculture et Agroalimentaire Canada
Agriculture and Agri-Food Canada

PHYTOPROTECTION DURABLE

Résultats du Programme de réduction des risques liés aux pesticides

SYSTÈME D'AIDE À LA DÉCISION POUR UNE LUTTE ÉCLAIRÉE CONTRE LA BRÛLURE DES FEUILLES DE L'OIGNON

I. Introduction

La brûlure des feuilles, causée par le champignon *Botrytis squamosa* Walker, est une importante maladie qui menace la production d'oignons au Canada et dans d'autres régions productrices d'oignons du monde. La maladie est endémique et cause particulièrement des dommages chez l'oignon jaune.

Les producteurs d'oignons sont donc désireux de disposer de méthodes efficaces pour lutter contre la maladie dans leurs champs, puisqu'il n'existe actuellement sur le marché aucun cultivar ayant une résistance complète au *B. squamosa*. En outre, un des fongicides utilisés contre la maladie (l'iprodione) est en cours de réévaluation réglementaire, un autre (la vinclozoline) est progressivement retiré du marché, et les populations d'agents pathogènes risquent d'acquérir une résistance aux fongicides actuellement utilisés. En effet, on a déjà signalé une résistance à certains fongicides anciens (par exemple les dicarboximides) chez des isolats de *B. squamosa*.

Le Centre de la lutte antiparasitaire d'Agriculture et Agroalimentaire Canada a financé la mise au point d'outils d'aide à la décision et la collecte de données en vue de l'élaboration d'un système de lutte intégrée contre la brûlure des feuilles. Ce bulletin technique résume les outils clef et les approches suggérées à la suite de ces travaux. Ces outils sont destinés à aider les producteurs à mettre en œuvre des mesures de lutte optimales contre la brûlure des feuilles et à utiliser les fongicides de manière judicieuse, tout en leur permettant de diminuer les coûts liés à la protection de leurs cultures et de réduire au minimum les risques d'apparition d'une résistance aux fongicides.

La brûlure des feuilles de l'oignon comporte deux stades. Elle cause d'abord l'apparition de taches sur les feuilles, puis leur flétrissement. Des lésions blanchâtres de 1 à 5 mm, généralement entourées d'une auréole blanc verdâtre semblant d'abord gorgée d'eau, apparaissent sur les feuilles 24 à 48 heures après l'inoculation (figure 1).

Figure 1. Feuille d'oignon présentant une lésion isolée causée par le *Botrytis squamosa*.

Figure 2. Flétrissement du sommet des feuilles causé par le *Botrytis squamosa*.

Avec le temps, le centre des lésions commence à s'enfoncer, prend une teinte paille et se fend parfois dans le sens de la longueur. Les vieilles feuilles risquent davantage d'être touchées que les jeunes. Le flétrissement partiel ou complet des feuilles se produit généralement de 5 à 12 jours après l'apparition des premières lésions (figure 2). En cas d'épidémie grave, la totalité des plantes d'une culture peut présenter des symptômes avancés de la maladie (figure 3).

Figure 3. Culture d'oignon gravement touchée par le *Botrytis squamosa*.

Canada

II. Épidémiologie

Le *Botrytis squamosa* passe l'hiver sous forme de sclérotes (masses compactes de mycélium). Les sclérotes se forment sur les feuilles infectées, sur le col de bulbes demeurant dans le sol après la récolte et sur les débris de plantes dans les tas de rebuts de culture. Au printemps, les apothécies qui se forment sur les sclérotes (figure 4) libèrent des ascospores, qui peuvent infecter les feuilles d'oignon. Toutefois, les ascospores ne sont pas considérées comme une source importante d'inoculum primaire.

Figure 4. Apothécie sur un sclérote de *Botrytis squamosa*.

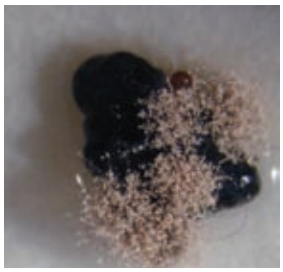

Figure 5. Conidies sur un sclérote de *Botrytis squamosa*.

Les épidémies sont principalement déclenchées par les conidies (figure 5), type de spores produites par les sclérotes qui ont passé l'hiver dans le sol, sur les débris de plantes ou dans les tas de rebuts de culture. Les sclérotes du *B. squamosa* peuvent produire des conidies pendant une longue période, qui s'étend généralement du printemps au début de l'été.

Le potentiel d'infection des feuilles d'oignon par les conidies est optimal lorsque la température de l'air se situe entre 18 et 20 °C et que les feuilles sont humides pendant au moins 6 heures (figure 6). Après l'apparition de taches sur les feuilles, le *B. squamosa* continue de coloniser les feuilles infectées et entraîne le flétrissement et le dessèchement de celles-ci. Les feuilles mortes, principalement la pointe, sont alors le site d'une nouvelle sporulation et de la production de conidies qui s'ensuit. Ce phénomène se produit surtout la nuit, lorsque les feuilles sont humides pour une période d'au moins 12 heures et que la température moyenne se situe entre 8 et 22 °C.

Figure 6. Rosée matinale sur une jeune feuille d'oignon.

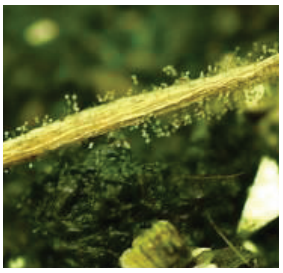

Figure 7. Conidies sur une feuille d'oignon morte.

Au printemps, la température ne constitue généralement pas un facteur limitatif pour la formation de conidies, puisque ces spores sont produites à des températures allant de 3 à 27 °C (la température optimale est de 9 °C). Les conidies produites par les sclérotes sont responsables de l'apparition de taches sur les feuilles; à ce stade, la maladie progresse généralement lentement. Cependant, à mesure que les feuilles se flétrissent et que leur sommet se dessèche, de nouvelles conidies sont produites sur les tissus morts et sont capables de déclencher à nouveau le cycle de la maladie. À ce stade, la maladie se propage dans les cultures d'oignons beaucoup plus rapidement et dans un plus vaste rayon.

III. Lutte contre la maladie

Le programme régulier de pulvérisation de fongicides contre la brûlure des feuilles de l'oignon consiste à appliquer les fongicides à intervalles fixes de 7 à 10 jours, à partir du stade de 3 ou 4 feuilles jusqu'à peu de temps après la verse des plantes. Dans l'est du Canada, les producteurs commencent généralement leur programme par l'application d'un fongicide préventif (par exemple le dithiocarbamate à intervalles de 7 à 10 jours), puis appliquent des fongicides tels que le chlorothalonil ou l'iprodione, souvent mélangés à un dithiocarbamate, en fonction de la pression exercée par la maladie. Les producteurs utilisent également des mélanges de fongicides pour lutter à la fois contre la brûlure des feuilles et le mildiou (*Perenospora destructor*). Les fongicides Pristine (pyraclostrobine et boscalide, BASF) et Switch (cyprodinil et fludioxonil, Syngenta) sont intégrés au programme lorsque la pression exercée par la maladie est jugée élevée.

a. Limites des programmes de pulvérisation de fongicides à intervalles réguliers

Un programme régulier de pulvérisation de fongicides contre la brûlure des feuilles peut comprendre de 6 à 14 traitements par saison, dont 3 ou 4 contiennent de l'iprodione, seul ou en mélange. Un tel programme de pulvérisation intensive peut avoir un impact négatif sur la durabilité de cette méthode de lutte.

L'insensibilité des agents pathogènes aux fongicides peut constituer un problème grave. L'application fréquente et répétée de fongicides de groupes similaires, particulièrement ceux possédant un mode d'action similaire, peut entraîner l'apparition d'une résistance chez les populations d'agents pathogènes. Dans le cadre d'essais en laboratoire visant à déterminer la sensibilité d'isolats de *B. squamosa* prélevés dans les champs aux fongicides actuellement utilisés, tous les isolats se sont révélés sensibles au mancozèbe (Dithane DG) et au chlorothalonil (Bravo 500), mais quelques isolats se sont révélés insensibles à l'iprodione (Rovral) et à la vinclozoline (Ronilan), fongicides de la famille des dicarboximides (figure 8).

La hausse des coûts de production liée à la sur-utilisation des fongicides constitue une autre limite de ce type de programme, particulièrement dans les cas où la pression exercée par la maladie est inférieure aux seuils économiques et que la pulvérisation n'est pas justifiée.

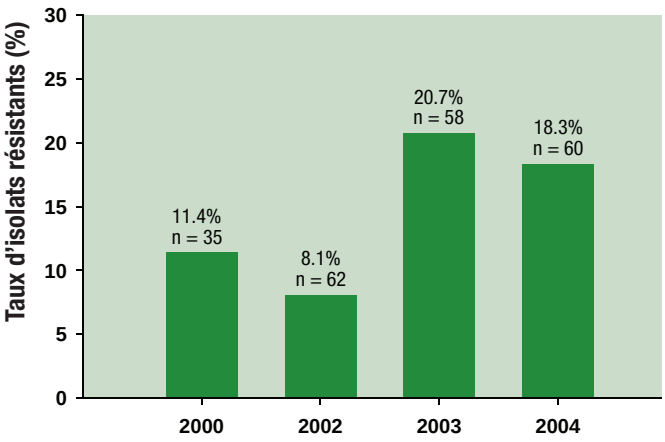

Figure 8. Taux d'isolats de *Botrytis squamosa* résistants au fongicide iprodione, dans le cadre d'une étude réalisée de 2000 à 2004 dans la zone de production principale d'oignons du Québec. Les résultats variaient entre 8 et 21 %.

Ces dernières années, de nouveaux fongicides appartenant à différents groupes de composés chimiques ont été homologués contre la brûlure des feuilles, notamment certains du groupe pyraclostrobine (Pristine, BASF) ou de cyprodinil et de fludioxonil (Switch, Syngenta). Ces nouveaux fongicides permettent d'améliorer le régime de rotation en y intégrant des produits possédant différents modes d'action (divers groupes de fongicides) et, par conséquent, de réduire les risques d'apparition d'une insensibilité aux fongicides chez les agents phytopathogènes.

De bons outils de prévision de la maladie et d'aide à la décision peuvent améliorer l'efficacité des méthodes de lutte et permettre une économie de fongicides. L'utilisation moins élevée des fongicides peut ainsi ralentir ou empêcher l'apparition d'une insensibilité chez les agents phytopathogènes et réduire les coûts liés à la protection des cultures.

b. Évaluation du risque de maladie

La baisse de rendement potentiel attribuable à la brûlure des feuilles varie grandement (de 7 à 30 %) en fonction des conditions climatiques et de la pression exercée par la maladie au cours de la saison. Ainsi, la fréquence et le calendrier des pulvérisations de fongicides revêtent une importance variable d'une année à l'autre. En effet, les années où les précipitations sont faibles, la pression exercée par la brûlure des feuilles peut être faible au point où il n'est pas nécessaire d'appliquer de fongicides. Cependant, l'humidité est élevée la plupart des années, et il est alors nécessaire de protéger les oignons pour limiter les pertes de rendement et faire en sorte que les oignons possèdent suffisamment de feuilles vertes, car celles-ci servent à absorber l'inhibiteur de la germination appliqué dans le cas des oignons destinés à l'entreposage à long terme.

En déterminant le risque de brûlure des feuilles et le moment propice pour appliquer des fongicides lorsque nécessaire, on peut accroître l'efficacité des mesures de lutte contre la maladie, éviter les pulvérisations inutiles et ainsi limiter les coûts liés aux traitements. Un certain nombre de modèles de prévision de la maladie ont été proposés pour l'évaluation du risque de brûlure des feuilles dans les cultures d'oignon. Certains modèles reposent sur des indicateurs de risque

fondés sur les données de surveillance recueillies dans les champs, et d'autres reposent sur des indicateurs de risque fondés sur les conditions propices à la maladie. Selon une récente étude, les indicateurs fondés sur les données de surveillance sont les plus fiables, bien que certains indicateurs fondés sur les conditions météorologiques aient donné de bonnes estimations du risque de maladie. Le tableau 1 résume les résultats de cette étude et présente la performance de différents paramètres de prédiction.

c. La lutte fondée sur les connaissances : un processus décisionnel comportant différentes étapes

Pour déterminer les mesures de lutte optimales contre la brûlure des feuilles, on devrait se fonder sur les observations régulièrement réalisées au champ, en surveillant notamment l'inoculum aérien et le nombre de lésions par feuille (les seuils établis pour la brûlure des feuilles sont de 3 lésions dans le cas des vieilles feuilles et de 1 lésion dans le cas des jeunes feuilles), ainsi que sur les conditions météorologiques passées, présentes et prévues (figure 9). En général, les méthodes fondées sur les observations faites au champ sont plus coûteuses que celles fondées sur les conditions météorologiques locales.

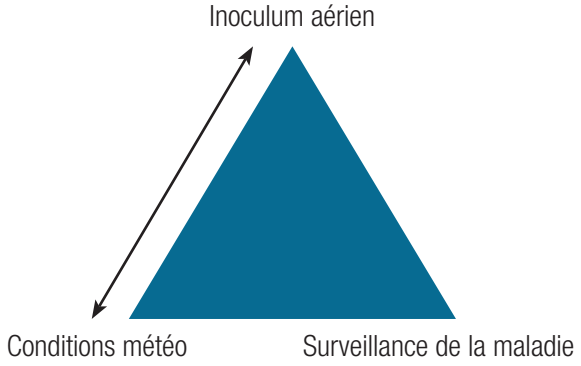

Figure 9. Principaux facteurs permettant de déterminer le risque de brûlure des feuilles.

Tableau 1. Niveau de précision et de fiabilité de différents indicateurs de risque de brûlure des feuilles.

Indicateurs de risque de maladie	Taux de décisions judicieuses (%)	
	Première pulvérisation	Pulvérisations suivantes
Fondés sur les données de surveillance		
Inoculum aérien	89	82
Nombre de lésions sur les vieilles feuilles	85	82
Nombre de lésions sur les jeunes feuilles	82	75
Fondés sur les conditions météo		
Indice de sporulation	64	73
Indice de production d'inoculum	72	63
Probabilité d'infection	36	57
Indices de gravité de la maladie	67	71

On peut déterminer les mesures de lutte optimales contre la brûlure des feuilles en suivant les étapes suivantes :

Étape 1. Utilisation des indicateurs de risque fondés sur les conditions météorologiques.
Dans l'est du Canada, les meilleurs indicateurs de risque fondés sur les conditions météorologiques sont l'indice de sporulation (mis au point par Lacy et Pontius en 1983) et les indices de gravité de la maladie (proposés par Sutton et al., 1986) (figure 10). L'indice de sporulation indique à quel degré les conditions météorologiques, surtout la température et le déficit de saturation, sont favorables à la production de spores par le *B. squamosa*, sur une échelle de 0 à 100, où 0 correspond à un potentiel de sporulation nul et 100 correspond à des conditions très favorables à la sporulation. En se fondant sur des essais au champ, on a fixé à 50 le seuil d'alerte et à 80 le seuil de pulvérisation. L'indice cumulatif de gravité de la maladie correspond à la progression de la brûlure des feuilles. On peut combiner les deux indices, calculés en fonction des prévisions météorologiques, pour maximiser leur efficacité.

Étape 2. Surveillance de l'inoculum aérien.
La concentration d'inoculum aérien (spores) de *B. squamosa* constitue un bon indicateur de risque d'apparition de la maladie. Elle peut être mesurée au moyen d'un échantillonneur de spores à bras rotatif, comme celui de la figure 11. Les données ainsi obtenues peuvent servir à déterminer quel est le meilleur moment pour la première pulvérisation et s'il est nécessaire d'en réaliser d'autres par la suite (tableau 1).

Figure 11. Modèle typique d'échantillonneur de spores à bras rotatif utilisé pour mesurer la concentration de spores de *B. squamosa* au champ.

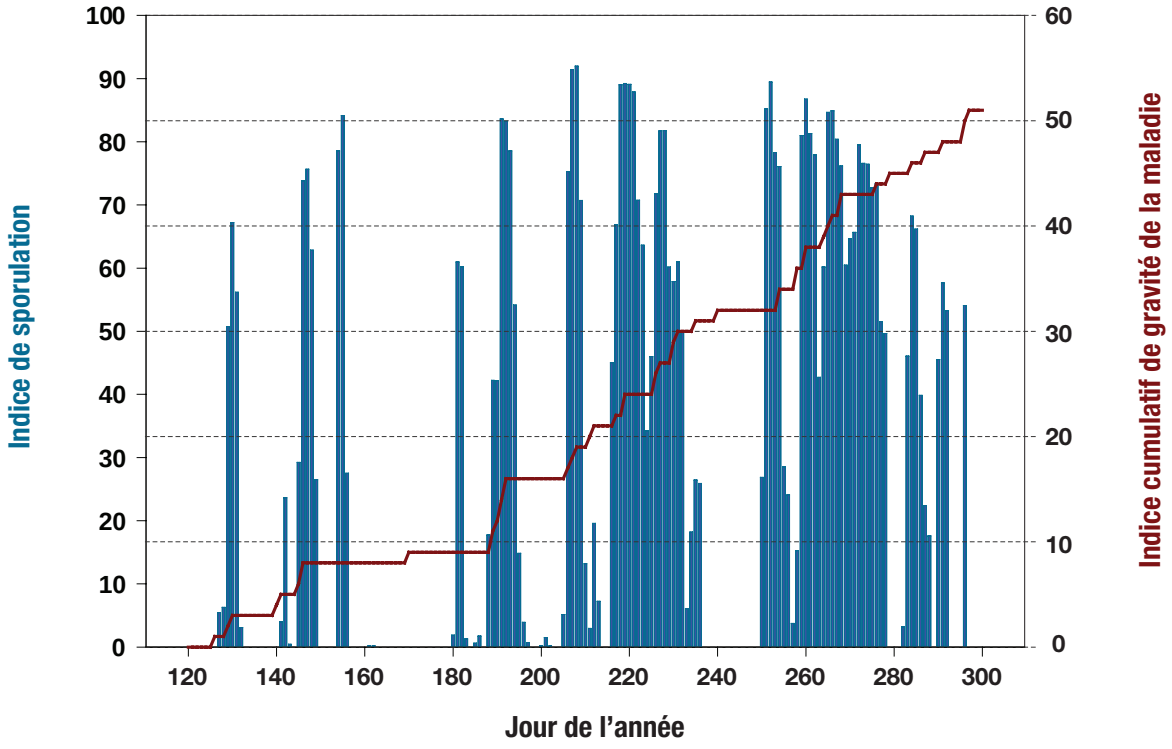

Figure 10. Performance des indicateurs de risque fondés sur les conditions météorologiques pour la prédiction de la fréquence de la brûlure des feuilles.

Étape 3. Surveillance de la maladie.
Il est essentiel de connaître l'état des plantes dans le champ afin de mettre en œuvre des mesures optimales de lutte contre la brûlure des feuilles. On peut réaliser une surveillance au champ quant à la formation de lésions ainsi qu'à la fréquence et la gravité de la maladie, de façon à appuyer les décisions relatives à la pulvérisation fondées sur les indices de prédiction de la maladie, l'inoculum aérien ou ces deux paramètres. En outre, on pourrait effectuer une surveillance au champ pour évaluer l'efficacité des pulvérisations déjà effectuées (figure 12).

On dispose aujourd'hui de plusieurs outils et de nouvelles données favorisant une utilisation optimale et durable des fongicides contre la brûlure des feuilles de l'oignon. Les producteurs peuvent avoir accès à certains de ces outils et de ces renseignements dans le cadre de différents services offerts dans quelques provinces de l'est du Canada, notamment au Québec et en Ontario. Ces outils permettront aux producteurs de maintenir la pression exercée par la maladie sous le seuil économique et d'obtenir le meilleur rendement possible avec le moins de fongicide possible.

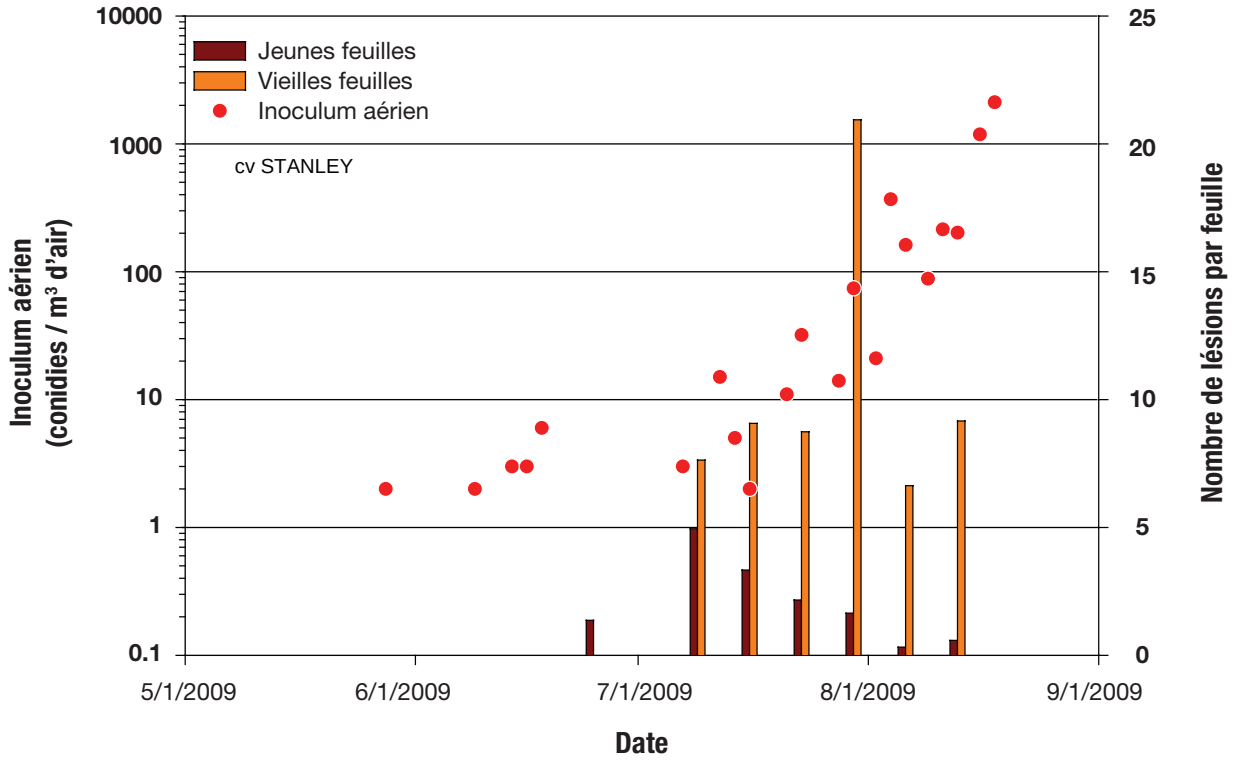

Figure 12. Relation entre l'inoculum aérien et la progression de la brûlure des feuilles dans une culture d'oignon où des méthodes de lutte sont utilisées.

Pour de plus amples renseignements sur le projet, veuillez communiquer avec :

Odile Carisse
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Centre de recherche et de développement en horticulture
430, boul. Gouin, Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec) J3B 3E6
Téléphone : 450-515-2023
Courriel : odile.carisse@agr.gc.ca

Luc Brodeur
PRISME Consortium, Compagnie de recherches Phytodata Co.
111, rue Saint-Patrice, Sherrington (Québec) J0L 2N0
Téléphone : 450-454-3992 poste 27
Courriel : lbrodeur@phytodata.qc.ca

Les auteurs remercient leurs collègues chercheurs David-Mathieu Tremblay et Audrey Levasseur (AAC), Hervé Van der Heyden (Phytodata Inc.) et Mary Ruth McDonald (Université de Guelph) pour la réalisation des études ici présentées ainsi que pour leur contribution au présent article.

Autres ressources utiles

1. Carisse, O., McRoberts, N., et Brodeur, L. 2008. Comparison of monitoring- and weather-based risk indicators of Botrytis leaf blight of onion and determination of action thresholds. *Revue canadienne de phytopathologie* 30 : 442-456.
2. Carisse, O., Tremblay, D.M., Lévesque, C.A., Gindro, K., Ward, P., et Houde, A. 2009. Development of a TaqMan real-time PCR assay for quantification of airborne conidia of *Botrytis squamosa* and management of Botrytis leaf blight of onion. *Phytopathology* 99 : 1273-1280.
3. Carisse, O., Tremblay, D.M., McDonald, M.R., Brodeur, L., et McRoberts, N. 2011. Management of Botrytis leaf blight of onion: the Quebec experience of 20 years of continual improvement. Feature Paper, *Plant Disease* 95 : 204-514.
4. Van der Heyden, H., Carisse, O., et Brodeur, L. 2011. Comparison of monitoring based indicators for initiating fungicide spray programs to control Botrytis Leaf Blight of onion. Crop Protection 33 : 21-28
5. Carisse, O., Levasseur, A., et Van der Heyden, H. 2011. An improved risk indicator for Botrytis leaf blight of onion caused by *Botrytis squamosa. Plant Pathology* (sous presse).

Au sujet du Programme de réduction des risques liés aux pesticides d'Agriculture et Agroalimentaire Canada

Le Programme de réduction des risques liés aux pesticides offre des solutions viables aux producteurs canadiens pour réduire les risques liés aux pesticides dans le secteur agricole et agroalimentaire. En partenariat avec l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire de Santé Canada, le Programme poursuit cet objectif en coordonnant et en finançant des stratégies intégrées de lutte antiparasitaire qui ont été établies au terme de consultations avec les intervenants et les spécialistes de la lutte antiparasitaire.

Le Programme de réduction des risques liés aux pesticides favorise activement l'élaboration et l'application de stratégies essentielles à la réduction des risques associés à ces produits en milieu agricole. Pour en savoir plus sur les priorités actuelles de ce programme et sur les enjeux connexes, prière de visiter le site www.agr.gc.ca/cla. Pour consulter d'autres fiches de renseignements dans cette série, visitez le www.agr.gc.ca/protection-durable-des-cultures.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire du Canada (2012)

No de catalogue A42-115/2012F-PDF ISBN 978-1-100-99239-6 N° d'AAC 11759F
Issued also in English under title: *A decision support system for knowledge-based management of Botrytis leaf blight of onion*

Pour plus de détails, rendez-vous au www.agr.gc.ca
ou composez sans frais le 1-855-773-0241