

DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE DE GESTION INTÉGRÉE DE LA RÉSISTANCE AUX FONGICIDES

Jean-Benoit Charron, Hervé Van der Heyden et Odile Carisse

Projet : IA113117

Durée : 04/2014 – 12/2016

FAITS SAILLANTS

L'utilisation soutenue de fongicides contre les pathogènes s'attaquant aux cultures a été identifiée comme facteur pouvant compromettre le développement durable de l'agriculture québécoise en raison des coûts élevés et des risques environnementaux associés à cette pratique ainsi que du risque inhérent de sélection de pathogènes plus résistants aux matières chimiques. Pour ce projet, nous avons cherché à établir une corrélation entre l'hétérogénéité de pulvérisation de fongicide et la sélection de résistance chez *Botrytis* afin de développer un modèle de gestion intégrée de la résistance aux fongicides. Dans un premier temps, nous avons établi un seuil d'intervention pour le fongicide iprodione chez l'oignon en démontrant qu'une proportion de plus de 50 % de souches résistantes dans une population de souches de *Botrytis* provoque une réduction de l'efficacité de cette molécule. De plus, afin de mesurer l'effet de la qualité du recouvrement et de la rotation spatiale des fongicides lors de la pulvérisation sur le développement de la résistance nous avons procédé à un inventaire des résistances aux fongicides chez plusieurs cultures. Le premier constat qui peut être fait à la lumière des résultats est que la EC₅₀ moyenne pour la matière active boscalid est maintenant de 159 ppm. En comparaison, huit des isolats prélevés en 2004-2005 (un an après l'homologation de la matière active) et retestés pour tous les fongicides à l'étude avaient une EC₅₀ de 0,29 ppm. Pour les autres matières actives étudiées du groupe 7 (fluopyram, fluxapyroxad et penthiopyrad) les EC₅₀ étaient respectivement de 23,00 ppm, 20,47 ppm et 18,22 ppm. Finalement, afin de valider notre grille de décision, nous avons évalué l'impact du recouvrement et de l'application répétée de l'iprodione sur le développement de la résistance au champ. Ainsi, nos résultats suggèrent que, peu importe le niveau de recouvrement, l'application soutenue du même fongicide augmente significativement la proportion de résistants et le nombre de lésions par plant, ce qui annule l'effet du recouvrement.

OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

L'objectif principal était de développer une grille de décision pour la gestion de la résistance aux fongicides. Nous avons utilisé *B. squamosa* et l'oignon comme modèles pour :
1) déterminer la proportion de résistants au-delà de laquelle une application de fongicide devient inefficace. Des populations composées de diverses proportions de spores de résistants/sensibles ont été assemblées, inoculées sur des plants et pulvérisées d'iprodione selon divers taux de recouvrements. Après une période de croissance, une évaluation de la maladie a été effectuée.
2) mesurer l'impact de l'hétérogénéité des pulvérisations sur le développement des résistances. Nous avons mesuré l'effet de la qualité du recouvrement et de la rotation spatiale des fongicides lors de la pulvérisation sur le développement de la résistance.
3) générer des données pour valider la grille de décision. L'évaluation de l'outil de gestion de la résistance aux fongicides est basée sur les techniques de PCR en temps réel et l'échantillonnage de populations de pathogènes en champ.

RETOMBÉES SIGNIFICATIVES POUR L'INDUSTRIE

L'efficacité des applications de fongicide repose sur plusieurs facteurs contrôlés par l'opérateur comme la pression d'opération, le volume de bouillie, le recouvrement et les conditions météorologiques lors de l'application. De plus, l'opérateur doit également tenir compte de facteurs biotiques comme l'importance de la population de l'agent pathogène, le stade phénologique de la plante et la présence d'individus résistants au sein de la population à traiter. L'acquisition par un champignon pathogène d'une résistance à un fongicide est un phénomène génétique aléatoire, accéléré par la pression de sélection exercée par l'utilisation du fongicide en question. Entre 2014 et 2015, il a été démontré, grâce à une caractérisation phénotypique et génétique, que les niveaux de résistances aux fongicides rencontrés chez les populations de *Botrytis* sont de modérés à élevés (Fig. 1).

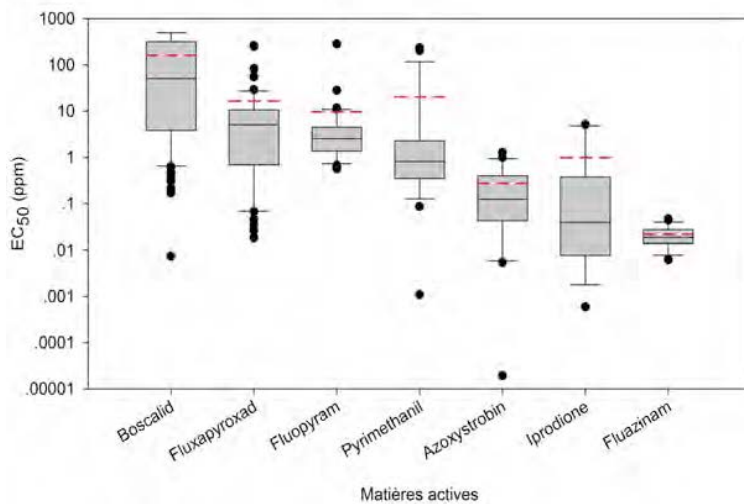


Figure 1: Distribution de la EC₅₀ au sein des populations de *Botrytis* recueillies entre 2014 et 2015. L'axe des Y présente les concentrations réduisant la croissance de 50 % ou EC₅₀ des populations de *Botrytis* ayant été traitées avec les matières actives présentées sur l'axe des X, soit le Boscalid, le Fluxapyroxad, le Fluopyram, le Pyrimethanil, l'Azoxystrobin et le Fluazinam.

Par exemple, la EC₅₀ moyenne pour le fongicide Boscalid est supérieure à 100 ppm, ce qui correspond à une augmentation de plus de 100 fois par rapport aux niveaux mesurés sur des souches recueillies en 2005-2006. Ainsi, l'efficacité de cette matière active a diminué sur une période d'un peu plus de 10 ans depuis son homologation, et nos résultats suggèrent qu'à court terme, l'utilisation de cette matière active devrait être restreinte et qu'un suivi des populations résistantes devrait être entrepris avant de recommander son utilisation.

L'effet du recouvrement a été étudié sur des populations artificielles comportant un ratio croissant d'individus résistants et sensibles. Les résultats obtenus suggèrent qu'une augmentation du recouvrement permet d'obtenir une diminution significative du nombre de lésions par plant lorsque la proportion de résistants est inférieure à 50 %. Toutefois, lorsque la proportion de résistants est supérieure à 50 %, il n'existe plus d'effet significatif du recouvrement (Fig. 2). Les essais au champ ont eux aussi souligné l'impact du recouvrement sur le contrôle et la proportion d'individus résistants. De plus, ces résultats ont également permis de confirmer que des applications répétées d'un même fongicide accélèrent la sélection de la résistance, et ce, à l'intérieur même d'une saison.

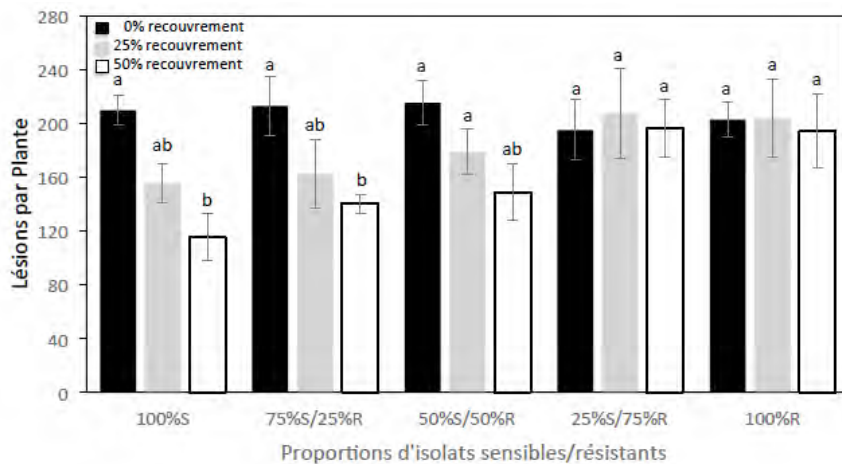


Figure 2 : Effet du recouvrement de fongicide sur des populations de *Botrytis squamosa* artificielles comportant des proportions croissantes d'isolats résistants et sensibles.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER

Un facteur clé dans la réussite d'études concernant la résistance aux fongicides est la connaissance des niveaux de résistance de base pour les fongicides à l'étude. Au cours des prochaines étapes, il serait nécessaire d'instaurer une mesure de surveillance des niveaux de résistance aux fongicides principalement pour obtenir de l'information sur les niveaux de résistance de base et mesurer l'évolution des populations résistantes. Ces résultats pourront également servir de base pour le développement de stratégies de gestions intégrées qui tiennent compte de la résistance aux fongicides.

POINT DE CONTACT

Nom du responsable du projet : Jean-Benoit Charron
 Téléphone : 514 398-5634
 Télécopieur : 514 398-7990
 Courriel : jean-benoit.charron@mcgill.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir 2 conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, et Agriculture et Agroalimentaire Canada. Zhe Jia a reçu un complément de bourse d'études de la part de la Faculté de l'agriculture et des sciences de l'environnement et du département de sciences végétales de l'Université McGill.