

# Évaluation de modèles prévisionnels de la fusariose de l'épi chez le blé sous les conditions de culture du Québec

MARIE-EVE GIROUX<sup>1</sup>, ANNE VANASSE<sup>1</sup>, GAÉTAN BOURGEOIS<sup>2</sup>, YVES DION<sup>3</sup>, SYLVIE RIOUX<sup>4</sup>, DENIS PAGEAU<sup>5</sup>, SALAH ZOGHLAMI<sup>6</sup>, CLAUDE PARENT<sup>7</sup>, ÉLISABETH VACHON<sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Département de phytologie, Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6

<sup>2</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, J3B 3E6

<sup>3</sup> Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM), Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC, J3G 0E2

<sup>4</sup> Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM), Complexe Scientifique, Québec, QC, G1P 3W8.

<sup>5</sup> Agriculture et Agroalimentaire Canada, Normandin, QC, Canada, G8M 4K3.

<sup>6</sup> Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec, Longueuil, QC, J4H 4G4

<sup>7</sup> Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Québec, QC, G1R 4X6

<sup>8</sup> Moulins de Soulanges, Saint-Polycarpe, QC, J0P 1X0

Correspondance : [marie-eve.giroux.4@ulaval.ca](mailto:marie-eve.giroux.4@ulaval.ca)

**Mots clés :** modélisation, phytopathologie, fusariose de l'épi, blé.

## Introduction

La fusariose de l'épi du blé est une maladie fongique qui affecte les céréales à paille et le maïs et qui cause des pertes économiques importantes certaines années. La floraison est la période critique où le blé est le plus sensible à l'infection (Bailey *et al.* 2004). La réduction du rendement associée au faible poids des grains contaminés et la perte de qualité engendrée par le désoxynivalénol (DON), une toxine produite par des agents pathogènes de la fusariose, sont des problèmes pour les producteurs et les transformateurs (Bailey *et al.* 2004). Le semis de cultivars tolérants tôt en saison, la rotation avec des cultures non-hôtes et l'application d'un fongicide à la floraison font partie des moyens de lutte employés pour diminuer l'impact de cette maladie (Parry *et al.* 1995, Subedi *et al.* 2007). Pour gérer les risques associés à la fusariose de l'épi, plusieurs modèles prévisionnels empiriques ou épidémiologiques ont été développés dans différents pays. Les modèles empiriques peuvent prédire le risque d'infection ou la teneur en DON des grains en associant les conditions météorologiques propices à la fusariose au stade phénologique du blé, tandis que les modèles épidémiologiques font les prévisions de risques en simulant la courbe de développement de l'agent pathogène en fonction de la météorologie pendant la période de sensibilité du blé (Prandini *et al.* 2009). Toutefois, aucun de ces modèles n'a été développé spécifiquement pour les conditions de culture du Québec.

L'objectif principal de ce projet est de mettre en place un maximum de facteurs (climat, cultivar, date de semis, fongicide) permettant de faire varier les risques d'infection de la fusariose de l'épi et les impacts de l'infection sur la production de blé de printemps et d'automne, afin de mettre à l'essai et comparer les performances de plusieurs modèles prévisionnels et leurs variantes qui ont été développés et évalués hors des conditions du Québec.

## Méthodologie

La mise à l'essai et la vérification de la compétence des modèles ont été réalisées à quatre stations expérimentales ainsi qu'à une cinquantaine de champs commerciaux répartis dans les trois zones climatiques représentatives de la production des céréales au Québec. Les sites expérimentaux étaient situés à L'Acadie et Saint-Mathieu-de-Beloeil (zone 1), à Saint-Augustin-de-Desmaures (zone 2) et à Normandin (zone 3). À chacun de ces sites, un essai de blé de printemps a été répété deux années et un essai de blé d'automne a été implanté pendant un an. Pour l'essai de blé de printemps, les facteurs considérés sont la date de semis (hâtive, intermédiaire, tardive), le cultivar (AC Barrie, moyennement sensible à la fusariose et Torka, très sensible) et l'utilisation d'un fongicide pour la répression de la fusariose. Pour l'essai de blé d'automne, seulement le facteur d'application de fongicide a été considéré sur le cultivar Warthog. Ces facteurs permettent de diversifier les conditions environnementales, afin de maximiser la variabilité des niveaux d'infection par la fusariose de l'épi. Cette variabilité permet de tester les modèles prévisionnels dans une étendue de conditions et, ainsi, vérifier leur efficacité dans des scénarios épidémiques et non épidémiques. Les modèles empiriques canadiens («Hooker» tiré de Hooker *et al.* 2002), américains («De Wolf I», «De Wolf II» et «De Wolf III» tirés de De Wolf *et al.* 2003; «Molineros» tiré de Molineros 2007) et argentins («Moschini» tiré de Moschini *et al.* 2001) ainsi que les modèles épidémiologiques italiens («Rossi inf» et «Rossi tox» tirés de Rossi *et al.* 2003) ont été intégrés dans le logiciel CIPRA (Centre Informatique de Prévisions des

Ravageurs en Agriculture). De plus, le modèle DONCast<sup>®</sup> (Schaafsma et Hooker 2007) a été évalué avec la collaboration de Weather Innovation Inc. (Chatham, Ontario). Les prédictions des risques d'infection de fusariose de l'épi ou de la teneur en DON des grains ont été générées par chaque modèle à partir des données météorologiques horaires enregistrées à des stations automatisées situées sur chaque site expérimental. Finalement, la performance des modèles prévisionnels a été évaluée avec la méthode d'analyse ROC (« Receive Operating Characteristic curve») avec différents indicateurs de pression de fusariose (% d'épillets fusariés, % de grains fusariés et teneur en DON).

### Résultats et conclusion

En 2011, la fusariose de l'épi a été présente seulement à Saint-Augustin-de-Desmaures et à Normandin. L'année 2012, quant à elle, a été peu propice au développement de la maladie chez le blé de printemps et d'automne, et ce, aux quatre sites expérimentaux. Dans la plupart des essais, l'application de fongicide a augmenté le rendement et le poids de mille grains du blé. De plus, le fongicide a généralement réduit la teneur en DON des grains. Les différences créées par le fongicide étaient généralement plus prononcées lors d'une épidémie. De façon générale, le cultivar le plus sensible à la fusariose présentait des symptômes plus sévères. De plus, un semis tardif de blé a fait augmenter les risques d'infection en plus de causer une diminution de rendement. Cependant, l'effet du cultivar et de la date de semis n'a pas été constant d'un site et d'une année à l'autre. Il était souvent plus marqué lorsque la pression de maladie était élevée.

À la suite des analyses ROC, la teneur en DON ( $\geq 1$  ppm) s'est avérée être le meilleur indicateur de pression de fusariose pour différencier la présence et l'absence de maladie au champ. Les modèles américains «De Wolf II» et «De Wolf III» ainsi que le modèle argentin «Moschini» se sont distingués en prédisant correctement les plus grandes proportions d'épidémies et de non-épidémies quand leur seuil de décision était ajusté et que le développement du blé était suivi au champ. Ces modèles empiriques sont les plus simples et prédisent les risques d'infection à partir de la température, de l'humidité relative et des précipitations. La provenance des modèles n'a donc pas eu d'effet sur leur efficacité sous nos conditions. Les modèles «Hooker», DONcast<sup>®</sup>, «Rossi inf» et «Rossi tox» ont moins bien performé surtout lorsque les conditions étaient propices au développement d'épidémies. Les modèles américains «De Wolf I» et «Molineros» ont été moins efficaces en absence de maladie ce qui a affecté leur performance globale à la baisse.

En conclusion, l'évaluation de modèles prévisionnels de la fusariose de l'épi nous a permis de constater que deux modèles empiriques des États-Unis ainsi que celui d'Argentine pourraient s'adapter à nos conditions de culture et être utilisés à l'intérieur d'un système d'aide à la décision, entre autres, pour déterminer si l'application d'un fongicide à la floraison est nécessaire. L'utilisation de tels modèles permettrait de mieux appliquer les principes de lutte intégrée dans la culture de blé au Québec.

### Références

- Bailey, K. L., Couture, L., Gossen, B. D., Gugel, R. K. et Morrall, R.A.A. 2004. Maladie des grandes cultures au Canada. La Société Canadienne de Phytopathologie, Saskatoon, SK. 318 p.
- De Wolf, E., Madden, L. V. et Lipps, P. E. 2003. Risk assessment models for wheat Fusarium head blight epidemics based on within-season weather data. *Phytopathology* 93: 428-435.
- Hooker, D. C., Schaafsma, A. W. et Tamburic-Ilincic, L. 2002. Using weather variables pre- and post-heading to predict deoxynivalenol content in winter wheat. *Plant Disease* 86: 611-619.
- Molineros, J. 2007. Understanding the challenges of Fusarium head blight forecasting. Thèse (Ph.D.), The Pennsylvania State University, University Park, PA, États-Unis.
- Moschini, R. C., Pioli, R., Carmona, M. A. et Sacchi, O. 2001. Empirical predictions of wheat head blight in the northern Argentinean pampas region. *Crop Science* 41: 1541-1545.
- Parry, D. W., Jenkinson, P. et McLeod, L. 1995. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals: A review. *Plant Pathology* 44: 207-238.
- Prandini, A., Sigolo, S., Filippi, L., Battilani, P. et Piva, G. 2009. Review of predictive models for Fusarium head blight and related mycotoxin contamination in wheat. *Food and Chemical Toxicology* 47: 927-931.
- Rossi, V., Giosuè, S., Patteri, E., Spanna, F. et Del Vecchio, A. 2003. A model estimating the risk of Fusarium head blight on wheat. *EPPO Bulletin* 33: 421-425.
- Schaafsma, A. W. et Hooker, D. C. 2007. Climatic models to predict occurrence of Fusarium toxins in wheat and maize. *International Journal of Food Microbiology* 119: 116-125.
- Subedi, K. D., Ma, B. L. et Xue, A. G. 2007b. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. *Crop Science* 47: 36-44.