

## FICHE SYNTHÈSE

### Volet 4 – Appui au développement et au transfert de connaissances en agroenvironnement

#### TITRE

VALIDATION ET IMPLANTATION D'UN MODÈLE PRÉVISIONNEL DE LA FUSARIOSE DE L'ÉPI DES CÉRÉALES SUR AGROMÉTÉO QUÉBEC

**ORGANISME** Centre de recherche sur les grains  
**AUTEURS** Yves Dion, Gaétan Bourgeois et Sylvie Rioux

**COLLABORATEURS** René Audet, Claude Parent, Elisabeth Vachon

#### INTRODUCTION

La fusariose de l'épi des céréales est une maladie très répandue et très fréquente au Québec. Les producteurs agricoles peuvent exercer un certain contrôle sur cette maladie par les pratiques culturales, les rotations, le choix de l'espèce de céréales et du cultivar, ainsi que par des interventions phytosanitaires. Malgré cela, les conditions climatiques sont des facteurs déterminants quant au risque d'infection et quant à l'intensité de la maladie. L'utilisation d'un fongicide pour réprimer la fusariose de l'épi est une intervention envisageable et conséquente lorsque le risque d'infection est élevé, toutefois il est approprié de réserver cette intervention à des situations de risque sérieux d'infection. C'est que les *Fusarium sp.* sont sujets au développement de résistance aux triazoles, un groupe d'ingrédients actifs composant les fongicides utilisés pour lutter contre la fusariose. De là l'idée d'évaluer le risque d'infection causant la fusariose de l'épi. Des modèles prévisionnels ont été mis à profit ces dernières années et le projet a permis d'évaluer plusieurs modèles, nouveaux ou modifiés à partir de modèles existants. Le développement d'un modèle prévisionnel de risque doit mettre en relation les facteurs de risque et la mesure objective de l'impact de la maladie. Dans le cas qui nous concerne, il s'agit donc de mettre en relation les variables climatiques importantes qui modulent la fusariose (précipitations, humidité relative de l'air et température) avec les stades critiques pour l'infection de la plante et avec des résultats valides quant à l'infection observée.

#### OBJECTIFS

L'objectif du projet est d'assurer le meilleur transfert possible en ce qui concerne la prévision du risque de la fusariose de l'épi des céréales. Le projet regroupe un maximum de données phénologiques du blé (stade de développement de la culture) à partir d'essais réalisés au Québec et les mesures de l'impact de la maladie qui y sont associées. Ces données sont mises en lien avec les données météorologiques pour développer les analyses de risque. Plusieurs modèles prévisionnels sont évalués pour leur performance. Certains modèles sont repris de solutions déjà existantes développées ici ou à l'étranger, d'autres modèles sont développés à partir des données du Québec ou des adaptations de modèles existants. Un élément important du projet est le recours à une nouvelle base de données, celle que le financement du projet a permis de constituer. Cette nouvelle base de données est dissociée de tout développement des modèles prévisionnels fait au Québec à ce jour. Cette base de données permet justement une évaluation indépendante de l'ensemble des modèles étudiés ou évalués. Les analyses de la performance des modèles permettent d'identifier et de sélectionner le modèle le mieux adapté pour la diffusion des risques de la fusariose de l'épi. L'implantation de ce modèle est prévue sur la plate-forme Agrométéo Québec sur le Web.

#### MÉTHODOLOGIE

Deux bases de données intégrant les données phénologiques des cultures et la mesure de l'impact de l'infection ont été utilisées dans ce projet. La première regroupe des données s'échelonnant sur sept années, de 2007 à 2014 (2007-2012 et 2014), dont les données ont été recueillies de cinq sites expérimentaux, ceux-ci variant selon les années. Cette base de données a été utilisée pour développer ou mettre au point certains modèles et pour évaluer les performances de tous les modèles.

Une autre base de données complètement indépendante de la précédente n'a servi ni au développement, ni à la mise au point d'aucun modèle et a été utilisée pour valider la performance des modèles. Cette base de données regroupait des jeux de données de 2016 et de 2017 celles-ci ayant été principalement acquises grâce au financement du projet.

Treize modèles prévisionnels ont été mis à l'essai. Les différents modèles utilisent, selon le cas, les variables de températures minimales, maximales ou des intervalles sur un certain nombre d'heures, les données de précipitations (seuils, cumulés) ainsi que l'humidité relative (seuil et périodes). Les modèles appliquent ces paramètres sur différentes plages de développement de la culture pour estimer le risque de développement de la fusariose de l'épi du blé. Les modèles utilisent des données météorologiques réelles et prévisionnelles selon le cas.

Une approche nouvelle a été introduite pour optimiser l'estimation du risque. Différents groupes de paramètres de risque, soit des plages de stades de développement et le test des niveaux de risque moyens ou maximaux ont été évalués. Cette approche s'appuie sur le concept que l'ensemble de la période de sensibilité (la floraison) peut être mise à profit pour une meilleure estimation du risque plutôt que le calcul ponctuel d'un risque à un seul stade précis de développement.

L'analyse ROC (Receiver Operating Characteristic) donne les informations qui permettent la sélection des modèles qui maximisent les proportions de vrais positifs (la prédiction d'épidémies avérées) et de vrais négatifs (non prédiction d'épidémies en absence d'épidémies réelles). L'analyse permet aussi d'obtenir le seuil optimal pour un modèle donné, ce seuil détermine s'il y a épidémie ou non.

## RÉSULTATS

L'approche utilisant l'indice de risque moyen entre les stades Z61 et Z65 a été retenue comme le meilleur indice de risque à utiliser pour la meilleure prédiction de la fusariose, plutôt que d'autres paramètres utilisant des stades ponctuels (Z61 ou Z65) ou une plage plus étendue des stades (Z61-Z69). Cette nouveauté intégrée à l'évaluation des modèles est cohérente avec la période où la culture du blé est la plus à risque d'être infectées par *Fusarium sp.*

Un premier groupe d'analyses a été fait en utilisant les données 2007-2014 et l'analyse montre les bonnes performances de l'ensemble des modèles mis à l'essai avec les données 2007-2014. Ces résultats ne permettent pas de discriminer suffisamment les modèles donc d'en rejeter les moins performants et d'en sélectionner les meilleurs. Les modèles qui ont été conceptualisés et calibrés spécifiquement à partir de ces jeux de données (AAC 2018a et 2018b, Parent #1 et #2, US-QC et Shah-QC), bénéficiaient d'un avantage en termes de performance par rapport aux autres modèles. En considérant seulement les modèles qui n'ont pas été développés à partir de ces jeux de données, l'ordre des modèles en termes de performance sur la base de l'AUC (aire sous la courbe) et l'exactitude serait De Wolf B, De Wolf A, Shah, CAM 2018 et US.

Une seconde série d'analyses a été menée avec les données 2016-2017 et dans ce cas, tous les modèles ont une chance égale en termes d'évaluation. Les modèles de Shah-QC, AAC 2018 (a et b) et Parent (#1 et 2) ont obtenu un AUC non significativement différent de 0.5. De ce fait, leurs prédictions ne sont pas plus valables que le tirage au sort (ex. : pile ou face). Les modèles CAM 2018, De Wolf B, De Wolf A, Fusariose, Shah, CAM 2017, US, US-QC sont tous significativement différent de 0.5 en termes d'AUC au seuil de  $P \leq 0.05$ . Considérant la sensibilité (proportion de vrais positifs) et la spécificité (la proportion de vrais négatifs), au moins un de ces deux critères est inférieur à 0.5 dans le cas des tous les modèles, sauf les modèles CAM 2018, De Wolf B et CAM 2017.

Considérant les différents critères d'évaluation des différents modèles, soit l'AUC, l'exactitude, la sensibilité et la spécificité, les modèles de CAM 2018 et De Wolf B possèdent des résultats satisfaisants quant à leurs prédictions pour les deux bases de données. Le modèle De Wolf B présente un désavantage : il requiert des données météo allant jusqu'à dix jours après l'anthèse. Le modèle s'appuie donc sur des prévisions météorologiques plus étendues qui sont forcément moins précises que les données plus resserrées du modèle CAM 2018.

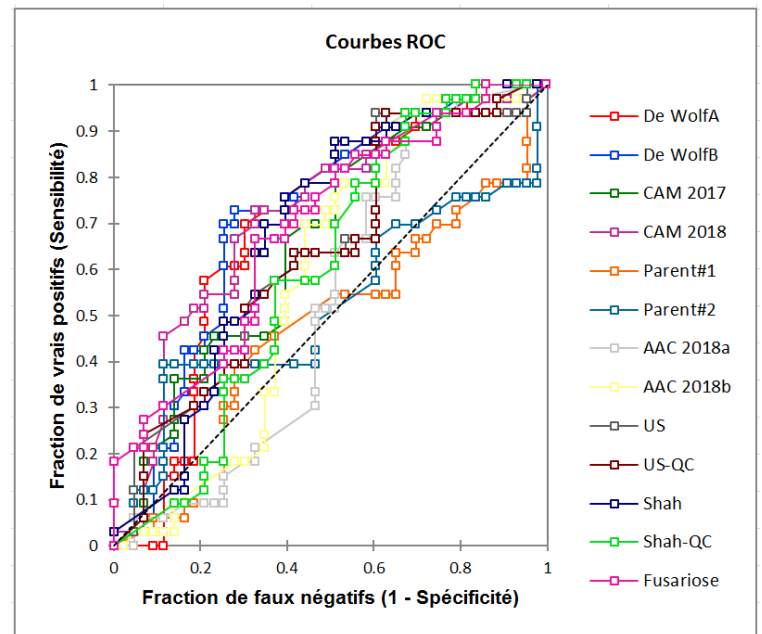
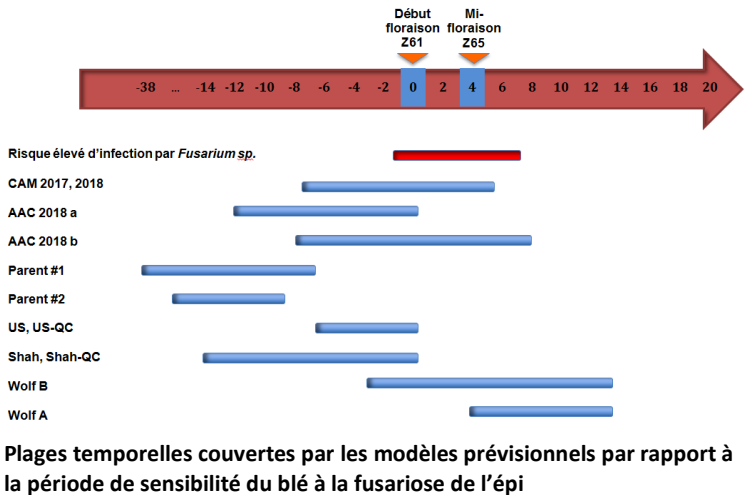
Le modèle CAM 2018 est sélectionné sur la base de sa performance et devra remplacer le modèle CAM 2017 actuellement implanté dans CIPRA et Agrométéo Québec.

## IMPACTS ET RETOMBÉES DU PROJET

Une précision accrue des niveaux de risque conduit à de meilleures décisions quant à l'opportunité, la nécessité (ou son absence) d'utiliser un traitement fongicide de répression. Ces informations et cette meilleure prise de décision mènent à une efficacité accrue des traitements lorsque les conditions sont favorables à la maladie et, en contrepartie, une meilleure confiance dans la décision de ne pas faire usage de fongicide lorsque les conditions ne sont pas favorables à la maladie.

Le transfert des résultats de ce projet est des plus simples, le nouveau modèle sera implanté dans la plateforme d'Agrométéo Québec sur Web. Comme démontré au cours de la saison 2017, il s'agit d'une méthode de transfert technologique très efficace, puisque la plate-forme rejoint l'ensemble de la clientèle et que celle-ci n'a pas à modifier ses pratiques.

## TABLEAUX, GRAPHIQUES OU IMAGES



Courbes ROC des modèles évalués avec les jeux de données 2016-2017

### DÉBUT ET FIN DU PROJET

Avril 2017 à avril 2018

### POUR INFORMATION

Yves Dion, agr. (MAPAQ)

[Yves.Dion@mapaq.gouv.qc.ca](mailto:Yves.Dion@mapaq.gouv.qc.ca)

Gaétan Bourgeois, Ph. D. (Agriculture et Agroalimentaire Canada)

[Gaetan.Bourgeois@agr.gc.ca](mailto:Gaetan.Bourgeois@agr.gc.ca)