



## FICHE SYNTHÈSE

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

#### TITRE

#### Développement d'un modèle dynamique de prévision des épisodes de mildiou de la laitue

**ORGANIS** Centre de Recherche PhytoData

**COLLABORATEUR** Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

**AUTEURS** Hervé Van Der Heyden, Mamadou Lamine Fall et Odile Carisse

#### INTRODUCTION

Le Québec produit annuellement plus de 4 600 ha de laitues, soit 91% de la production canadienne (Statistique Canada, 2011). Cependant, les conditions climatiques québécoises favorisent le développement du mildiou de la laitue, causé par *Bremia lactucae*. L'aérobiologie de *B. lactucae* a été peu étudiée tant au Québec qu'ailleurs dans le monde. Paradoxalement, cet agent pathogène cause chaque année des pertes importantes de rendement tant en production de laitues romaines que pommées et constitue l'une des principales menaces dans les cultures de laitue. La maladie se développe rapidement et les dégâts sur la partie commercialisable entraînent la dépréciation de la récolte. La stratégie mondiale de contrôle repose sur l'utilisation de fongicides et de variétés de laitues résistantes. La lutte génétique est l'un des éléments essentiels de la lutte intégrée, mais n'est pas durable puisqu'il y a plus de 31 races répertoriées dont plus de 22 sont présentes au Québec (Carisse et al, 2006, Kamoun, 2009) et de nouvelles races de *B. lactucae* peuvent rapidement émerger suite à l'introduction de nouveaux cultivars. Le mildiou de la laitue est une maladie polycyclique à propagation aérienne et l'inoculum aérien joue un rôle important dans la progression de la maladie. Ainsi, une lutte durable contre le mildiou passe par l'intégration de méthodes de lutte préventive, génétique, chimique et une meilleure compréhension de l'aérobiologie de *B. lactucae* ainsi que la disponibilité d'un outil qui permettrait d'estimer adéquatement les risques de développement de symptômes de mildiou. Malheureusement, il n'y a pas d'outils qui permettraient d'estimer adéquatement le risque de mildiou sous un large éventail de conditions.

#### OBJECTIFS

L'objectif de ce projet est de développer un modèle prévisionnel basé sur la simulation dynamique qui intègre les paramètres bioclimatiques (cycle de vie, aérobiologie et conditions environnementales) de façon interactive. L'objectif spécifique étant de développer un modèle de simulation des épiphyties de mildiou qui pourrait être disponible via une plateforme web facilitant l'utilisation et la diffusion de l'information aux producteurs de laitue du Québec.

#### MÉTHODOLOGIE

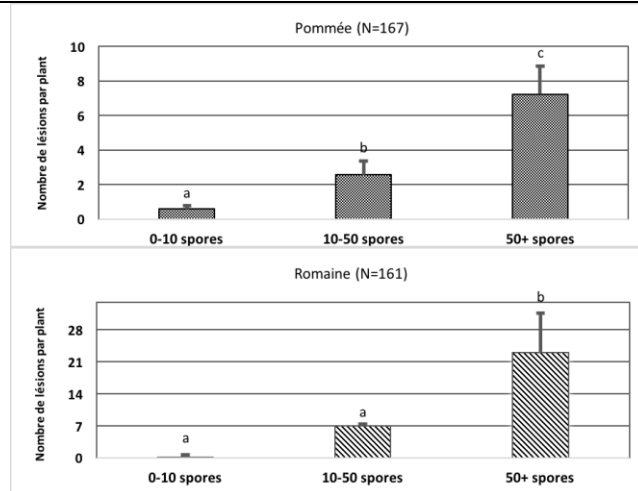
La première étape de développement consistait à définir les différents paramètres impliqués dans l'aérobiologie et le cycle de vie de *B. lactucae* et identifier les parties incomplètes du cycle. Cette étape a été réalisée en partie à l'aide des résultats obtenus en 2012-2013, de l'analyse de modèles prévisionnels existants (Modèles de Scherm et Bremcast) et de consultation avec des chercheurs ayant développé une expertise en modélisation et simulation dynamique. Une première version du modèle MiL a été élaborée à l'aide du logiciel STELLA. Ce logiciel permet de modéliser des systèmes complexes et d'agir sur certains paramètres pour tester différents scénarios. Dans un premier temps, les différents modules (ou variables d'état) représentent les éléments du cycle biologique de *B. lactucae*, jouant un rôle important dans le développement de la maladie, ont été identifiés. Ces modules ont ensuite été organisés dans une séquence logique afin d'obtenir le modèle de sporulation. La relation entre l'infection et l'apparition des symptômes a ensuite été étudiée afin d'obtenir le modèle d'infection. Enfin, les données de validation ont été prélevées au champ. En 2014, 42 sites de laitues (21 sites de romaine et 21 sites de pommée) ont été suivis chez sept producteurs tandis qu'en 2015, 24 sites ont été suivis (12 pommées et 12 romaines). Dans chacun des sites un capteur de spores échantillonnant de 10h à 14h était installé. Les concentrations aériennes de spores et la sévérité des symptômes étaient évaluées trois fois par semaine.

## RÉSULTATS

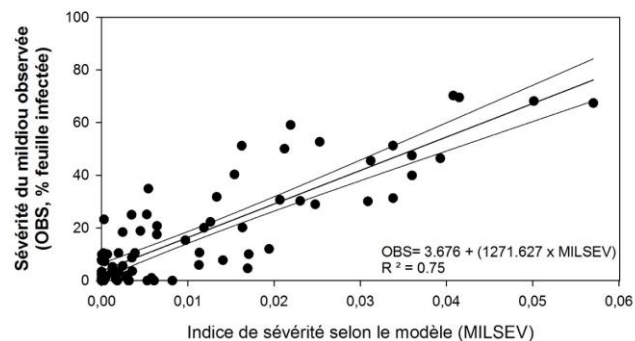
Le modèle de sporulation se divise en six variables d'états : le potentiel de sporulation d'une lésion, le nombre relatif de spores relâchés le nombre de spores dans l'air, le nombre de spores qui survivent, le nombre de spores qui se déposent sur des feuilles et le nombre de spores qui germent en fonction des conditions climatiques. Pour fonctionner le modèle a donc besoin de données horaires de température, d'humidité relative, de la vitesse du vent, de la durée de mouillure et de la radiation solaire. Pour le modèle d'infection, nous avons donc exprimé l'influence des conditions météorologiques sur ces phases de développement du mildiou en 'équivalent météorologique', les valeurs variant de 0.0 si les conditions météo sont complètement défavorables et 1.0 si les conditions sont parfaites. Ces composantes du modèle peuvent être considérées comme la probabilité que cette phase de développement du mildiou soit optimale, puisque l'apparition des lésions de mildiou est une conséquence d'une infection qui a eu lieu une période d'incubation avant et que les lésions apparaissent sur une période variant selon la température. Généralement sous les conditions du Québec, les lésions apparaissent de 8 à 10 jours après une infection. Les concentrations aériennes de spores (CAS) de *B. lactucae*, mesurées trois fois par semaine à 15cm au dessus du couvert végétal, constituent un indicateur de risque permettant d'anticiper adéquatement le développement des symptômes de mildiou. Au cours de cette deuxième phase de ce programme de recherche, différents niveaux de risques associés à la CAS ont été élaborés à l'aide des données recueillies en conditions commerciales. Un niveau faible correspondant à une CAS inférieure à 10 spores, un niveau modéré correspondant à une CAS se situant entre 10 et 50 spores et un niveau élevé correspondant à une CAS supérieur à 50 spores.

## IMPACTS ET RETOMBÉES DU PROJET

Les producteurs de laitue du Québec peuvent désormais compter sur un système de prévision des risques combinant conditions bioclimatiques et concentrations aériennes de spores. Les indicateurs de risques développés dans le cadre de ce projet pourront être utilisés séparément dépendamment des paramètres bioclimatiques disponibles. En effet, le modèle d'infection pourra être utilisé si seules des données de températures et de mouillure du feuillage sont disponibles. Le modèle d'infection est programmé dans un fichier Excel facile à utiliser. Le modèle de sporulation pourra également être utilisé si l'on dispose uniquement de données météo, toutefois, pour faire fonctionner cette partie du modèle, il faut disposer de données météo plus complètes incluant la mouillure du feuillage, le rayonnement solaire et la vitesse du vent. Enfin, les concentrations aériennes de spores constituent un indicateur de risque direct qui peut être utilisé de façon précoce et préventive. En effet, c'est en combinaison avec les mesures de concentrations aériennes de spores que les modèles climatiques d'infection sont les plus efficaces. Même si les risques calculés à l'aide des modèles d'infections développés s'avèrent élevés, il faut une concentration aérienne de spores de plus de 10 spores/m<sup>3</sup> d'air pour observer une sévérité supérieure à 0.5 lésions par plant. Les indices de risques prédits à l'aide des modèles devraient donc être corrigés au fur et à mesure à l'aide des concentrations aériennes de spores.



**Figure 1 :** Niveaux de risque associés à la concentration aérienne de spores et nombre de lésions par plant associé au risque.



**Figure 2 :** Relation entre l'estimation du risque MILSEV et la sévérité des symptômes de mildiou observés.

## DÉBUT ET FIN DU PROJET

AVRIL 2014- MARS 2016

## POUR INFORMATION

**Hervé Van der Heyden, M.Sc**  
Phytopathologie et épidémiologie quantitative  
Compagnie de recherche Phytodata  
514-617-4986  
[hvanderheyden@phytodata.ca](mailto:hvanderheyden@phytodata.ca)