



## **Mise à jour des modèles de prévision pour le charançon et la mouche de la carotte.**

*Gaétan Bourgeois, Guy Boivin et Ann-Julie Rhéaume. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Centre de recherche et de développement en horticulture, Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)*

Les modèles bioclimatiques permettant la prévision des ravageurs des cultures sont des outils précieux, lorsque jumelés avec des observations au champ dans le cadre de programmes d'interventions phytosanitaires. Ils permettent de mieux cibler les interventions en fonction du climat et du stade de développement du ravageur, surtout lorsque les observations au champ sont plus difficiles ou inexistantes. Ce projet vise à élaborer des modèles bioclimatiques permettant la prédiction du développement des différentes générations du charançon de la carotte et de la mouche de la carotte.

Les données recueillies à la ferme expérimentale d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Sainte-Clotilde entre 1983 et 2006 sur ces deux ravageurs, ainsi que les données climatiques enregistrées sur ce site, ont permis le développement de versions préliminaires de modèles bioclimatiques basés sur l'approche des cumuls thermiques (e.g. degrés-jours). Les premières comparaisons entre les prédictions et les observations démontrent une nette amélioration du potentiel prédictif des modèles bioclimatiques.

### Charançon de la carotte :

Généralement, le charançon complète une génération par année mais, depuis le début des années 2000, une deuxième génération apparaît plus fréquemment et peut causer des dommages au champ. Malheureusement, les pièges utilisés pour dépister l'insecte sont efficaces surtout pour la première génération car les racines de carotte sont peu nombreuses durant cette période. Ces racines pivotantes sont beaucoup plus nombreuses au champ lorsque la deuxième génération du charançon apparaît, ce qui réduit grandement l'efficacité du piège. L'utilisation de modèles bioclimatiques permettra donc de fournir des informations critiques sur la dynamique des deux générations de l'insecte et appuiera les décisions d'interventions phytosanitaires contre ce ravageur.

Cette partie du projet avait pour but d'analyser des données recueillies sur le charançon de la carotte pour bâtir un nouveau modèle bioclimatique qui prédira l'émergence de la population de charançons adultes au printemps, pour lesquels les insecticides sont couramment utilisés. Il faut donc intervenir après que le charançon soit sorti de la terre au printemps, mais avant qu'il ait pondu. Avant d'analyser les données à l'aide du logiciel DJPhéno (Plouffe et al. 2004), il a fallu procéder à une sélection des jeux de données afin de ne conserver que les jeux représentant adéquatement les populations de charançons et rejeter les jeux inadéquats (e.g. faible nombre de captures, suivi commencé trop tard, suivi irrégulier, etc.). Nous avons choisi de concentrer notre analyse sur trois moments importants de l'évolution de la population de charançons : l'atteinte du 5% des captures cumulées (pour déterminer à quel moment commencer le suivi au champ), l'atteinte du 50% des captures cumulées (correspondant généralement au maximum de captures) et l'atteinte de 95% des captures cumulées (pour déterminer à quel moment on peut arrêter le suivi au champ). Le modèle bioclimatique retenu est basé sur l'approche des degrés-jours calculés à partir du 1<sup>er</sup> avril avec une température de base de 4°C et la méthode de calcul « sinus simple ». Les nombres de degrés-jours requis pour atteindre les 5, 50 et 95% de captures cumulées ont été estimés à 127, 246 et 499 degrés-jours, respectivement. Les

statistiques comparatives utilisées démontrent une bonne correspondance entre les prédictions et les observations (Tableau 1).

Tableau 1 : Nombre de degrés-jours requis pour atteindre les pourcentages ciblés de captures cumulées du charançon de la carotte et statistiques comparatives entre les prédictions et les observations.

	Pourcentage de captures cumulées		
	5	50	95
Degrés-jours	127	246	499
RMSE <sup>a</sup>	3.15	4.05	3.83
EF <sup>b</sup>	0.53	0.41	0.47

<sup>a</sup> RMSE : « Erreur quadratique moyenne » qui est une mesure pondérée du nombre de jours d'écart entre l'observation et la prédiction du modèle.

<sup>b</sup> EF : « Efficience du modèle » qui indique dans quelle mesure le modèle a une meilleure valeur prédictive que l'utilisation de la moyenne des observations.

Des travaux sont en cours pour étudier l'impact d'autres paramètres climatiques sur le développement du charançon, ce qui permettrait éventuellement d'améliorer les prédictions. Le nouveau modèle, qui peut être intégré dans différents outils informatiques, permettra de déterminer les moments où le dépistage doit débuter et se terminer ainsi que le moment où un traitement insecticide atteindra un maximum de la population.

#### Mouche de la carotte :

Du côté de la mouche de la carotte, qui complète généralement deux générations par année, les pièges utilisés semblent assez efficaces pour un suivi adéquat des populations d'adultes. Toutefois, il n'a pas été possible d'établir de liens directs entre le nombre de captures d'adultes et les dommages observés au champ. En conséquence, certaines années, une intervention phytosanitaire basée sur un nombre élevé de captures pourrait s'avérer inutile car peu de dommages auraient été observés, et inversement, des dommages importants auraient pu être observés avec peu de captures sur les pièges. À nouveau, l'utilisation de modèles bioclimatiques permettrait de mieux comprendre le cycle vital de la mouche de la carotte, surtout pour les stades (i.e. œufs, petites larves) qui se retrouvent dans le sol et où ils sont très sensibles à la température et à l'humidité.

Cette partie du projet visait à analyser les données recueillies sur la mouche de la carotte pour mettre à jour un modèle existant et ainsi prédire avec plus de précision l'évolution globale de l'insecte. Cela permettra de déterminer les moments où le dépistage doit débuter et se terminer ainsi que le moment où un traitement insecticide atteindra un maximum de la population. Avant d'analyser les données à l'aide du logiciel DJPhéno (Plouffe et al. 2004), il a fallu procéder à une sélection des jeux de données afin de ne conserver que les jeux représentant adéquatement les populations de mouches de la carotte et rejeter les relevés inadéquats (e.g. faible nombre de captures, suivi commencé trop tard ou terminé trop tôt, relevés trop espacés, etc.). Nous avons choisi de concentrer notre analyse sur trois moments importants de l'évolution de chacune des deux générations de la mouche de la carotte : l'atteinte du 5% des captures cumulées (pour déterminer à quel moment commencer le suivi au champ), l'atteinte du 50% des captures cumulées (correspondant généralement au maximum de captures) et l'atteinte de 95% des captures cumulées (pour déterminer à quel moment on peut arrêter le suivi au champ). Le modèle bioclimatique retenu est basé sur l'approche des degrés-jours calculés à partir du 1<sup>er</sup> avril avec une température de base de 3°C et la méthode de calcul « sinus simple ». Les

nombre de degrés-jours requis pour atteindre les 5, 50 et 95% de captures cumulées ont été estimés, respectivement, à 472, 567 et 745 degrés-jours pour la première génération, et à 1802, 2025 et 2233 degrés-jours pour la deuxième génération (Tableau 2). Les statistiques comparatives utilisées démontrent une bonne correspondance entre les prédictions et les observations (Tableau 2).

Tableau 2 : Nombre de degrés-jours requis pour atteindre les pourcentages ciblés de captures cumulées des deux générations de la mouche de la carotte et statistiques comparatives entre les prédictions et les observations.

	Pourcentage de captures cumulées		
	5	50	95
Première génération			
Degrés-jours	472	567	745
RMSE <sup>a</sup>	6.33	6.61	8.19
EF <sup>b</sup>	0.3	0.29	0.32
Deuxième génération			
Degrés-jours	1802	2025	2233
RMSE <sup>a</sup>	7.60	7.63	11.79
EF <sup>b</sup>	0.19	-0.02	-0.90

<sup>a</sup> RMSE : « Erreur quadratique moyenne » qui est une mesure pondérée du nombre de jours d'écart entre l'observation et la prédiction du modèle.

<sup>b</sup> EF : « Efficacité du modèle » qui indique dans quelle mesure le modèle a une meilleure valeur prédictive que l'utilisation de la moyenne des observations.

Des travaux sont en cours pour étudier l'impact d'autres paramètres climatiques sur le développement de la mouche de la carotte, ce qui permettrait éventuellement d'améliorer les prédictions. En outre, une partie du cycle de la mouche de la carotte se déroule dans le sol et des paramètres comme la température et l'humidité du sol sont critiques pour sa survie. Le nouveau modèle, qui peut être intégré dans différents outils informatiques, permettra de déterminer les moments où le dépistage doit débuter et se terminer ainsi que le moment où une intervention insecticide est requise.

#### Références :

Plouffe, D., G. Bourgeois, G. Gay et N. Beaudry. 2004. Estimateur de degrés-jours pour la prédiction de stades phénologiques (DJPheno); Version 2.6. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Bulletin technique #A54-9/2004-5F-PDF.

#### Coordonnées du conférencier :

Gaétan Bourgeois, Ph.D.  
Agriculture et Agroalimentaire Canada  
Centre de recherche et développement en horticulture  
430 Boul. Guin  
Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)  
J3B 3E6  
Courriel : bourgeoisg@agr.gc.ca  
Tél. : (450) 515-2017