

ÉTUDE DES DÉTERMINANTS DE LA MOUILLURE DE FEUILLAGE DE POMMIER GRÂCE À L'AGRICULTURE DE PRÉCISION

Alexandre Leca et Vincent Philion

Projet : IA113115

Durée : 04/2014 – 01/2017

FAITS SAILLANTS

Ce projet vise à décrire les **facteurs influençant la durée de la mouillure du feuillage de pommier**. Celle-ci est déterminante dans la **prévision des risques d'infection de tavelure du pommier**. Dans ce but, nous avons mené une étude reposant sur trois campagnes de mesures innovantes :

- 1) L'étude de la **mouillabilité des feuilles** par macrophotographie (figure 1) a permis de mettre en évidence l'influence de la variété de pommier (cultivar) et du stade de développement des feuilles sur leurs propriétés mouillantes, et d'écarter la sensibilité à la tavelure comme étant un facteur influençant ces propriétés. L'effet des précipitations sur le mouillage des feuilles a également été quantifié et modélisé.
- 2) Grâce à des mesures *in situ* combinant sondes électroniques, observations visuelles, et sondes volumétriques (pluviomètres) (figure 2), nous avons identifié les indicateurs pertinents de la **variabilité spatiale de la durée de mouillure** en fonction de l'architecture d'un pommier : le cultivar et la couverture végétale dans la canopée.
- 3) Nous avons exploité la technologie **LiDAR** au service de la caractérisation de l'architecture des arbres. Cette technologie produisant des images 3D des arbres échantillonnées (figure 3), nous avons pu, grâce à elle, quantifier l'évolution du LAI (*Leaf Area Index*, Indice de Surface Foliaire), variable intégrative de l'architecture.

Ces résultats sont en partie intégrés à un modèle physique de durée de mouillure fournissant des prévisions dématérialisées aux systèmes d'aide à la décision pour les traitements fongicides contre la tavelure du pommier.

OBJECTIF ET MÉTHODOLOGIE

Mesure et analyse de la mouillabilité des feuilles de pommier. Nous avons conçu un banc de prises de vues macrophotographiques couplé à un système de lâchers de gouttes permettant la simulation de gouttes de pluie de différentes intensités (figure 2). Les gouttes lâchées sur des feuilles prélevées au verger à différents stades de développement étaient photographiées, puis leur angle de contact (angle formé en bordure de goutte, où sont délimités l'air, l'eau et la feuille) était mesuré grâce à un logiciel d'analyse d'image.

Mesure de l'architecture par LiDAR. Nous avons adapté un dispositif de mesure LiDAR pour scanner la canopée d'un pommier comme la « verrière » des rayons solaires et des gouttes de pluie. Un logiciel d'analyse des nuages de points en 3D issus des balayages LiDAR a été adapté pour caractériser l'architecture des arbres mesurés suivant une dynamique temporelle au cours de la croissance de pommiers dans notre verger expérimental de Saint-Bruno, et un ensemble de mesures ponctuelles dans des vergers commerciaux de la Montérégie.

Caractérisation de la variabilité spatiale de la mouillure. Des sondes électroniques de mouillure ont été installées dans un arbre à différentes positions pour mesurer en temps réel la durée de mouillure dans un arbre. Afin de s'affranchir des disparités entre une sonde et une feuille, nous avons également procédé à des observations visuelles de la variabilité spatiale de la durée de séchage. Ces observations ont été couplées à l'installation de pluviomètres miniatures pour évaluer l'impact de l'architecture sur l'interception d'eau de pluie par la canopée.

RETOMBÉES SIGNIFICATIVES POUR L'INDUSTRIE

Mesure et analyse des propriétés mouillantes des feuilles de pommier. Un grand nombre de données ont été mesurées et ont permis d'établir des relations reliant le génotype des pommiers (cultivar), l'âge des feuilles (stade phénologique indiqué par la position de la feuille sur la pousse) et les précipitations (rosée ou pluies de différentes intensités), aux propriétés mouillantes des feuilles de pommier. Aucun lien entre la sensibilité à la tavelure des cultivars et leurs propriétés mouillantes respectives n'a été observé. Les données collectées et traitées sont dès à présent intégrées à un modèle physique de simulation de la durée de mouillure d'un pommier dans les conditions environnementales québécoises, sous la forme d'un sous-modèle semi-empirique. Celui-ci permet de mieux estimer les conditions d'adhésion et d'évaporation de l'eau liquide sur les feuilles.

Mesure et analyse de l'indice de surface foliaire. Les nombreuses données recueillies en verger constituent une base de données qui sera intégrée au modèle de durée de mouillure développé à l'IRDA et permettra de mieux rendre compte des effets de l'architecture sur la formation de la rosée, l'interception d'eau de pluie, et la vitesse de séchage du feuillage par réchauffement radiatif solaire.

D'autre part, les mesures en vergers commerciaux ont permis de dresser un état des lieux de la variabilité architecturale des pratiques pomicoles du Québec. Ainsi, le génotype et son port fruitier (cultivar), le mode de conduite (taille des arbres) et le choix de la vigueur du porte-greffe (nanifiant ou semi-nanifiant), ont été identifiés comme les principaux déterminants de la variabilité architecturale. Ces informations pourraient fournir des indicateurs agronomiques de stratégie de plantation.

Caractérisation de la variabilité spatiale de la mouillure. Principalement destinées à valider le modèle de durée d'humectation développé à l'IRDA, les données recueillies ont également permis de définir clairement le facteur le plus important dans l'impact de la structure de la canopée sur la durée de mouillure : l'exposition de la végétation. Ce facteur peut sembler trivial, cependant, son effet a rarement été quantifié et, à notre connaissance, jamais sur feuilles réelles. La confirmation de cet impact notoire de l'exposition de la végétation, qui peut être décrite par le LAI, ouvre des perspectives d'étude et de modélisation pour encore améliorer les outils prédictifs et les consignes de pratique culturale en pomiculture.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET SUIVI À DONNER

Ces résultats fournissent des informations importantes pour paramétrer, améliorer et valider des modèles de prédiction de la mouillure des pommiers, intégrés à des outils d'aide à la décision comme CIPRA ou RIMpro. Un modèle de ce type a été développé à l'IRDA en parallèle à ce projet. Par conséquent, le suivi espéré est une intégration validée des résultats au modèle de mouillure de l'IRDA, et l'exploitation de celui-ci dans CIPRA et RIMpro.

Ces résultats ne sont donc pas exploitables en l'état par l'industrie, mais contribuent à une stratégie d'optimisation de la protection des vergers.

Les résultats des mesures LiDAR peuvent par ailleurs être exploités avec une approche agronomique pour cibler des stratégies de pratique culturale favorisant une architecture spécifique, via le choix du cultivar, de la taille des arbres et du porte-greffe.

POINT DE CONTACT

Nom du responsable du projet : Vincent Philion
Téléphone : 450 653-7368, poste 350
Télécopieur : 450 653-1927
Courriel : vincent.philion@irda.qc.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.

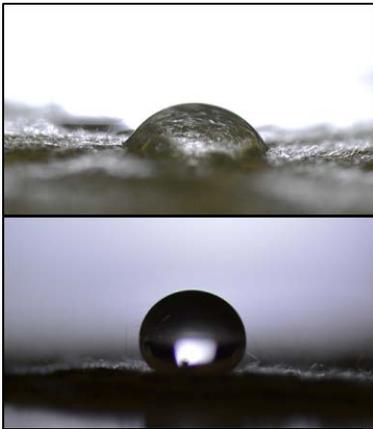


Figure 1 : Gouttes d'eau simulant la pluie (*haut*) et la rosée (*bas*) sur une feuille de pommier



Figure 2 : Sonde électronique de mouillure (*gauche*), feuille de pommier mouillée (*milieu*) et mini-pluviomètre (*droite*) employés dans l'étude de la variabilité spatiale de la durée de mouillure du feuillage.

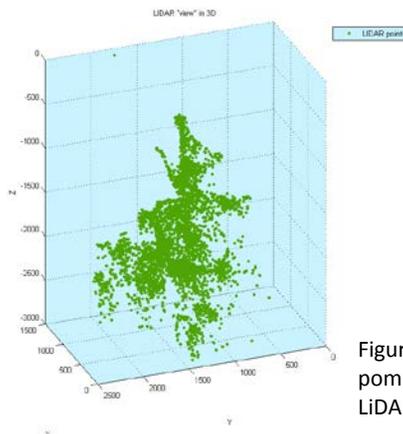


Figure 3 : Nuage de points 3D d'un pommier échantillonné par le détecteur LiDAR