

Modélisation multiéchelle des climats interne et externe d'une serre de culture en milieu Nordique

Numéro de la fiche : OPR-908

Sommaire

DIRECTION DE RECHERCHE

Dominique Derome, Professeure -
Département de génie civil et de génie du
bâtiment

RENSEIGNEMENTS

dominique.derome@usherbrooke.ca

CODIRECTION DE RECHERCHE

Sébastien Poncet, Professeur -
Département de génie mécanique

RENSEIGNEMENTS

sebastien.poncet@usherbrooke.ca

UNITÉ(S) ADMINISTRATIVE(S)

Faculté de génie
Département de génie civil et de génie du
bâtiment
Département de génie mécanique

CYCLE(S)

3e cycle

LIEU(X)

Campus de Sherbrooke

Description du projet

En novembre 2020, le Québec a annoncé son intention de doubler sa superficie de culture en serre en 5 ans. L'objectif est double : (1) accroître l'autosuffisance de la province et (2) améliorer l'accessibilité des 44 communautés éloignées aux produits locaux à des prix raisonnables. Les serres sont des environnements complexes contrôlés en termes de température, d'humidité et de teneur en CO₂. Ils se décomposent en différents sous-systèmes en interaction: conditions météorologiques locales, enveloppe, sol, plantes et systèmes CVAC. Plus que la température, la lumière est le facteur limitant en hiver au Québec pour une croissance optimale des plantes, et un éclairage supplémentaire est nécessaire pour optimiser la photosynthèse. Pour chauffer les serres, l'énergie primaire consommée provient généralement de la combustion de combustibles fossiles, tandis que la déshumidification est réalisée par ventilation naturelle. L'humidité relative est la mesure la plus critique à prédire. Les écarts observés sont principalement dus à 2 facteurs : (1) les modèles d'évapotranspiration sont basés sur des paramètres liés aux plantes qui ne sont pas toujours connus pour tous les types de cultivars; (2) Pour la période d'octobre à avril, dans un climat nordique, la température de surface intérieure de l'enveloppe descend en dessous du point de rosée, ce qui provoque de la condensation, phénomène non pris en compte dans les modèles. La formation de gouttelettes entraîne une perte de luminosité allant jusqu'à 50% et est favorable au développement de maladies fongiques.

L'objectif principal est de développer un modèle multi-échelle à partir de bibliothèques en accès libre capable de prédire le climat interne des serres nordiques en tenant compte : des conditions météorologiques locales dont la couche de neige, de la structure de l'enveloppe (verre/polycarbonate/polyéthylène, simple à triple couche, revêtement ou non), du comportement hygrothermique des cultures et de leur croissance, et des transferts de chaleur et de masse (évapotranspiration, condensation, rayonnement, convection mixte, conduction).

Méthodologie : Le projet repose essentiellement sur des simulations numériques avancées utilisant le modèle de Kubilay et al. [1,2]. Il s'agit d'un modèle de microclimat urbain, qui contient déjà l'effet du vent, du rayonnement et des transferts de chaleur et d'humidité dans l'air, la végétation et les matériaux tels que le sol et les matériaux de construction, et peut également prédire le dépôt de pluie battante. Ce modèle UrbanMicroClimateFOAM est basé sur les bibliothèques en libre accès d'OpenFOAM et a été validé pour différentes conditions climatiques. Ce modèle permet donc de prendre en compte les phénomènes physiques en jeu dans les serres, et nous proposons d'y ajouter les surfaces transparentes (rayonnement, condensation, ...). Les développements se feront sur une machine composée de 64 processeurs disponibles au laboratoire, tandis que les calculs paramétriques seront effectués grâce aux ressources de l'Alliance de recherche numérique du Canada. Les résultats numériques seront comparés aux mesures expérimentales effectuées chez nos partenaires

pour des serres chaudes et froides avec différents cultivars. Pour chaque serre, les données météorologiques locales sont mesurées ainsi que les températures, l'humidité relative et les niveaux de CO2 dans la serre. Le rayonnement actif photosynthétique est mesuré par un capteur quantique. Des capteurs supplémentaires seront ajoutés en fonction des besoins de validation.

Références

- [1] Kubilay A., Derome D., Carmeliet J., Coupling of physical phenomena in urban microclimate: a model integrating air flow, wind-driven rain, radiation and transport in building materials, *Urban Climate*, 24, 398-418, 2018.
- [2] A. Kubilay, J. Allegrini, D. Strebel, Y. Zhao, D. Derome, J. Carmeliet. Advancement in Urban Climate Modelling at Local Scale: Urban Heat Island Mitigation and Building Cooling Demand. *Atmosphere* 11(12), 1313, 2020.

Discipline(s) par secteur	Financement offert	Partenaire(s)
Sciences naturelles et génie	Oui 25 000\$	Agronomes , Serriculteurs , Entreprises de génie conseil
Génie civil, Génie mécanique		

La dernière mise à jour a été faite le 12 mars 2024. L'Université se réserve le droit de modifier ses projets sans préavis.