

# L'utilisation de l'IA géospatiale pour l'agriculture de précision

## CONTEXTE

L'automatisation agricole joue un rôle important pour répondre aux besoins de production alimentaire de la société, tout en respectant l'environnement et en générant des retombées économiques. L'un des principaux secteurs de l'automatisation agricole est l'agriculture de précision, qui consiste à surveiller l'état des cultures à l'aide de solutions sensorielles et fondées sur les données. Les résultats de ce projet sont issus de l'apprentissage automatique et de l'apprentissage en profondeur appliqués sur l'imagerie de drone pour

- 1) cartographier la densité et compter les plants dans leur stade de croissance précoce pour prédire le rendement;
- 2) quantifier et cartographier le stress hydrique des cultures pour faciliter la planification de l'irrigation.

Ce projet, est le résultat de la collaboration entre le Centre de géomatique du Québec, Agrinova et l'Université de Moncton. Deux PME étaient également impliquées dans le projet, la Ferme du Domaine 2000 Inc à laquelle appartient le site d'étude et Drone des Champs qui a assisté à l'utilisation des drones.

## MÉTHODOLOGIE

La méthodologie générale est d'utiliser des images par drone afin d'obtenir une représentation spatiale des attributs des plants. Plus précisément, deux méthodes sont utilisées soit 1) la segmentation pour isoler les plants dans les analyses de stress hydrique et 2) le dénombrement automatique afin de caractériser la santé des plants.

La méthode de segmentation : un réseau de neurones convolutifs a permis de produire un masque. Chaque pixel de l'image reçoit une étiquette, poireau ou non-poireau. Le modèle que nous avons développé est basé sur une architecture particulière appelée U-Net. Un U-Net permet de comprendre les caractéristiques détaillées ainsi que le contexte global des images.

La méthode de dénombrement a été inspirée par les approches de l'IA pour la surveillance des foules. Un réseau neuronal convolutif profond est utilisé pour estimer la carte thermique, puis pour extraire des individus à haute probabilité. Ensuite, des analyses similaires ont permis de déduire la densité des plants.

## RETOMBÉES SUR LA FORMATION

Ce projet permettra aux professionnels du CGQ d'acquérir des expériences pertinentes liées à l'analyse avancée des images. De plus, un stagiaire postdoctoral de l'Université de Moncton participe au projet.

Pour DDC, ce projet sera une occasion unique d'approfondir les connaissances de ses professionnels sur les aspects techniques et opérationnels de l'intégration de caméras multicapteurs et de l'apprentissage en profondeur pour des images multispectrales.

Le CGQ transférera également les connaissances acquises lors de ce projet aux étudiants du Cégep de Chicoutimi, notamment dans les départements d'informatique et d'environnement.

## PARTENAIRES

AKHLOUFI, Moulay, prof., UMoncton  
GOUJIAA, Rafik, PDF, UMoncton  
REMILLARD, Pierre, Chargé de projet en recherche et innovation, Agrinova

## FINANCEMENT

Nous remercions le CRSNG de son soutien.

## HYPOTHÈSE DE DÉPART ET RISQUE

**Hypothèse** : Le phénotypage dérivé d'une image peut être utilisé pour mesurer divers attributs biophysiques et biochimiques des plantes à l'échelle du champ. En utilisant des approches d'apprentissage en profondeur (DL) basées sur des réseaux de neurones convolutifs (CNN) sur des images, il devient possible d'évaluer la santé de chaque plant.

La cartographie thermique des champs agricoles avec des résolutions spatiales et temporelles élevées permet d'analyser l'humidité du sol, le stress des plants dû à la sécheresse, la maturité des cultures, le rendement prévu des cultures, etc.

**Risque** : Le risque de cette étude réside dans l'incertitude des interprétations des traitements par intelligence artificielle (IA). Pour mitiger ce risque, plusieurs images représentant plusieurs conditions dans les champs seront à l'étude.

## RÉSULTATS

### • Résultat de la segmentation :

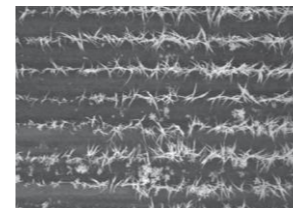
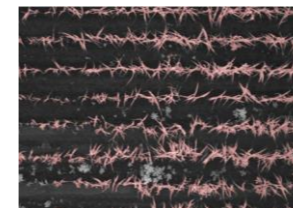


Image initiale dans la bande du proche infrarouge



Masque résultant de la segmentation des poireaux

### • Résultat du dénombrement :

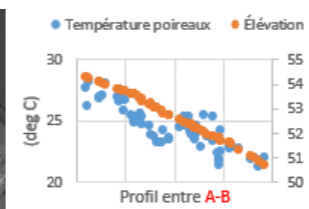
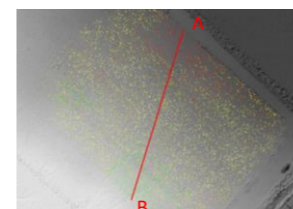


Image initiale



Comptage des plants

### • Illustration de l'effet de microtopographie du sol sur la température des plantes et par conséquent sur le stress hydrique.



## IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Le développement de solutions efficaces en termes de temps, de coût et d'opération permet l'identification précoce des problèmes liés à l'espacement des semences, à la croissance des plantes, à la mortalité des plantes et à la gestion de l'irrigation aidant ainsi les agriculteurs à surveiller les conditions des cultures et du sol, appliquer les pratiques agricoles spécifiques, améliorer leur prise de décision agronomique et maximiser leur rendement.

## AVANCÉE TECHNIQUE OU TECHNOLOGIQUE

Grâce à la capacité de déployer divers capteurs, tels que des caméras multispectrales, les drones peuvent collecter des données à faibles coûts des cultures.

Pour la cartographie thermique, l'un des principaux défis est la faible résolution des caméras. La plupart des techniques existantes ne peuvent pas extraire les températures au niveau des feuilles ni les indices de stress hydrique. Dans cette étude, une nouvelle approche d'étalonnage est utilisée pour augmenter virtuellement la résolution des images thermiques. Combinées à une détection des plantes basée sur l'IA, les conditions thermiques du champ au niveau des feuilles peuvent être étudiées.

Pour la prévision du rendement, la plupart des techniques actuelles reposent sur le calcul de la masse à partir du volume des plantes. Cependant, les résultats manquent de précisions et ne peuvent pas être appliqués à de petites plantes au début de leur croissance (ex. poireaux). C'est pourquoi nous utiliserons l'IA pour le comptage automatisé des plants. Ce qui permettra aussi une meilleure estimation du rendement et de la densité de la végétation.

## TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

Ce projet de recherche permettra à la Ferme du Domaine 2000 Inc (FDD) d'être outillé pour la cartographie thermique et la quantification du stress hydrique. Cette forme d'agriculture de précision, facilitée par la télédétection thermique, aidera FDD à surveiller les conditions des cultures et du sol, à appliquer des pratiques agricoles adaptées localement et à améliorer sa prise de décision agronomique.

En tant que société d'exploitation de drones, Drone des Champs (DDC) profite de données collectées à l'aide de technologies avancées, telles que l'IA. Ce projet permettra à l'entreprise d'acquérir une solution pour résoudre un problème spécifique de phénotypage numérique, connu sous le nom de comptage des cultures et de cartographie de la densité.

Les résultats de ce projet sont transférés à ces entreprises à travers des réunions de présentation, des rapports techniques et des guides d'utilisation des solutions développées.

## COMPÉTITIVITÉ

La recherche proposée dans ce projet est d'une grande valeur pour l'industrie agricole du Québec et du Canada. Selon Statistique Canada, le bénéfice net d'exploitation moyen des fermes a été d'environ 70 000 \$ en 2014, avec une augmentation de seulement 1 000 \$ par rapport à l'année précédente. En général, l'agriculture est une industrie à faible marge bénéficiaire, qui est affectée par de nombreux facteurs externes. À cet égard, l'élaboration d'une solution efficace en termes de temps, de coût et d'opération pour l'identification précoce des problèmes liés à l'espacement des semences, à la croissance des plantes et à la mortalité des plantes est un moyen important d'aider les agriculteurs à maximiser le rendement de leurs cultures.

## DANS UN MONDE SANS CONTRAINTE...

Une plus grande autonomie des drones ou l'autorisation d'effectuer des vols BVLOS, permettraient d'acquérir des données plus complètes sur l'ensemble de la ferme. Dans cette étude, nous avons dû sélectionner des zones d'échantillonnage. De plus, éliminer ces limitations actuelles aurait réduit les coûts associés à la collecte de données.

**ÉQUIPE DE RÉALISATION**  
SHAHBAZI, Mozhdah,  
directrice scientifique;  
**THÉRIAULT, Nathalie,**  
analyste en géomatique