

PROJET 45. DÉVELOPPER UN SYSTÈME DE DÉTECTION ET D'IDENTIFICATION DE SYMPTÔMES DE PROBLÈMES DE CROISSANCE DANS LES CULTURES AVEC DES DRONES ET UN SYSTÈME DE COMMUNICATION RAPIDE.

OBJECTIFS

Le but du projet est d'utiliser l'imagerie aérienne à partir des drones, couplée à du traitement et de l'analyse d'images basées sur des informations multiples pour localiser des zones sous stress à l'intérieur d'un champ agricole. Les objectifs spécifiques sont :

1. Développer un système de détection des déficiences en éléments nutritifs, des maladies et d'autres stress de la pomme de terre à l'aide de drones.
2. Fournir à la fois une base de données d'images de pomme de terre déficiente en éléments nutritifs (avec l'ensemble des informations pertinentes) et des algorithmes spécifiques déterminant les zones présentant des problèmes.
3. Développer des stratégies d'intervention rapide pour répondre aux problèmes détectés et optimiser la performance de l'exploitation.

CONNAISSANCES

L'enjeu de l'agriculture est de produire plus et mieux en optimisant les ressources en eau et les traitements à base d'engrais et de pesticides. Au cours des vingt dernières années, les images satellites, le couplage du GPS et de l'électronique à bord du tracteur pour améliorer le pilotage des équipements annexes et les cartographies électromagnétiques des sols ont apporté à l'agriculture de nouvelles facettes. Plusieurs travaux ont documenté les potentialités de la télédétection à détecter les mauvaises herbes, les carences en azote et les maladies; cependant, les résultats restent mitigés à cause de la fiabilité des données (faible résolution des capteurs; fréquence de passage d'un satellite, conditions environnementales).

Pour contourner ces problèmes, la recherche s'oriente présentement vers des nouveaux vecteurs et capteurs, plus particulièrement les avions télécommandés (drones). Ces engins ultralégers, pilotés à distance et roulant sous la couche nuageuse, entre 50 et 150 mètres d'altitude, se distinguent par leur relative sensibilité aux conditions climatiques. Contrairement aux avions et satellites, les cartes produites à l'issue du vol ne comporteront pas de zones blanches liées à la présence de nuages.

Le défi majeur lié à l'utilisation de l'imagerie des drones en fertilisation des cultures est l'interprétation des images; celle-ci est faite avec un algorithme qui déduit la réflectance du

couvert en un paramètre liée à l'état de la culture. Les algorithmes disponibles permettent de donner le NDVI à partir duquel on déduit, par exemple, la densité foliaire, la biomasse, le taux de chlorophylle, le statut azoté de la plante,... La difficulté provient du fait que la réflectance est influencée par plusieurs facteurs: par exemple, une déficience en un ou plusieurs éléments dont les symptômes peuvent se ressembler, un manque d'eau, une maladie, une défoliation par un insecte, une mauvaise herbe, la température du couvert végétal... Mais elle peut nous indiquer avec précision à quel endroit dans l'exploitation il peut y avoir un problème; par les observations et les analyses de sol et/ou de feuillage, on peut identifier la cause du problème et y apporter un correctif approprié. Toutefois, le temps d'intervention peut être long selon le type d'analyse à faire. Les valeurs NDVI pourraient être mises en relation avec les évaluations visuelles et analytiques pour des stress spécifiques à l'aide des parcelles de référence installées à l'intérieur du champ afin de pallier à cette difficulté.

Ce projet vient donc répondre à ces incertitudes en trouvant des caractéristiques spécifiques aux éléments fertilisant et autres stress (maladies, stress hydrique) qui puissent permettre leur identification.

AVANCEMENT SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

Le projet permettra de comprendre et de maîtriser les systèmes d'imagerie aérienne par drone en agriculture. Les compétences à acquérir dans ce projet sont susceptibles d'améliorer les rendements, d'optimiser les apports d'engrais et autres intrants agricoles et de favoriser les gains pour l'environnement en apportant une bonne dose supplémentaire rapidement.

ACTIVITÉS RÉALISÉES

Les activités en 2014 ont porté sur l'acquisition des références sur l'utilisation de l'imagerie spectrale via des drones en agriculture et la recherche des partenaires potentiels pour la réalisation du projet. Les conseils obtenus permettront la poursuite du projet. Les organismes contactés (Tableau) étaient intéressés à collaborer sur le côté technique du projet.

Le recensement de littérature montre très peu de travaux scientifiques sur l'imagerie spectrale acquise par les drones pour détecter les besoins en fertilisants, les maladies, le manque d'eau et autres stress en saison. Les travaux en cours portent sur la détection des maladies (vigne en France, bleuet au Québec) et le pilotage de l'azote dans le canola et céréales (France). Nous n'avons pas trouvé de modèle permettant d'interpréter des images et de préconiser des correctifs.

Cette recherche se poursuivra en 2015. Dans un premier temps, un drone, le camera et les logiciels de traitement des images seront achetés. Un permis d'utilisation d'un drone sera demandé auprès de transport Canada et un technicien sera formé pour le guidage. Deuxièmement, une expérience sera réalisée en culture de pomme de terre. Deux champs (deux variétés de pomme de terre) seront sélectionnés dans la région de Saint-Thomas pour détecter les déficiences en azote et phosphore. Plusieurs micro-parcelles de référence (0, 50 et 100% de la fertilisation en azote ou phosphore) seront créées à l'intérieur des champs. Les images seront prises hebdomadairement et analysés pour la production de cartes. Des observations visuelles, des prélèvements de sol et de feuillage et analyses chimiques seront réalisés dans les micro-parcelles de références et ailleurs dans le champ (incluant les zones présentant des problèmes selon les images). Des analyses de corrélations entre les valeurs NDVI et les paramètres mesurés seront effectuées afin de réaliser une carte de préconisation.

Organisme	Personne	Objet et résultat
Skyqirell, Israël	Tim Skippinger	La compagnie produit les caméras de prises d'images. Une collaboration est possible pour le choix et tests de caméras.
AgriNova, Québec	Muffat	Leur travail porte sur l'identification des mauvaises herbes dans le bleuet nain, luzerne et pomme de terre
Centre Géomatique du Québec		Ils sont spécialisés dans la prise de photo. Le drone devrait avoir une autonomie de vol de 20 minutes pour couvrir environ 30 ha. La vitesse est variable, entre 20 et 50 km/h
Transport Canada		Obtenir le permis. Pour opérer, un permis COAS est obligatoire et a un délai de 20 jours. On peut avoir un permis de longue durée sous certaines conditions et les antécédents des vols antérieurs
Drones Imaging	Loic Hussenet	La compagnie offre une expertise dans la détection des maladies de la vigne. Elle n'a pas d'algorithme pour interpréter les images. Association pour mettre au point des modèles d'interprétation des images

Références

Anderson K & Gaston KJ. 2013. Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11:138-146.

Carter GA & Knapp AK (2001) Leaf optical properties in higher plants: Linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. *American Journal of Botany* 88: 677–684.

Ballester, C.; Castel, J.; Jimenez-Bello, M.A.; Castel, J.R.; Intrigliolo, D.S. 2013. Thermographic measurement of canopy temperature is a useful tool for predicting water deficit effects on fruit weight in citrus trees. *Agric. Water Manag.* 122:1–6.

Carter, G.A. 1991. Primary and secondary effects of water content on the spectral reflectance of leaves. *Am. J. Bot.* 78:916–924.

Kriston-Vizi, J.; Umeda, M.; Miyamoto, K. 2008. Assessment of water status of mandarin and peach canopies using visible multispectral imagery. *Precis. Agric.* 100:338–345.

Kyveryga, P.M., T.M. Blackmer, and R. Pearson. 2012. Normalization of uncalibrated late-season digital aerial imagery for evaluating corn nitrogen status. *Preci. Agric.* 13:2-16.

Kyveryga, P.M., T.M. Blackmer, R. Pearson, and T.F. Morris. 2011. Late-season digital aerial imagery and stalk nitrate testing to estimate the percentage of areas with different N status within fields. *J. Soil Water Cons.* 66:373-385.

Kyveryga, P.M., H. Tao, T.F. Morris, and T.M. Blackmer. 2010. Identification of nitrogen management categories by corn stalk nitrate sampling guided by aerial imagery. *Agron. J.* 102:858-866.

Nansen C, Sidumo AJ, Martini X, Stefanova K & Roberts JD. 2013. Reflectance-based assessment of spider mite "bio-response" to maize leaves and plant potassium content in different irrigation regimes. *Computers and Electronics in Agriculture* 97: 21-26.

Pinter, P.J., Jr.; Hatfield, J.L.; Schepers, J.S.; Barnes, E.M.; Moran, M.S.; Daughtry, C.S.T.; Upchurch, D.R. 2003. Remote sensing for crop management. *Photogramm. Eng. Rem. Sens.* 69: 647–664.

Slaton, M.R.; Hunt, E.R., Jr.; Smith, W.K. 2001. Estimating near-infrared leaf reflectance from leaf structural characteristics. *Am. J. Bot.* 88:278–284.

Usha, K.; Singh, B. 2013. Potential applications of remote sensing in horticulture. *Sci. Hortic.-Amst.* 153:71–83.