

Essais appliqués en robotique et agriculture de précision à l'Ecole d'Ingénieurs de Changins

Dr Dominique Fleury, professeur en arboriculture, Ecole d'Ingénieurs de Changins [dominique.fleury@eichangins.ch]



Problématique arboricole

Les cultures fruitières sont soumises à de fortes pressions par les marchés mondiaux, les distributeurs et l'incertitude d'obtenir de la main d'œuvre qualifiée (Fig. 1). Ces pressions menacent la viabilité à long terme de ce secteur de l'économie et le nombre de vergers commerciaux pourrait sérieusement diminuer dans les dix prochaines années (Burks *et al.* 2008). La robotique et l'agriculture de précision pourraient permettre aux agriculteurs de suivre précisément leurs cultures en contrôlant plusieurs aspects de leur production. Les outils utilisés sont en mesure de prendre une multitude de données concernant les aspects phytosanitaires (détection d'insectes ravageurs et de maladies cryptogamiques), de fertilisation (N, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg, etc.) et d'irriga-

tion. L'agriculture de précision est basée sur la récolte de ces données locales avec leur variabilité spatiale, pour effectuer des applications aussi ciblées que possible afin de diminuer l'impact des interventions anthropiques sur l'environnement. Les applications doivent être fiables pour que les arboriculteurs puissent utiliser ces outils. Afin d'établir cette fiabilité, de nombreuses données doivent être récoltées avec des appareils ayant la capacité d'enregistrer des informations à hautes résolutions spatiales (Lee *et al.* 2010).

Figure 1. Nécessité de main d'œuvre qualifiée pour la récolte des pommes / photo : Isabelle Lavoie-Fleury

Le coût élevé de ces outils et le temps requis pour effectuer les prises de données sont cités comme les principaux obstacles pour la mise en pratique de l'agriculture de précision. Très souvent, les producteurs qui enregistrent leurs données avec des appareils spécifiques (GPS, senseur de rendement, etc.) ont un nombre limité de modèles agronomiques et de systèmes leur permettant d'évaluer ces données. Par conséquent, leur application au niveau parcellaire devient très aléatoire. Plusieurs recherches ont donc permis de structurer les informations récoltées sur l'exploitation agricole pour être en mesure de mieux les interpréter d'une façon plus efficace (Fountas *et al.* 2006, Sørensen *et al.* 2010).

Des recherches récentes en robotique et agriculture de précision permettent

de concevoir une nouvelle vision de l'arboriculture à l'aide de senseurs montés sur de simples outils (autonomes ou tracteurs conventionnels assistés) pouvant faire des tâches répétitives. Plusieurs technologies (UV-VIS; NIR's; spectroscopie; mesures de potentiel hydrique; analyses de chlorophylle, caroténoïdes, anthocyanes; etc.) ont été développées pour évaluer la qualité interne et externe des fruits ou encore pour déterminer la date de récolte optimale. Actuellement, des senseurs bons marchés sont commercialisés. Ils ont la capacité de mesurer le développement des fruits en continu sur les arbres (Zude *et al.* 2011). Des logiciels sont également en vente pour assister les arboriculteurs et agronomes spécialisés dans leurs prises de décisions afin de gérer plus écologiquement leurs

vergers. Par contre, malgré les deux exemples mentionnés ci-dessus, on s'aperçoit que toutes ces avancées technologiques sont sectorisées ou traitées individuellement. Peu, voire aucune d'entre-elles, sont traitées de manière systémique et globalisante pour permettre une gestion des cultures fruitières efficaces. L'intégration de toutes ces technologies (senseurs, plateforme et logiciel) pour composer une nouvelle entité en soi est primordiale. Le suivi de la production de fruits par ces outils aura un effet avantageux sur la réduction des coûts de production (main d'œuvre notamment), l'énergie utilisée et l'impact agro-environnemental. Dans un contexte de changements climatiques, ces outils seront potentiellement mieux adaptés à la gestion parcellaire des vergers.



Figure 2. L'équipe USER-PA (Tel-Aviv, avril 2012)

Un projet européen arboricole

L'Ecole d'Ingénieurs de Changins (EIC) est partenaire d'un nouveau projet de recherche européen portant sur le développement d'outils agricoles pour répondre à des problématiques environnementales. Plus précisément, l'EIC fait partie d'un consortium (ICT-AGRI) utilisant la robotique pour affiner l'irrigation et la fertilisation en verger de pommier. Ce projet se nomme USability of Environmentally sound and Reliable techniques in Precision Agriculture (USER-PA) et comprend huit pays (Fig. 2): Israël (Dr Victor Alchanatis, The Volcani Center), Royaume-Uni (Dr Simon Blackmore, Harper Adams University), Allemagne (Dr Manuela Zude & Dr Bernd Sumpf, Institut Agro-technique de Potsdam), Grèce (Dr Spyros Fountas, University of Thessaly), Danemark (Dr Søren Pedersen, University of Copenhagen), Italie (Dr Alessandro Torricelli, Polytechnique Milan), Turquie (Dr Pinar Demircioglu & Dr Ismail Bögrekci, Adnan Menderes University), Suisse (Dr Dominique Fleury, University of Applied Sciences Changins). La durée de ce projet est de trois ans (2013 à 2016).

Les objectifs

L'objectif principal de USER-PA est de développer et démontrer la fiabilité d'un système intégré de suivi en analysant des informations sur la physiologie de pommiers dans les vergers. Plus spécifiquement, les buts poursuivis sont:

1) Etablissement et développement de technologies permettant de mesurer, acquérir, analyser et présenter à l'arboriculteur des informations pour gérer son verger plus efficacement et dimi-

nuer son empreinte écologique.

2) Evaluation des avantages économiques et des impacts environnementaux pour répondre aux exigences d'une agriculture durable.

3) Démonstration des capacités des outils proposés aux arboriculteurs, aux conseillers et aux décideurs politiques.

Ces informations seront déterminantes pour gérer l'irrigation, réguler la charge en pommes et déterminer la période de récolte optimale.

Pour atteindre ces objectifs, nous utiliserons cinq types de senseurs pour mesurer le développement des pommiers durant la saison de végétation et deux plateformes autonomes pour permettre la prise de données directe et instantanée. Ces senseurs sont regroupés en deux catégories, pouvant mesurer :

a) **La canopée**: évaluation des statuts hydriques du pommier à l'aide d'images thermique et spectrale pour estimer la croissance végétative (Fig. 3).

b) **Le fruit**: développement de senseurs optiques placés sur la pomme pour évaluer son état à l'aide de technologies émergentes (spectroscopie Raman, NIR's + laser) (Fig. 4).

Ces deux plateformes autonomes seront équipées de senseurs ayant pour fonction d'analyser les structures architecturales (forme + croissance) et spectrale

Caméra thermique
7,5 à 13,0 μm (Israël)

Caméra hyperspectrale
 ± 420 à 920 nm (Turquie)

Scanner au laser
(Turquie)

Caméra thermique
 ± 520 à 920 nm (Israël)



ESTIMATION DU
POTENTIEL HYDRIQUE
(ψ)

ESTIMATION DE LA
BIOMASSE

Figure 3. Appareils fixés sur une plateforme mobile autonome pour la mesure de la structure architecturale des pommiers.

(couleur) des pommiers. Elles seront guidées soit par:

a) **Satellite (navigation)**: tracteur conventionnel assisté d'un logiciel relié à des signaux satellitaires (GPS) pour effectuer ses manœuvres.

b) **Les lignes de pommiers**: robot avec caméras incorporées pour ajuster continuellement la trajectoire.

Les données emmagasinées par les senseurs sur les plateformes autonomes seront directement retransmises en temps réel sur un serveur (Cloud computing) facile d'utilisation pour tous les arboriculteurs via des applications Web mobile (iOS, Android, etc.).

Parcelles expérimentales

En 2014 et 2015, des parcelles d'expérimentations seront mise en place dans des vergers de pommiers commerciaux situés dans les cantons de Vaud ou de Genève. Les senseurs sélectionnés pourront donc être observés « en action » durant deux saisons de végétation. Sur ces parcelles, nous récolterons des données concernant les analyses de sols, le microclimat et le potentiel hydrique des pommiers. Ces résultats serviront de base aux calibrations des senseurs et plateformes pour valider le système USER-PA dans son intégralité. Des journées publiques pour les arboriculteurs, les conseillers et les décideurs politiques seront organisées. ■

« Araignée »
± 450 à 1000 nm
(Allemagne)



Senseur portable
Raman
± 420 à 920 nm
(Allemagne)

Raman
(Allemagne)

Analyseur de pigments
(Allemagne)



Spectroscopie de
réflectance
± 540 à 1100 nm
(Italie)

fixé sur pommiers

ESTIMATION :

- du potentiel hydrique (Ψ)
- de la chlorophylle
- des caroténoïdes

CALIBRATION :

- du potentiel hydrique (Ψ)
- de la chlorophylle
- des caroténoïdes



Figure 4. Appareils utilisés pour l'analyse des paramètres d'évolution des pommes

Figure 5. Un verger expérimental où se dérouleront les essais en 2014 et 2015 / photo : Reynald Pasche

Bibliographie

• Burks T.F. *et al.*, 2008. Specialty crops at a crossroad: hi-tech or else? ASABE Resource Magazine 15, pp 5-6.
• Fountas S., Wulfsohn D., Blackmore S., Jacobsen H.L. & Pedersen S., 2006. A model of decision making and information flows for information-intensive agriculture. *Agricultural Systems* 87, pp 192-210.

• Lee W.S., Alchanatis V., Yang C., Hirafuji M., Moshou D. & Li C., 2010. Sensing technologies for precision specialty crop production. *Computer and Electronics in Agriculture* 74: 2-33.
• Sørensen C., Pesonen L., Fountas S., Suomi P., Bochtis D., Bildsøe P. & Pedersen S., 2010. A user-centric approach for information modelling in arable farming. *Computer and Electronics in Agriculture* 73, pp 44-55.

• Zude M., Planz M. & Spinelli L., 2011. Non-destructive analysis on anthocyanins in cherries by means of Lambert-Beer and multivariate regression based on spectroscopy and scatter correction using time-resolved analysis. *Journal of Food Engineering* 103, pp 68-75.

Les meilleurs
équipements et
médias pour le
domaine vinicole



FILTROX –
une qualité et
un service de
première classe



EXPERTS EN FILTRATION. DEPUIS 1938.

FILTROX SA Moosmühlestr. 6 · 9001 St. Gall / Suisse
Tél. ++41 (0)71 27 29 111 · www.filtrox.ch

TCA ou TBA?
Éliminez le par
absorption
moléculaire!



FIBRAFIX® TX-R
protège les arômes
naturels de votre vin.

EXPERTS EN FILTRATION. DEPUIS 1938.

FILTROX SA Moosmühlestr. 6 · 9001 St. Gall / Suisse
Tél. ++41 (0)71 27 29 111 · www.filtrox.ch