

# L'ARBORICULTURE

**FRUITIERE**

LE MAGAZINE DES PRODUCTEURS DE FRUITS

PROGRAMME CASDAR  
Des pistes pour lutter contre  
« *Drosophila suzukii* »  
Lire p. 20

ARBORICULTURE DE PRÉCISION  
Guides pour la robotique  
et le numérique en verger  
Lire p. 23

TRUCS ET ASTUCES  
À pulvérisateur bien réglé,  
verger mieux traité!  
Lire p. 26

INCLUS

**Médiafel**

Médiafel n°12  
Avec Gilles Bertrandias,  
directeur général de Rougeline

Dossier en  
partenariat avec  
le Syndicat national  
des producteurs  
de châtaignes



DOSSIER  
**Châtaigne**  
La reconquête  
européenne

Lire p. 9



Arboriculture de précision

# Guides pour **la robotique** et le numérique en verger

Jusqu'où faut-il investir dans la mécanisation robotisée et la cartographie digitalisée pour intervenir en culture et en surveillance des végétaux ? Préconisations de quelques guides de choix experts dans leur domaine. Le choix est multicritère.



Palette d'experts lors des Entretiens cidricoles annuels au Sival 2016.

Des capteurs ont fait leur apparition au champ et dans les airs, à commencer par les grandes cultures. Les nominés des récents salons professionnels<sup>1</sup> traduisent la technicité de l'offre robotique; Effibot, Toutilo et autres Oz ou Anatis séduisent. Un transfert est possible en verger mais restons avisés. Comme en ont témoigné les intervenants des Entretiens cidricoles annuels de l'Institut français de la production cidricole (IFPC) durant le Sival 2016 d'Angers.

## ANALYSE D'IMAGES

### Au plus près des besoins de la production

Pierre Vaysse du CTIFL de Lanxade a présenté durant les Entretiens techniques cidricoles 2016 divers outils existants et en devenir de sa structure. L'analyse photographique au plus près des fruits est réalisable en station avec le Pixfel<sup>®</sup>. Ce dispositif estime, avant leur entrée en conservation, la qualité commerciale (calibre, coloration) des pommes par l'analyse d'image de la couche superficielle des palox. Il existe une version mirabelle. <http://www.ctifl.fr/Pages/EspacePro/Expedition.aspx>

Le système de prise de vue Mecavision<sup>®</sup>, co-développé avec l'Irstea, Bordeaux Sciences Agro et l'IMS, utilise des outils photographiques du commerce; une version conviviale à usage professionnel est en développement. Avec les mêmes partenaires, Pierre Vaysse applique l'imagerie hyperspectrale pour la détection précoce de maladies: la tavelure de la pomme et l'antracnose du noyer dans son programme Aventuria<sup>®2</sup>.

LXP

1 : Voir AF n° 696 - octobre 2015.

2 : À découvrir dans AF Les Enjeux de mai 2016.



Pour le Pixfel du CTIFL, les photos du dessus du palox sont prises avec un appareil numérique du commerce de 8 megapixels minimum.

Même si l'on doit évoquer plutôt des systèmes robotisés que de véritables robots, le rêve avance. L'analyse de l'offre se fait à l'aune des défis à relever en matière d'autonomie, de respect de la sécurité et des interactions plateformes/outils périphériques/éléments végétaux. Premier constat : le besoin d'associer intimement le matériel et l'environnement de production. Sur l'équipement d'observation/surveillance digitalisée des végétaux, la grande leçon est que l'homme et l'agronomie restent indispensables.

L'agriculture de précision s'est développée en grandes cultures sur de vastes couverts végétaux continus grâce à l'imagerie satellitaire et aérienne.

### Variabilités spatiale et temporelle

L'observation de l'expression végétative plus ou moins saine est réalisée soit par télédétection (drone, avion, satellite – demandez les autorisations!), soit par proxi-détection avec un capteur embarqué de type Greenseeker. L'expérience de la viticulture, basée sur quinze années de suivi, a abouti à des

services opérationnels. Elle utilise des capteurs embarqués sur piéton et géoréférencés réalisant des mesures non destructives (spectrométrie, fluorescence) à l'instar du Multiplex™ de Force A.

Bruno Tisseyre, de Montpellier SupAgro, a mis en évidence des différences entre les grandes cultures et les cultures pérennes, à commencer par les surfaces plus réduites et la variabilité spatiale à l'échelle de la parcelle. Autre considération : la stabilité temporelle des motifs spatiaux observés (ex. : pousse du jeune verger, influence de la taille, alternance de rendement comme en oliviers...). L'enseignant-chercheur ajoute des spécificités de ces couverts discontinus en termes de conduite, d'enherbement, de profondeur d'enracinement. D'où les interrogations posées en verger : « À quel stade phénologique réaliser les observations ? Avec quelle résolution ? Avec quel type de capteur ? Quel effet du mode de conduite ? Le lien devra toujours être fait avec les informations agronomiques avant de prendre une décision. Les conseillers doivent s'adapter et prévoir des plans de formation. » Et d'ajouter. « La 1<sup>re</sup> étape est de se réapproprier le niveau de la parcelle et pas forcément d'avoir une vue intraparcellaire comme on le pensait au début. » Autre subtilité dans l'utilisation de la cartographie digitalisée, la transmission des informations culturelles recueillies (ex. : sur la future taille) en préconisations aux exécutants – encore plus épineuse avec des sociétés prestataires. Suggestion : utiliser des indicateurs de couleur en tête de rang comme cela a été vu en Italie ou en Australie. La recherche et l'expérimentation ne sont pas en reste. Jean-Luc Regnard a déroulé l'exper-

tise en télédétection associée au stress hydrique de SupAgro Montpellier<sup>2</sup>, avec une finalité tant de diagnostic que de phénotypage au champ en vue de la sélection variétale. Par ailleurs, l'application numérique pour la santé des plantes existe avec des outils Web et nomades de diagnostic et conseil : portail e-phytia, Di@gnoplant et Vigipl@nt. Une application pomme est en co-construction par le GIS Fruits.

### De la machine intelligente au robot

Le Guidalex de Souslikoff a ouvert la voie en 2014 avec un porte-outil intelligent pour le désherbage des vergers. Les plateformes autoguidées sans conducteur embarqué actuelles requièrent un opérateur à distance. Pour rendre le robot capable de réagir seul à des situations imprévues (blocage par un tronc d'arbre), Michel Berducac maître ès robotiques à l'Irstea identifie quatre challenges :

1. développer des moyens pour analyser une situation à distance afin de réinitialiser une machine en toute sûreté ou sécurité. « Le smartphone du superviseur n'est pas suffisant. » Réponse possible : la réalité virtuelle ou augmentée ;
2. connaître l'environnement de la machine sur un grand rayon pour anticiper son déplacement. Réponse possible : la cartographie dynamique du site ;
3. développer des capacités de décision en intelligence logicielle embarquée, par exemple pour optimiser la trajectoire selon la rugosité du terrain. L'offre actuelle fonctionne sur du plat et ne peut réduire sa vitesse si nécessaire ;
4. Prendre en compte le risque d'instabilité dynamique de l'engin. Réponse possible : des

dispositifs actifs anti-renversement, latéraux et longitudinaux.

Autre champ d'amélioration, le degré d'exigence en termes de sécurité. Les aspects réglementaires ne sont pas assez pris en compte et le premier accident survenant fera jurisprudence. Ce matériel est rattaché à la directive européenne Machines 2006/42/CE dans l'attente d'un cadre réglementaire adapté (projet de norme

NF EN ISO 18497) sur la sécurité des machines hautement automatisées. « Un cinquième challenge est donc de prendre des mesures de protection nécessaires vis-à-vis des risques potentiels. Pourquoi ne pas installer une clôture électronique en périphérie de la parcelle à l'instar de l'élevage. Enfin, 6<sup>e</sup> challenge, il s'agit de gérer les interactions fines entre la plateforme mobile et ses outils plus ou moins complexes, avec ou sans contact physique avec

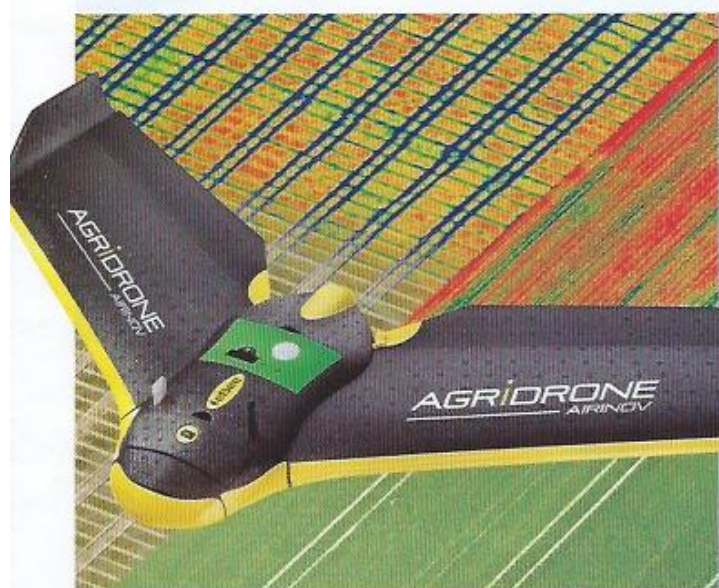
le végétal. » Ainsi, le taux de détection des fruits est encore réduit (60-70 %) pour la récolte et le temps de réponse des bras manipulateurs reste élevé. Tout ceci suppose la prise en compte de l'agrosystème associé (conduite, forme de l'arbre). « Il faut choisir le bon environnement de production pour faciliter la mise en œuvre de robots "simples" », argumente l'ingénieur Irstea, qui appelle à faire œuvre de pragmatisme car

les solutions robotisées n'ont pas qu'une dimension technologique. De nombreux autres challenges sont à relever pour leur adoption économique, la qualité du travail, le rendement des chantiers, etc. Que tous les acteurs de la chaîne de valeur s'en emparent, pas uniquement la recherche ! »

Linda Kaluzny-Pinon

(1) Voir AF janvier 2016 pages « S'équiper ».

(2) À découvrir dans AF Les Enjeux de mai 2016



L'AgriDrone d'Airinov a décollé en grandes cultures.



Le robot autonome d'assistance logistique Effibot d'Effidence est issu d'une collaboration menée par l'Irstea et l'Institut Pascal de Clermont-Ferrand.

## Leçon de robotique

Un robot réagit seul à des situations imprévues (niveau 4 classification SAE des véhicules intelligents automobiles) et est caractérisé par une autonomie de déplacement de la plateforme et des outils ou périphériques associés.

Plusieurs niveaux de complexité des interventions robot/cultures végétales :

- une absence de contact physique : opérations d'observations ou suivi des cultures, transport, pulvérisation...
- un contact physique sans préhension : désherbage mécanique, rognage, éclaircissage des fleurs...
- un contact physique avec préhension : cueillette des fruits, taille, (trans)plantation...

L'offre actuelle se compose de plateformes autoguidées sans conducteur et nécessitant un opérateur à distance (niveau 3 de la classification SAE : automatisation conditionnelle).

LKP



Le challenge est soit d'augmenter les vitesses d'exécution des robots, soit d'en associer plusieurs. La plateforme de pulvérisation Robot César de la firme allemande Raussendorf n'avance pas très vite mais a le mérite de réaliser des opérations simultanées : pulvériser et couper l'herbe.