



HAL
open science

Désherbage mécanique en exploitation légumière avec le robot PUMAgri

Sébastien Rubrecht, Frédéric Gauthier

► **To cite this version:**

Sébastien Rubrecht, Frédéric Gauthier. Désherbage mécanique en exploitation légumière avec le robot PUMAgri. *Innovations Agronomiques*, 2017, 61, pp.25-31. <10.15454/1.517400048945172E12>. <hal-04480044>

HAL Id: hal-04480044

<https://hal.inrae.fr/hal-04480044v1>

Submitted on 27 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

Désherbage mécanique en exploitation légumière avec le robot PUMAgri

Rubrecht S.¹, Gauthier F.²

¹ SITIA, 7, rue de l'Halbrane, F-44340 Bouguenais

² Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, 2, La Bourdinière, F-35140 Saint-Aubin-du-Cormier

Correspondance : s.rubrecht@sitia.fr

Résumé

Le monde du machinisme agricole subit actuellement des mutations profondes, provoquée par l'émergence des technologies (capteurs, unités de calcul, énergie, etc) et des démarches sociétales de maîtrise des intrants (Ecophyto, programme Agro-écologie du ministère de l'agriculture). Le projet PUMAgri 2015-2018) vise à réaliser un robot agricole comportant des avancées significatives sur les verrous actuels (perception, autonomie, sécurité) afin d'obtenir une machine performante et viable économiquement. Les premiers résultats opérationnels de binage inter-rang sur salade en serre attestent de la pertinence du système.

Mots-clés : Robotique agricole, Désherbage mécanique, Traitement d'image du végétal, Navigation autonome en milieu naturel.

Abstract : PUMAGRI : a robot for mechanical weeding

The world of agricultural machinery is undergoing major changes due to the emergence of technologies (sensors, calculation units, energy, etc.) and societal approaches to manage agriculture inputs (Ecophyto, Agro-ecology program of the Ministry of Agriculture). The objective of PUMAgri project (2015-2018) is to develop an agricultural robot with significant advances (perception, autonomy, safety) in order to obtain an efficient and economically viable machine. The first operational results of inter row weeding on salad in greenhouse confirms the relevance of the system.

Keywords : Agriculture robotics, Mechanical weeding, Image processing, Off-road autonomous navigation.

1. Introduction

1.1 La robotique agricole au champ

Le monde du machinisme agricole subit actuellement des mutations profondes. L'évolution pressentie du marché mondial de la robotique agricole est exponentielle (**Figure 1** et WinterGreen Research, 2014) : d'une part, l'émergence des technologies provoque des opportunités sans précédent ; d'autre part, les démarches entamées de maîtrise des intrants (notamment en France avec les plans Ecophyto et le programme Agro-écologie du ministère de l'agriculture) incitent à l'innovation. Les enjeux affichés sont multiples : environnement, compétitivité des exploitations, pénibilité du travail.

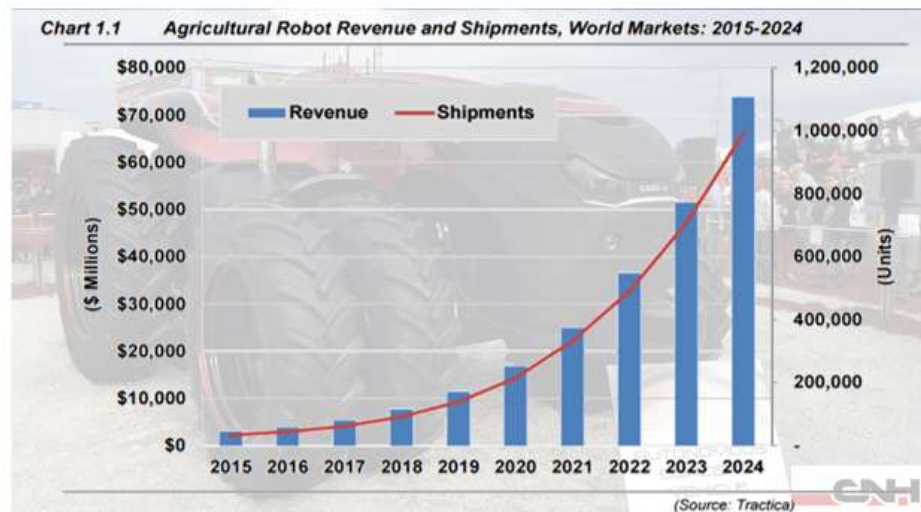


Figure 1 : Evolution du marché de la robotique agricole (source : Tractica¹)

De façon générale, des technologies telles que le GPS-RTK se démocratisent et améliorent dès à présent la performance des systèmes de culture. Un exemple plus particulier, les moyens de désherbage mécanique sur le rang en culture légumière progressent fortement : la détection et le détournement automatique des plantes d'intérêt n'est plus à proprement parler un verrou (voir exemples **Figure 2**).



Figure 2 : Machines de désherbage sur le rang. De gauche à droite : principe du Steketee IC², KULT Robovator³ 6 rangs, interface homme-machine du Garford Robocrop⁴.

Ces incursions technologiques répondent à des besoins fonctionnels ponctuels, ils nécessitent un réglage préliminaire ou a minima une surveillance de la part de l'utilisateur. Toutefois, une augmentation de l'autonomie de ces systèmes est nécessaire pour engendrer un impact significatif sur la performance des systèmes de culture. L'enjeu est de libérer l'exploitant de ses tâches à faible valeur ajoutée (conduite de tracteur notamment) pour le laisser se concentrer sur les tâches à plus forte valeur ajoutée tels que planification, supervision et observation au champ. En ce qui concerne le désherbage mécanique par exemple, cette évolution est nécessaire pour répondre aux enjeux sociétaux et environnementaux tout en maintenant la compétitivité des systèmes de culture.

¹ <https://www.tractica.com/research/agricultural-robots/>

² <http://www.steketee.com/product/Steketee-IC>

³ <http://www.kress-landtechnik.eu/de/produkte/robovator.php>

⁴ http://www.garford.com/products_robocropinrow.html

1.2 Verrous actuels

Des verrous rendent la mise en œuvre d'une boucle robotique perception/décision/action autonome complexe en environnement agricole. En premier lieu la sécurité, qui peine à trouver un cadre réglementaire adapté, malgré des efforts conséquents dans des domaines connexes tels que le véhicule automobile autonome. Une des conséquences est que les premiers robots apparaissant sur le marché sont très réduits (**Figure 3**) ; les dangers pour l'homme sont limités, mais leur débit de chantier en pâtit.



Figure 3 : Robots commercialisés actuellement. De gauche à droite : Naïo Oz (désherbage mécanique)⁵, Vitirover⁶ (tonte), Harvest Automation⁷ (logistique horticultrice).

Deuxièmement, la capacité à réaliser des tâches de façon autonome nécessite un recul de la part du robot sur son travail. Les tâches habituellement dévolues à l'homme (appréhension des contextes, contrôle, capacité de réflexion et d'adaptation) sont à transférer au système, dans un environnement de travail naturel et donc non maîtrisé. Ce domaine de recherche est très actif (pour un état des lieux, voir Bac et al., 2014 ; Bontsema et al., 2014 ; Edan et Kondo, 2009 ; Griepentrog et al., 2009)



Figure 4 : Projets de recherche majeurs. De gauche à droite : Flourish⁸ (robots efficaces sur exploitation), SAFE⁹ (sécurité des équipements agricoles) et RHEA¹⁰ (coordination de flotte de robots).

Pour compléter cet état des lieux on peut citer quelques démonstrations de force réalisées par les grands constructeurs machinistes (**Figure 5**) mais sans détails quant à leurs réelles performances opérationnelles et leur niveau de sécurité.

⁵ <http://www.naio-technologies.com/machines-agricoles/robot-de-desherbage-oz/>

⁶ <http://www.vitirover.com/fr/>

⁷ <https://www.public.harvestai.com/>

⁸ <http://flourish-project.eu/>

⁹ <http://www.safefarming.dk/>

¹⁰ <http://www.rhea-project.eu/>



Figure 5 : Concepts de robots agricoles. De gauche à droite : CNH Autonomous Tractor Concept, John Deere Autonomous Robot Concept, CLAAS Etrion.

2. Système PUMAgri

Le robot présenté dans ce document est réalisé dans le cadre du projet collaboratif PUMAgri¹¹ porté par SITIA et réunissant la Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, Terrena, IRSTEA, Effidence, Visio Nerf et l'Université d'Angers. L'objectif de PUMAgri est de réaliser un robot agricole comportant des avancées significatives sur les verrous actuels afin d'obtenir une machine performante et viable économiquement. Les premiers scénarios considèrent le désherbage mécanique en culture légumière.



Figure 6 : Robot PUMAgri sur des planches de salade

La cinématique du système est composée d'un châssis central sur lequel peuvent coulisser 2 jambes articulées. Cette cinématique permet d'adapter largeur et hauteur du robot pour travailler sur différents types de culture (maraîchage, culture légumière de plein champ, vigne, etc.). Deux actionneurs suffisent à assurer la locomotion, ce qui permet d'obtenir un compromis coût/fiabilité pertinent. La motorisation hybride (électrique/thermique) permet d'atteindre une autonomie énergétique de 24h/24h, le travail pouvant être silencieux au besoin.

Le système est équipé d'un attelage 3 points afin de pouvoir y monter des outils agricoles standards et multiplier les tâches réalisables. Le système peut circuler à une vitesse de 10 km/h afin d'atteindre des débits de chantier raisonnables.

Le système embarque de nombreux capteurs pour répondre à ses problématiques propres (localisation, perception du végétal) comme pour répondre aux besoins de l'exploitant (qualité, traçabilité). Le projet expérimente différents compromis via de la fusion de données pour déterminer les plus performants (par exemple pour la perception du végétal, voir **Figure 7**).

¹¹ <http://www.sitia.fr/innovation-robotique/plateforme-pumagri/>

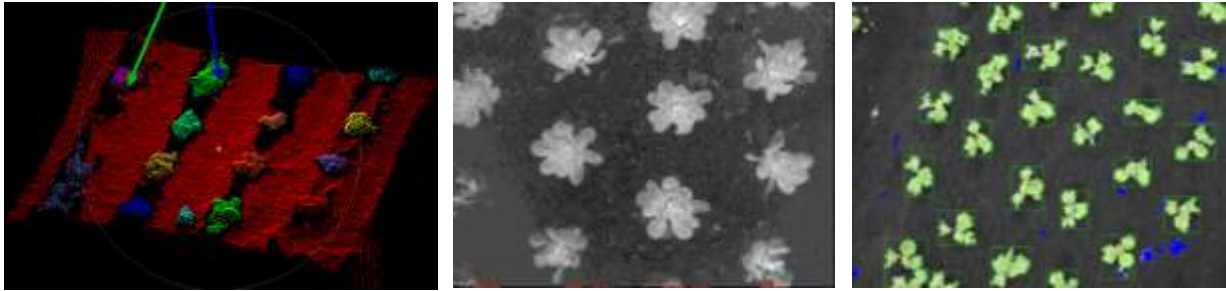


Figure 7 : Perception des végétaux par différents capteurs expérimentés sur PUMAgri

Les travaux réalisés sur l'autonomie permettent au robot de circuler seul le long d'un chemin appris au préalable sur l'exploitation pour rejoindre une parcelle, puis de travailler de façon autonome sur la parcelle. Le robot étant connecté, l'exploitant pourra à terme consulter l'avancement du travail et recevoir une notification lorsque le travail est terminé.

3. Résultats

3.1 Dispositif expérimental serre : équipement et cultures

Les premiers essais du robot PUMAgri ont été réalisés dans une serre tunnel montée pour l'occasion à la Station des Cormiers, station de recherches appliquées en agro-machinisme des chambres d'agriculture de Bretagne. La serre de 9,3 m de largeur, de 40 m de longueur et de presque 4 m de hauteur, permet de créer 4 planches de 1,4 m de largeur. Pour travailler sur ces planches, la voie du robot est fixée à 1,7 m. La serre est également équipée d'un système d'irrigation pour les cultures. Ce système permet également d'humidifier la terre pour faire varier les conditions d'adhérences des pneumatiques et la couleur de la terre (terre humide par rapport à de la terre sèche) pour les tests de vision.

Pour les essais présentés dans cet article, les quatre planches ont été plantées avec des salades (Figure 8). Les salades sont plantées en quinconce sur 4 rangs avec un inter-rang de 30 cm et un inter-pied équivalent. Chaque planche est composée de 2 variétés de salades différentes plantées sur une demie planche (20 m de long). Nous avons sélectionné différentes variétés de salades pour avoir des formes et des couleurs différentes : feuille de chêne rouge, laitue rouge, batavia et romaine. Les dates de plantations des salades ont été échelonnées sur 3 semaines pour avoir des stades de développement différents au moment des interventions de désherbage.



Figure 8 : Photo des 4 planches de salade sous serre, plantées pour les essais

3.2 Résultats opérationnels

L'outil utilisé pour les essais est une bineuse classique (Figure 9). Les socs en cœur sont montés sur des parallélogrammes fixés eux-mêmes sur une poutre. L'ensemble est monté sur un translateur actionné par des vérins hydrauliques. Le translateur permet d'asservir l'outil pour compenser les changements de trajectoire du robot et permettre aux socs de bineuses de parfaitement rester au milieu de l'inter-rang. L'outil est attelé au robot avec un triangle d'attelage rapide.



Figure 9 : Photo de la bineuse et du translateur utilisée pour les essais

La profondeur de travail pour le désherbage est de l'ordre de 1,5 cm pour une vitesse d'avancement du robot de 1 m/s (3,6 km/h). Avec ces paramètres de travail, la qualité du désherbage obtenu est très satisfaisant dans l'inter-rang et comparable aux techniques de désherbage classiques (tracteur + bineuse). La Figure 10 présente une photo d'une partie de planche de salade après le passage du robot avec la bineuse.



Figure 10 : Photo d'une partie de planche de salade après binage

Le prochain objectif du robot est de réaliser un désherbage intégral des planches de salades, c'est-à-dire l'inter-rang et l'inter-plant. De plus, les essais vont être étendus à d'autres types de cultures légumières de plein champ, comme les choux ou encore les artichauts.

Remerciements

Le projet PUMAgri est financé dans le cadre du FUI 20 par le Ministère de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique et par les régions Pays de Loire et Auvergne.

Références bibliographiques

Bac C., Henten E., Van Hemming J., Edan Y., 2014. Harvesting robots for high-value crops: state-of-the-art review and challenges ahead. *Journal of Field Robotics*, vol. 31, n° 16, p. 888–911, 2014

Bontsema J. et al., 2014. CROPS: high tech agricultural robots. *International Conference of Agricultural Engineering AgEng*.

Edan Y., Kondo N.S.H., 2009. Automation in Agriculture. *Handbook of Automation*, Springer Verlag. Editor: S.Y. Nof., vol. 63, pp. 1092-1128.

Griepentrog H.W. et al., 2009. Safe and reliable: further development of a field robot. *Precision agriculture*, vol. 9, pp. 857-866.

WinterGreen Research, 2014. *Agricultural Robots Market Overview 2014: Industry Shares, Strategies, and Forecasts Worldwide, 2014 to 2020*. 430 p.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « *Innovations Agronomiques* », la date de sa publication, et son URL).