



Prototype de Désherbage Laser

Rapport scientifique

Etienne Belin, Rémy Guyonneau*, Lydie Huché-Thélier, Matthieu Loumagne, Franck Mercier
15 juillet 2019

Identification du projet

Type d'action financée	Amorçage
Titre du projet	Prototype de Désherbage Laser
Acronyme	POODLE
Porteur	Rémy Guyonneau
Partenaires	LARIS, Moltech Anjou (équipe SAMSON), IRHS.
Unité de rattachement	LARIS, Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes, de l'Université d'Angers.

Période du projet	Début :1 ^{er} juillet 2017 – Fin : 1 ^{er} juillet 2019
Période faisant l'objet du rapport d'activité	Début :1 ^{er} juillet 2017 – Fin : 1 ^{er} juillet 2019

Budget total	9 000 €
Financement A2020	9 000 €
Co-financement(s) obtenus	N/A

Sommaire

Identification du projet.....	1
Réalisation du programme scientifique.....	3
Introduction.....	3
Objectifs du projet.....	3
Consortium.....	4
Description des travaux effectués.....	4
Résultats obtenus.....	5
Réalisation du démonstrateur de visée laser.....	5
Partie matérielle.....	6
Partie logicielle.....	6
Démonstrateur de destruction d'adventices.....	7
Le démonstrateur.....	7
L'expérimentation.....	7
Difficultés rencontrées.....	9
Démonstrateur de pointage laser.....	9
Démonstrateur de la destruction d'adventices.....	9
Frais engagés.....	10
Livrables externes réalisés.....	10
Indicateurs de visibilité.....	10
Perspectives.....	11
Annexes.....	12

Réalisation du programme scientifique

Introduction

Le contrôle des adventices (mauvaises herbes) est un enjeu majeur pour l'agriculture, en particulier pour les cultures dites de grandes cultures (céréales, oléagineux ...) ou encore les cultures maraîchères pour lesquelles la compétition règne entre les plantes d'intérêts et les adventices. Actuellement, le manque de main d'œuvre et l'utilisation de plus en plus restrictive des produits phytosanitaires demandent la mise en place de nouvelles solutions alternatives pour le contrôle et le désherbage des adventices. Aujourd'hui, l'utilisation de robots est de plus en plus étudiée et développée pour réaliser ces actions de désherbage. On peut notamment noter le robot Oz de la société toulousaine Naïo Technologies ou encore le robot de désherbage BoniRob de la société Bosh. Dans ces deux cas, les robots utilisent des outils de désherbage mécaniques. Bien que ces outils aient fait leurs preuves, ils montrent leurs limites quand les adventices sont entourés par les cultures d'intérêts (cas des cultures denses par exemple). Une alternative prometteuse consiste en l'utilisation de lasers, comme étudié dans [1, 2, 3].

Le projet POODLE propose donc de s'intéresser à cette technique rendue possible par de récentes avancées technologiques. La miniaturisation et les recherches en matière de semi-conducteurs, ont permis de proposer des diodes laser à la fois suffisamment puissantes et dans une large gamme de longueurs d'ondes. L'approche étudiée consiste à déposer l'énergie du rayonnement lumineux de façon focalisée sur l'adventice, et potentiellement la détruire par effet thermique. Cette interaction laser/matière repose sur le choix de(s) longueur(s) d'onde du laser, en lien avec les paramètres d'absorption des molécules principales (eau et chlorophylle) des plantes.

[1] S.K. Mathiassen, et al. « The effect of laser treatment as a weed control method » Biosystems engineering, vol. 95, no 4, p. 497-505, 2006.

[2] S. Kaierle, et al. « Find and irradiate—lasers used for weed control ». Laser Technik Journal, vol. 10, no 3, p. 44-47, 2013.

[3] R. Shah, et al. « An approach to a laser weeding system for elimination of in-row weeds » In : Precision agriculture'15. Wageningen Academic Publishers, p. 19-47, 2015.

Objectifs du projet

Le projet POODLE propose de réaliser un démonstrateur utilisant une approche de désherbage laser. L'idée étant de montrer une première faisabilité partant du postulat : il est possible de détruire une plante à l'aide d'une action laser.

Afin de tester la faisabilité du système en toute sécurité, il a été décidé de réaliser deux démonstrateurs :

- Un démonstrateur s'intéressant à la commande d'un laser en position : est-il possible de diriger et focaliser un laser sur un point spécifique avec une précision donnée ?
- Un démonstrateur s'intéressant à la destruction de la plante : est-il possible de détruire une plante à l'aide d'une action laser ?

Consortium

Ce projet est une collaboration entre :

- Le laboratoire Moltech-Anjou de l'Université d'Angers (l'équipe Spectroscopie Atomique et Moléculaire, Structuration de Surfaces et Optique - SAMSON) avec Matthieu Loumagne ;
- Le LARIS (les équipes Information, Signal, Image et Science du Vivant - ISISV - et Systèmes Dynamiques et Optimisation - SDO) avec Etienne Belin, Rémy Guyonneau et Franck Mercier ;
- L'INRA (l'équipe Arch-E) avec Lydie Huché-Thélier.

Description des travaux effectués

Voici l'organisation temporelle du projet POODLE

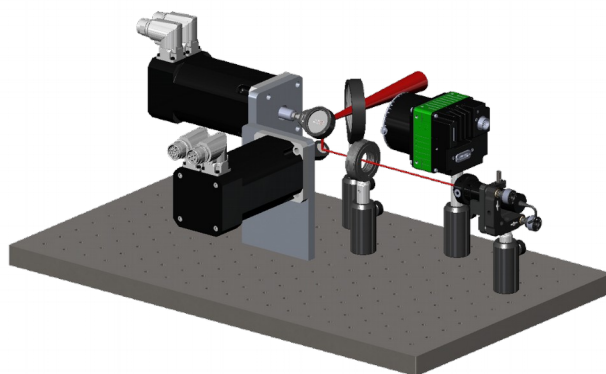
- Juillet 2017 : début du projet ;
- Novembre 2017 : ouverture de la ligne budgétaire ;
- Décembre 2017 : première version numérique du démonstrateur de pointage laser (représentation 3D) ;
- Janvier 2018 : commande des moteurs ;
- Mars 2018 : commande de la partie optique ;
- Avril 2018 : réception des moteurs ;
- Mai-juin-2018 : Stage de M1 PSI de Mohamed Manoubi intitulé « Vers la réalisation d'un scanner laser 3D » ;
- Mai 2018 : réception des parties optiques, premiers tests sur la lentille à focale variable ;
- Juin 2018 : présentation de l'avancement des travaux de POODLE à la journée Désherb'expo ;
- Juillet 2018 : réception du laser pour le démonstrateur de destruction ;
- Octobre 2018 : essais de destruction de plantes ;
- Novembre 2018 : présentation de POODLE lors de la journée Atlanstic 2020, avec démonstration du pointage laser ;
- Mai 2019 : Présentation de POODLE à la journée d'échange SNCF réseau ;
- Mai-juin-2019 : Stage de M1 PSI de Mohamed Manoubi intitulé « Amélioration d'un scanner laser 3D » ;
- Juillet 2019 : fin du projet (éligibilité du financement).

Résultats obtenus

Réalisation du démonstrateur de visée laser

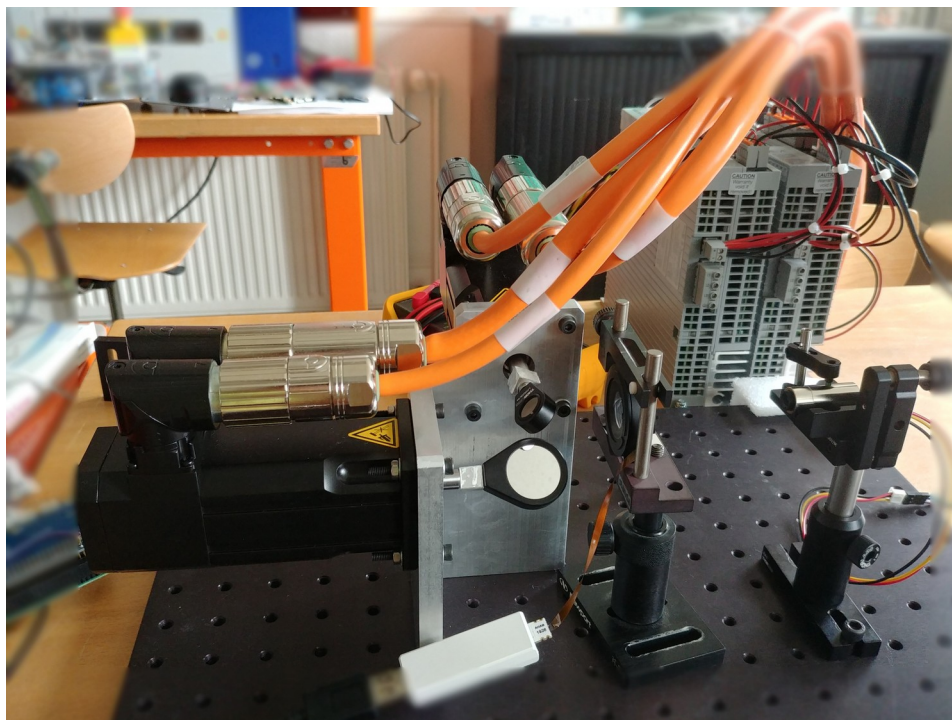
L'objectif de ce démonstrateur est de proposer une solution technique pour la commande d'un laser en position : une fois l'adventice détecté il faut être capable de positionner le laser sur ce dernier pour pouvoir le détruire.

La première étude concernant le démonstrateur est présentée sur la figure ci-dessous :



L'idée générale du démonstrateur est la suivante : deux miroirs pilotés par des moteurs brushless permettant de diriger le faisceau laser sur le plan. À ceux-ci s'ajoute une lentille à focale variable pour pouvoir ajuster la focalisation du laser (pour pouvoir gérer la profondeur de la cible à atteindre).

La photo ci-dessous illustre le démonstrateur réalisé :



Partie matérielle

Le démonstrateur se compose de deux moteurs brushless sur lesquels sont fixés deux miroirs. Les supports sur lesquels sont fixés les moteurs ont été usinés au fablab de Polytech Angers. Un pointeur laser (non dangereux) est placé en face du premier miroir et une lentille à focale variable est installée entre le laser et le premier miroir.

Une carte Raspberry Pi contrôle le système :

- Elle commande les contrôleurs des moteurs par l'intermédiaire d'un bus CANopen ;
- Elle dialogue avec la lentille à focale variable à l'aide d'une connexion UART (série) ;
- Elle commande l'allumage du laser qui est relié directement sur ses GPIO.

Tout le matériel est fixé sur une table optique.

Partie logicielle

Comme mentionné précédemment le système est contrôlé par une carte Raspberry Pi sur laquelle a été installé une version d'Ubuntu 18.04. Le logiciel réalisé utilise les bibliothèques Qt et OpenCV.

Un logiciel a été réalisé pour le démonstrateur. Ce dernier permet :

- D'allumer/d'éteindre le laser
- De contrôler la lentille à focale variable
- De commander les moteurs
 - Implémentation d'une communication CANOpen basée sur la documentation des contrôleurs des moteurs
- De détecter les « adventices »
 - Pour les tests, les plantes étaient illustrées par des points verts (aimants) placés devant le système
 - Un algorithme de traitement d'image simple a été mis en place pour localiser les « plantes » sur l'espace d'expérimentation
 - Utilisation d'une caméra RGB PiCAM
 - Binarisation de l'image basée sur un seuil RGB
 - Détection de blobs
 - Transformation des coordonnées image/monde basée sur la calibration de la caméra et la connaissance de la profondeur
- Conversion des coordonnées de la cible (adventice) en angles de rotation pour les moteurs
 - Implémentation des équations d'optique géométrique

Le positionnement des miroirs et de la lentille de focale variable ont été mis au point en adaptant la démarche décrite dans l'article de Pokorny P. et Miks A.¹. La principale difficulté expérimentale est la détermination précise de la distance précise entre le scanner et la plante.

¹P., & Miks, A. (2015). 3D optical two-mirror scanner with focus-tunable lens. *Applied Optics*, 54(22), 6955.

Une erreur de quelques millimètres entraîne une erreur de pointée suffisante pour sortir du cahier des charges. Nous avons mis en place un algorithme itératif qui permet de converger en quelques images vers la bonne position en utilisant une seule caméra.

Démonstrateur de destruction d'adventices

Ce démonstrateur a pour objectif de tester le pouvoir destructif du laser sur des plantes. Comme le laser est potentiellement dangereux, il a été décidé de ne pas le mettre sur le démonstrateur de visée laser mais plutôt de cloisonner le faisceau afin de s'assurer que personne n'y soit exposé lors des tests.

Le démonstrateur



Ce second démonstrateur est orienté sur le travail du laser lui-même. En effet, dans la quête de caractérisation de l'interaction laser/végétal, nous souhaitons disposer d'une expérimentation pour laquelle il était possible substituer les sources laser, focaliser par lentille le rayonnement, exposer une plante à ce dernier et faire ceci en sécurité dans une enceinte carénée. Ainsi le démonstrateur, présenté sur la figure ci-dessus a été conçu et réalisé, avec en partie supérieure la source laser (ici monté un laser 1 W à 405 nm), en partie médiane la lentille focalisante à 5 cm, et en partie inférieure la plante à exposer. L'ensemble de l'expérimentation est carénée, avec une ouverture instrumentée permettant l'accès et inhibant le rayonnement.

L'expérimentation

La plante choisie pour l'étude menée est l'Arabidopsis. Suivant les conseils des biologistes de l'équipe, cette plante est un sujet préférentiel d'étude notamment à cause de sa simplicité de mise en œuvre et de son développement bien connu.

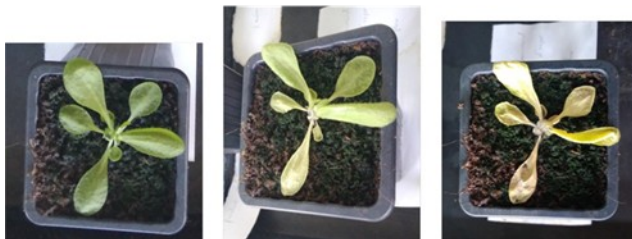
L'expérimentation conçue peut permettre d'explorer bon nombre de paramètres :

- La longueur d'onde du rayonnement ;
- Le temps d'exposition ;
- La zone d'exposition ;

- La surface d'exposition ;
- Le temps après exposition avant effet visible.

Deux sets de 10 plantes ont été exposés permettant un balayage de l'ensemble de ces paramètres. La figure ci-contre présente l'installation expérimentale.

Le premier test sur 10 plantes nous a permis de rapidement converger vers une solution à 405 nm/0,5 W/dé-focalisé, sur une surface d'exposition circulaire de 5 mm de diamètre et sur une exposition de l'ordre de la seconde sur toute la plante. Avec ces paramètres nous constatons la destruction de la plante à une échéance de quelques jours (5 à 10 jours).



La figure ci-dessus montre le phénomène de sénescence après exposition, prouvant le concept de désherbage par laser.

Sur le second set de 10 plantes, nous avons cherché plusieurs choses :

- Confirmer la reproductibilité de la sénescence ;
- Confiner la zone d'exposition au méristème et constater s'il y a sénescence ;
- Évaluer le diagnostique précoce de la destruction par fluorescence de chlorophylle ;
- Exposer à une autre longueur d'ondes (290 nm) pour laquelle des interactions d'ordre chimique était attendu.

Ainsi les deux premiers points ont été confirmés, simplifiant de fait la destruction des Arabidopsis. La figure ci-dessous montre l'imagerie par fluorescence de chlorophylle et plus spécifiquement l'impact du rayonnement 405 nm sur les 3 plantes exposées.



On notera que l'exposition à 290 nm n'a rien montré de significatif. Une raison avancée est la trop faible puissance d'exposition (100 mW). Pour aller un peu plus loin sur cette étude, il est prévu d'acquérir un laser UV à la puissance d'un watt. Nous espérons des résultats plus probants avec cette nouvelle source.

Difficultés rencontrées

Démonstrateur de pointage laser

Concernant le démonstrateur de pointage laser, il est apparu que l'évaluation de la distance laser/plante est une donnée importante. La mesure de cette distance est donc une fonctionnalité que devra à terme posséder l'outil et que nous n'avions pas envisagé à priori. Dans le cadre de notre démonstrateur, nous avons réglé ce problème en fixant cette distance. Cette « astuce », bien que valide pour ce premier démonstrateur, devra être résolue dans le cadre d'un outil de désherbage monté sur un robot.

Démonstrateur de la destruction d'adventices

Concernant la partie « destruction d'adventices », nous regrettons de ne pas avoir pu faire une expérimentation statistiquement représentative. En effet, nous envisagions un plan d'expérimentation plus complet que les premiers tests, mais par manque d'effectifs et de temps nous n'avons pas pu le mettre en place. Les résultats que nous avons obtenus sont encourageants, mais ils ne permettent pas de conclure rigoureusement sur l'impact du laser sur les plantes. Un travail est en train de se mettre en place en ce sens, il sera détaillé plus loin dans ce document.

Frais engagés

	Atlanstic 2020	Remarques
Frais de missions	48.86	
Salaire		
Gratification de stage		
Équipements	8940.31	Fabrication des deux démonstrateurs
Autres		

Ces montants sont conformes aux prévisions initiales.

Remarques : Les stages mentionnés précédemment étaient des stages de deux mois non rémunérés. Ils n'apparaissent donc pas dans les lignes budgétaires.

Livrables externes réalisés

Ci-suit la liste des livrables réalisés dans le cadre de ce projet :

- Les démonstrateurs (cf, section précédente)
 - Démonstrateur de pointage laser.
 - Démonstrateur de destruction d'adventice.
- Plusieurs communications ont été faites
 - Présentation de nos travaux à la journée Dés herbexpo (1^{er} juin 2018) sur le stand de Végépolys. Les diapositives de la présentation sont mises en annexe ;
 - Présentation et démonstration du pointage laser à la journée Atlanstic 2020 (22 novembre 2018) ;
 - Présentation de nos travaux à la journée d'échange SNCF réseau (14 mai 2019). Les diapositives de la présentation sont mises en annexe.

Indicateurs de visibilité

Le projet POODLE a permis une collaboration entre le LARIS, Moltech-Anjou et l'IRH autour du désherbage laser. Nous souhaitons que cette collaboration perdure après POODLE.

Comme indiqué précédemment, nous regrettons n'avoir pas pu faire des expérimentations plus rigoureuses concernant l'impact du laser sur les plantes. Il s'avère que nous commençons un projet avec des étudiants de l'IUT de l'Université d'Angers (département Génie Biologique) pour mettre en place une telle expérimentation (implication du LARIS et de Motech Anjou dans ces nouvelles expérimentations). L'objectif de ces expérimentations est d'avoir des résultats

statistiquement représentatifs afin de valoriser, par une publication scientifique, tout le travail effectué dans le cadre du projet POODLE.

Perspectives

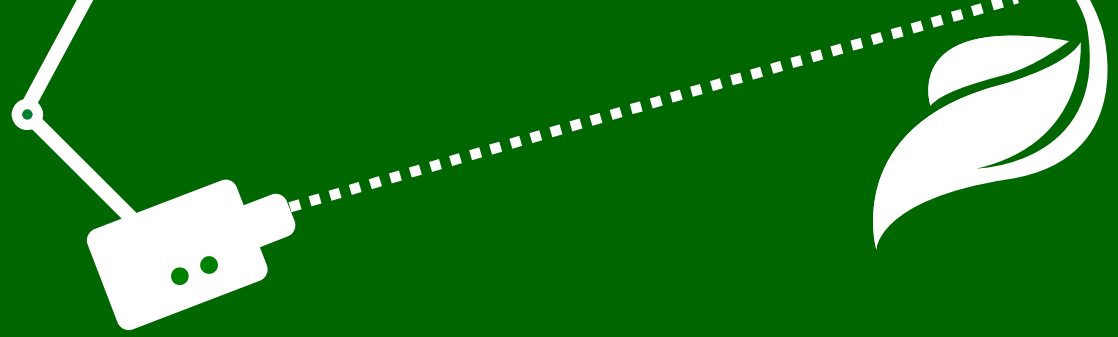
À l'aide des deux démonstrateurs réalisés nous avons montrés la faisabilité d'un outil de désherbage laser : tant sur la commande du laser que sur sa capacité à détruire la plante.

Le livrable initialement prévu pour le projet était : « [...] une tête robotique mobile autonome pouvant être associée à un robot agricole (le robot Oz par exemple) et être utilisée comme outil de désherbage. » Sur ce point, les démonstrateurs réalisés ne peuvent pas être directement adaptés sur un robot. Il y a encore du travail à faire pour rendre le positionnement laser plus robuste et pour intégrer le système dans un vecteur mobile. Ceci étant, ces premiers travaux représentent une étape non négligeable vers la réalisation d'un tel outil.

À plus court terme, il serait intéressant de réaliser une étude approfondie des effets du laser sur les plantes. En effet, si nous avons démontré qu'il était possible de détruire une plante à l'aide d'une action laser, il serait intéressant d'identifier le couple longueur d'onde/temps d'exposition le plus judicieux en termes de rapidité d'action et d'énergie nécessaire. C'est l'objectif du partenariat avec l'IUT Génie Biologique, mentionné à la section précédente.

Toujours dans l'optique du développement d'un outil autonome de désherbage laser, le LARIS travaille actuellement sur le projet ENGRAIS (financement Atlanstic 2020) qui vise le développement d'une plateforme expérimentale pour la robotique agricole. L'objectif à long terme serait d'intégrer une version aboutie des démonstrateurs de POODLE sur le robot ENGRAIS.

Annexes



Projet Robot de Désherbage Laser



Désherb'expo - 1^{er} juin 2018



La +value végétale



Les étapes du projet



- Objectif : développement d'une solution de désherbage autonome avec un actionneur laser
- Etapes :
 - Discrimination des adventices
 - Navigation autonome
 - Outil de désherbage



Discrimination des adventices



- Objectif : Discrimination des adventices pour les cultures denses
- État d'avancement :
 - Participation au projet PUMAgri
 - Discrimination des plantes/adventices avec une approche morphologique et classification via SVM
 - Plus de 90 % de réussite dans des conditions non denses

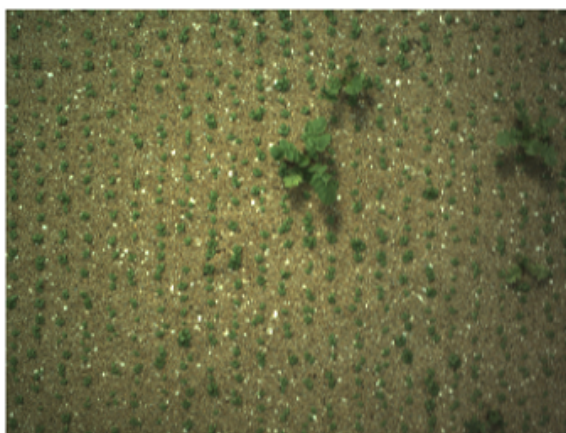


Discrimination des adventices

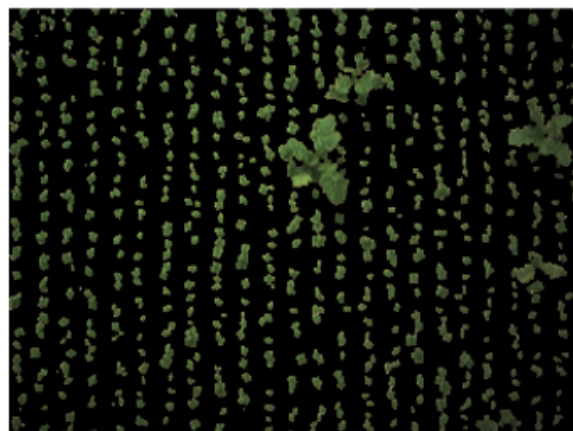


- Premiers résultats (culture non dense)

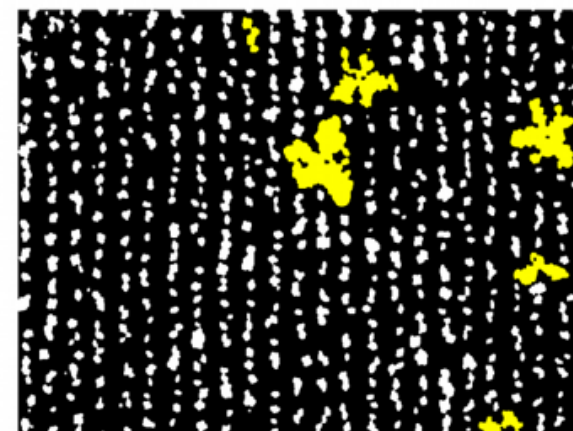
Image RGB



Extraction du sol



Discrimination des adventices



Discrimination des adventices

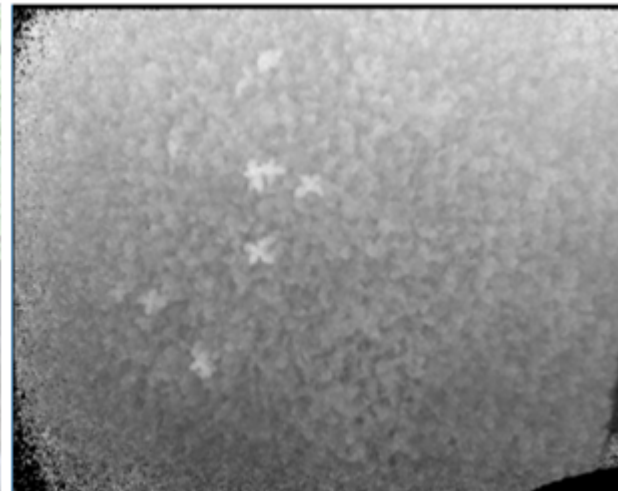


- En cultures denses

Image RGB



Information de profondeur



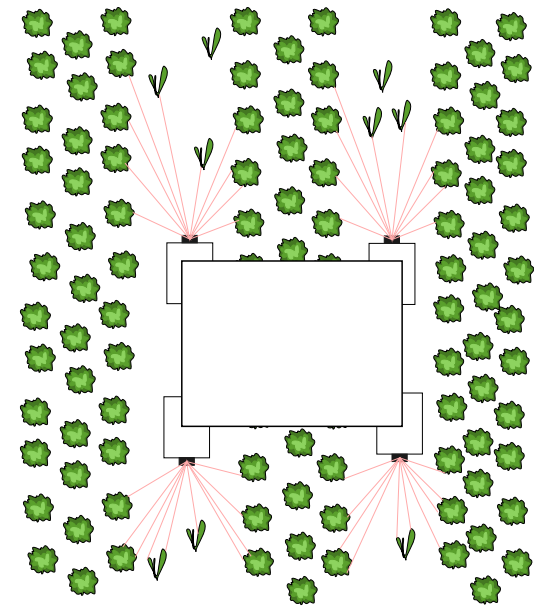
Navigation Autonome



- Objectifs :
 - Développement d'une nouvelle approche ne nécessitant pas de connaissance *a priori*
 - Méthode adaptée à un maximum de cultures/stades de maturité
- État d'avancement :
 - Expérimentations avec des données LiDAR (Robot Oz)
 - Financement accepté pour le projet ENGRAIS

Navigation Autonome

- Projet ENGRAIS : développement d'une plate-forme expérimentale
 - Utilisation de roues autonomes
 - Motorisation et énergie
 - Robot symétrique
 - Symétrie des données
 - Gain en robustesse
 - Symétrie pour la navigation
 - Limitation des manœuvres (changement de rang)



Outil de désherbage

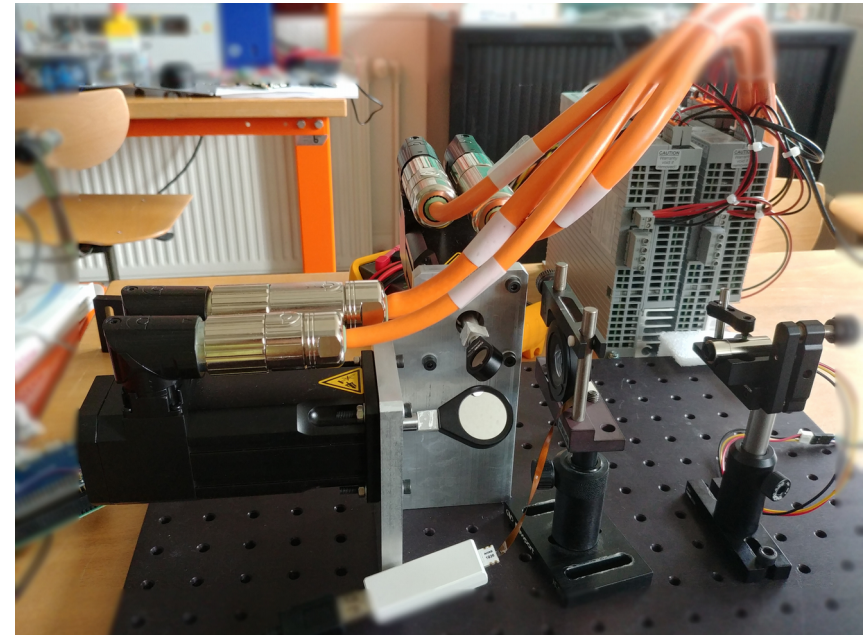


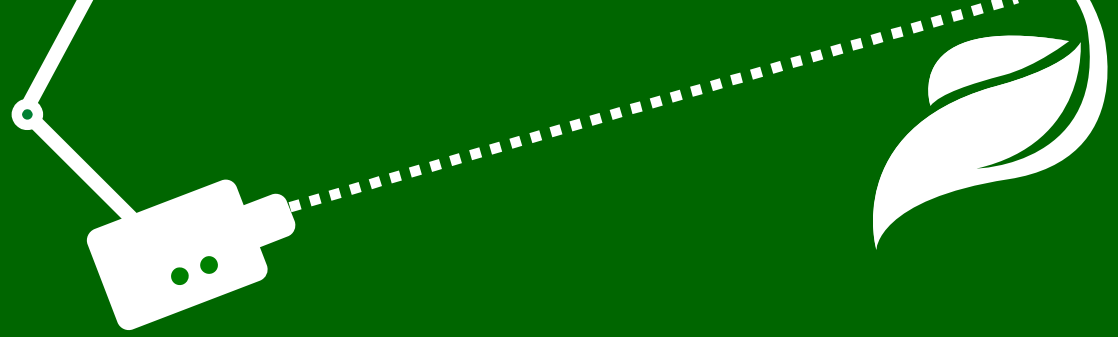
- Objectif : développement d'un outil de désherbage laser
- État d'avancement :
 - Projet POODLE en cours

Outil de désherbage



- **Projet POODLE**
 - Prototype de pointage laser
 - Compromis rapidité/précision
 - Test de lasers destructeurs (à venir)
 - Temps d'exposition
 - Puissance
 - Longueur d'ondes





Merci pour votre attention



Robotique agricole & désherbage

État des lieux sur nos travaux de recherche



remy.guyonneau@univ-angers.fr

Introduction



- LARIS (Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie de Systèmes)
 - Université d'Angers (49)
 - ISISV (Information, Signal, Image et Sciences du Vivant)
 - SDO (Systèmes Dynamiques et Optimisation)



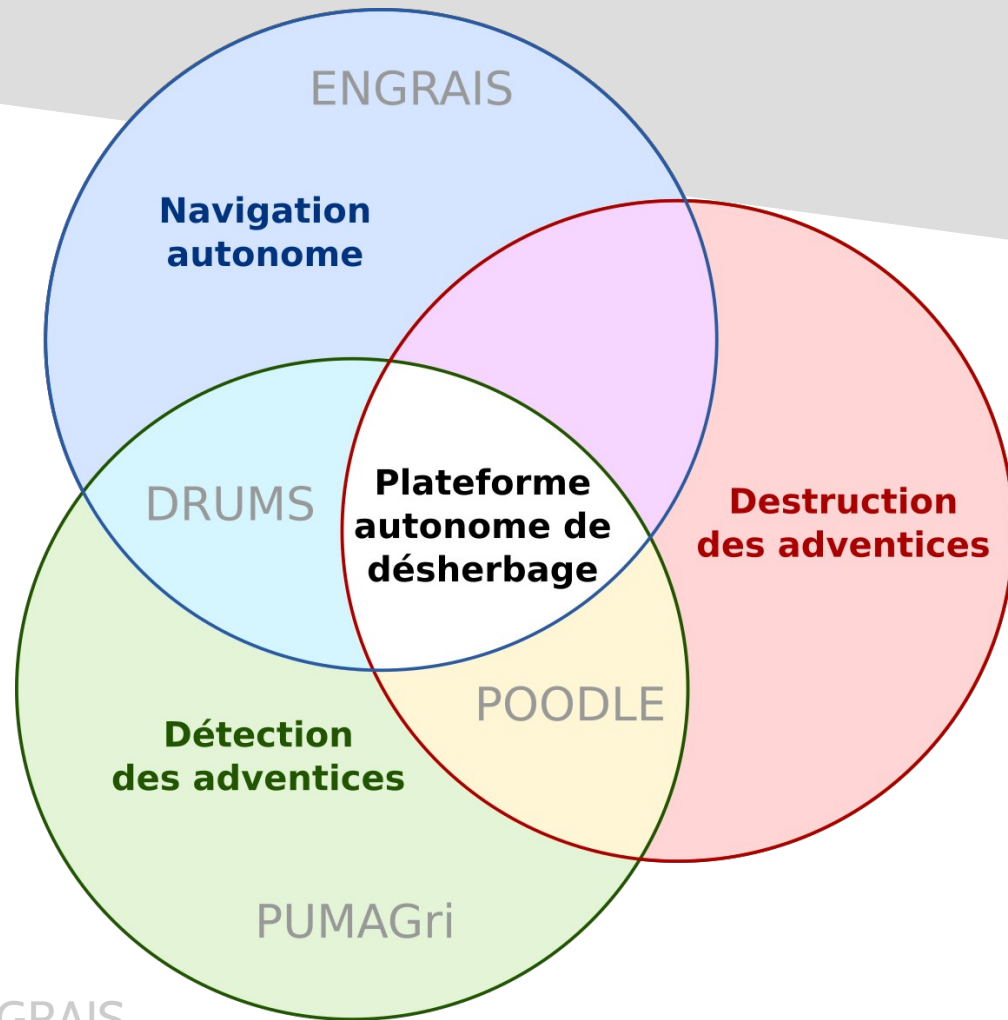
Introduction



- IRHS (Institut de Recherche en Horticulture et Semences)
 - Université d'Angers, AGROCAMPUS OUEST, INRA
 - Biologie végétale (généticiens, physiologistes, biochimistes...)
- Moltech-Anjou
 - CNRS, Université d'Angers
 - Photonique, interactions laser/matière
- Plateforme PHENOTIC
 - SFR QUASAV (Qualité et Santé du Végétal - INRA, Université d'Angers, AGROCAMPUS OUEST)
 - Outils de phénotypage
- Pole de compétitivité Végépolys

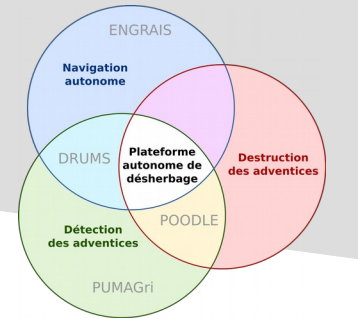


Introduction



DRUMS – PUMAGri – POODLE – ENGRAIS

Projet DRUMS



- Désherbage et Récoltes de Cultures Maraîchères
- Financement : Commission Recherche de l'Université d'Angers
- Partenaires
 - LARIS (porteur)
 - SFR-QUASAV
- Mai 2015 – Décembre 2016
- Etienne BELIN (LARIS), Rémy GUYONNEAU (LARIS), Franck MERCIER (LARIS)



DRUMS – PUMAGri – POODLE – ENGRAIS

Projet DRUMS

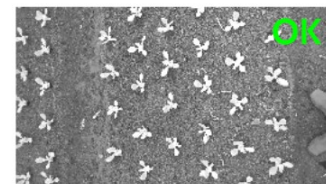
- Traitement de données caméra pour le désherbage
 - Ajout d'une caméra haute résolution au robot Oz (Naïo Technologies)
 - Changement d'espace colorimétrique des images couleurs (RGB vers HSV)



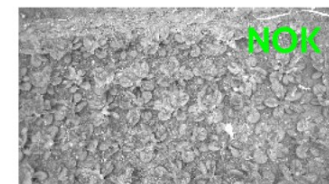
Image RGB



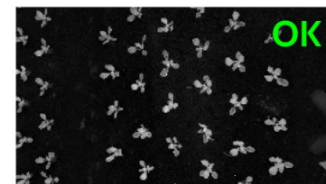
Image RGB



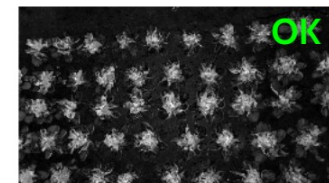
Canal GREEN



Canal GREEN



Canal SATURATION



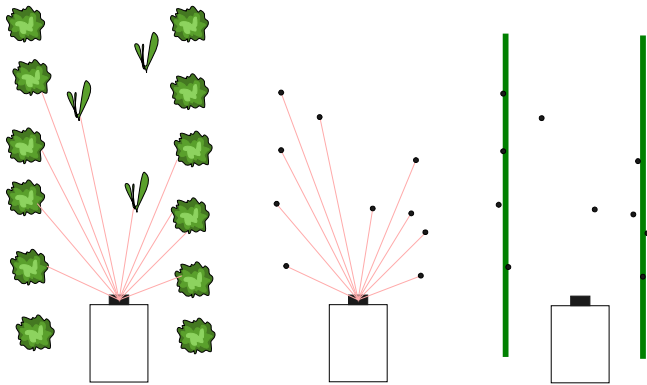
Canal SATURATION

Projet DRUMS

- Navigation basée sur des données LiDAR
 - Extraction de droites dans le nuage de points LiDAR
 - Expérimentations sur le robot Oz

<https://youtu.be/bMudwhPALcM>

<https://youtu.be/qQr68RLNs9o>



« LiDAR-only based navigation algorithm for an autonomous agricultural robot ».
MALAVAZI F. B. P., GUYONNEAU R., FASQUEL J. - B., LAGRANGE S., MERCIER F.
Computers and Electronics in Agriculture. 2018. Vol. 154 p. 71 - 79

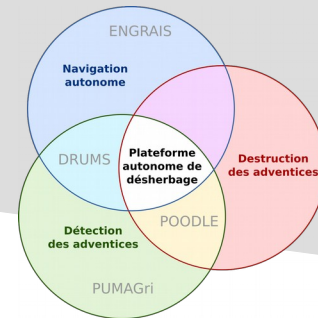
Projet PUMAgri

- Plateforme Mobile pour l'Agriculture
- Financement : Fonds Unique Interministériel
- Partenaires

- SITIA (porteur)
- LARIS
- IRSTEA, Effidence, TERRENA, la CRAB, Visio Nerf



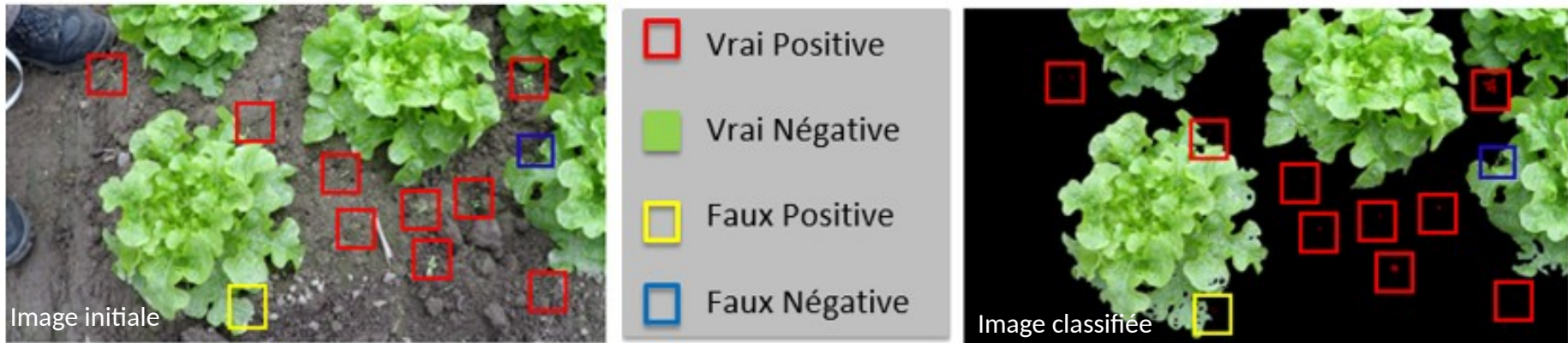
- 2015 - 2018
- Ali AHMAD (LARIS), Etienne BELIN (LARIS), Rémy GUYONNEAU (LARIS), Franck MERCIER (LARIS)



DRUMS - PUMAgri - POODLE - ENGRAIS

Projet PUMAgri

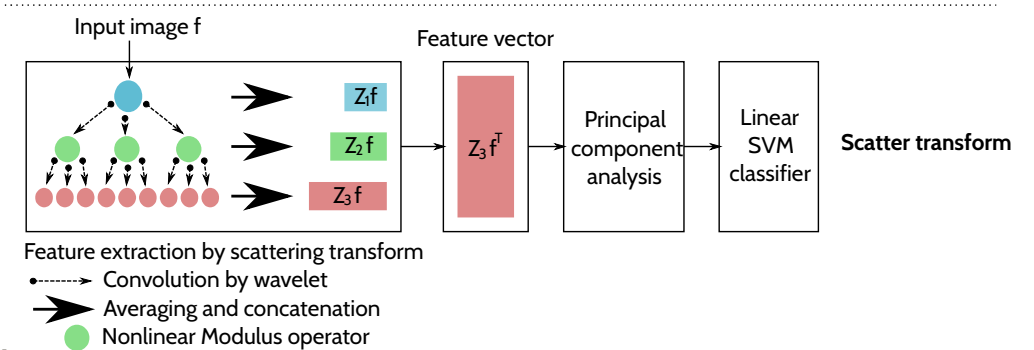
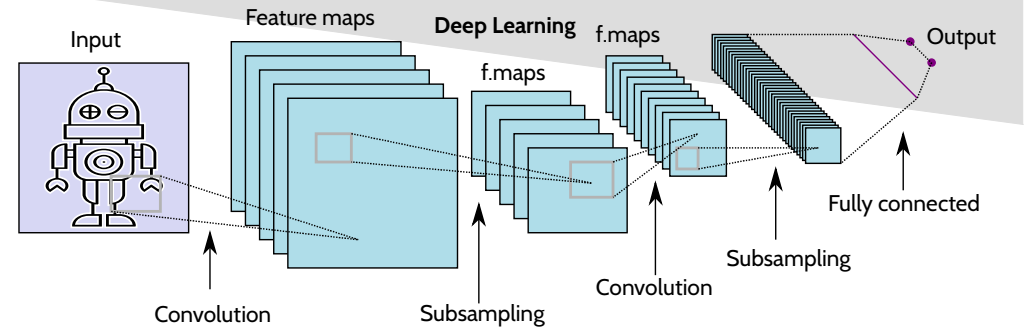
- Traitement d'image « classique » sur la laitue
 - Détection selon des descripteurs morphométriques
 - Pourcentage de classifications correctes : 91 % (sur 100 images annotées)



“Image processing based on shape descriptors and SVM classifier for the crop plant / weed discrimination”, A. Ahmad et al., 20th IFAC Congress, 2017

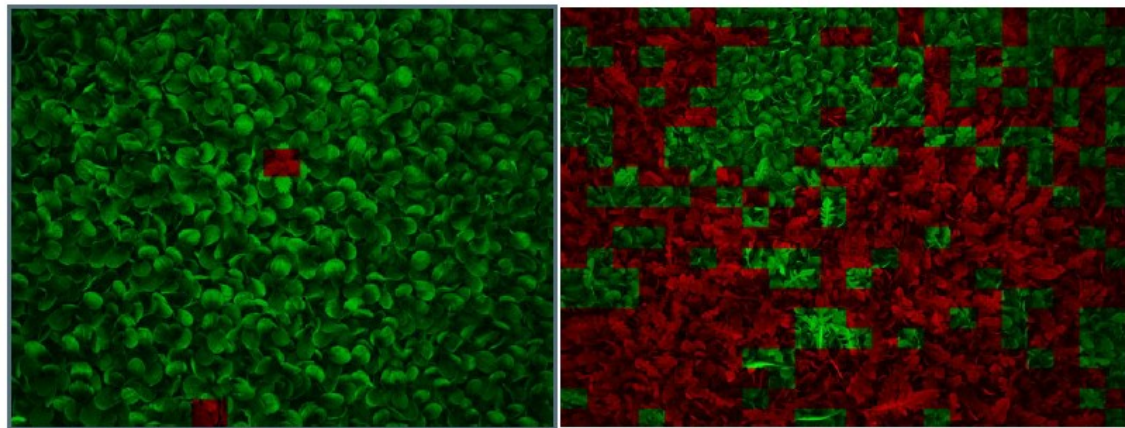
Projet PUMAgri

- Méthodes d'apprentissage machine « Scatter Transform », application en culture dense (mâche)
 - Méthode multi-échelles, classification de textures, introduction récente (2013), application en agriculture de précision
 - Comparaison avec le Deep Learning :
 - Similarités : layers, pooling, convolution, non linéarité entre les layers
 - Différences : espace des attributs prédéfinis (ondelettes de Gabor), pas de backpropagation, plus petits datasets, besoin de moins de capacité de calcul



Projet PUMAgri

- Sur des données simulées :
~95 % de classification correcte
- Sur des données réelles : ~85 %
de classification correcte



(a) Image 2 (97.27%)

(b) Image 9(69.45%)

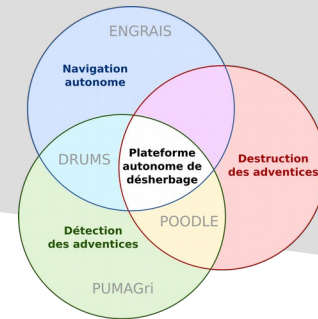
	5 Folds	6 Folds	7 Folds	8 Folds	9 Folds	10 Folds	Average std
Scatter Transform (0.6584×10^4 samples)	94.9%	95.2%	95.3%	95.7%	95.8%	95.8%	± 1.1
LBP (0.6584×10^4 samples)	85.5%	86.1%	86.3%	85.8%	86.9%	86.7%	± 0.4
GLCM (0.6584×10^4 samples)	87.4%	91.6%	90.9%	92.1%	92.4%	92.3%	± 0.7
Gabor Filter (0.6584×10^4 samples)	88.0%	88.2%	88.7%	88.6%	89.4%	89.3%	± 1.3
Deep Learning (0.6584×10^4 samples)	89.4%	89.9%	91.1%	91.5%	91.9%	92.1%	± 1.4
Deep Learning (2.8×10^4 samples)	97.6 %	97.9 %	97.9 %	98.2%	98.1%	98.3%	± 0.9

Rasti, P., Ahmad, A., Samiei, S., Belin, E., & Rousseau, D. (2019). Supervised Image Classification by Scattering Transform with Application to Weed Detection in Culture Crops of High Density. Remote Sensing, 11(3), 249.

Projet POODLE

- Prototypes de Désherbage Laser
- Financement : RFI Atlanstic 2020
- Partenaires
 - LARIS (porteur)
 - Moltech-Anjou
 - IRHS
- 2017 – 2019

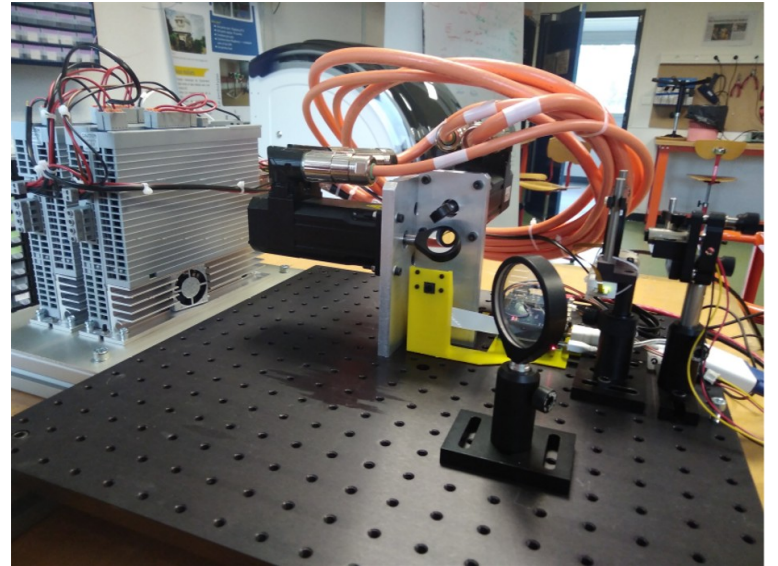
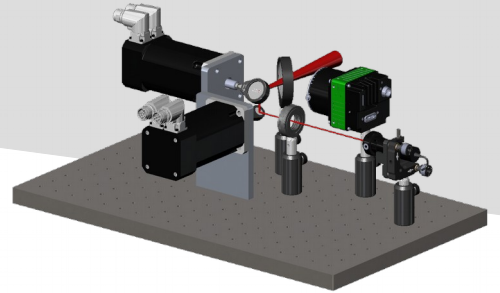
- Etienne BELIN (LARIS), Rémy GUYONNEAU (LARIS), Lydie HUCHE-THELIER (IRHS), Matthieu LOUMAIGNE (MOLTECH-Anjou), Franck MERCIER (LARIS)



DRUMS – PUMAgri – POODLE – ENGRAIS

Projet POODLE

- Commande d'un laser en position
 - Réalisation d'un démonstrateur
 - Évaluation de la faisabilité
 - Hauteur de la tête laser 80cm
 - Largeur de la zone d'interaction 120cm
 - Évaluation de la précision
 - 1mm ($\sim 0.071^\circ$)
 - Taille du faisceau $65\mu\text{m}$
 - Évaluation de la rapidité

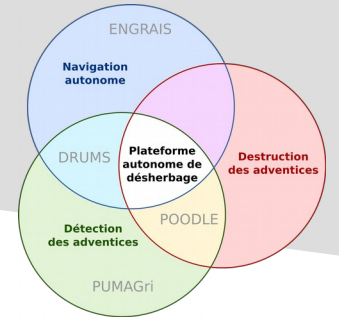


Projet POODLE

- Destruction d'une plante à l'aide d'un laser
 - Identifier une longueur d'onde efficace
 - 405 nm
 - Quantifier le temps d'exposition et la puissance minimum pour la destruction
 - Identifier les principes d'actions
 - Travaux en cours...



Projet ENGRAIS



- Plateforme Expérimentale pour la Navigation (autonome) d'un Robot Agricole Symétrique

- Financement : RFI Atlanstic 2020

- Partenaires :

- LARIS (porteur)
- ez-Wheel



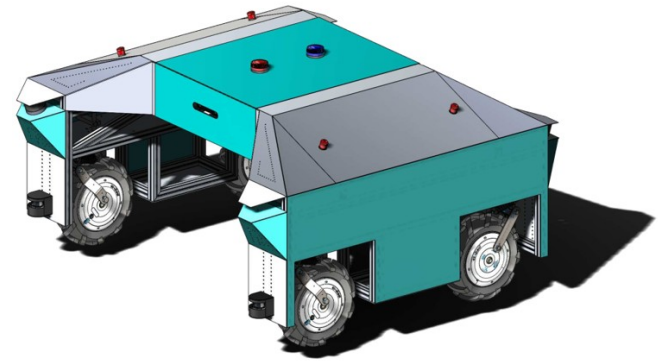
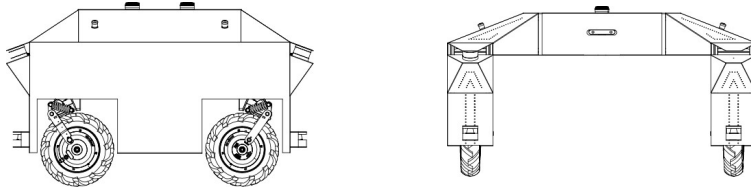
- 2019 – 2020

- Etienne BELIN (LARIS), Florian GARDES (ez-Wheel), Rémy GUYONNEAU (LARIS), Antoine JUAN (ez-Wheel), Philippe LUCIDARME (LARIS), Franck MERCIER (LARIS)

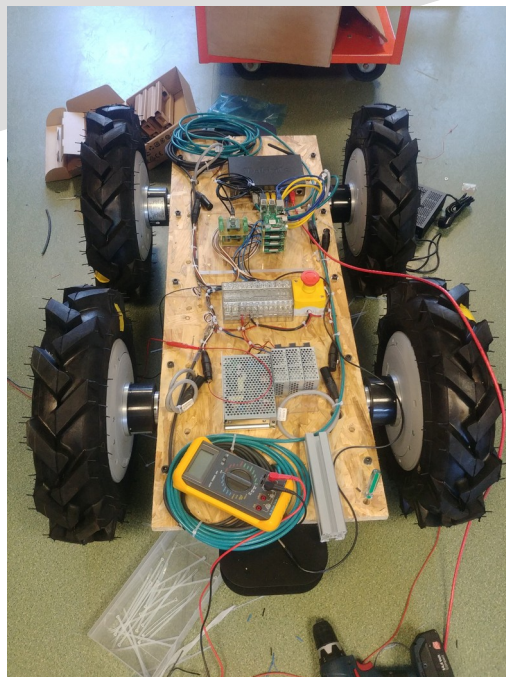
DRUMS – PUMAGri – POODLE – ENGRAIS

Projet ENGRAIS

- Développement d'une plateforme expérimentale
- Utilisation de roues autonomes
 - Embarquer la motorisation et l'énergie
- Robot symétrique
 - Limiter les manœuvres
- Fusion de données pour la navigation



DRUMS – PUMAgri – POODLE – ENGRAIS



Merci



remy.guyonneau@univ-angers.fr