



**INRAE**



# **Robotique pour le maraichage et les cultures légumières**

M Berducat  
UR TSCF – Clermont-Fd

# Robotique & Production Végétale

## Catégorie 2 : Outils / Périphériques du robot EN CONTACT avec environnement (sol, végétation) & PAS de PREHENSION

Classification en 3 categories  
Source : A. Bechar  
Volcani Center - Israel

Proof of Concept (R&D Prototypes)	Early Semi commercial Trials	Early Commercial sales	Market Penetration	Maturity
 <p><b>Weedwaker</b> ODD.Bot The Netherland</p>  <p><b>Thorvald</b> SAGA Robotics (Lincoln Univ (GB) + Norwegian Univ of Life Sciences )</p>  <p><b>ASTERIX</b> ADIGO SA Norway</p>		 <p><b>TREKTOR</b> SITIA</p>  <p><b>CEOL</b> AgreenCulture</p>	<p><b>ROBOTTI</b> Agrointelli Denmark</p>  <p><b>ANATIS</b> Carre Latitude GPS</p> 	 <p><b>OZ</b> Naïo Technologies</p>  <p><b>DINO</b> Naïo Technologies</p>

Niveaux de maturité  
Technologies robotique agricole

Autonomous  
robotic weeding

# > Deux chemins empruntés

## 1/ Plateformes robotisées « d'entrée »

Exemples:



**ROBOTTI**  
Agrointelli  
Danmark



## 2/ Bases tracteurs «robotisables»



ISEKI  
**Hands Free Hectare**  
Harper Adams Univ  
UK



**CENTEOL**  
KUHNN



**AgBots**  
AGXEED  
The Netherlands



**DINO**  
NAIO Technologies  
France



(VITIBOT)



**ALPO**  
SABI-AGRI  
France

1a/ avec  
outils existants complets  
du marché

1b/ avec modules  
outils/périphériques particuliers



# Besoins de production de références/ benchmarks sur performances (pour end-users)

## OpeROSE



## organisateurs du Challenge ROSE (2018-2021)

Implantation des parcelles



Préparation du sol



Traitement lit semence



Semence culture  
et adventices



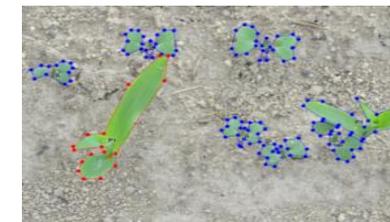
Entretien des parcelles



<http://challenge-rose.fr/>



Monitoring et données



labellisation  
Source : ARIANE LNE soft

Développement des méthodes et moyens d'évaluation

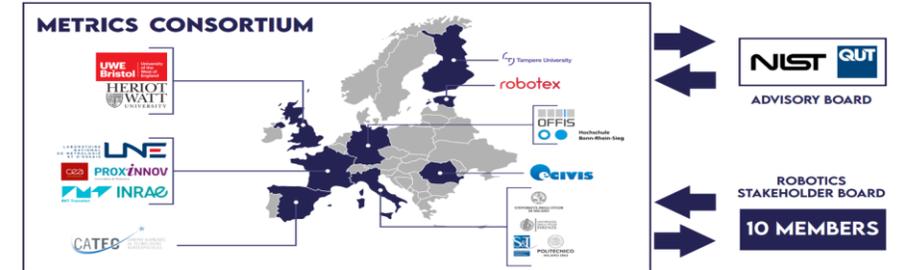
# > Besoins de production de références/ benchmarks sur performances (pour end-users)



organisateurs du Challenge H2020 METRICS/ACRE (2020-2022)



Challenge en robotique et IA



Implantation des parcelles (2021)

## 5 Functionality BenchMarks :

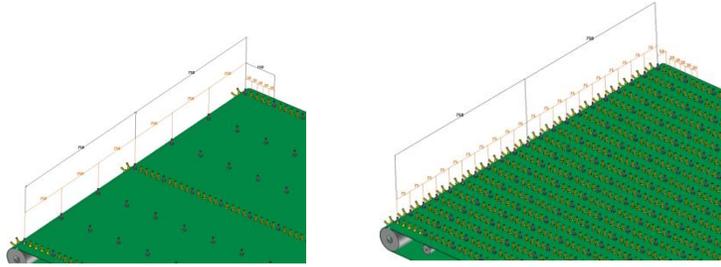
- Plant discrimination
- Leaf area estimation
- Biomass estimation
- Weed destruction
- Field navigation

## 2 Tasks BenchMarks :

- Intra-row weeding
- Crop mapping

<https://metricsproject.eu/agri-food/>

Caractérisation / Mise au point de systèmes de détection de plantules et des technologies de destruction sans contact en milieux contrôlés



Dispositifs de simulation d'un sol pourvu de plants d'intérêts et d'adventices paramétrables spatialement (dimensions 6 m x 1,60 m – environ 5000 possibilités de plantules)

## Banc de Recherche et d'essais (CDC 2021)

Evaluation des solutions de détection (étages de perception / décision) de plantes au niveau inter et intra-rangs pour différentes cultures d'intérêts et adventices

**Développements de méthodes et de protocoles (2021)** pour l'évaluation de techniques sans contact de destruction de plantes adventices en milieux contrôlés (chambre anéchoïde)

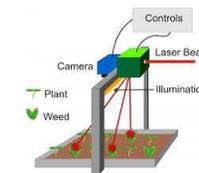
- Effets biologiques sur plantes à détruire
- Effets indirects sur la macrofaunes des sols, perturbations électromagnétiques des milieux



Chambre réverbérante à brassage de modes (dimensions 8,40 m x 6,70 m x 3,50 m 80 MHz - 4 GHz)



Melbourne Univ (AU)  
(2019)



Harper Adams  
Univ (GB)  
(2017)

# Robotique & Production Végétale

## Catégorie 1 : Outils / Périphériques du robot SANS CONTACT avec environnement (sol, végétation) & SANS PREHENSION

Classification en 3 categories  
Source : A. Bechar  
Volcani Center - Israel

Proof of Concept (R&D Prototypes)	Early Semi commercial Trials	Early Commercial sales	Market Penetration	Maturity
 <p><b>DICK robot precision spraying</b> <i>Small Robot Company UK</i></p>  <p><b>Weedwaker</b> <i>ODD.Bot The Netherland</i></p>  <p><b>FarmDROID FD20 ROBOT</b> <i>Denmark</i></p>  <p><b>VinScout</b> <i>Univ Valencia Univ Rioja Spain</i></p>  <p><b>SentiV</b> <i>MEROPY</i></p>			 <p><b>AVO</b> <i>ecoRobotix Switzerland</i></p> 	

*Sprayer robots*

Niveaux de maturité Technologies robotique agricole

*Scouting robots*



## De nouveaux venus...



[https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/robot/google-presente-un-nouveau-robot-pour-repondre-aux-enjeux-agricoles\\_148516](https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/robot/google-presente-un-nouveau-robot-pour-repondre-aux-enjeux-agricoles_148516)

### Projet X - Mineral robot : Google révèle son nouveau robot pour le secteur agroalimentaire

*Des champs de blé à la culture du melon, un grand nombre de données a dû être récolté pour adapter le prototype aux réalités physiques des champs, tel que la hauteur ou la taille des rangées. **Il a fallu également entraîner l'intelligence artificielle à mieux connaître les plantes et leurs besoins, de la graine jusqu'au fruit mûr.** En combinant l'ensemble de ces informations avec des données météorologiques, géologiques et des images satellitaires, **Mineral devient donc capable de donner un bilan individuel des besoins des plantes.***

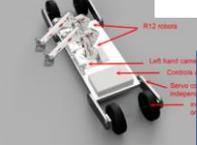
A/ Perception/Décision/Contrôle-Commande vue depuis la **tâche finale agronomique** à réaliser : un essor considérable en cours de l'IA  
**Une mobilisation nationale ? A l'initiative de ?** (avec un business modèle approprié pour mettre à disposition et/ou utilisation Data ?)

(B/ Un rôle / Perception/Décision/Contrôle-Commande de la fonction accroissement autonomie de déplacement des robots agricoles : un rôle à jouer de l'IA)

# Robotique & Production Végétale

## Catégorie 3 : Outils / Périphériques du robot EN CONTACT avec environnement (sol, végétation) & AVEC PREHENSION

Classification en 3 categories  
Source : A. Bechar  
Volcani Center - Israel

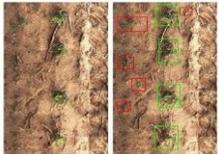
Proof of Concept (R&D Prototypes)	Early Semi commercial Trials	Early Commercial sales	Market Penetration	Maturity
	<p>Fieldwork Spin-Off Uni of PLYMOUTH UK</p> <p><a href="https://www.futurefarming.com/Machinery/Articles/2020/8/Delicate-raspberries-first-target-for-Fieldwork-robots-633737E">https://www.futurefarming.com/Machinery/Articles/2020/8/Delicate-raspberries-first-target-for-Fieldwork-robots-633737E</a></p>			
	<p>ST Agricobot ST ROBOTICS Carnegie Center Princeton USA</p>			
	<p>GARotics Green asparagus harvesting robot Bremen University Germany</p>			
	<p>ECHORD++ CATCH Cucumber gathering CSIC Spain</p> <p><a href="http://catch-echord.blogspot.com/p/blog-page_24.html">http://catch-echord.blogspot.com/p/blog-page_24.html</a></p>			

Niveaux de maturité  
Technologies robotique agricole

Harvesting  
robots

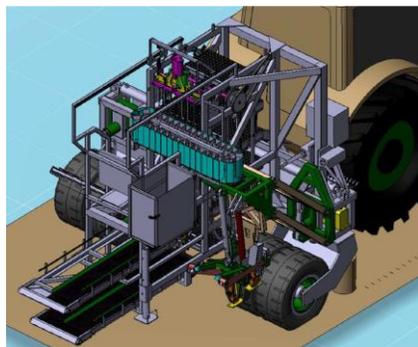


# Robots OUI, mais n'oublions pas également les Outils / Machines intelligentes

Proof of Concept (R&D Prototypes)	Early Semi commercial Trials	Early Commercial sales	Market Penetration	Maturity
<p><b>Catégorie 1 :</b> Outils <u>SANS CONTACT</u> avec environnement &amp; <u>SANS PREHENSION</u></p> <p><b>Catégorie 2 :</b> Outils <u>EN CONTACT</u> avec environnement &amp; <u>PAS</u> de PREHENSION</p> <p><b>Catégorie 3 :</b> Outils <u>EN CONTACT</u> avec environnement &amp; <u>AVEC</u> PREHENSION</p>			 <p><b>LETTUCE Bot 2</b> See and Spray smart machine <i>BLUE RIVER</i> USA</p>   <p><b>Smart hoeing machine</b> <i>GARDFORD</i> UK</p>  <p><b>Planteuse</b> <i>PlantTape</i> Spain</p> 	

# ➤ Robots OUI, mais n'oublions pas également les Outils / Machines intelligentes

**Catégorie 3 :**  
Outils EN CONTACT  
avec environnement  
& AVEC PREHENSION

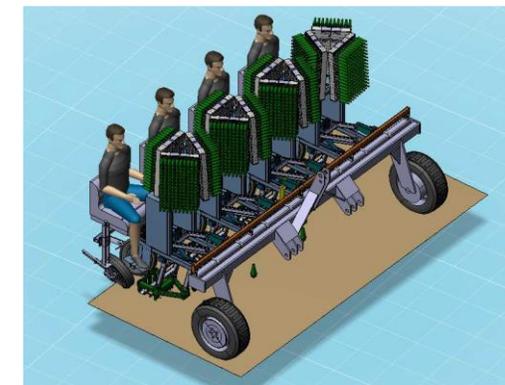


**Protected  
by patent**



INRAE – TSCF  
Clermont-Ferrand

*Planteuse-GC*

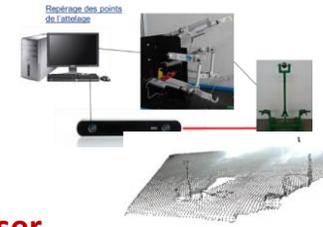


Conception disponible  
version semi-automatisée  
pour maraichage



# « La robotique ne commence pas au champ, mais dans la cours de l'exploitation agricole »

- Connexion (/ Déconnexion) des outils
- Apport énergie (avec installations appropriées/dimensionnées)
- Transport de la cours exploitation agricole aux parcelles
- Phase Déchargement (/Chargement) et Initialisation travail
- Gestion / optimisation de l'énergie électrique au champ



INRAE – TSCF  
Clermont-Ferrand

=> Robotiser  
aussi ces phases  
de la mission globale



« Carla » VW  
First mobile charging  
Robot for e-cars  
(2018)



=> Robotiser  
aussi ces phases  
de la mission globale !!

*Naïo Technologies and Varta collaborate to create an autonomous transportable charging station for robots.*

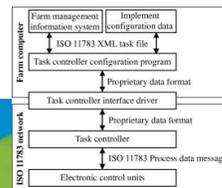
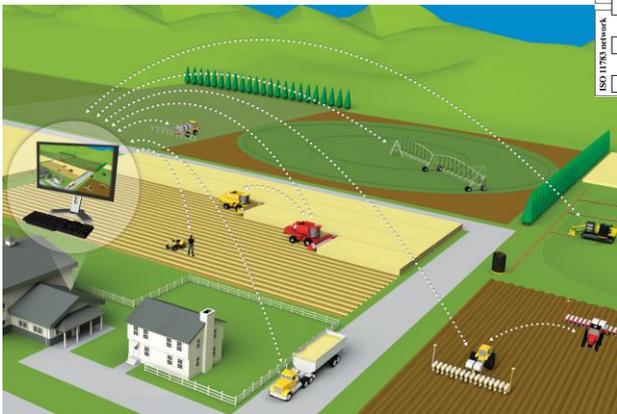
- Wireless solar or regenerative solutions,
- Robot automatically navigates to charging station

<https://www.futurefarming.com/Machinery/Articles/2020/11/Naio-and-Varta-create-remote-charging-station-for-robots-664433E/>

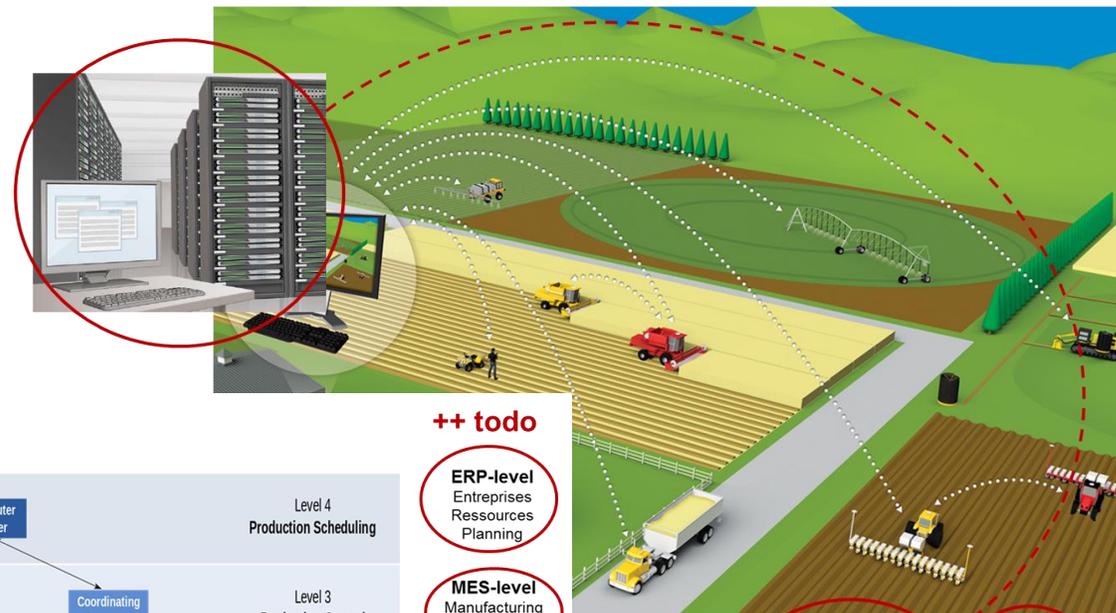
*The first prototype will be presented at the FIRA 2020 from 8th to 10th December 2020.*

# « Condition pour l'essor/développement de la robotique agricole : Nécessité de dépasser la machine !! »

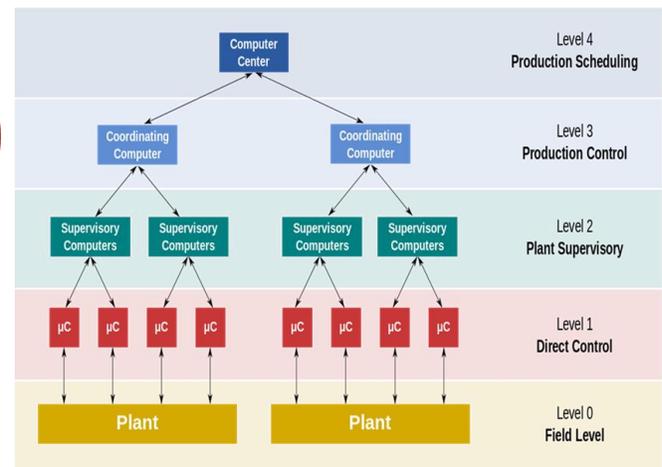
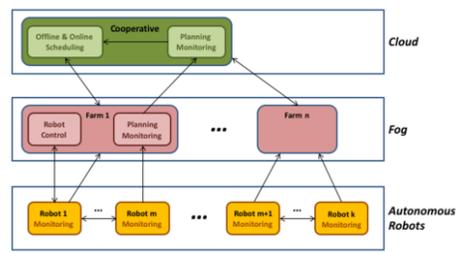
## Farm Management System Precision Agriculture Tools



## Farm Management System Integration de solutions robotiques



INRAE – TSCF  
Clermont-Ferrand



++ todo

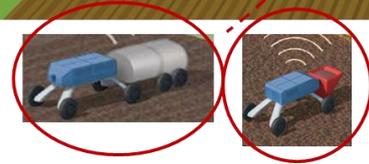
ERP-level  
Entreprises  
Ressources  
Planning

MES-level  
Manufacturing  
Execution System

Supervisory  
Control-level

PLC-level  
Programmable  
Logic controller /  
Machine Controller

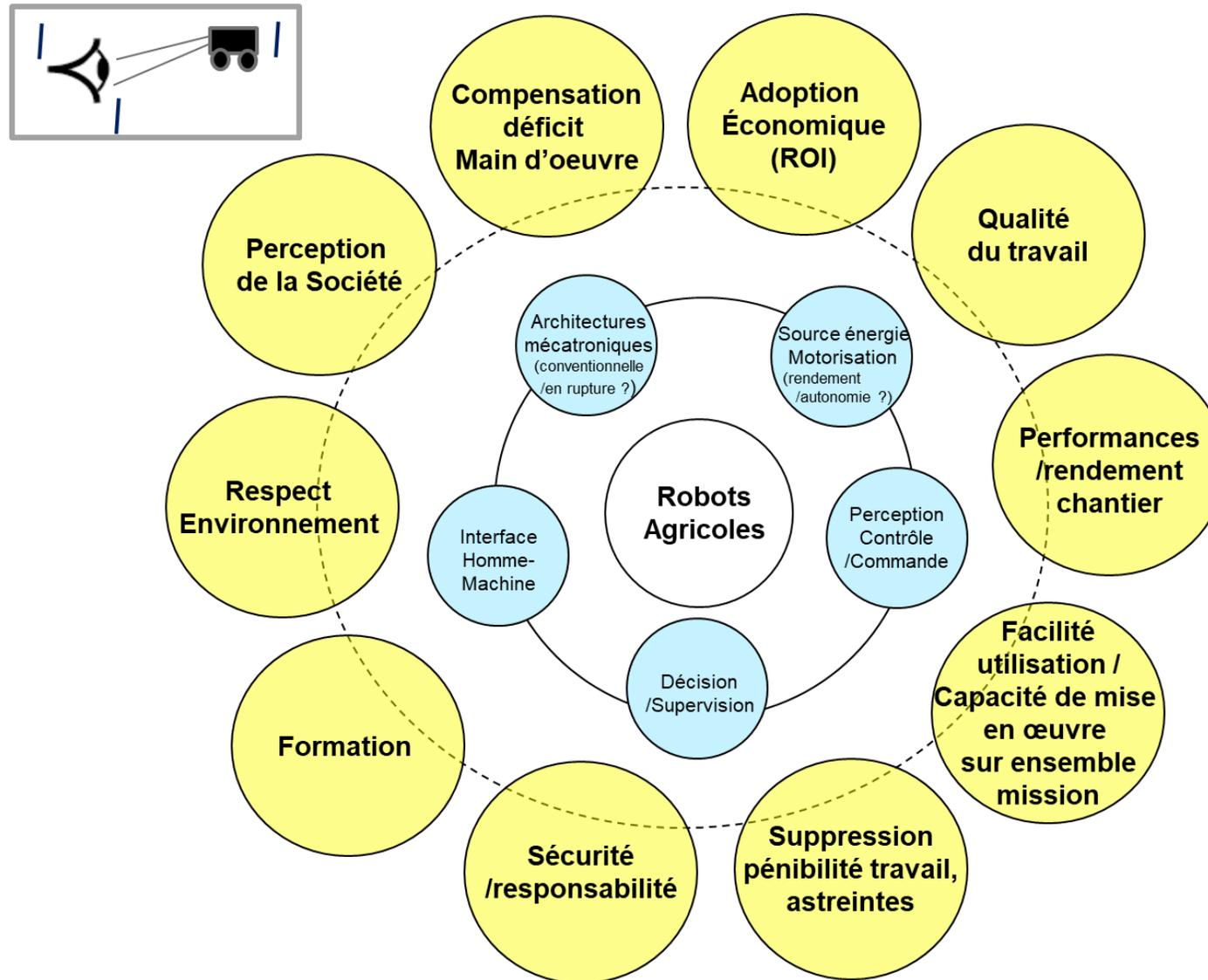
Device-level  
Input / Output  
signals  
Sensors / actuator



### 5 Functional levels of a manufacturing control operation in industry sector



## > Solutions robotisées : pas seulement une dimension technologique



# ➤ Transition Agro écologique & Technologies : deux chemins se font jour

En relation avec les 3 degrés de changement :

- **Efficiace** : Meilleure optimisation des intrants
- **Substitution** : intrants remplacés par des moyens biologiques et/ou interventions mécaniques
- **Reconception** : Système revu totalement pour maximiser l'utilisation des processus naturels / favoriser pleinement les bénéfices de la biodiversité

1/ Evolution incrémentale de solutions  
basée sur la poursuite de la mise en œuvre  
de machines de « grandes tailles »



Mosaïques de cultures  
@Boerderrijvande - The Netherlands



Exemples : Relay Cropping du côté de l'Iowa et Ontario - USA

2/ Evolution de rupture

basée sur solutions robotiques de petites/moyennes tailles  
favorisant « mosaïques multi-végétales de petites mailles »



Exemple : Almkerk Campus – The Netherlands

<https://www.futurefarming.com/Smart-farmers/Articles/2020/2/Pixel-farming-plots-of-10-by-10-centimeters-532286E/>



Source : C. Cariou - Inrae - TSCF

# Merci

[michel.berducat@inrae.fr](mailto:michel.berducat@inrae.fr)



@BerducatMichel