



# Désherbage intra-rang Le Challenge ROSE et le projet BIPBIP

Virginie BARBOSA<sup>1</sup>, Jean-Pierre DA COSTA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire national de métrologie et d'essais

<sup>2</sup> Laboratoire IMS & Bordeaux Sciences Agro



# Maraîchage et grandes cultures : le verrou du désherbage intra-rang

## Des pratiques agricoles en pleine mutation



- Fortes attentes sociétales (écologie, qualité, santé)
- Règlementation environnementale de plus en plus contraignante
- réduire l'usage des produits phytosanitaires
- s'orienter vers des solutions alternatives

## Le désherbage : une opération critique

- Pas d'herbicide à la fois sélectif et large spectre
- Diversité des cultures et itinéraires culturaux compliquant la mécanisation
- Désherbage manuel : difficultés de recrutement, pénibilité, coût financier



# Etat des lieux

## Des solutions opérationnelles pour l'inter-rang...

- Solutions attelées ou autonomes
- Désherbage chimique
- Désherbage mécanique :
  - Binage dans l'inter-rang
  - Au plus près du rang
  - Pour cultures formées et jeunes pousses

### Robot Oz - Naio Technologies



### Garford cultivator



### Garford Robocrop Jeunes Pousses



# Etat des lieux

Mais peu de solutions pour l'intra-rang !

**Pulvérisation de précision : la dose juste au bon endroit**

- Assistance par GNSS et Vision
  - Systèmes de buses adaptés
- **permet de réduire l'usage d'herbicides, pas de s'en affranchir !**

See and Spray (Blue River Technology)



I-Spray (Kuhn & Carbon Bee)



# Etat des lieux

Mais peu de solutions pour l'intra-rang !

## Binage de précision

- Quelques solutions tractées pour plantes développées



Steketee IC weeder



Garford Robocrop InRow



Naio Technologies

- **Pas pour semis/plantations denses, aux stades précoces**
- Quelques robots, prototypes et pré-séries : des vecteurs à équiper !



AgBot (QUT)



Anatis Carré



BoniRob (Bosch)

# Etat des lieux

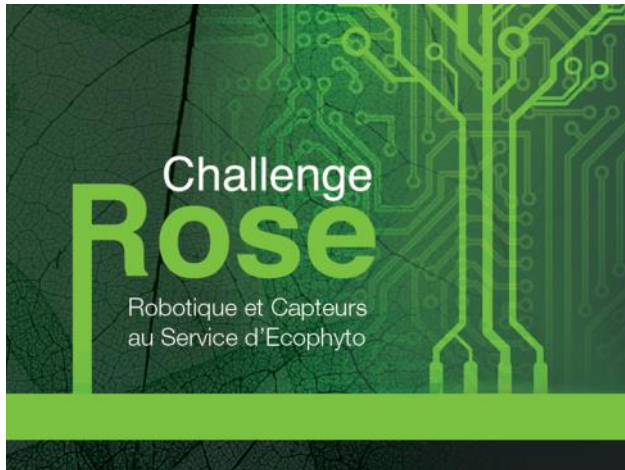
Mais peu de solutions pour l'intra-rang !

- Pour de nombreuses cultures : pas de solution aboutie
- Seul recours dans de nombreux cas... le désherbage manuel !



# Le Challenge ROSE

## Robotique et capteurs au service d'Ecophyto



### Qu'est ce qu'un challenge ?

- Instrument de financement spécifique de l'ANR
- Encourage plusieurs équipes à travailler **simultanément sur une même problématique**
- Stimule la **créativité** et le développement de **solutions innovantes** en incitant les chercheurs à confronter leurs idées
- Permet de **tester les performances** des solutions à intervalles réguliers lors de **campagnes d'évaluation**
- Favorise l'établissement de **standards** pour comparer différentes approches

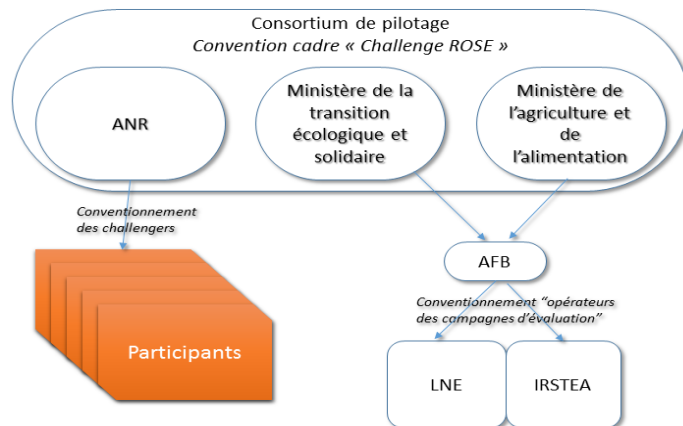
dans un esprit alliant **coopération et compétition**



# Le Challenge ROSE

## Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

Encourager le développement de solutions innovantes autonomes en matière de **dés herbages intra-rang** des adventices dans des **grandes cultures céréalières à fort écartement et cultures maraîchères de plein champ** afin de réduire de 50% l'usage de produits phytosanitaires





# Le Challenge ROSE

## Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

### Quatre projets financés

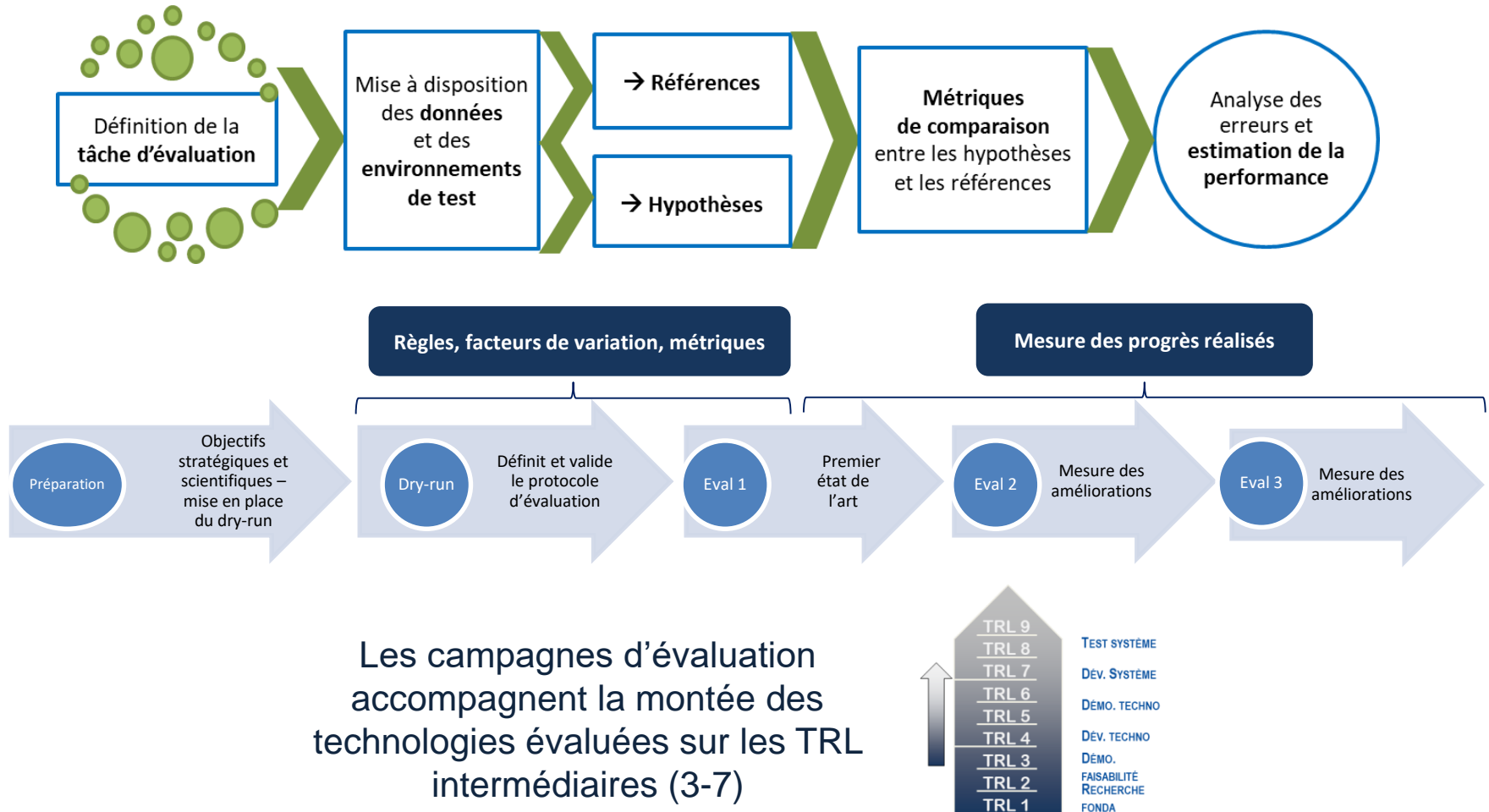
<b>Titre</b>	Bloc-outil et Imagerie de Précision pour le Binage Intra-rang Précoce	Perception Et binage autonome des cultures en Agriculture Durable	RObotics SENSorimotor loops to weed AUtonomously	Robot de désherbage localisé par procédé électrique haute tension combiné avec une gestion prédictive par vision hyper-spectrale et post-évaluation par drone
<b>Acronyme du projet</b>	<b>BIPBIP</b>	<b>PEAD</b>	<b>ROSEAU</b>	<b>WeedElec</b>
<b>Organisme coordinateur</b>	Laboratoire IMS, UMR 5218 CNRS, Univ. Bordeaux, Bordeaux INP) Equipe MOTIVE	Institut de recherche Xlim (UMR CNRS 7252, multi-sites Limoges, Poitiers, Brive, Angoulême) Equipe REMIX	SITIA (Société d'ingénierie)	UMR Itap Information, Technologies, Analyse environnementale, Procédés agricoles (Irstea, Montpellier SupAgro) Equipes COMIC et PEPS
<b>Partenaires académiques</b>	Bordeaux Sciences Agro Bordeaux INP CNRS Univ. Bordeaux (IMS, Labri équipe Rhoban)	CNRS Université de Limoges (Xlim)	INRA (UMR Agroécologie) IRSEEM	Irstea CIRAD (AMAP, UR AIDA ) INRIA ( ZENITH, LIRMM) INRA (UMR EMMAH/UAPV)
<b>Partenaires techniques et économiques</b>	Les Fermes Larrère Elatec CTIFL	CARBON BEE SABI AGRI	Les chambres régionales d'Agriculture de Pays de la Loire et de Bretagne	AGRIAL



# Le Challenge ROSE

## Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

### Focus sur les campagnes d'évaluation en IA



# Le Challenge ROSE

## Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

### Focus sur les campagnes d'évaluation en IA

Les campagnes d'évaluation doivent garantir :

- La **répétabilité** des mesures de performance et la **reproductibilité** des expérimentations
- L'**équité** de traitement des participants (mêmes règles et environnements de test)
- La **comparabilité** des résultats



Définition de protocoles et des métriques associées aux critères d'évaluation  
= PLAN D'EVALUATION



# Le Challenge ROSE

## Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

### Le plan d'évaluation précise notamment :

- les tâches à réaliser par les solutions évaluées ;
- les modes opératoires ;
- les moyens et outils de comparaison (parcelles, données, etc.) ;
- les critères et métriques d'évaluation ;
- les formats de données attendus pour l'évaluation ;
- les informations nécessaires pour participer aux évaluations (calendrier, règlement, etc.).

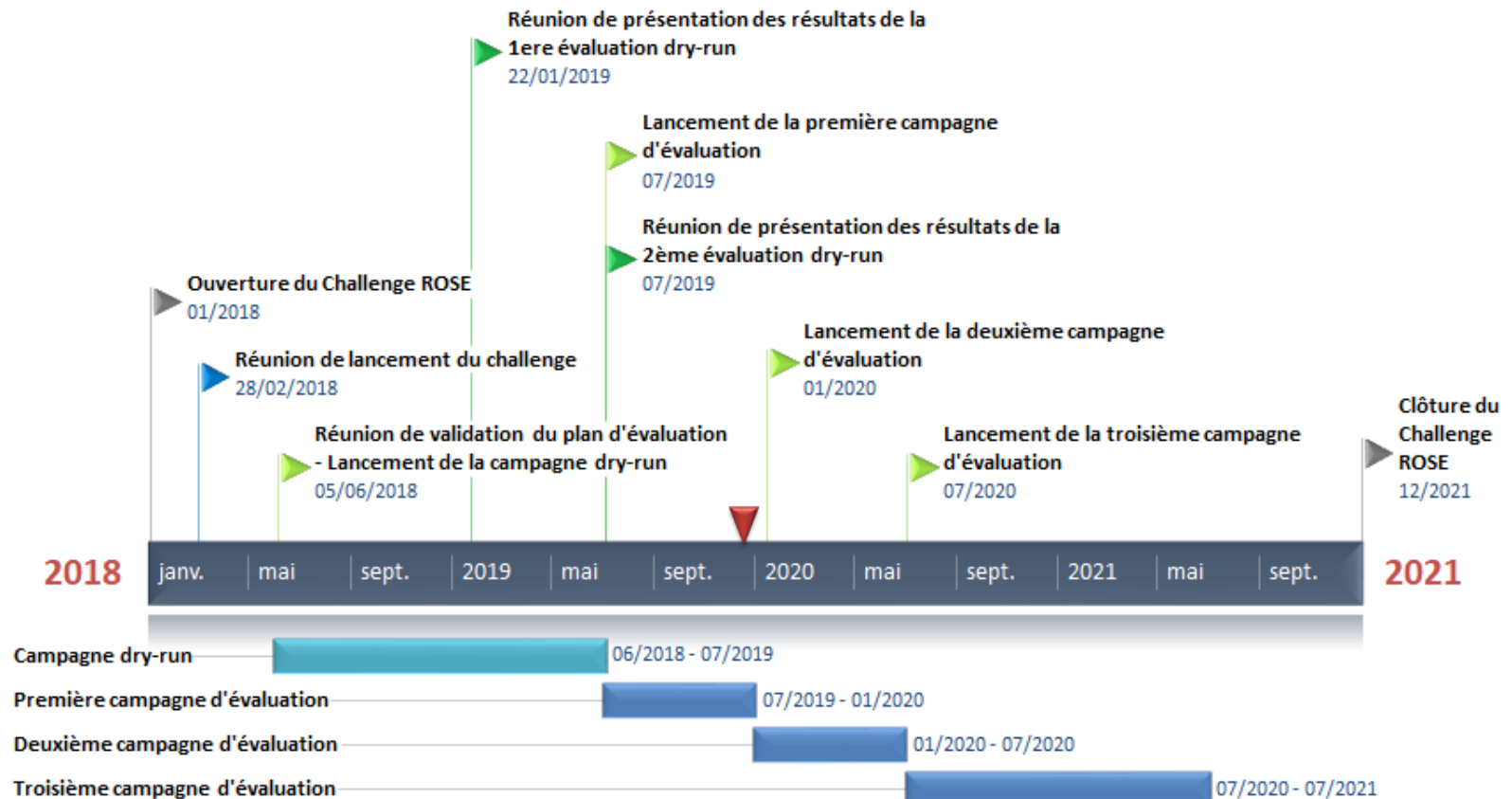
**Le plan d'évaluation est construit en concertation avec les consortiums participant au challenge**



# Le Challenge ROSE

Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

## Macro-planning du challenge ROSE



# Le Challenge ROSE

## Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

### Critères d'évaluation du challenge ROSE

- Le niveau atteint de réduction de l'utilisation des herbicides et de l'ensemble des produits phytopharmaceutiques
- L'état sanitaire général de la culture et le maintien du rendement des cultures
- Les coûts (temps de travail/rendement de chantier/consommation énergétique/charges opérationnelles totales)
- L'acceptabilité de la solution par les utilisateurs
- L'intégrité de l'environnement ;
- Les risques d'exposition pour l'utilisateur ou les riverains lors de l'utilisation et l'entretien des outils.



# Le Challenge ROSE

Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

## Les tâches évaluées lors de la première campagne d'évaluation

- ✓ Evaluation de la détection des adventices et cultures
- ✓ Evaluation de l'action de désherbage sur parcelle
- ✓ Evaluation globale sur parcelle



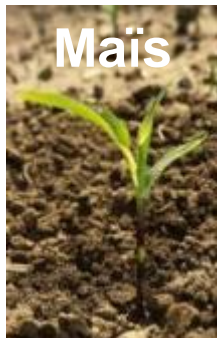
AgroTechnoPôle site Irstea Montoldre

# Le Challenge ROSE

## Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

### Types de cultures implantées :

- grande culture à fort écartement : **maïs** (inter-rangs 75 à 80 cm, inter-pieds 14 cm)
- cultures légumières de plein champ : **haricot** (inter-rangs 15 à 30 cm, inter-pieds 3 à 8 cm)



### Types d'adventices implantées :

à port étalé (horizontal) :

- Adventices modèles : **moutarde**
- Adventices naturelles : **matricaire**.

à port érigé (vertical) :

- Adventices modèles : **ray grass**
- Adventices naturelles : **chénopode**.



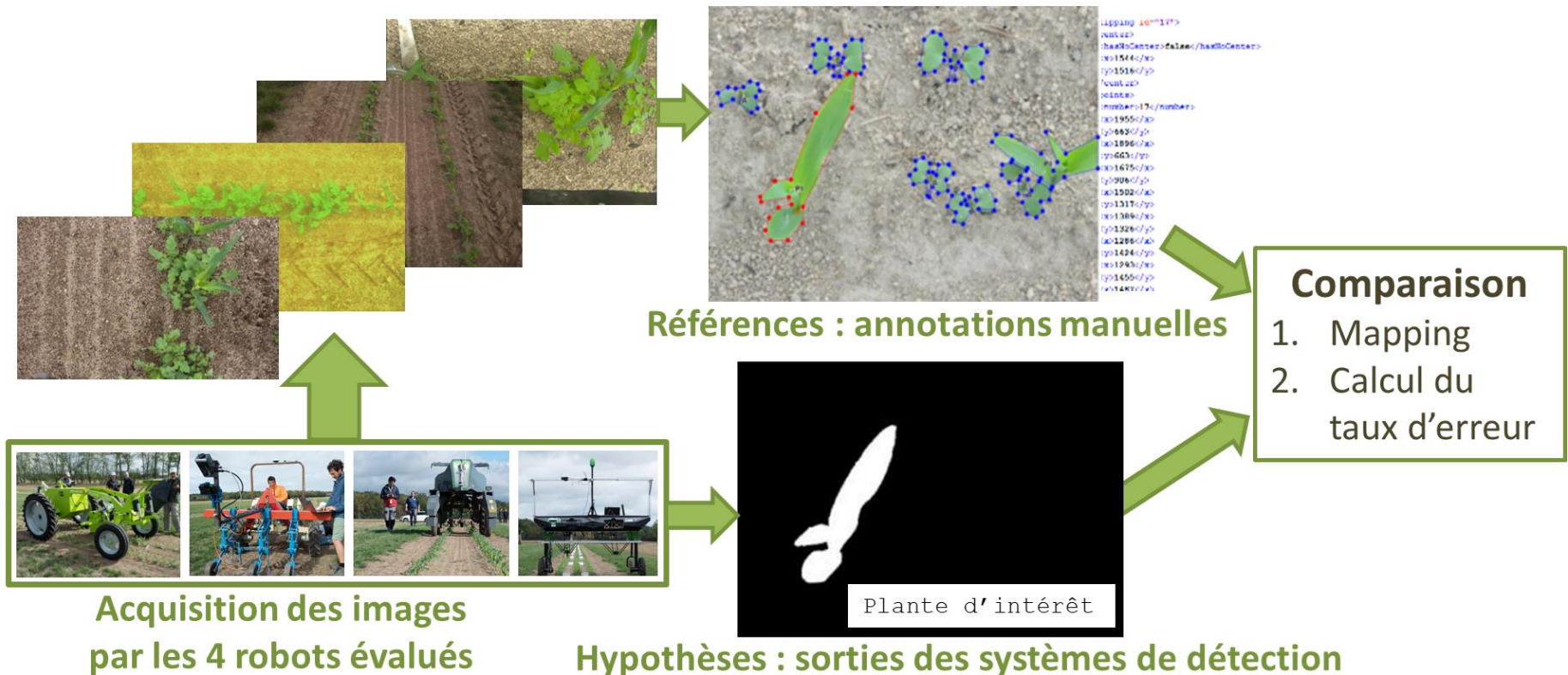


# Le Challenge ROSE

## Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

### Evaluation de la détection des adventices et cultures

Objectif : déterminer la position des adventices et/ou des plantes d'intérêt sur les images

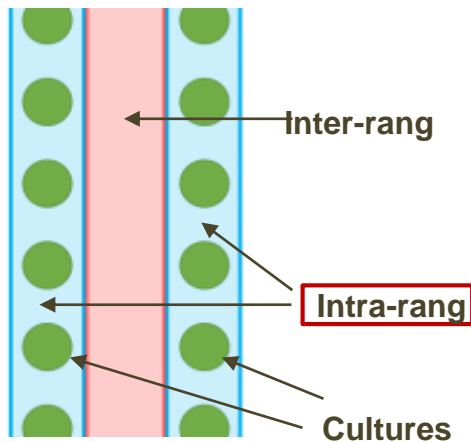


# Le Challenge ROSE

## Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

### Evaluation de l'action de désherbage sur parcelle

**Objectif :** désherber les adventices indiquées par des marqueurs jaunes sans endommager les cultures indiquées par des marqueurs bleus

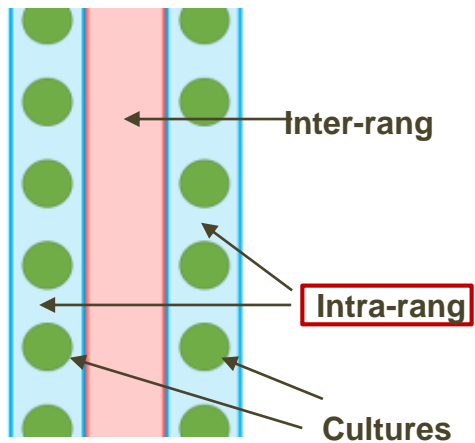


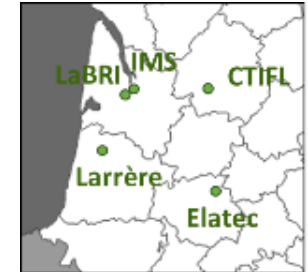
# Le Challenge ROSE

Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

## Evaluation globale sur parcelle

**Objectif :** désherber les adventices sans endommager les cultures










# Le projet BIPBIP

## Bloc-outil et Imagerie de Précision pour le Binage Intra-rang Précoce

### Un consortium (presque) régional...

Partenaires	Compétences
 Laboratoire IMS Bordeaux Sciences Agro	Traitement d'image, vision par ordinateur Proxidétection en agriculture
 Elatec	Conception et fabrication d'agro-équipements
 LaBRI – Equipe Rhoban	Informatique, robotique Robots pour l'agriculture de précision
 Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes	Recherche et transfert pour les cultures légumières et fruitières
 Larrère et Fils	Maraîchage et Grandes Cultures, Agriculture biologique et conventionnelle



# Le projet BIPBIP

## Bloc-outil et Imagerie de Précision pour le Binage Intra-rang Précoce



### Les lignes directrices du projet

Un système de désherbage qui garantisse efficacité et acceptabilité par la profession :

- compatible avec de multiples cultures et itinéraires techniques (y compris biologique) ;
- efficace sur les adventices sans détériorer les cultures ni l'état de surface du sol ;
- applicable dès les premières semaines après semis ;
- rapide pour assurer un débit chantier suffisant ;
- propre et peu énergivore.



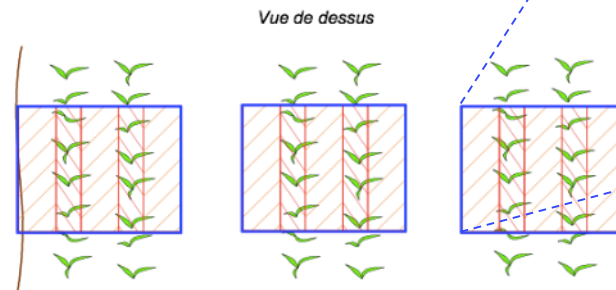
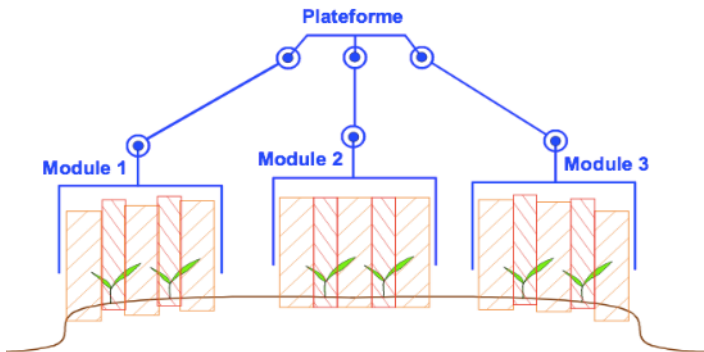
# Le projet BIPBIP

## Bloc-outil et Imagerie de Précision pour le Binage Intra-rang Précoce



### Un bloc-outil de binage assisté par imagerie :

- Dédié au désherbage d'un rang unique (ou double-rang),
- Conçu pour être tracté/embarqué par n'importe quel porteur agricole
- Utilisable seul ou répliquable pour traiter plusieurs rangs de cultures



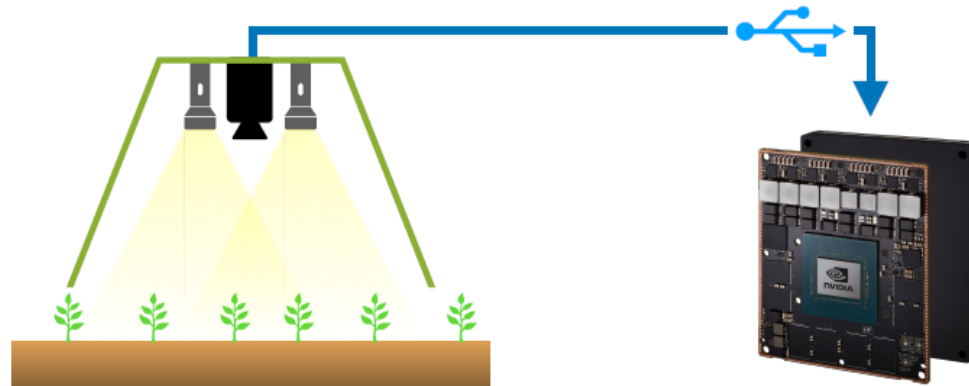
# Le projet BIPBIP

## Bloc-outil et Imagerie de Précision pour le Binage Intra-rang Précoce



### Détection des cultures : un système de vision dédié

- caméra RVB industrielle (Basler acA2500-gc),
- tunnel opaque avec éclairage contrôlé (panneaux de LEDs),
- ordinateur embarqué dédié à l'IA (NVIDIA Jetson Xavier),
- architecture Deep Learning Tiny Yolo pour détecter / localiser les cultures.

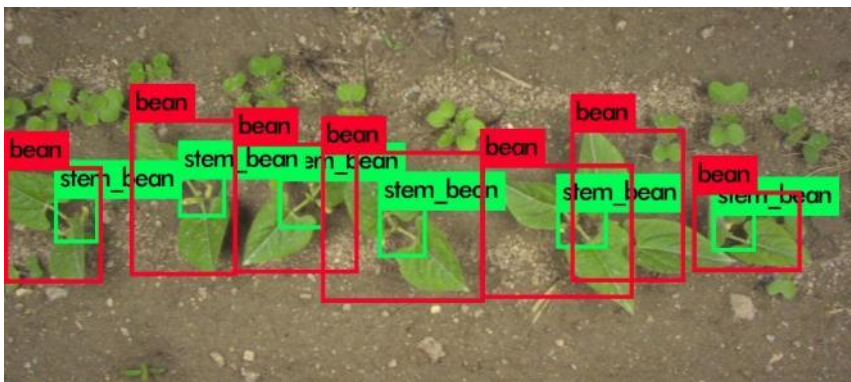
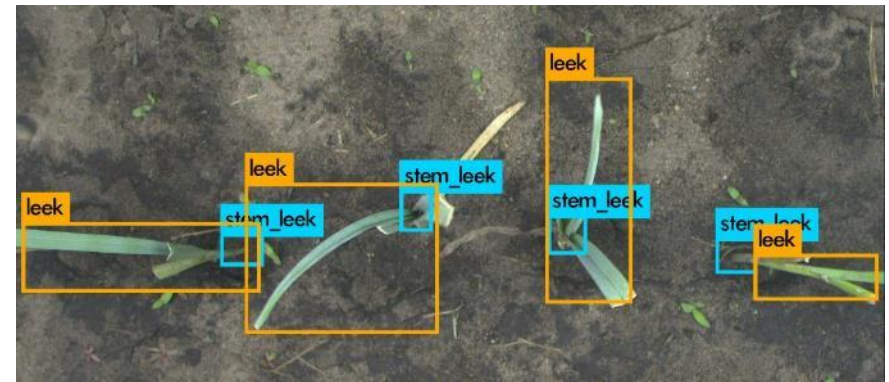


# Le projet BIPBIP

## Bloc-outil et Imagerie de Précision pour le Binage Intra-rang Précoce



### Détection des cultures : un système de vision dédié



MAP Scores	Speed	Bean	Bean stems	Maize	Maize stems
Tiny Yolo v3 *	30 frames/s	91%	-	94%	-
Tiny Yolo v3 Pan 3	15 frames/s	92%	75%	96%	84%

\* L. Lac et al., ECPA, 2019, Montpellier, France.





# Le projet BIPBIP

## Bloc-outil et Imagerie de Précision pour le Binage Intra-rang Précoce



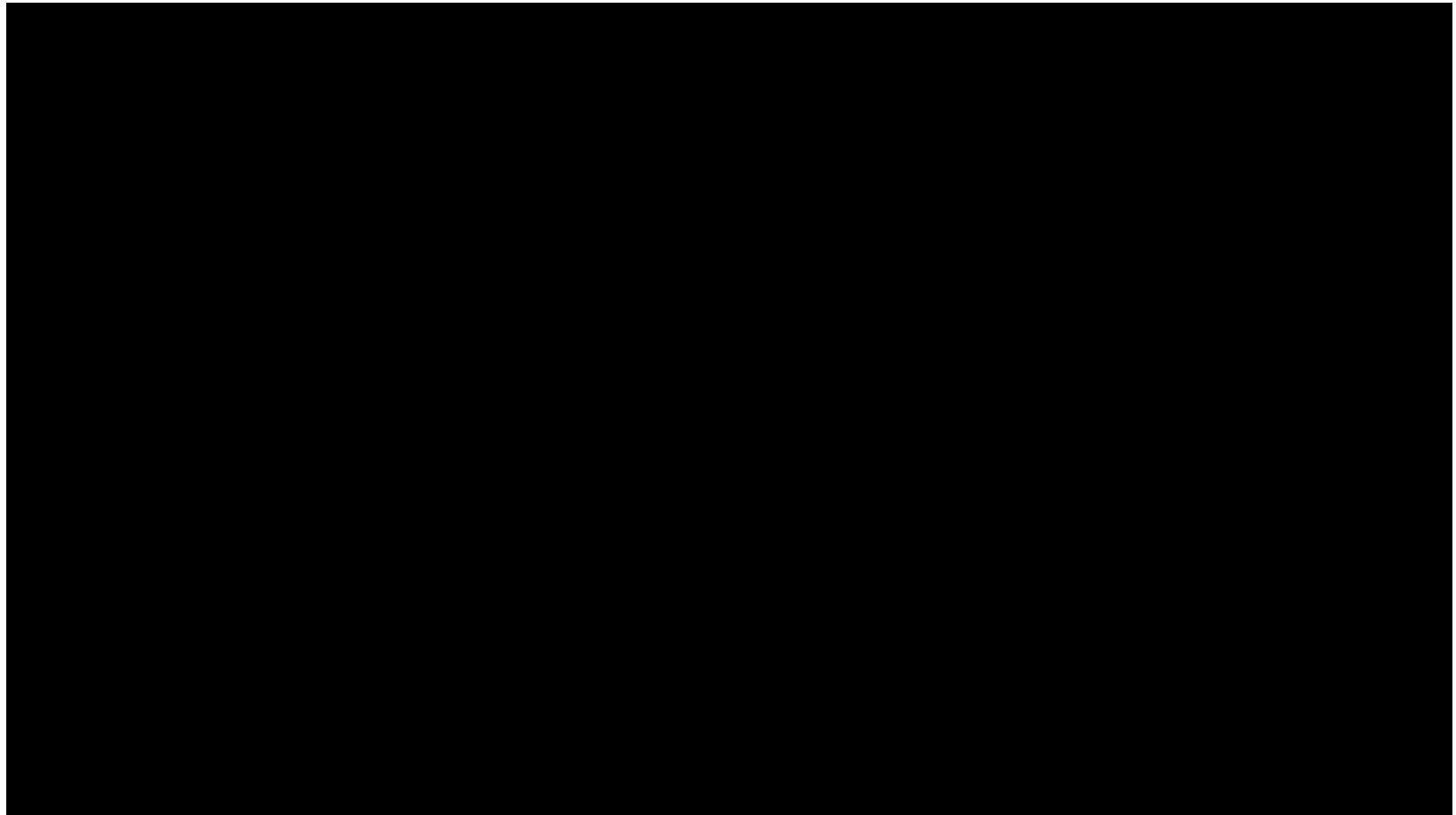
### Désherbage mécanique intra-rang

- Un bloc-outil dédié au **binage d'un rang** :
  - Porté sur les 3-points
  - Un bloc-outil par rang (réplicable)
  - Asservissement latéral (assisté par vision)
  - Asservissement vertical (assisté par Lidar)
- **Impact environnemental minimal** :
  - Système électro-mécanique
  - Energie électrique
    - 0 pesticide, 0 pollution parasite
- Des outils adaptés au **binage de précision**
  - outils fixes de binage au + près du rang
  - outils mobiles interchangeables.
    - Préserver les cultures et l'état du sol



# Le projet BIPBIP

Bloc-outil et Imagerie de Précision pour le  
Binage Intra-rang Précoce



# Conclusions et perspectives

## Pour le projet BIPBIP

- Preuve de concept achevée :  
une chaîne « détection → décision → action » opérationnelle
- Développement à poursuivre :
  - Détecter dans toutes les conditions
  - Désherber dans toutes les conditions
- Industrialisation à mener...

## Pour le Challenge ROSE

- Levée de verrous scientifiques, technologiques, méthodologiques
- Etablissement de standards et de références
- Méthodologie d'évaluation et base de données d'images annotées partagées et réutilisables
  - au delà du challenge ROSE
  - par l'ensemble des acteurs développeurs de solutions



# Le Challenge ROSE

Robotique et capteurs au service d'Ecophyto

## Pour continuer à nous suivre ...

### ...et utiliser les outils partagés

Site internet du challenge :  
[www.challenge-rose.fr](http://www.challenge-rose.fr)

### Prochains RDV possibles :

- FIRA 2019
- SIA 2020
- Robocup 2020
- Publication des résultats
- Mise à disposition des outils
- ...



#### Actualités

5 juillet 2019

Journée de rencontre recherche-industrie – 26 septembre 2019

Les organisateurs du challenge vous donnent rendez-vous le jeudi 26 septembre 2019 à Montigny pour une journée recherche-industrie

[Lire la suite](#)

7 juin 2019

Seconde rencontre de la campagne d'évaluation dry-run

Les participants au challenge avaient rendez-vous avec les organisateurs courant mai 2019.

[Lire la suite](#)

14 mai 2019

Le challenge ROSE et les robots participants présentés à SNCF Réseau

Journée rencontre sur le thème 'Outils intelligents de l'Agriculture à la maîtrise de la végétation'

[Lire la suite](#)

