



# AGROÉQUIPEMENTS INNOVANTS

**Maryse L. Leblanc**, PhD, Agr. Chercheure en malherbologie

Plateforme d'innovation en agriculture biologique, St-Bruno-de-Montarville

7 décembre 2018



# AGROÉQUIPEMENTS

## Équipements utilisés pour la production agricole

- Génèrent en moyenne 50 % des charges fixes d'une exploitation agricole,
- Leviers aux changements de pratiques pour les agriculteurs,
- Sont privilégiés pour aider les agriculteurs dans la mise en place de pratiques **triplement performantes** soit au niveau **économique**, **environnemental** et **social**.

# AGROÉQUIPEMENTS

- Pour atteindre un équilibre entre les performances économiques, environnementales et sociales, le pilotage et la réalisation des interventions requièrent un **haut niveau de précision** auquel l'agriculteur doit faire face.
- Le recours à des **agroéquipements innovants** permet de répondre à ces enjeux de performance.

# AGROÉQUIPEMENTS INNOVANTS

**Perspectives d'innovation en agroéquipements** reposent sur

- l'automatisation
- la robotisation
- la technologisation impliquant l'intégration de nouvelles technologies (les capteurs ...)
- les informations numériques permettant de tenir compte en temps réel de nouveaux paramètres
- une centralisation et interconnexion des informations.

À l'inverse de d'autres secteurs, les agroéquipements évoluent dans des **conditions naturelles** dont leur **performance** est **variable** en fonction de celles-ci.

# EN QUATRE CATÉGORIES

**1.**  
**MACHINES +/- AUTONOMES**  
Tracteur, robot, drone...

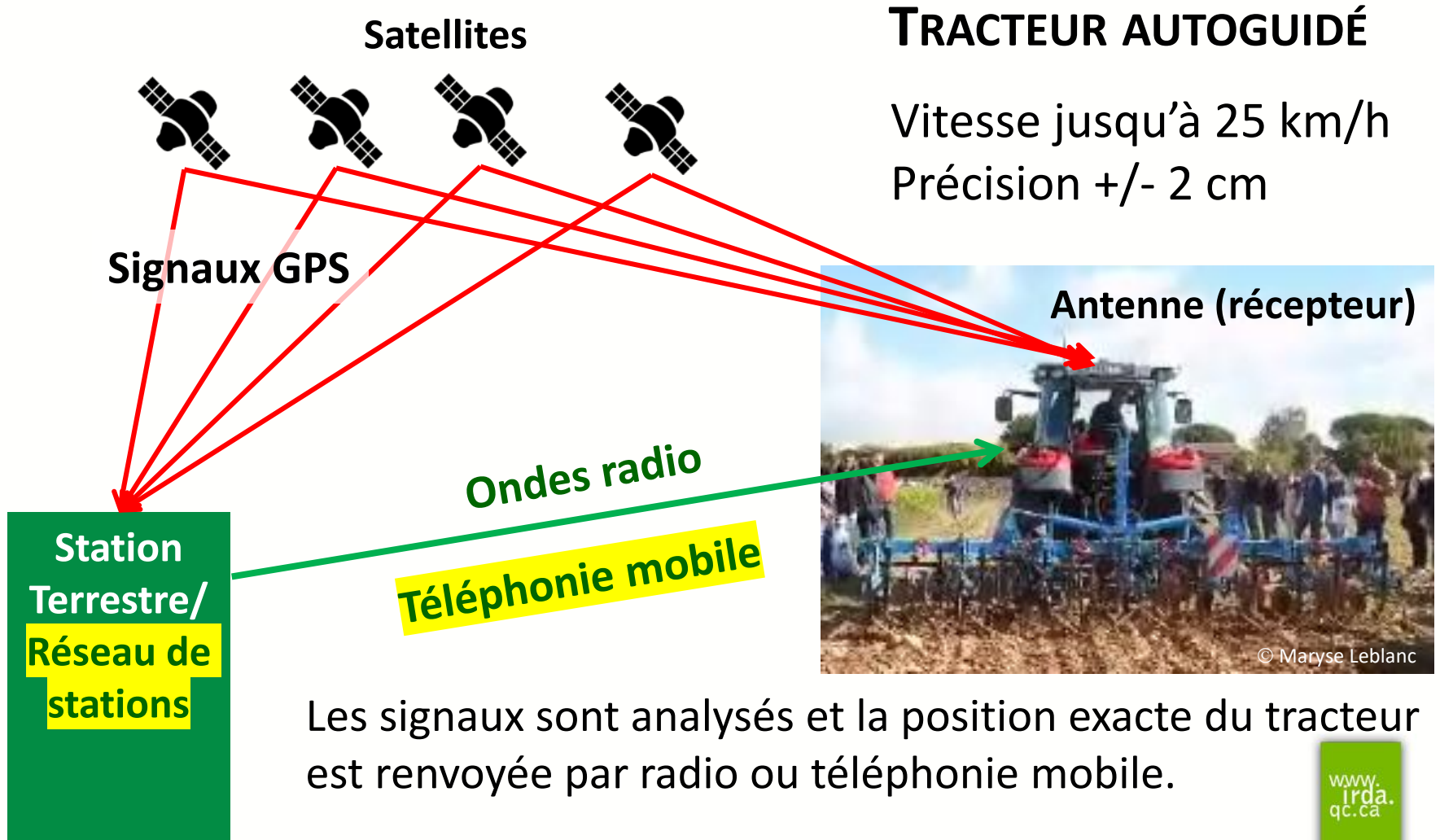
**2.**  
**OUTILS MÉCANIQUES**  
en lien avec la machinerie  
agricole: sarcler, semoir,  
épandeur...

**3.**  
**OUTILS DE PRÉCISION**  
GPS/RTK, autopilotage, caméra,  
système de guidage, imagerie satellite,  
capteurs, dispositif de contrôle...

**4. SYSTÈMES D'INFORMATIONS**  
Outils d'aide à la décision, traçabilité, modélisation et prévision,  
apprentissage profond (deep learning)

# OUTILS DE PRÉCISION

## GPS RTK (en temps réel)

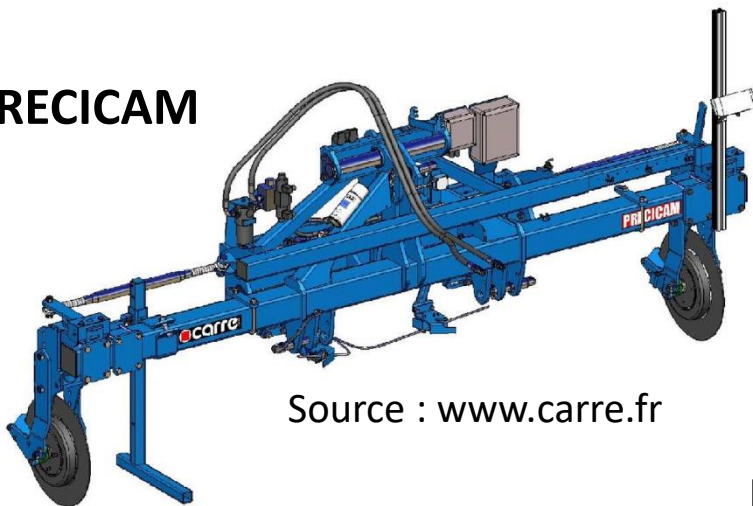




# OUTILS DE PRÉCISION

## SYSTÈME DE GUIDAGE PAR CAMÉRA

PRECICAM



Source : [www.carre.fr](http://www.carre.fr)



Déplacement horizontal

Corrige automatiquement toute déviation du tracteur par rapport aux lignes de plantation.

Permet d'augmenter la vitesse 12-15 km/h, précision 1,5 à 2 cm.



Sarcleur attelé à un système de guidage

# CAMÉRA de plus en plus sophistiquée!

## CAMÉRA 3D CULTICAM

[www.claas.fr](http://www.claas.fr)



Caméra 3D haute définition pour la commande du binage entre les rangs, de **CLAAS** en collaboration avec **Einböck**, **Hatzenbichler**, **Carré SAS** et **Bednar FMT**.

## CAMÉRA 3D IC LIGHT

[www.steketee.com](http://www.steketee.com)



- Lit toutes les couleurs, ombre, reflet
- 80 cultures
- Peut biner la nuit



# OUTILS ROBOTISÉS TRACTÉS

- **ROBOVATOR** (DANEMARK)
- **IC-WEEDER** (PAYS-BAS)
- **ROBOCROP INROW** (ANGLETERRE)
- **SEE & SPRAY** (CALIFORNIE)

Sarclours/pulvérisateurs intelligents  
qui distinguent la culture des mauvaises herbes

# ROBOVATOR F. Poulsen Engineering ApS, Danemark



- Deux lames sarcleuses qui s'ouvrent et se ferment.
- Détection des mauvaises herbes basée sur leur différence de taille avec les plants de la culture.

Chaque unité de binage est contrôlée individuellement par:



**Une caméra + lumière**



**Un ordinateur**



## Vidéo: Robovator



<https://www.youtube.com/watch?v=bhdeCk5PJGU>

- Vitesse entre 2-8 km/h
- Sarcle 3-4 plants/sec/rang

## PYRODÉSHERBEUR ROBOTISÉ



Source : [www.visionweeding.com/thermal-weeding/](http://www.visionweeding.com/thermal-weeding/)



# IC-WEEDER Steketee, Pays-Bas



- Images lues par des caméras numériques,
- analysées par un microprocesseur
- qui commande l'ouverture et la fermeture pneumatiques des lames sarcleuses sur les rangs, entre chaque plant, indépendamment.

## Vidéo: IC-Weeder



<https://www.youtube.com/watch?v=dR9BDyTv-tc>

- Vitesse jusqu'à 5 km/h
- Sarcle 4 plants/sec/rang



# ROBOCROP INROW

Garford, Angleterre



- Analyse d'images vidéo pour détecter l'emplacement de chaque plant afin de sarcler mécaniquement entre les rangs et entre les plants.
- Pour les cultures plantées à intervalle régulier, avec un feuillage qui reste à distance du plant suivant (laitue, chou, céleris, etc)

## Vidéo: Robocrop INROW



Tillet et Hagues Technology

[www.youtube.com/c/nicktillett](http://www.youtube.com/c/nicktillett)

Sarclé 4 plants/sec/rang

Précision 8 mm

Chaque caméra voit une largeur de 2 m

[www.garford.com](http://www.garford.com)

[www.irda.qc.ca](http://www.irda.qc.ca)



# SEE & SPRAY

Blue River Technology, Californie



JOHN DEERE



**LETTUCE BOT**

Source : [www.bluerivertechnology.com](http://www.bluerivertechnology.com)



**SEE & SPRAY**

Source : [www.bluerivertechnology.com](http://www.bluerivertechnology.com)

Éclaircir les laitues



Distinguer les mauvaises  
herbes de la culture



Source : [www.bluerivertechnology.com](http://www.bluerivertechnology.com)

Commercialisation 2018?

[www.bluerivertechnology.com](http://www.bluerivertechnology.com)

[www.irda.qc.ca](http://www.irda.qc.ca)



# Les ROBOTS sont dans le pré!

## ROBOTS AUTONOMES

**VOLANTS**

**TERRESTRES**

**DRONES**

**MINI  
ROBOTS**

**PLATEFORME  
ROBOTISÉE  
(porte-outils)**

**+ OUTILS  
ROBOTISÉS**

[www.youtube.com/watch?v=CReaedEF41w](http://www.youtube.com/watch?v=CReaedEF41w)

Traitements phytosanitaires/collecte de données

# ROBOT AUTONOME VOLANT

# ROBOT AUTONOME VOLANT

## DRONE AGRAS MG-1 DJI Enterprise, Chine



[www.youtube.com/watch?v=IH\\_kGijV8so](http://www.youtube.com/watch?v=IH_kGijV8so)

- Application précise de taux variables de pesticides/engrais.
- Ajuste automatiquement sa pulvérisation en fonction de la vitesse de vol.
- Transport de 10 kg liquide.
- Couvre 0,4-0,6 ha en 10 min = 2,4-3,6 ha/h (7-10 acres/h).

[www.dji.com/fr/mg-1](http://www.dji.com/fr/mg-1)

# ROBOT AUTONOME TERRESTRE

## MINI ROBOT

# TERTILL

Franklin Robotics, Massachusetts

## ROBOT DE DÉSHÉRBAGE À L'ÉNERGIE SOLAIRE POUR LE JARDIN



<https://www.youtube.com/watch?v=VwTWhMbnq9g>

- À l'épreuve de l'eau et peut donc rester dehors les jours de pluie.
- Connexion Bluetooth pour communiquer avec lui à l'aide de votre cell.
- Désherbe seulement les petites mauvaises herbes.

[www.franklinrobotics.com](http://www.franklinrobotics.com)

[www.irda.qc.ca](http://www.irda.qc.ca)



## ROBOT DÉSHERBEUR ET D'ASSISTANCE AU TRAVAIL



- Dimension Lo 1 m x La 40 cm x H 60 cm
- Communication via SMS



- Poids 110-150 kg
- Vitesse 1,3 km/ha
- 4 roues motrices
- Électrique (2 x 12V)
- Autonomie 4-10 h
- 48 rangs de 100 m = 4 h de travail

[www.youtube.com/watch?v=EPxDZYhQSds](http://www.youtube.com/watch?v=EPxDZYhQSds)

Commercialisé



# Plusieurs micro outils de désherbage adaptables



+ rasette à brosse, bineuse à ressorts, élément cultivateur, herse droite, remorque de transport; siège bas de travail à roulettes...

# BOB le chenillard

Naïo, France



- Poids 200-300 kg
- Énergie électrique
- **3 km/h**
- 4-8 h autonomie
- Vignes étroites:  
1 m / 1,5 m
- Pépinières
- 1-3 ha/jour

<https://www.youtube.com/watch?v=MjdJM8ADZlc>

- Guidage autonome par caméra, laser et/ou GPS.
- Peut se déplacer dans des situations de reliefs/pentes et à plat.
- Travaille l'inter-rang avec des outils de binage (socs, cultivateurs), sous/sur le rang avec des interceps passifs (lames, doigts bineurs).

Commercialisé en 2018?

# ROBOT AUTONOME TERRESTRE

**PLATEFORME ROBOTISÉE  
PORTE-OUTILS**



# DI-WHEEL CONCEPT

Université de Sydney, Australie



The di-wheel consists of two powered wheel modules joined by an expandable central shaft.

<https://www.youtube.com/watch?v=ytaJuQt6d-E>

Pour la collecte de données et le transport.



# DINO l'enjambeur de planche

Naïo, France

- Poids 600 kg
- Vitesse 3-4 km/ha
- Planches 1,2-1,8 m
- 4 roues motrices
- Électrique (2 x 12V)
- Autonomie 4-8 h



<https://www.youtube.com/watch?v=JZu7oYSzWjw>

Commercialisé

- Dimension Lo 2,5 m x La 2,1 m x H 1,3 m
- Guidage autonome par GPS RTK + carte de la parcelle
- Outils de désherbage adaptables
- Communication via SMS lorsqu'il a fini

www.naio.fr

www.  
irda.  
qc.ca

# TED l'enjambeur de vigne Naïo, France



[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=14&v= FYJm4m2YPg](https://www.youtube.com/watch?time_continue=14&v=FYJm4m2YPg)

- Poids 800 kg
- 1,8 m de large x 2 m de haut
- 4 roues motrices et directrices
- Energie électrique
- 4 km/h

Commercialisation 2019?

# ANATIS CARRÉ, France

- Communication par SMS
- Poids 800 kg
- Électrique 3 batteries
- Autonomie 4 h
- Temps de recharge 4h
- 4 roues motrices directionnelles



- Lo 1,95 m x La 2 m x H 1,45 m <https://www.youtube.com/watch?v=H50W2EEUOVQ>
- Voie réglable 1,45 à 2,05 m pour différentes largeurs de planches
- Se déplace par analyse de l'environnement avec caméra, GPS
- T°C: ext. par capteur, du sol à 10 cm par sonde
- Hygrométrie : de l'air par capteur, du sol à 10 cm par sonde
- Enherbement et densité de la culture

Commercialisé



## PORTE-OUTILS AUTONOME



- 50 HP diésel
- 4 roues motrices
- Vitesse 6-8 km/h
- Attelage 3-points
- Aussi disponible avec PTO
- Supporte l'hydraulique externe
- Prend en charge une large gamme d'équipements : semoirs de précision, sarclours entre-rangs...
- Largeur de travail 1,8-3 m

<https://www.youtube.com/watch?v=jDslivep93k>

- Facile à transporter car il ne pèse qu'une tonne.
- Sa capacité de levage peut atteindre 1 000 kg.

Commercialisé

# Plateforme PUMAgri

SITIA, France

- Poids 2 t
- Vitesse 8-10 km/h
- Attelage 3-points à l'arrière
- Motorisation hybride diesel/électrique
- Autonomie 24 h = 10 h de travail
- 15 ha/j



[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=108&v=dmWz6mvF6Ck](https://www.youtube.com/watch?time_continue=108&v=dmWz6mvF6Ck)

- Guidage par interface GPS RTK, complété par la capacité du robot à suivre des rangs, notamment de vigne, grâce à ses capteurs.
- Divers **outils de travail du sol** et **outils viticoles pour enjambeur** pour l'entretien en vert de la vigne (rognage, effeuillage) et devrait aussi pouvoir réaliser de la pulvérisation.

Commercialisation 2019?

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

# Plateforme DOT

Dot Technology Corp, Saskatchewan

Poids 5,7 t  
Diésel  
173 HP



[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=89&v=TQUZjldryZ8](https://www.youtube.com/watch?time_continue=89&v=TQUZjldryZ8)

Plus de 100 outils pourraient être adaptés DOT Ready™.

- Semoir pneumatique
- Pulvérisateurs de 18,3 m (60 pi) + réservoir de 1 000 gallons
- Rouleau de 12,5 m (41 pi)
- Chariot à grains de 500 boisseaux

Commercialisé en 2018

[www.seedotrun.com](http://www.seedotrun.com)



# TRACTEURS DE FERME AUTONOMES



- Toutes les compagnies de tracteurs investissent pour rendre autonomes leurs véhicules.
- D'ici quelques années (< 10 ans), les tracteurs autonomes feront leur apparition dans les champs.

# ROBOT AUTONOME TERRESTRE

+

## OUTILS ROBOTISÉS

qui ciblent les mauvaises herbes



<https://www.youtube.com/watch?v=15tovWSnJe0>

- Navigation par caméras, capteurs, alimenté par batterie et solaire
- Capable de parcourir les champs, d'identifier les mauvaises herbes et de les éliminer chimiquement ou mécaniquement, ainsi que de pulvériser des engrais liquides.



## ROBOT À ÉNERGIE SOLAIRE



<https://www.youtube.com/watch?v=Li9eWpLGFiu>

Plateforme pour des applications de perception intelligente et de précision pour l'industrie de la culture de légumes.

Autonome (batterie et panneau solaire), identifie les mauvaises herbes grâce à la reconnaissance de couleur et traite, à l'aide d'un outil ou un jet localisé, la plante cible.

<https://sydney.edu.au/engineering/our-research/robotics-and-intelligent-systems.html>

**BONIROB** Bosch, Allemagne

## PLATEFORME ROBOTIQUE POLYVALENTE



[www.youtube.com/watch?v=utiNto4BeOg](http://www.youtube.com/watch?v=utiNto4BeOg)

- Navigation autonome le long des rangs grâce à des capteurs environnementaux (lidar), capteurs inertiels, odométrie et GPS
- 4 roues indépendamment orientables
- Batteries ou relié à une génératrice

[www.deepfield-robotics.com/en/](http://www.deepfield-robotics.com/en/)

## ROBOT DÉSHERBEUR AU LASER



- Électrique 2 batteries
- Châssis sur chenille

- Caméra qui photographie le sol sur 30 cm de large
- Distinction des mauvaises herbes de la culture (carotte)
- Rayon laser qui s'oriente vers les mauvaises herbes
- Mauvaises herbes au-delà de 4 feuilles, plus difficile





130 kg

1,7 m Lo x 2,2 m La  
x 1,3 m H

**2 x 15 litres**

Configuré et  
contrôlé à  
partir d'un  
smartphone

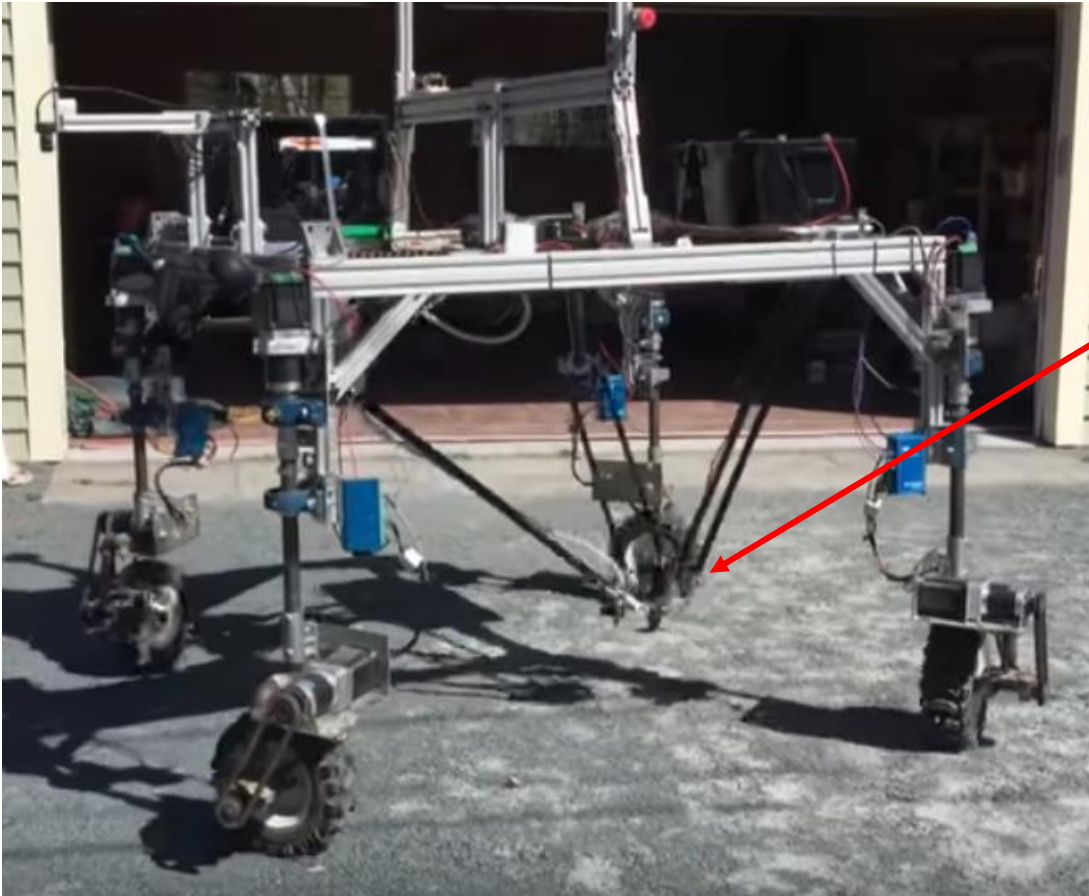
<https://www.youtube.com/watch?v=VCewKK-srY0>

Commercialisation  
2019?

- Traction solaire sans recharge
- Travaille jusqu'à 12 h/j sans contrôle humain, 1-3 ha/j
- Micropulvérisation robotisée (2 bras articulés) de haute précision
- Application ciblée (distinction de la culture)
- Moins d'herbicide/ha (90% en moins), moins \$/ha

# RD2Weed2

Université de Dalhousie/Nexus Robotics, Nouvelle-Écosse

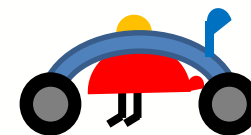


- Bras articulé
- Désherbage chimique ou mécanique

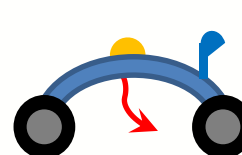
[www.youtube.com/watch?v=ENf2hgWDiM8](http://www.youtube.com/watch?v=ENf2hgWDiM8)

# CONCLUSION

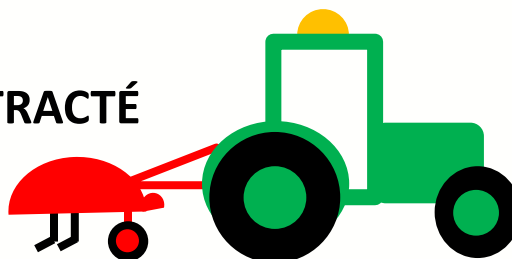
ROBOT AUTONOME + OUTILS ROBOTISÉS



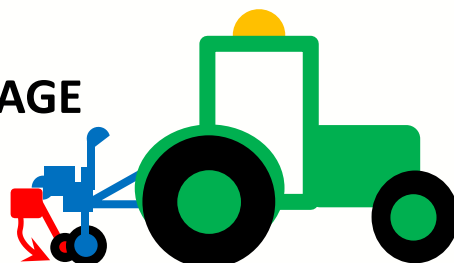
ROBOT AUTONOME + OUTILS PASSIFS



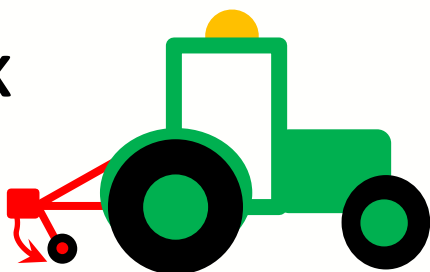
ÉQUIPEMENT ROBOTISÉ TRACTÉ



SYSTÈME DE GUIDAGE  
PAR CAMÉRA



GPS RTK



Les agroéquipements  
en pleine évolution!



Merci ...