



Tour d'horizon des technologies de pulvérisation intelligente

Les Journées horticoles et grandes cultures
Novembre 2024

Tarek Djedjig, agr., M. Sc.

Conseiller en agriculture de précision, géomatique et technologies émergentes

Direction régionale de la Montérégie

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

Votre 
gouvernement

Québec 

Plan de présentation

- Introduction
- Pulvérisation ciblée?
 - Quoi?
 - Comment?
- Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage
- Technologies disponibles?
- Coûts
- Avantages et inconvénients
- Questions?
- Références



Pulvérisation ciblée?

La pulvérisation ciblée en agriculture consiste à appliquer des produits phytosanitaires ou fertilisants de manière précise sur les cultures, en ciblant uniquement les zones nécessitant un traitement.

La pulvérisation ciblée repose sur l'identification de la culture et des mauvaises herbes grâce à des caméras multispectrales et à des processeurs embarqués sur la rampe de pulvérisation.

Le processus se base sur les trois étapes ci-contre →

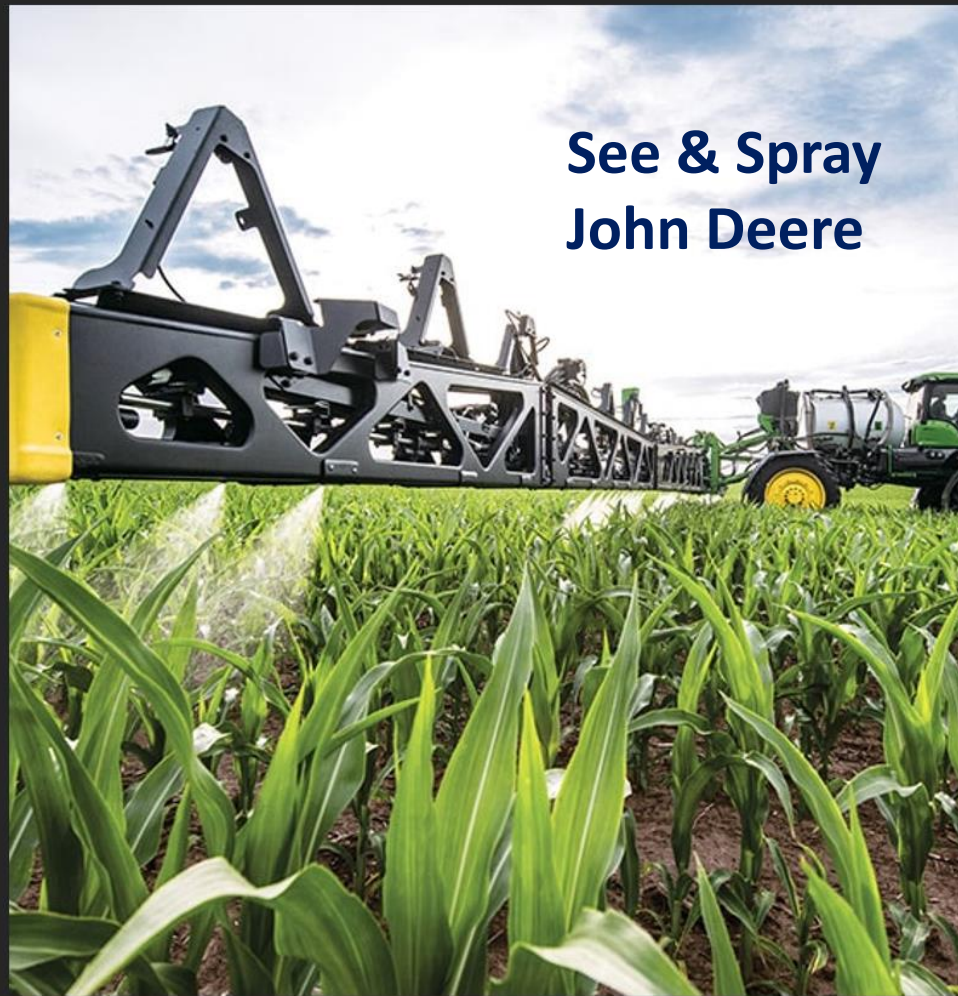


Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage des grandes cultures

La pulvérisation ciblée allie plusieurs techniques comme l'autoguidage, la télédétection et enfin l'application d'un herbicide uniquement sur les adventices présentes.

Pour effectuer une pulvérisation ciblée d'herbicide, le tracteur ainsi que la rampe du pulvérisateur sont équipés des équipements suivants :

- Récepteur GPS (GNSS) pour le contrôle de la vitesse et de la trajectoire
 - Moniteur pour contrôler le système depuis la cabine
 - Station RTK pour corriger la trajectoire du tracteur
- Autoguidage
- Caméras multispectrales capables de détecter les adventices
 - Ordinateur pour traiter en temps réel les images grâce à l'IA
 - Système de buse à commande automatique
- Pulvérisation



**See & Spray
John Deere**



**ARA
Ecorobotix**

See & Spray John Deere





Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage des grandes cultures

See & Spray : Composantes

1) Système de guidage GPS (GNSS)

- Doté d'un large éventail de fonctions et d'une précision stable utilisant un signal satellite gratuit;
- Support pour le contrôle automatique des sections du pulvérisateur;
- Mode RTK professionnel avec une précision jusqu'à 2,5 cm.



Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage des grandes cultures

See & Spray : Composantes

2) Caméras multispectrales

La distinction entre les adventices et la culture est plus complexe et nécessite de faire appel à des caméras multispectrales avec des images traitées en utilisant l'intelligence artificielle.



L'une des 36 caméras intuitives sur une rampe de 36,6 m (120 pi) qui balaie 195 m² (2 100 pi²) à la seconde.

Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage des grandes cultures

See & Spray : Composantes

3) Processeurs graphiques

Pour traiter les images en haute résolution envoyées par les caméras.



L'un des 11 processeurs électroniques hébergeant la programmation pour le traitement de l'imagerie, puis pour les décisions de traitement localisé.

Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage des grandes cultures

See & Spray : Composantes

4) Système de buses automatiques

Dès qu'une mauvaise herbe est détectée, le processeur commande l'ouverture, puis la fermeture des buses adéquates.



Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage des grandes cultures

See & Spray : exemple de stratégie de désherbage

	Soja	Maïs
Taille minimale des plants	Stade croissance V1	Stade croissance V2
Taille maximale des plants	Stade croissance V5	Stade croissance V4
Avant la levée (dans les 2 jours suivant l'ensemencement)	<ul style="list-style-type: none">Pulvérisation d'ensemble d'herbicide résiduaire + pulvérisation ciblée d'herbicide non résiduaire	<ul style="list-style-type: none">Pulvérisation d'ensemble d'herbicide résiduaire + pulvérisation ciblée d'herbicide non résiduaire
Après la levée (après la sortie de terre)	<ul style="list-style-type: none">Pulvérisation ciblée d'herbicide non résiduairePulvérisation d'ensemble de fongicide + pulvérisation ciblée d'herbicide non résiduairePulvérisation d'un produit (substances nutritives) à haut débit avec deux réservoirs (épandage d'ensemble avec buses A et B; engrais liquide)	<ul style="list-style-type: none">Pulvérisation ciblée d'herbicide non résiduaire
Jachère (aucun ensemencement effectué)	<ul style="list-style-type: none">Pulvérisation d'ensemble d'herbicide résiduaire + pulvérisation ciblée d'herbicide non résiduaire	<ul style="list-style-type: none">Pulvérisation d'ensemble d'herbicide résiduaire + pulvérisation ciblée d'herbicide non résiduaire

Source : John Deere

Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage des grandes cultures

See & Spray : Rapports et cartes

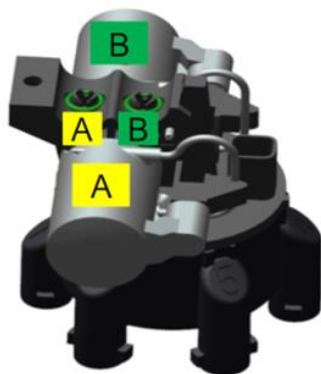


Source : John Deere

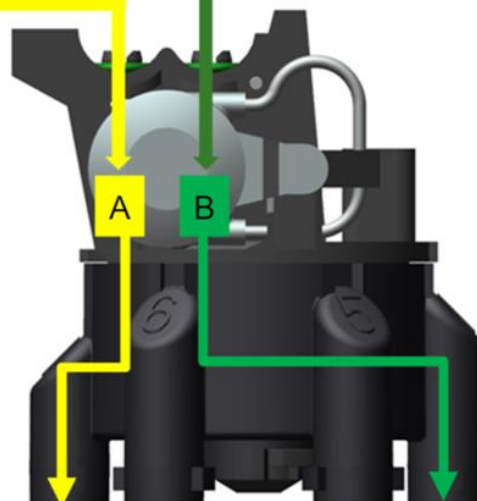
Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage des grandes cultures

See & Spray : Autres spécifications

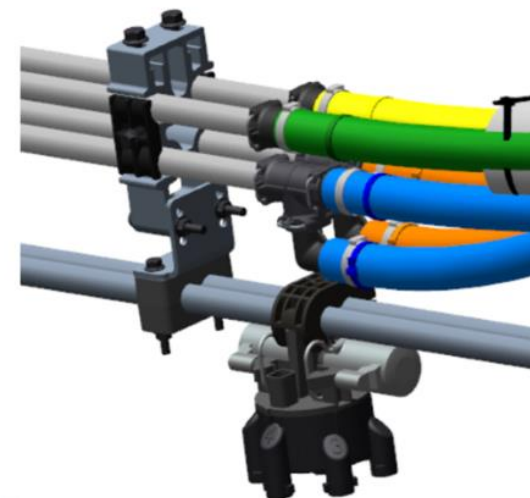
- Vitesse jusqu'à 24,1 Km/h
- Possibilité d'installer la technologie See & Spray sur pulvérisateurs automoteurs John Deere 2018 et +
- Possibilité d'appliquer deux produits (fongicide + herbicide) en même temps grâce aux deux réservoirs
- Réclamation et recirculation de la bouillie
- Mise à niveau de précision
- Possibilité d'enregistrer les données gratuitement, afin d'améliorer la précision des applications futures



Contrôle des buses ExactApply™:
Pulsé ou continue
Réservoirs combinés ou séparés
Fermeture individuelle buse par buse



Réclamation et recirculation de produit:



Alimentation réservoir 1
Alimentation réservoir 2
Recirculation réservoir 1
Recirculation réservoir 2

Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage des grandes cultures

See & Spray : Options

Rampe de pulvérisation de nouvelle génération

Équipements de précision inclus :

- rampe en fibre de carbone
- moniteur
- caméras et processeurs
- capteurs BoomTrac Ultimate
- deux réservoirs



Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage des grandes cultures

See & Spray : Options

Mise à niveau de précision :

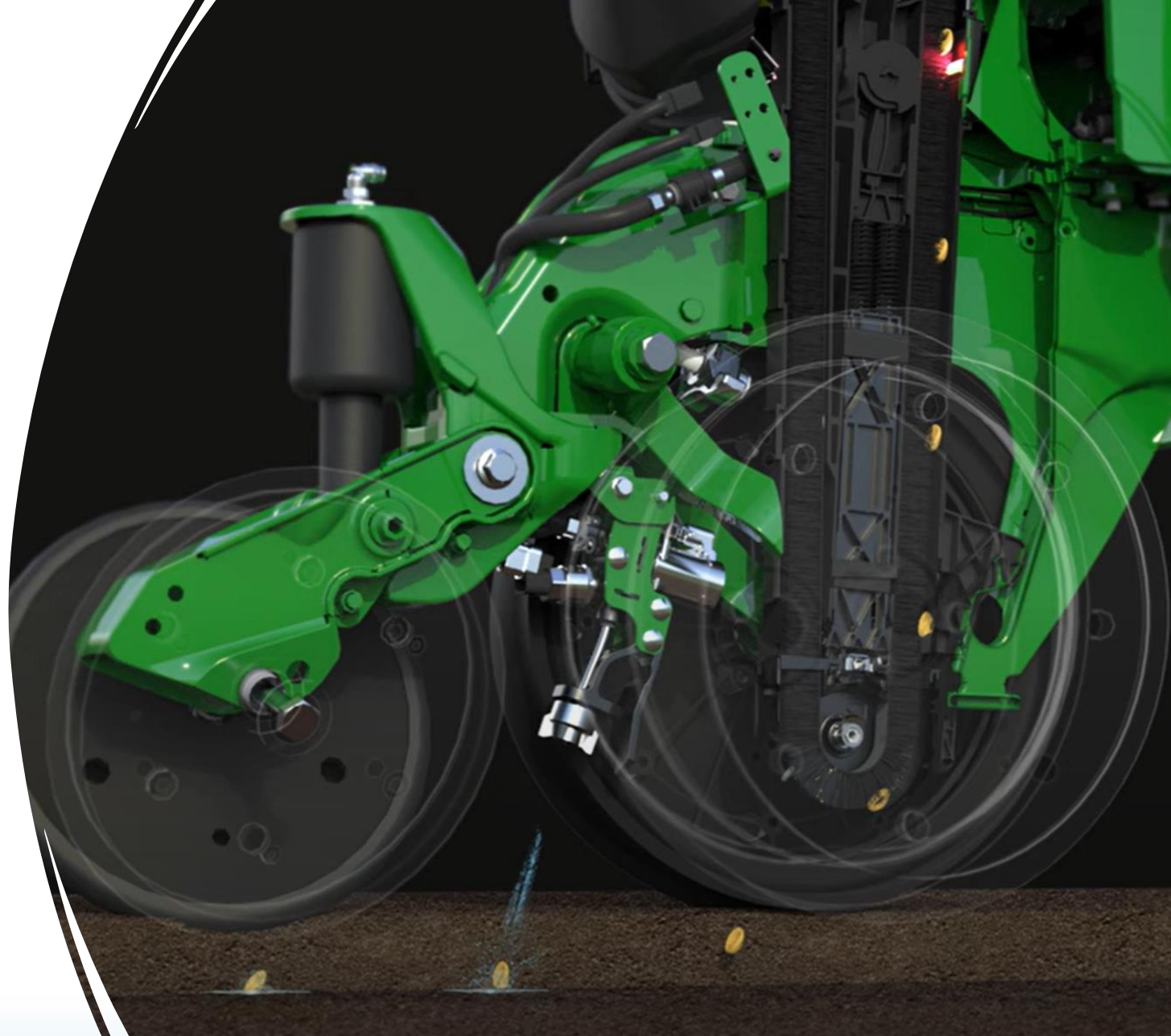
Compatible avec pulvérisateurs
automoteurs John Deere 2018 et +

Équipements de précision inclus :

- moniteurs G5Plus
- caméras et processeurs
- capteurs BoomTracPro 2



ExactShot John Deere



Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage

Options et coûts



		Prix en \$ CAD	Observations
Équipements	See&Spray Ultimate™: option d'usine seulement	Option: ≈ 260 000\$ Note: le montant peut varier en fonction des options choisies	Inclus : réservoir et système pulvérisation double, rampe fibre de carbone 120pieds, buse/buse ExactApply™, purge rampe par air, réclamation + recirculation de produit et BoomTrac Ultimate™
	See&Spray Premium™: option d'usine	Option: ≈ 35 000\$ Note: le montant peut varier en fonction des options choisies	Requiert: option Buse/Buse ExactApply™ + rampe 120pieds
	Système See & Spray Premium™: installation pulvérisateurs courants John Deere 2018+	≈ 44 000 \$+ = Varie selon configuration machine	Requiert : rampe en acier 100 ou 120pieds. Inclus mise à niveau buses 3D, écran G5Plus & BoomTrac Pro 2™
Abonnements	See & Spray	1,25 \$ / acre NON TRAITÉE technologie à ON	Application ciblée sur Vert sur fond Brun
		6\$ / acre NON TRAITÉE technologie à ON	Application ciblée post-émergence maïs et soya (tout Vert autre que culture)
	Exactshot	6\$ / acre avec technologie à ON	Application localisée sur la semence
	Hébergement & transfert des données par télémétrie (Centre des Opérations™)	Sans frais	Données agronomiques, performances et productivité transmises par télémétrie (JDLink™)

Pour plus de détails, veuillez contacter

ARA Ecorobotix





PRÉSENTATION DU PULVÉRISATEUR DE HAUTE PRÉCISION ARA

Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage en maraîchage

ARA : Principe

Détection individuelle des plantes grâce aux caméras, à la lumière stroboscopique et à l'intelligence artificielle.

L'opérateur peut sélectionner, en cabine, le type de culture et de traitement. Tous les autres réglages sont synchronisés automatiquement avec la direction et la vitesse de déplacement.

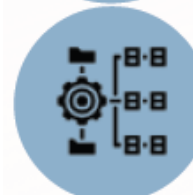
Éléments clés



Capacité à détecter des mauvaises herbes et des plantes d'une hauteur de 1/9 pouce



Détection d'images rapide et haute résolution (temps d'exposition de 1/2,000 s) avec des flashes puissants



Classification des plantes avec des super ordinateurs à la pointe de la technologie (180 Teraflops)*.



Pulvérisation précise sur zone de 6 cm x 6 cm

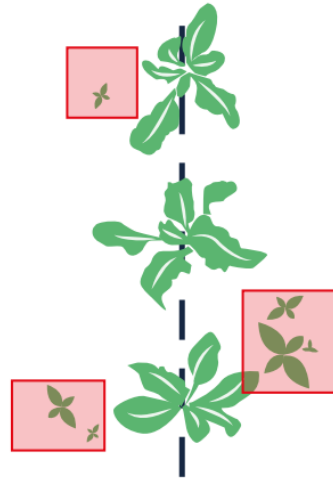


¼ de seconde entre le flash de la caméra et la pulvérisation avec une synchronisation à toutes les 1/1 000 seconde.

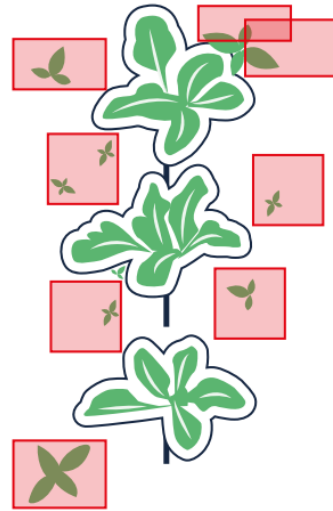
Source : Univerco

Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage en maraîchage

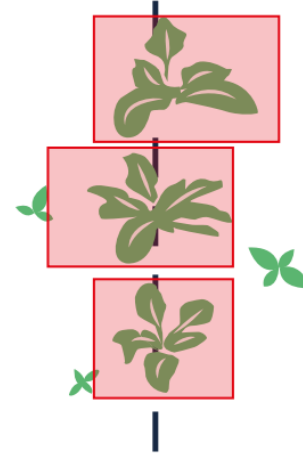
ARA : Types de pulvérisations



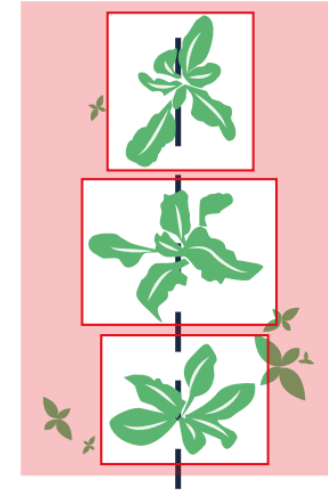
Application d'herbicides sélectifs sur les mauvaises herbes. Même proches de la culture.



Application d'herbicides non sélectifs sur les mauvaises herbes en évitant tout contact avec la culture grâce à la zone de sécurité ajustable.



Application d'insecticides et de fongicides uniquement sur la culture.



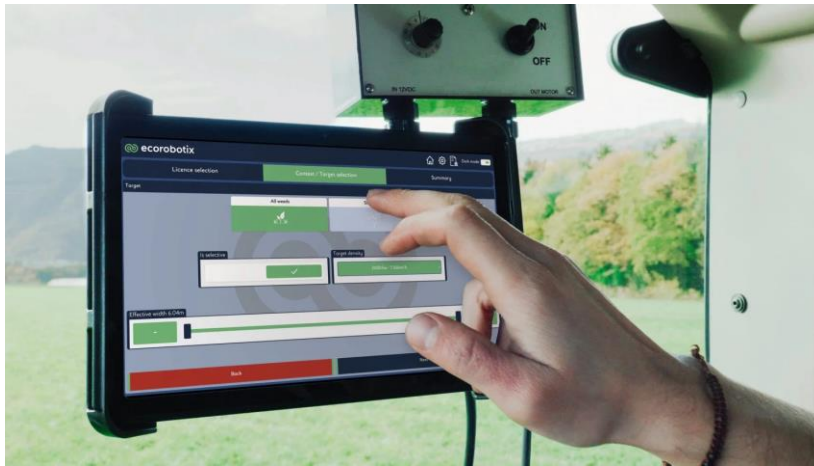
Application « tout sauf la culture » permet de traiter le sol, y compris les adventices, tout en évitant la culture.

Source : Ecorobotix

Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage en maraîchage

ARA : Processus en 3 étapes

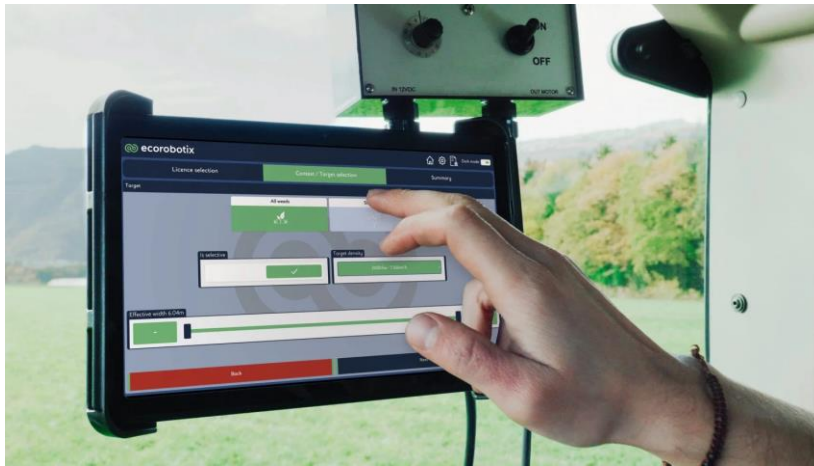
1 - Détection : acquisition d'images (30/seconde) à l'aide d'un système de caméra à haute résolution.



Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage en maraîchage

ARA : Processus en 3 étapes

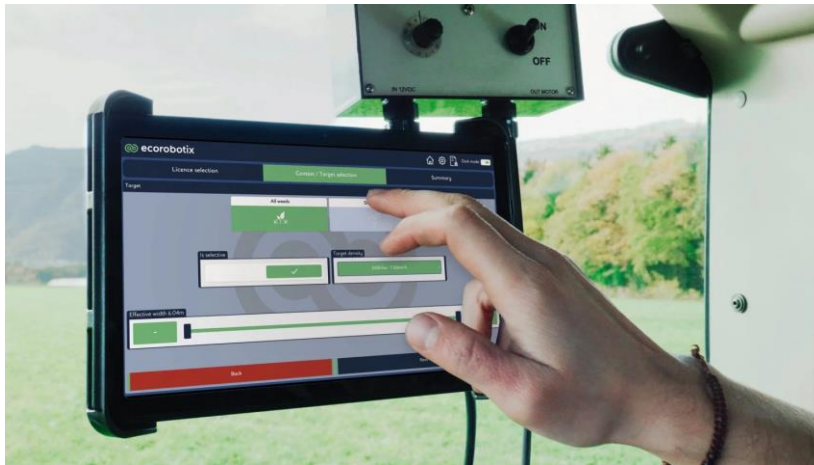
2 - Analyse : traitement des données. Reconnaissance et différenciation des plantes utiles et nuisibles à l'aide de l'ordinateur embarqué et du programme **Plant-by-Plant**.



Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage en maraîchage

ARA : Processus en 3 étapes

3 - Action : Contrôle des buses de précision pour traiter les plantes ou les mauvaises herbes individuellement.



Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage en maraîchage

ARA : Autres spécifications

- Possibilité de définir la taille de la cible avant la mission;
- Différenciation entre les monocotylédones et les dicotylédones dans les oignons;
- Avec une largeur de travail de 6 mètres et une vitesse de déplacement jusqu'à 7,2 km/h, l'ARA peut couvrir 4 hectares par heure;
- Fonctionne aussi bien la nuit que le jour et peut couvrir jusqu'à 96 hectares par 24 heures;
- La bâche et la position des buses près du sol réduisent considérablement la dérive;
- Système bi-cuves placé à l'avant du tracteur :
 - un réservoir de travail de 200 L
 - un réservoir d'eau claire de 600 L

Pulvérisation ciblée appliquée au désherbage en maraîchage

ARA : Options et coûts



Tarifs en \$ américains

Machine	240 000 \$
Abonnement annuel pour 3 cultures	9 000 \$

Pour plus de détails, veuillez contacter le représentant d'Univerco

Jean-François Fontaine

514 773-7152

jf@univerco.net

Pulvérisation ciblée

Avantages et inconvénients

Avantages

- Réduction de l'usage des intrants
- Agriculture plus respectueuse de l'environnement et de la biodiversité
- Optimisation des opérations et du temps
- Amélioration de la qualité et du rendement (plantes moins stressées et moins de LMR)
- Certaines machines sont opérationnelles de nuit
- Données peuvent être stockées gratuitement

Inconvénients

- Les technologies utilisées sont très avancées et peuvent nécessiter, parfois, le recours à plusieurs techniques en même temps
- Algorithmes de reconnaissance non gratuits pour certaines machines
- Coût élevé



Des questions?

Références

[La pulvérisation ciblée : Atteindre la cible avec précision](#)

[Pulvérisation de précision | KUHN](#)

[De grosses économies d'herbicides avec la pulvérisation ultralocalisée | Characterres](#)

[See & Spray™ Ultimate | Agriculture de précision | John Deere CA](#)

[Amazone et BASF combinent trois technologies pour cibler le traitement](#)

[La pulvérisation de précision : un levier pour réduire les coûts en agriculture - AgroTIC - Agriculture numérique](#)

[Étude de pulvérisation de précision de l'ISU : 15,7 \\$ d'économies d'herbicides par acre](#)

[Pulvérisation ciblée : une technique prometteuse - Syngenta](#)

[Protection des cultures : Des solutions concrètes pour la pulvérisation ciblée](#)

[Système de guidage assisté - GTEXPLP 4/64Gb - Geometer International LLC - manuel / GNSS / GPS](#)

[Spot Sprayer Ara d'Ecorobotix : reconnaissance faciale pour les plantes](#)

[20231031 Ecorobotix BrochureARA FR NEUTRE WEB.pdf](#)

[Principe de fonctionnement d'un autoguidage Rtk - Agriculture de précision](#)

[Efficacité de la pulvérisation ciblée en agriculture | Actualisé novembre 2024](#)