

Développement d'algorithmes pour la détection des mauvaises herbes en agriculture

Élise Smedbol, Ph.D., chercheure en
malherbologie



Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement

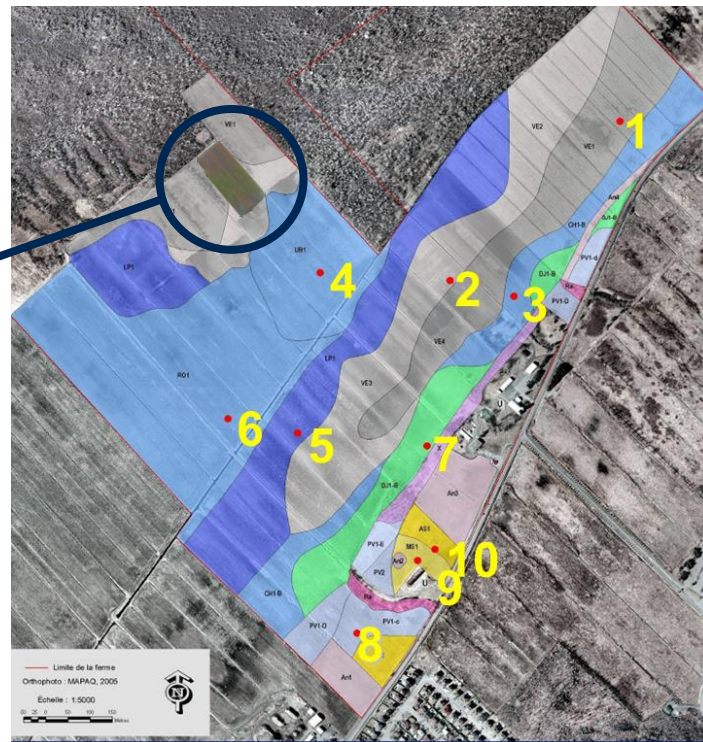
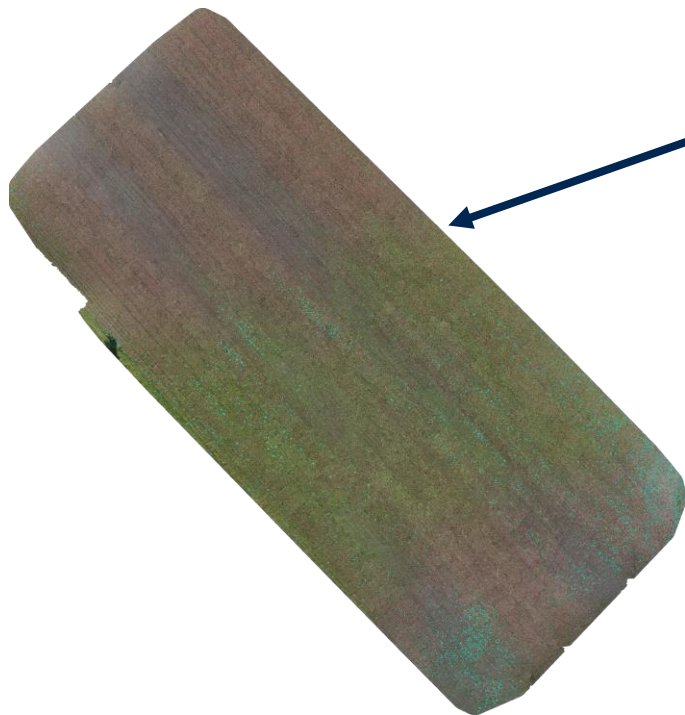
Pourquoi détecter des mauvaises herbes ?

- Gestion des mauvaises herbes spécifique au site
(*Site-specific weed management (SSWM)*)



Pourquoi détecter des mauvaises herbes ?

À l'échelle de la ferme ?

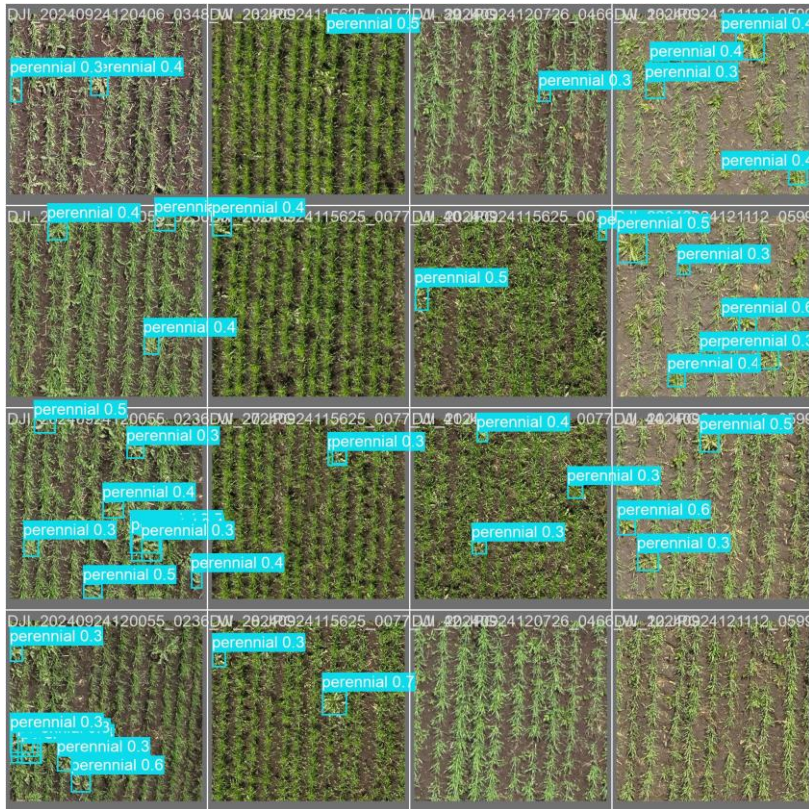


Réalisation :

irda Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement

Prospection et cartographie des sols : Gilles Gagné, Michaël Leblanc
Mise en carte : Yves Lemay
Aout 2006

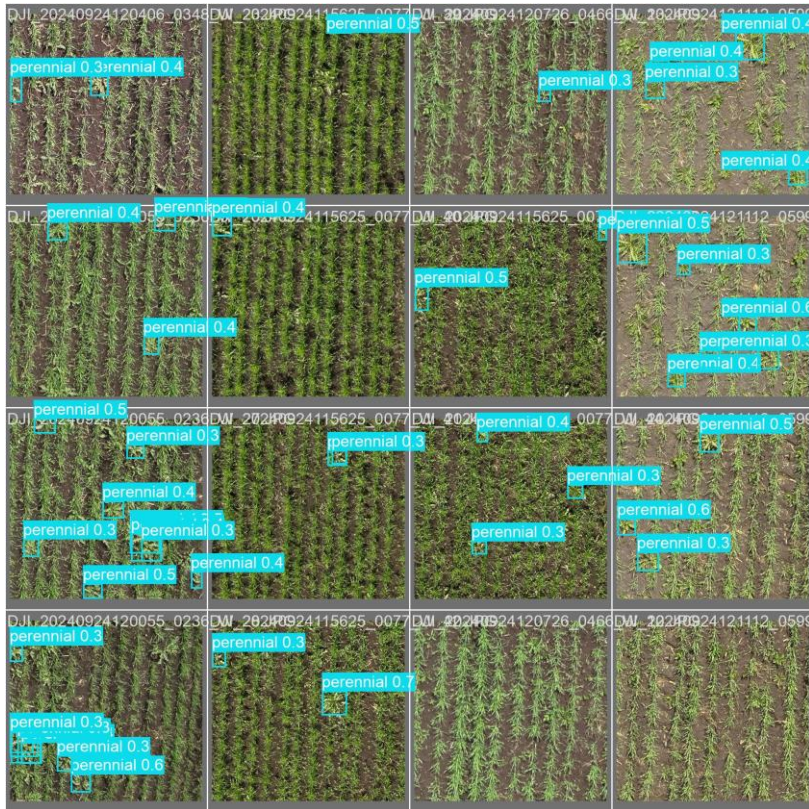
C'est quoi la détection des mauvaises herbes ?



- Repérer
- Localiser

Coleman et al. 2022. Weed detection to weed recognition: reviewing 50 years of research to identify constraints and opportunities for large-scale cropping systems. Weed technology, 36: 741-757.

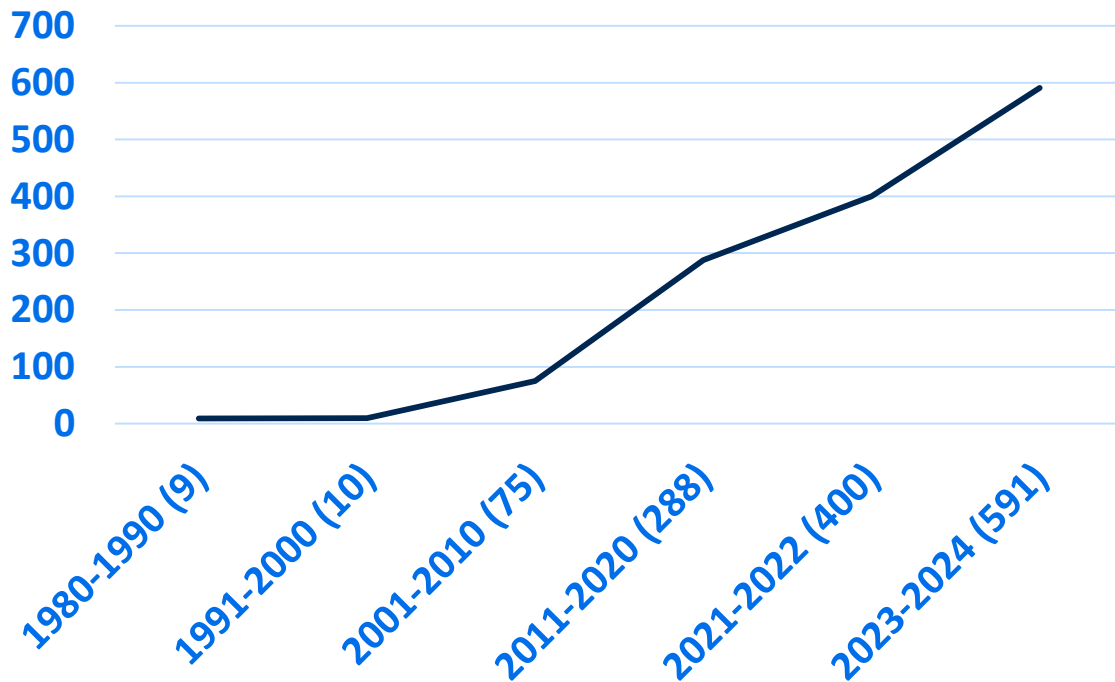
C'est quoi la détection des mauvaises herbes ?



- Dépister
- Repérer
- Localiser
- Poser un diagnostic
- Intervenir

Historique de la détection des mauvaises herbes

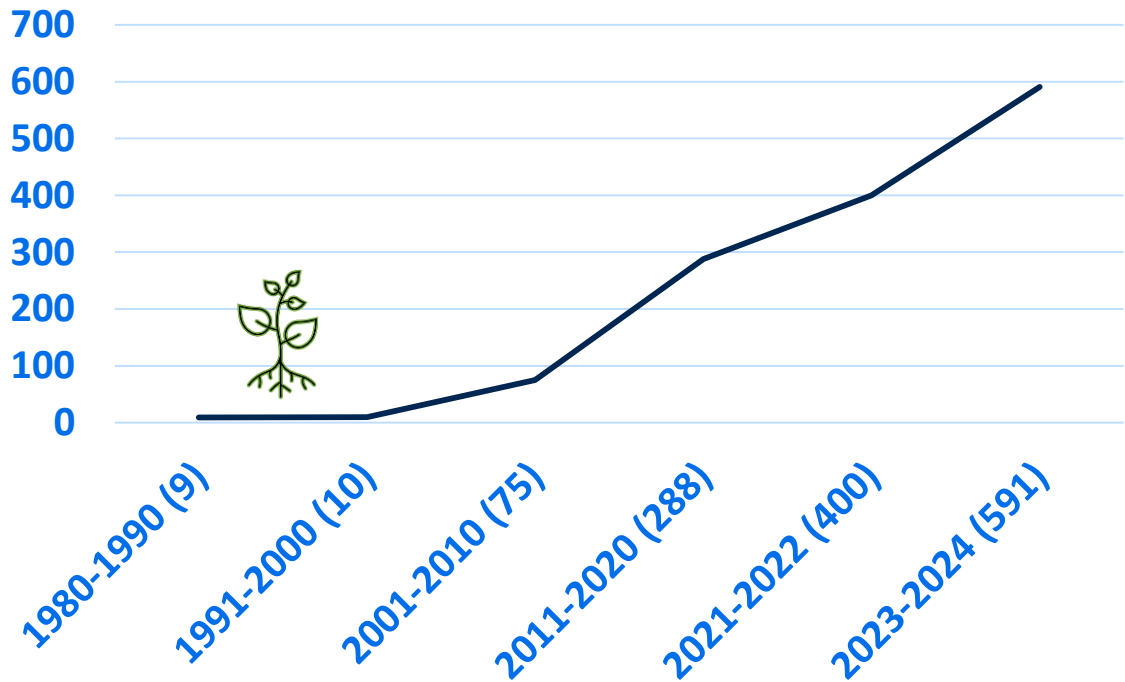
Nombre d'articles - Google Scholar



Mots-clés
"weed
detection"
~
1370 articles
de revue

Historique de la détection des mauvaises herbes

Nombre d'articles - Google Scholar



Premiers articles de revue dans les années 1980 à 2000 (~20)

La pulvérisation localisée

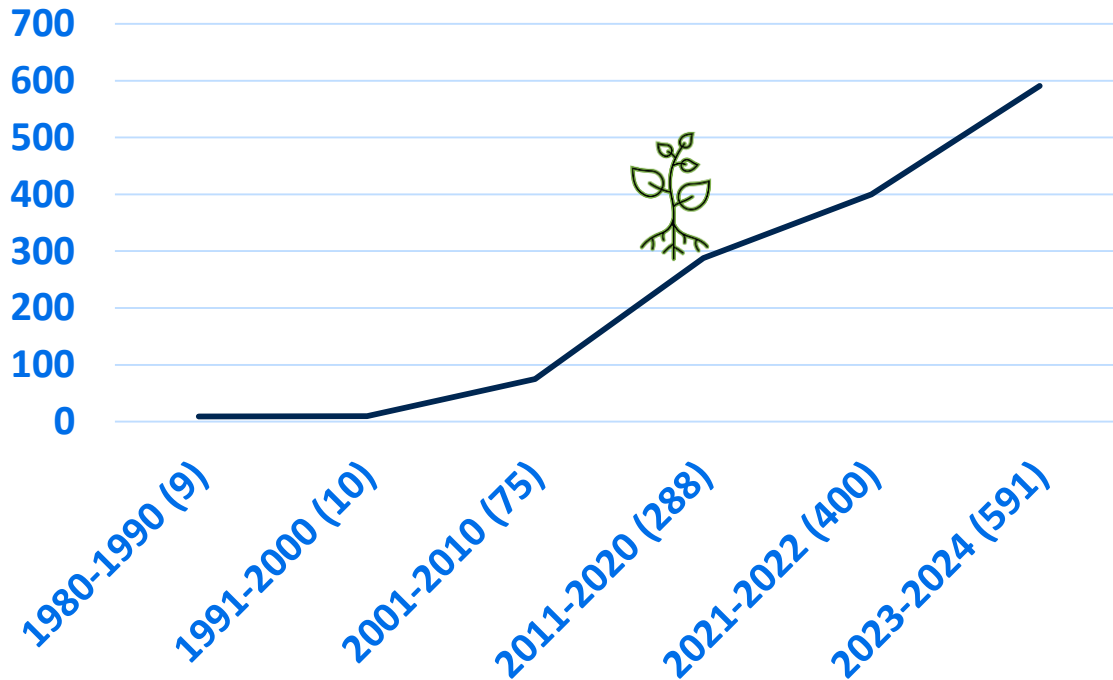
If a system could be developed to detect the presence of weeds, it could be used to control a post-emergence herbicide sprayer, turning sections of the sprayer on or off depending on the amount of weeds present. Current research into non-tank-mix sprayers suggests the possibility of a sprayer dispensing a variety of chemicals. Such a system might carry several herbicides and apply them according to which weeds are present.



Shropshire, G. J., 1989. Weed detection in row crops using the red-near infrared reflectance ratio and frequency transforms of video images. Thèse de doctorat. Université du Nebraska.

Historique de la détection des mauvaises herbes

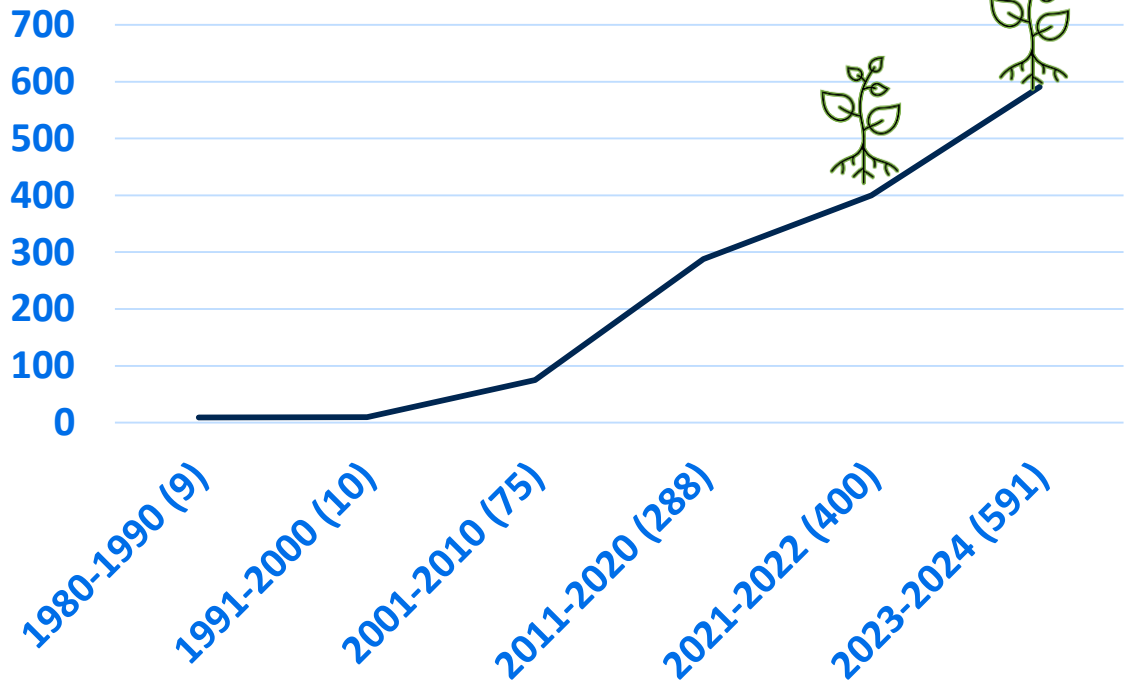
Nombre d'articles - Google Scholar



Un nombre plus important d'articles de revue à partir de 2010 (20 %)

Historique de la détection des mauvaises herbes

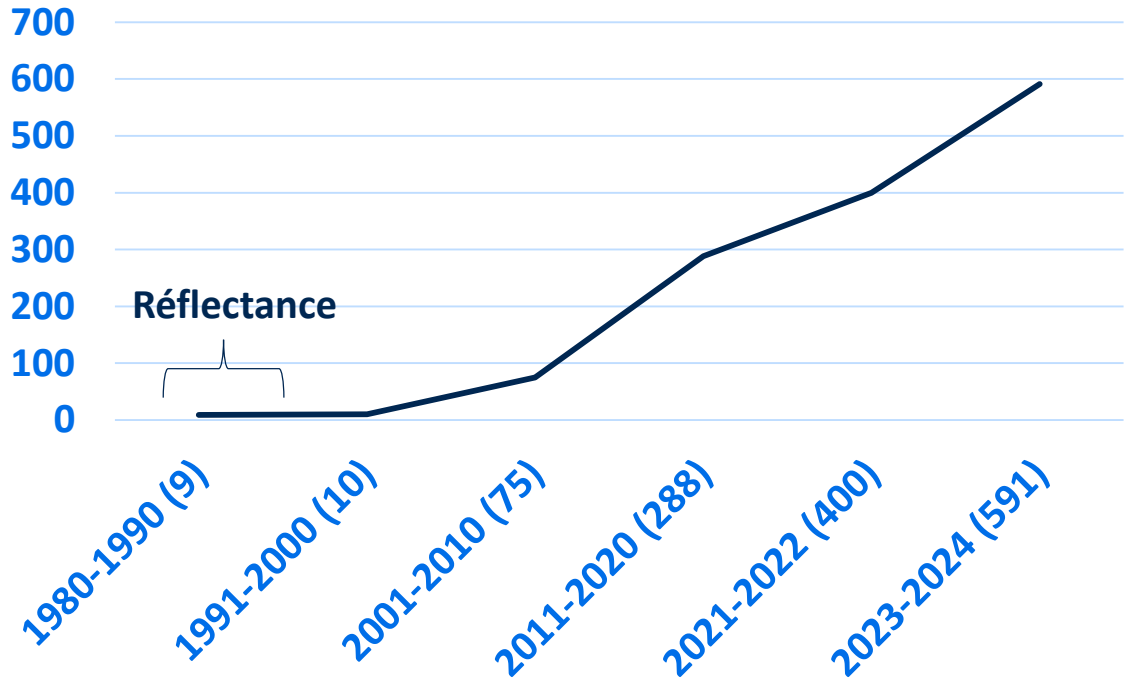
Nombre d'articles - Google Scholar



991 articles
de revue de
2021 à 2024
(72 %)

Historique de la détection des mauvaises herbes

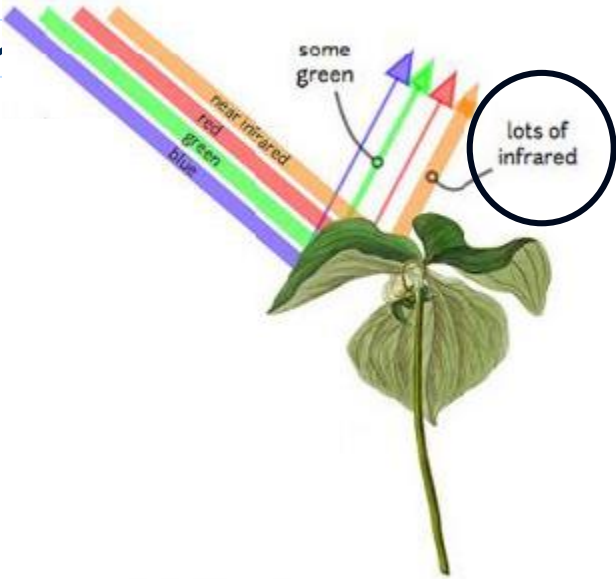
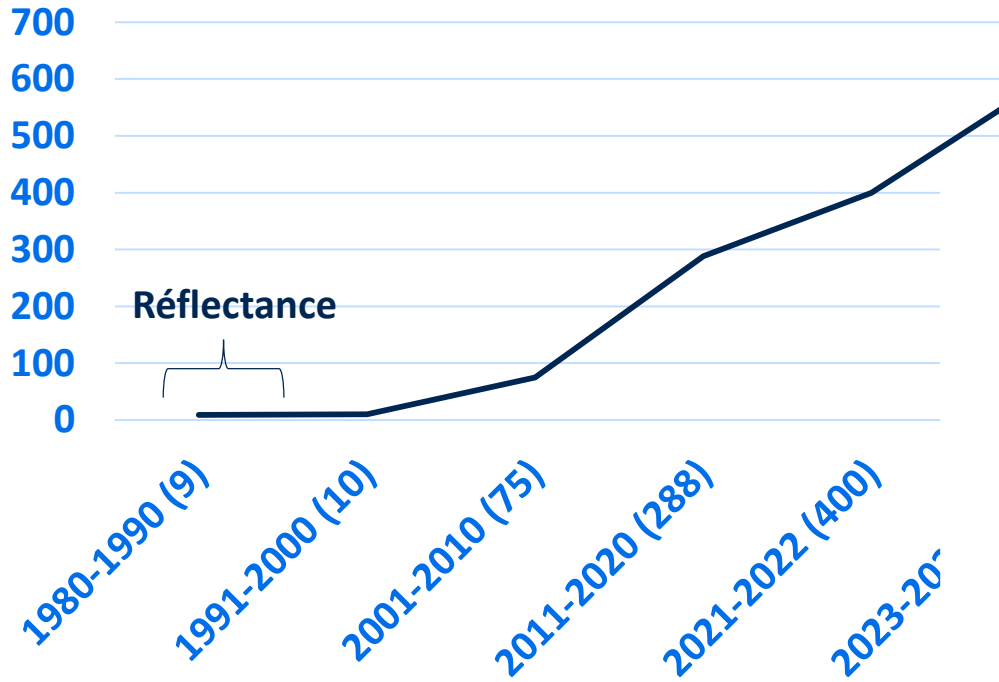
Nombre d'articles - Google Scholar



Coleman et al.
2022. Weed
technology, 36:
741-757.

Historique de la détection des mauvaises herbes

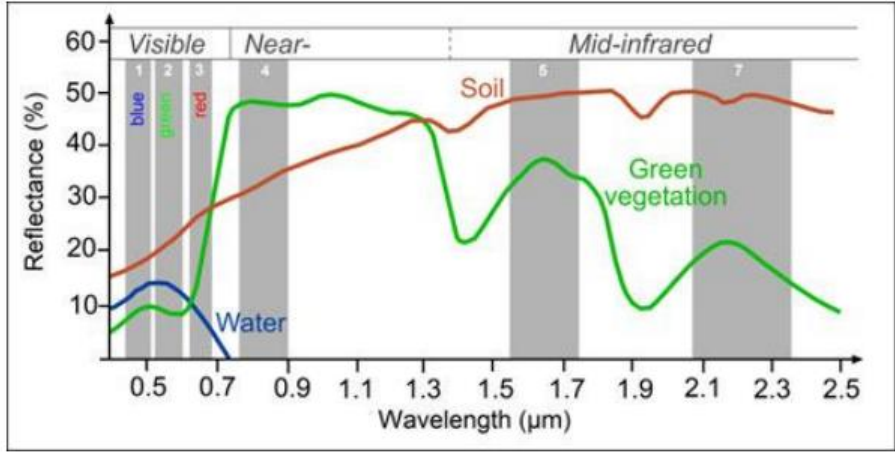
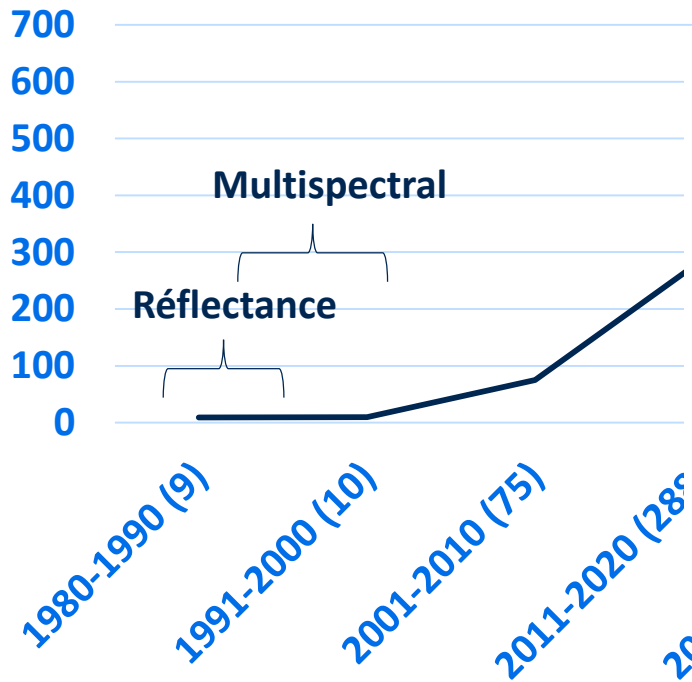
Nombre d'articles - Google Scholar



*Source inconnue

Historique de la détection des mauvaises herbes

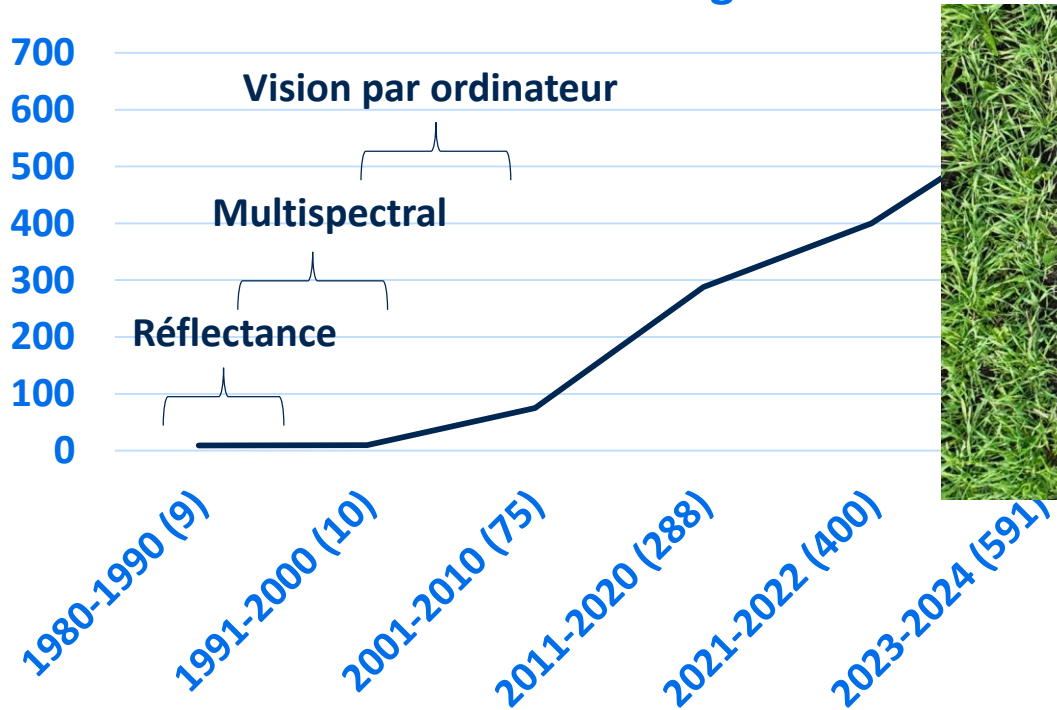
Nombre d'articles - Google Scholar



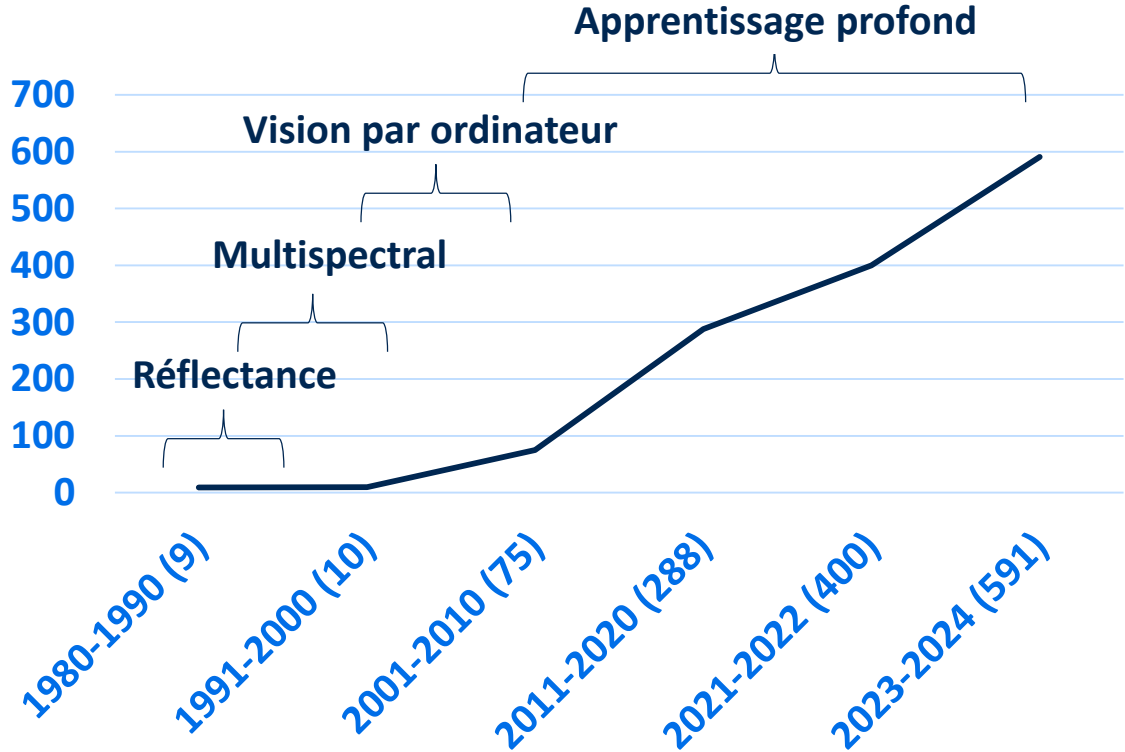
Source : SEOS project (<http://www.seos-project.eu/home.html>)

Historique de la détection des mauvaises herbes

Nombre d'articles - Google Scholar

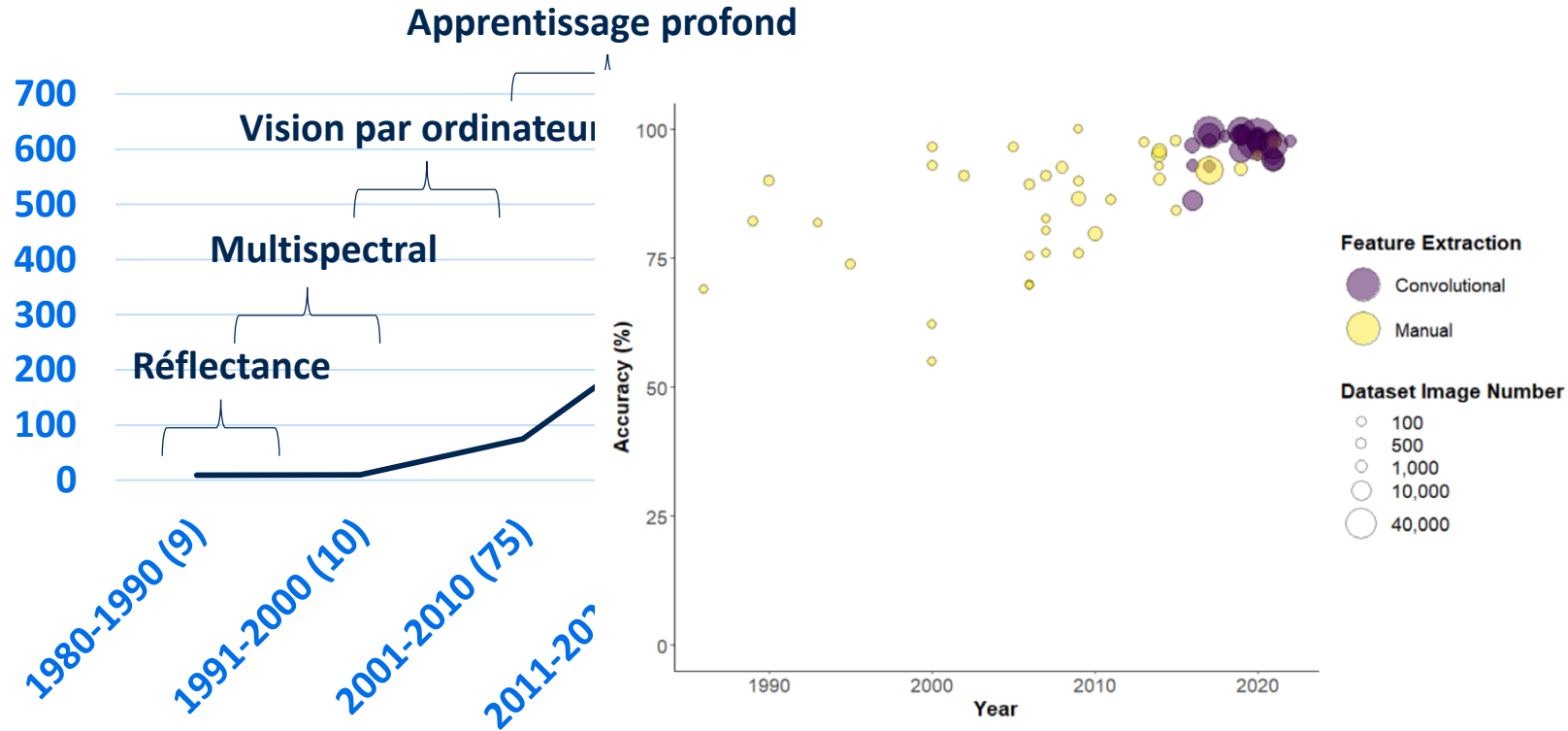


Historique de la détection des mauvaises herbes



Hasan et al. 2021.
A survey of deep learning techniques for weed detection from images. Computers and Electronics in Agriculture, 184, 106067.

Historique de la détection des mauvaises herbes



À l'heure actuelle !

Table 4. Studies included in the systematic review.

Information	Sub-Information	Percentage of Studies (%)
Phenology stage of crop	Early-stage	21.00
	Vegetative	9.68
	Mature	9.68
	Flowering	8.07
	Seedling	27.42
	Heading	1.62
	Late-season	4.84
	Growing season	11.29
	In-season	6.45

**Mohidem et al.
2021. How can
unmanned vehicles
be used for
detecting weeds in
agricultural fields ?
Agriculture, 11,
1004**

À l'heure actuelle !

Table 4. Studies included in the systematic review.

Information	Sub-Information	Percentage of Studies (%)
Phenology stage of crop	Early-stage	21.00
	Vegetative	5.68
	Mature	9.68
	Flowering	0.07
	Seedling	27.42
	Heading	1.62
	Late-season	4.84
	Growing season	11.29
	In-season	6.45

Détection dans les
les stades de
croissance hâtifs

À l'heure actuelle !

Table 4. Studies included in the systematic review.

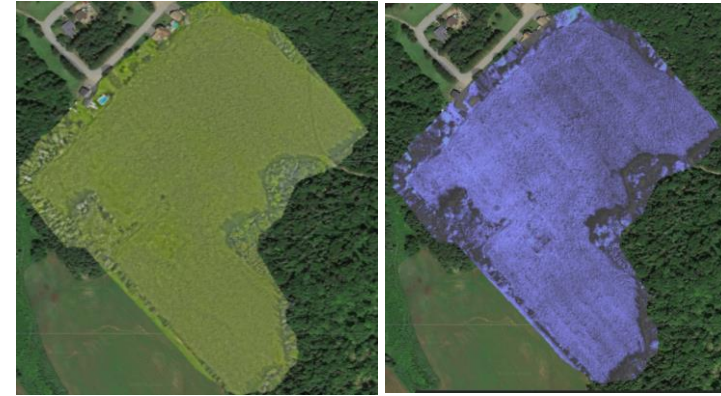
Information	Sub-Information	Percentage of Studies (%)
Phenology stage of crop	Early-stage	21.00
	Vegetative	9.68
	Mature	9.68
	Flowering	8.07
	Seedling	27.42
	Heading	1.62
	Late-season	4.84
	Growing season	11.29
	In-season	6.45
Reference data	Visual from images	84.76
	Visual labelling	3.81
	Digital records	2.86
	Field observations	2.86
	Visual and in situ polygons, points	4.76
	Landsat images	0.95

Les images sont les données de référence

À l'heure actuelle !

Table 4. Studies included in the systematic review.

Information	Sub-Information	Percentage of Studies (%)
Phenology stage of crop	Early-stage	21.00
	Vegetative	9.68
	Mature	9.68
	Flowering	8.07
	Seedling	27.42
	Heading	1.62
	Late-season	4.84
	Growing season	11.29
	In-season	6.45
Reference data	Visual from images	84.76
	Visual labelling	3.81
	Digital records	2.86
	Field observations	2.86
	Visual and in situ polygons, points	4.76
	Landsat images	0.95
Type of sensor/camera	RGB	48.28
	Multispectral (broad band)	20.69
	Hyperspectral (narrow band)	4.83
	Thermal	1.38



Les types de caméra les plus utilisés sont les caméra RGB (lumière visible)

À l'heure actuelle !

Table 4. Studies included in the systematic review.

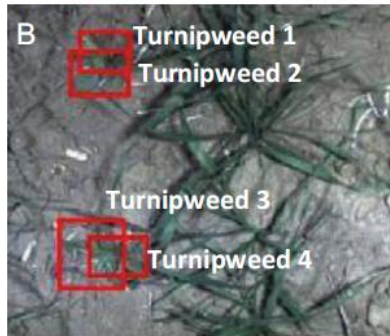
Information	Sub-Information	Percentage of Studies (%)
Phenology stage of crop	Early-stage	21.00
	Vegetative	9.68
	Mature	9.68
	Flowering	8.07
	Seedling	27.42
	Heading	1.62
	Late-season	4.84
	Growing season	11.29
Reference data	In-season	6.45
	Visual from images	84.76
	Visual labelling	3.81
	Digital records	2.86
	Field observations	2.86
Type of sensor/camera	Visual and in situ polygons, points	4.76
	Landsat images	0.95
	RGB	48.28
	Multispectral (broad band)	20.69
Weed detection procedure/classification methods	Hyperspectral (narrow band)	4.83
	Thermal	1.38
	Several pixel-based classifiers	4.20
	Maximum likelihood	6.29
Weed detection procedure/classification methods	Spectral angle mapper (SAM)	0.70
	Vegetation index (pixel-based)	18.18
	OBIA	14.69
	Machine learning	47.90
	Fuzzy art map	0.70
	Unsupervised method	8.20
	Supervised method	11.19
	minimum distance	2.10
	Perceptron	2.10
	AlexNet	0.70

L'apprentissage profond est utilisé pour faire de la détection d'objet ou de la classification de pixel

4 principaux types d'algorithmes pour l'identification des mauvaises herbes



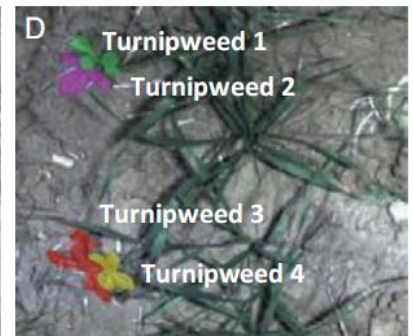
Whole-Image



Bounding Box Object Detection



Semantic Segmentation



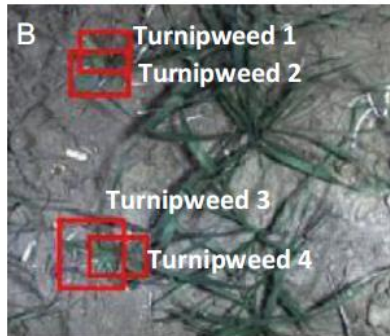
Instance Segmentation

**Coleman et al.
2022. Weed
technology, 36:
741-757.**

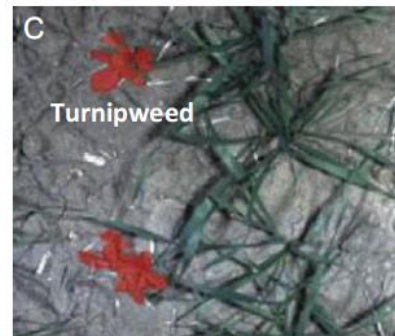
4 principaux types d'algorithmes pour l'identification des mauvaises herbes



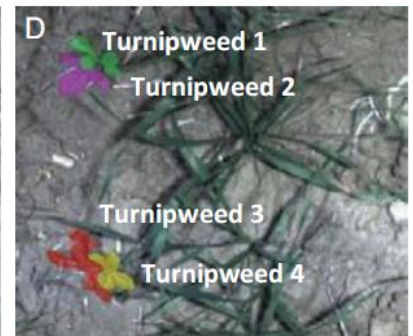
Whole-Image



Bounding Box Object Detection



Semantic Segmentation

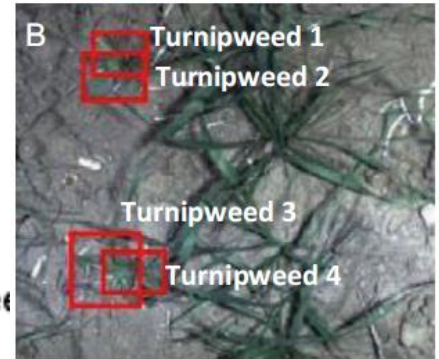


Instance Segmentation

**Coleman et al.
2022. Weed
technology, 36:
741-757.**

La pulvérisation localisée

If a system could be developed to detect the presence of weeds, it could be used to control a post-emergence herbicide sprayer, with different sections of the sprayer on or off depending on the amount of weeds present. Current research into non-tank-mix sprayers suggests the possibility of a sprayer dispensing a variety of chemicals. Such a system might carry several herbicides and apply them according to which weeds are present.



Bounding Box Object Detection

Shropshire, G. J., 1989. Weed detection in row crops using the red-near infrared reflectance ratio and frequency transforms of video images. Thèse de doctorat. Université du Nebraska.

Technologies disponibles - pulvérisation de précision



Reconnait certaines cultures (laitue, épinards, betteraves, haricots, oignon, chicorée) ou mauvaises herbes (pomme de terre volontaire, chardon, rumex)

Technologies disponibles - pulvérisation de précision



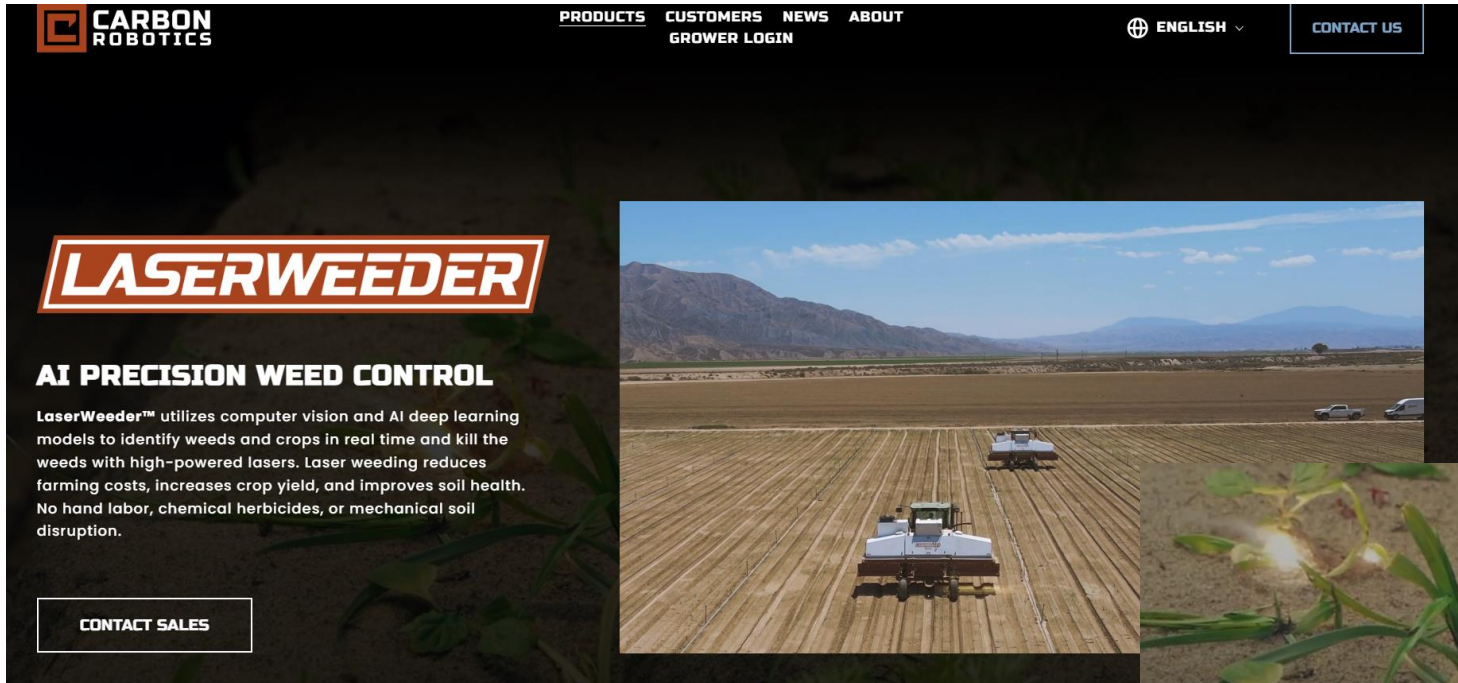
See & Spray™ Ultimate

Utilisez la vision par ordinateur et l'apprentissage machine pour cibler les mauvaises herbes pulvérisées en saison pour le maïs, le soya et le coton – et utilisez moins d'herbicide par acre. Offert sur certains pulvérisateurs des séries 400 et 600.

[Voir See & Spray Ultimate](#)

<https://www.deere.ca/fr/pulv%C3%A9risateurs/>

Technologies disponibles – désherbage thermique de précision



The screenshot shows the Carbon Robotics website for the LaserWeeder product. The top navigation bar includes links for PRODUCTS, CUSTOMERS, NEWS, ABOUT, GROWER LOGIN, and a language selector set to ENGLISH. A CONTACT US button is located in the top right corner. The main content area features the LASERWEEDER logo in a stylized orange and white font. Below the logo, the heading "AI PRECISION WEED CONTROL" is displayed. The text describes the technology: "LaserWeeder™ utilizes computer vision and AI deep learning models to identify weeds and crops in real time and kill the weeds with high-powered lasers. Laser weeding reduces farming costs, increases crop yield, and improves soil health. No hand labor, chemical herbicides, or mechanical soil disruption." A "CONTACT SALES" button is positioned at the bottom left of the text area. On the right side, there are two images: a large aerial view of a white LaserWeeder machine operating in a vast agricultural field with mountains in the background, and a smaller inset image showing a close-up of a plant being targeted by a laser beam.

CARBON ROBOTICS

[PRODUCTS](#) [CUSTOMERS](#) [NEWS](#) [ABOUT](#) [GROWER LOGIN](#) [ENGLISH](#) [CONTACT US](#)

LASERWEEDER

AI PRECISION WEED CONTROL

LaserWeeder™ utilizes computer vision and AI deep learning models to identify weeds and crops in real time and kill the weeds with high-powered lasers. Laser weeding reduces farming costs, increases crop yield, and improves soil health. No hand labor, chemical herbicides, or mechanical soil disruption.

[CONTACT SALES](#)

<https://carbonrobotics.com/laserweeder>

Technologies disponibles – désherbage mécanique de précision

ENVIRONNEMENT

Planète bleue, idées vertes

L'intelligence artificielle pour réduire l'utilisation d'herbicides

DÉSHERBEX

Le produit ▾ À propos Contact



PHOTO MARTIN CHAMBERLAND, LA PRESSE

La jeune pousse Désherbex a mis au point un attelage de bras robotisés mus par un outil d'intelligence artificielle qui détecte les mauvaises herbes.

<https://desherbex.com/>

Détection au niveau du sol en temps réel



- Haute résolution
- Intégré à l'opération de désherbage = Solution clé en main
- Il doit y avoir un dépistage en amont

Différentes échelles pour l'acquisition des images



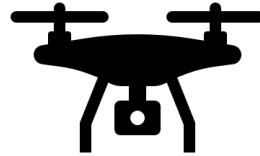
Au sol
(ground-based or proximal sensing)



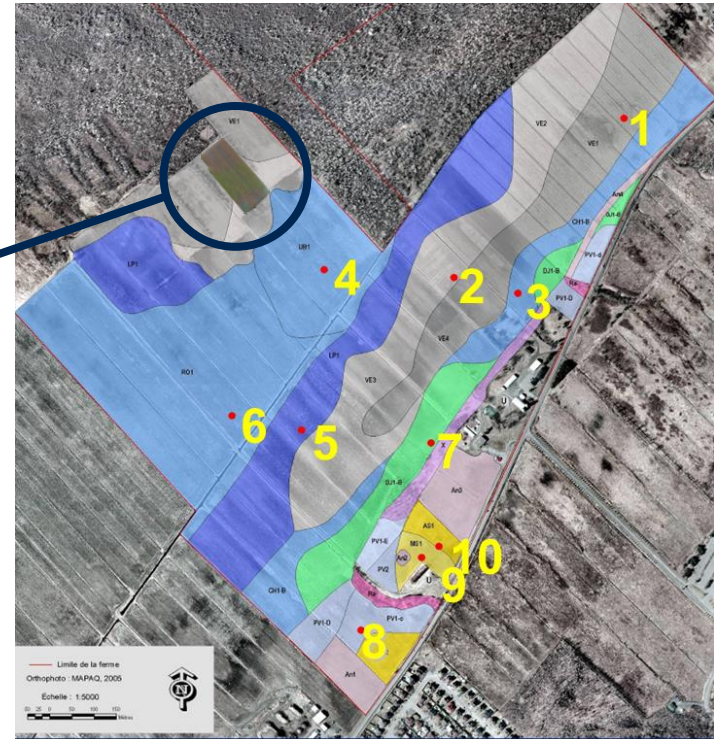
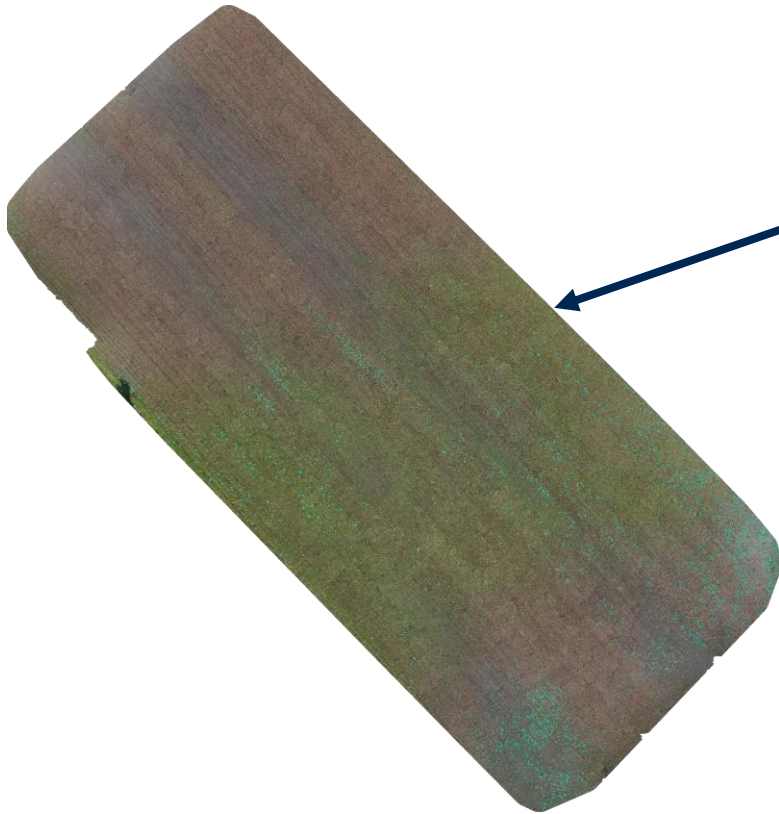
Téledétection
(remote sensing)



Différentes échelles pour l'acquisition des images

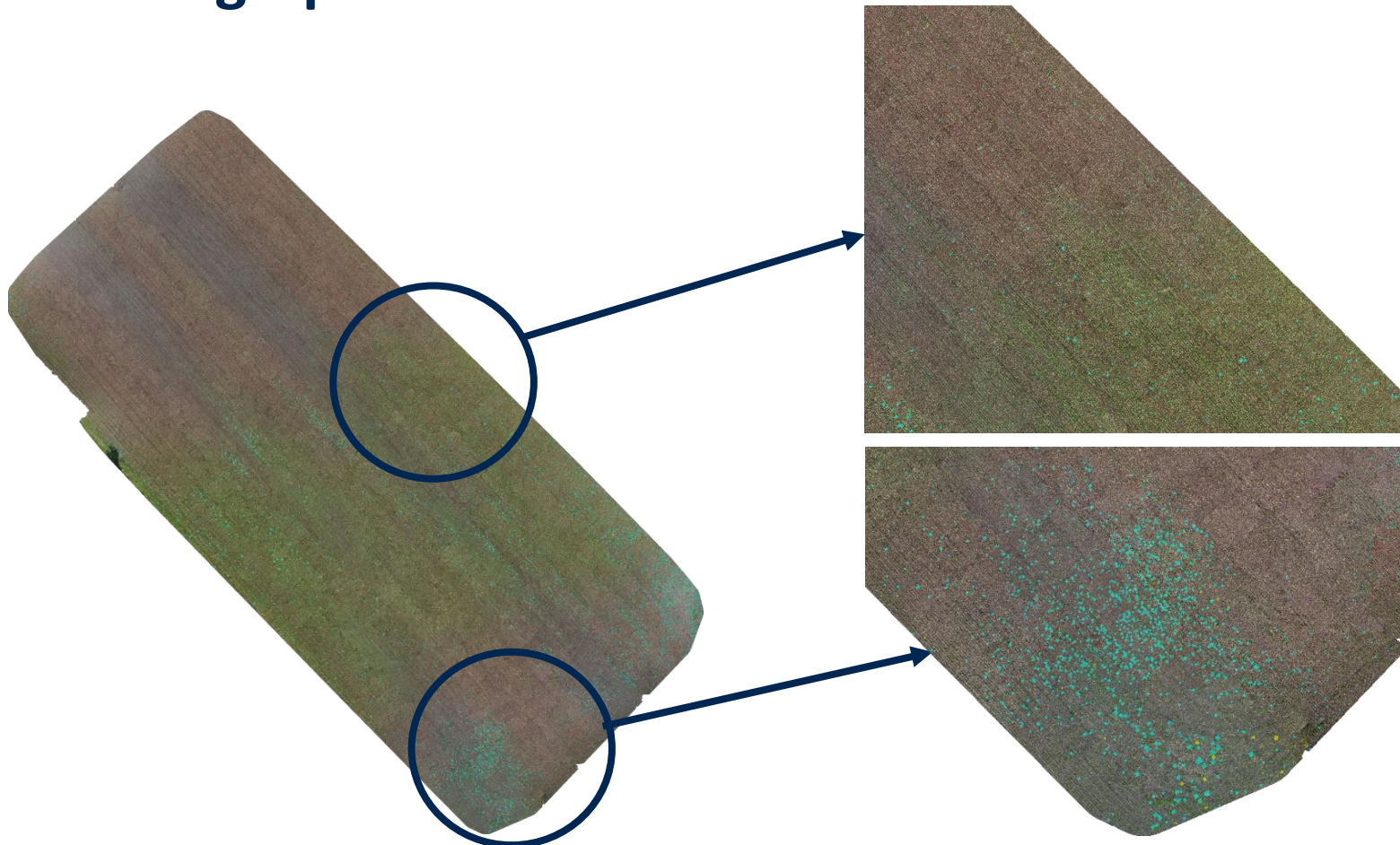


Cartographeur des seuils d'infestation



Réalisation :
irda Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement
Prospection et cartographie des sols - Gilles Gagné, Michaël Leblanc
Mise en carte : Yves Lemay
Aout 2006

Cartographeur des seuils d'infestation



Cartographier des seuils d'infestation



- **Compromis résolution / temps**
- **Permet de faire la gestion des mauvaises herbes par site et le dépistage**
- **N'est pas intégré à l'opération de désherbage ≠ Solution clé en main**



Cartographeur des seuils d'infestation

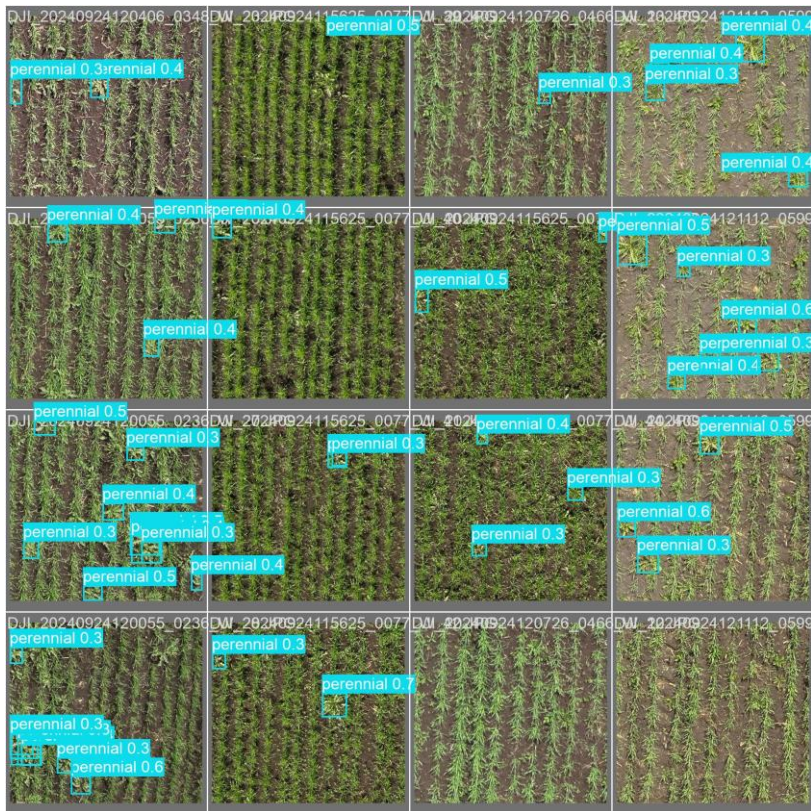


- Gratuit et images disponibles
- Couvre une grande superficie
- Sentinel-2, Landsat, WorldView-3
- Faible résolution



Rist et al. 2019. Weed mapping using very high resolution satellite imagery and fully convolutional neural network. IEEE International Geoscience and remote sensing symposium, pp. 9784-9787.

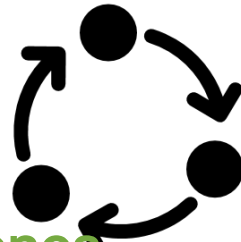
Un flux de travail (*workflow*) complet



- Dépister
- Repérer
- Localiser
- Poser un diagnostic
- Intervenir

Un flux de travail (*workflow*) complet

Une intelligence artificielle
multimodale accessible



Des systèmes
multirobots hétérogènes
ouverts, modulaires et
accessibles

Valorisation de la
chaîne de valeur
agricole

Collaborateurs



Professeur **Giovanni Beltrame**, Génie informatique, Polytechnique Montréal
Expertises : IA appliquée à la robotique, programmation d'essais robotiques



Professeur **David St-Onge**, Génie mécanique, ÉTS
Expertises : conception de systèmes ques, interaction personne-machine



Professeur **Valérie Gravel**, Agronomie, U. McGill

Expertise : Phytopathogènes, culture de la fraise



Dr **Akhil Pilakkatt Meethal**, ÉTS

Expertise : IA appliquée en vision et ergonomie



Agriculture et Agroalimentaire Canada Agriculture and Agri-Food Canada



Dr. **Étienne Lord**, Agriculture Numérique
Dr. **Marie-Josée Simard**, Phytoprotection



irda





Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement

**Merci pour votre
attention !**



Banque d'images en accès libre



-  36 Banques d'images de mauvaises herbes en libre accès;
-  Grande précision de détection pour chaque ensemble de données;
-  Manque de robustesse dans des conditions de champ changeantes selon les stades de croissance et entre les années;
-  Difficulté à reconnaître les espèces de mauvaises herbes.

Deng et al. 2024. Weed database development: An updated survey of public weed datasets and cross-season weed detection adaptation. *Ecological Informatics*, 81: 102546.

Exemple de banque d'images en libre accès



[WE3DS: An RGB-D image dataset for semantic segmentation in agriculture](#)

[GitHub - inkyusa/weedNet: weedNet: Dense semantic weed classification using multispectral images and MAV for smart farming](#)

<https://github.com/geezacoleman/OpenWeedLocator>

[GitHub - AlexOlsen/DeepWeeds: A Multiclass Weed Species Image Dataset for Deep Learning](#)

<https://github.com/XU-JIA-JUN/OpenWeed-GUI-PyQt5-YOLO>

<https://github.com/dataset-ninja/cotton-weed-det3>