

Utilisation des drones en production fourragère



Pierre-Luc Lizotte, ing., agr.

Colloque sur les plantes fourragères 2026

5 février 2026

Plan de conférence

Les drones en production fourragère

1. Le sur-semis de plantes fourragères
2. Estimation des rendements en fourrage
3. La fertilisation des prairies et pâturages



Évolution de la technologie

~2010



(96boards.org)

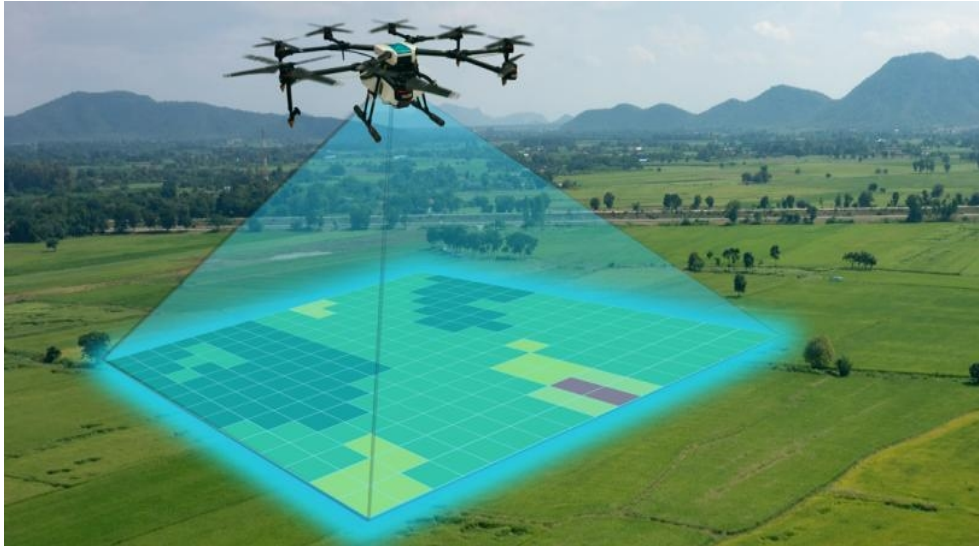
2026



(drdrone.ca)

Principales utilisations en agriculture

Télédétection



(inrae.fr)

Application et pulvérisation (nouveau)



(integraldrones.com.au)

ch.
01

**Drones et
sur-semis**



Nouvelles utilisations des drones

- **Épandage granulaire**
- **Semis**
- **Pulvérisation (ex. : engrais foliaire)**
- **(Pas de pesticide homologué pour une application par drone pour l'agricole)**



(Lizotte)

Sur-semis par drone

Avantages :

- Nouvelles fenêtres de semis
- Semis de précision
- Pas de passage au champ

Inconvénients :

- Semis à la volée uniquement
- Coût de semis un peu plus élevé



(Lizotte)

Sur-semis par drones

Données techniques (DJI AGRAS T50) :

- Capacité de charge : 50 kg
- Débit maximum : 108 kg/min
- Vitesse au champ : 36 km/h
- Largeur d'application : 5 – 8 m
- Capacité au champ : 6 – 12 ha/h
- Temps de charge de batterie : 8 min
- Coût : 30 \$ - 40 \$/ha jusqu'à 30 kg/ha,
90 \$/ha pour 200 kg/ha



(lesfermesoverbeek.com)

Sur-semis par drones

- Tous les types de semences peuvent être appliqués
- Grosses semences légères peuvent dériver
- Semis à la volée, donc importance de :
 - moment d'application (pluie, gel-dégel)
 - contact sol/semence
 - taux de semis (1,5 - 2,0 fois du taux)
 - choix des espèces

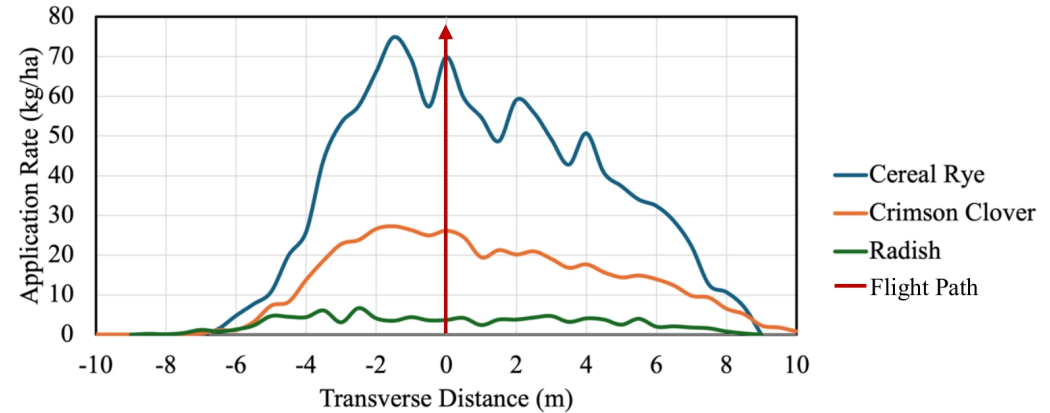


Figure 2.12. Mean single-pass spread pattern of cereal rye, crimson clover, and radish seeds.

(Darrell, 2025)

Sur-semis par drone

- Utilisation/technologie récente
- Le sur-semis de plantes fourragères par drone est peu documenté
- Travaux de Julie Lajeunesse (AAC) dans le cadre du Laboratoire Vivant – Racines d’avenir
- Plusieurs études sur le semis de cultures de couverture par drone (dont les travaux du Laboratoire Vivant de l’Ontario)



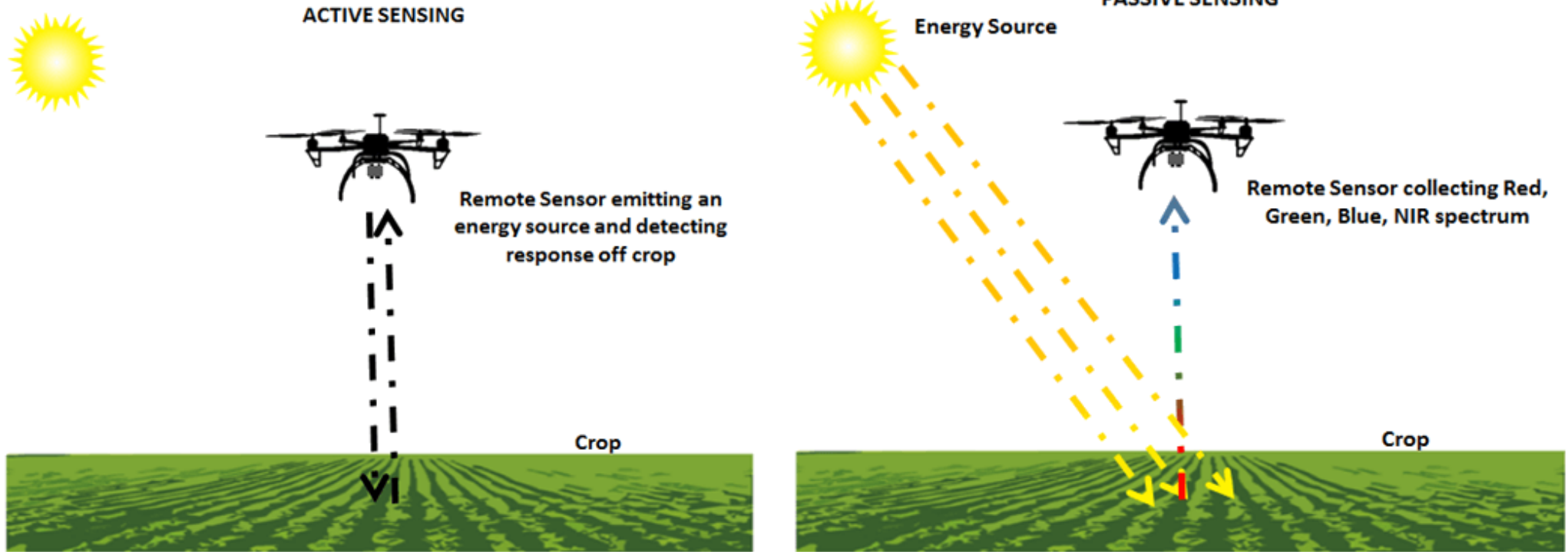
(Lizotte)



ch.
02

**Estimation des
rendements
de fourrages**

La télédétection par drone



(steemkr.com)

Indice de végétation comme le NDVI

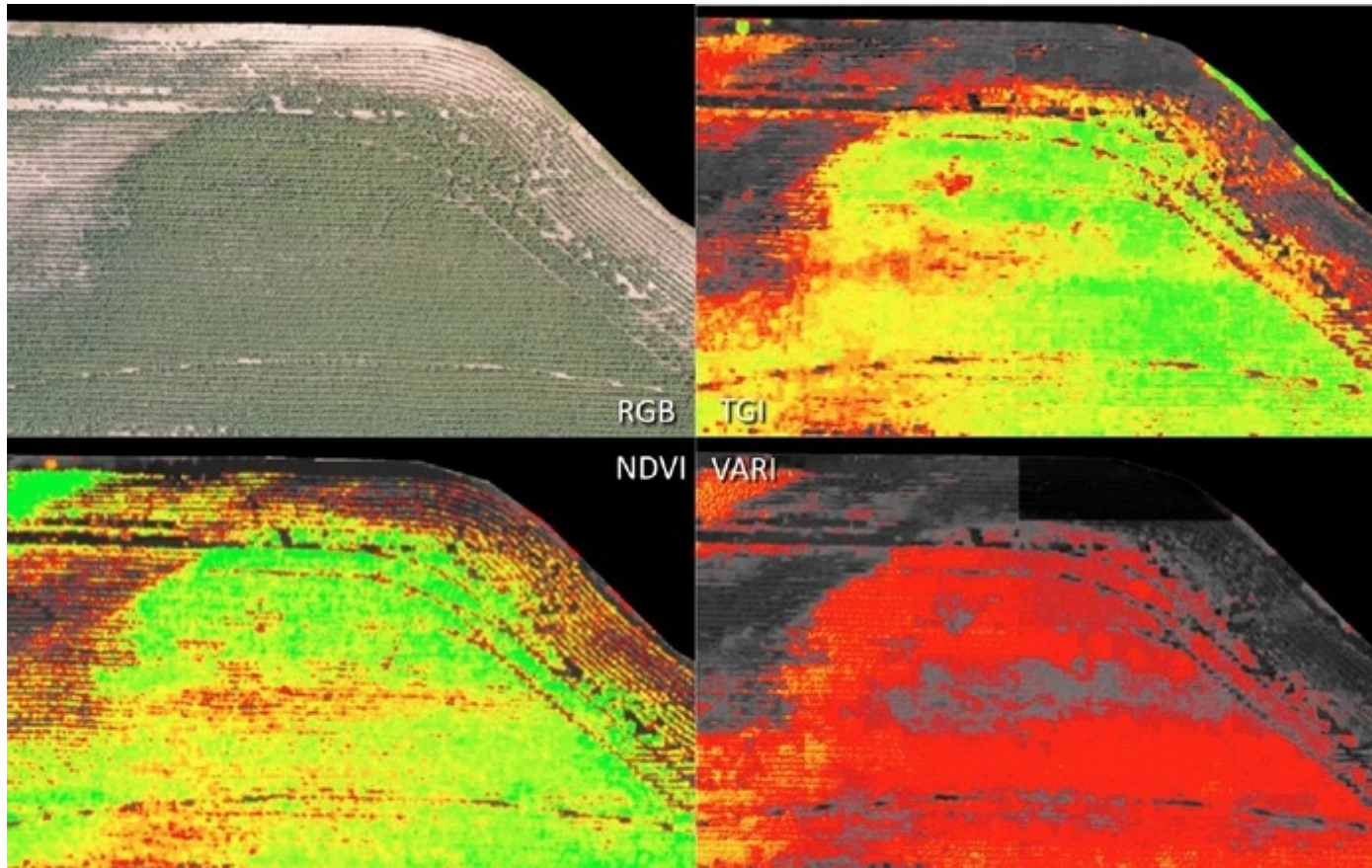
Exemple :

Indice de végétation par
différence normalisé (NDVI)

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}}$$



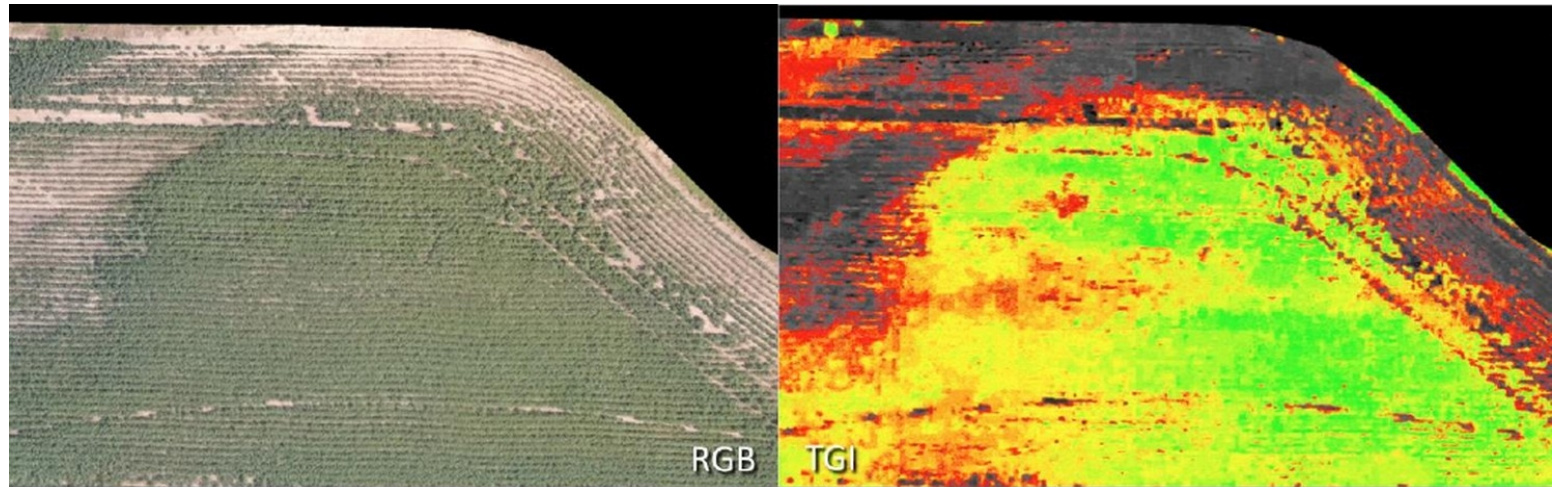
Indices de végétation (IV)



(McKinnon et Hoff, 2017)

Télédétection: observer les prairies et pâturages

- Le rendement
- L'état des plantes fourragères (ex. : sécheresse, déficience)
- Les ennemis des cultures



Utilités de la télédétection à la ferme

- **Cartes pour les applications à taux variables (semis, engrais, chaux)**
- **Carte pour les interventions phytosanitaires ciblées**
- **Cartes de rentabilité des prairies**
- **Outil de diagnostic et de dépistage**
- **Suivi de la levée, de population, de survie**
- **Suivi des pâturages**
- **Drainage**
- **Etc.**



(Lizotte)



TÉLÉDÉTECTION AGRICOLE:

- 1. Acquisition (drone ou sat.)**
- 2. Traitement des images**
- 3. Calculs, indices, algorithmes**
- 4. Recommandation(s)**
- 5. Application, correction, travaux au champ**



En 2026	Drone	Satellite
Facilité de collecte d'images	✗	✓
Modification de la captation	✓	✗
Flexibilité de collecte d'images	—	✗
Collecte de grandes superficies	—	✓
Accès aux données brutes	✓	✓
Images de haute résolution	✓	✗
Facilité de traitement d'images	✗	✓

Projet sur l'estimation de la CVMS au pâturage

Laboratoire vivant de l'UPA 2023-2028

**Estimation du rendement en
fourrage avant et après la pâture :**

- **par échantillonnage**
- **par télédétection (drone et imagerie satellitaire)**



Le Laboratoire vivant – Racines d'avenir est coordonné par l'Union des producteurs agricoles (UPA) dans le cadre du programme Solutions agricoles pour le climat – Laboratoires vivants d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC).



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

**Racines
d'avenir**
LABORATOIRE VIVANT

UPA L'Union
des producteurs
agricoles

Projet sur l'estimation de la CVMS au pâturage

- 2 sites (Centre-du-Québec, Chaudière-Appalaches)
- Échantillonnage des fourrages avant et après le pâturage :
 - 15 quadras
 - quadra de 0,5 x 0,5 m
 - coupe au sol
 - séchage et analyse en laboratoire



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

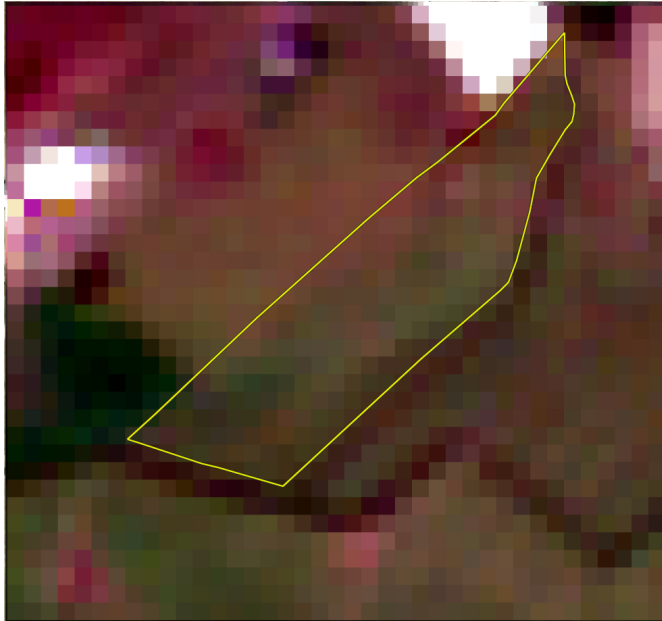
Racines
d'avenir
LABORATOIRE VIVANT



L'Union
des producteurs
agricoles

Imagerie pour la CVMS au pâturage

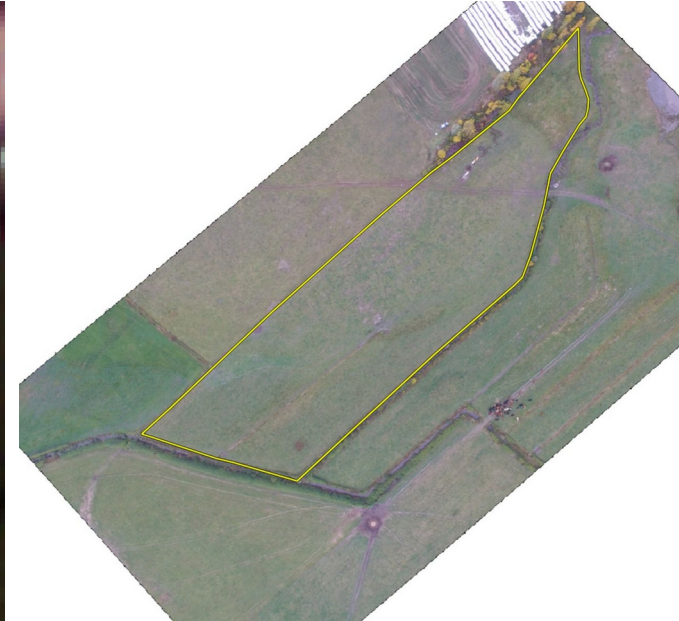
Sentinel-2 (10 m/pixel)



PlanetScope (3 m/pixel)



Drone (0,08 m/pixel)



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Racines
d'avenir
LABORATOIRE VIVANT



L'Union
des producteurs
agricoles

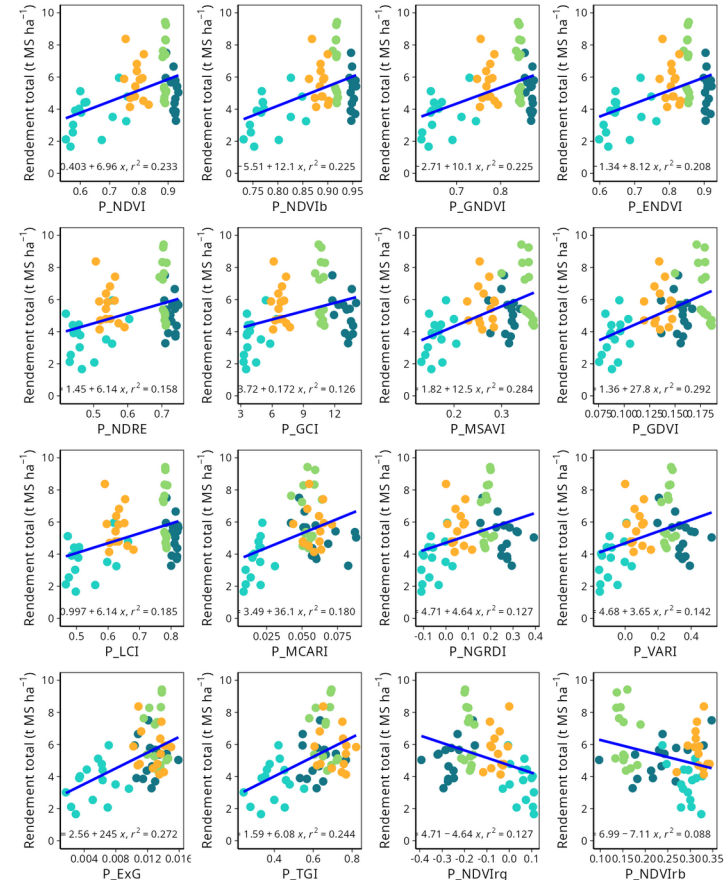
IV pour la CVMS au pâturage

Satellite (Sentinel-2, Planet):

- 16 indices de végétation (IV) calculés :
 - 10 IV avec NIR ou proche-rouge
 - 6 IV avec que RGB

Drone:

- 11 indices de végétation (IV) calculés :
 - 5 IV avec NIR
 - 6 IV avec que RGB



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

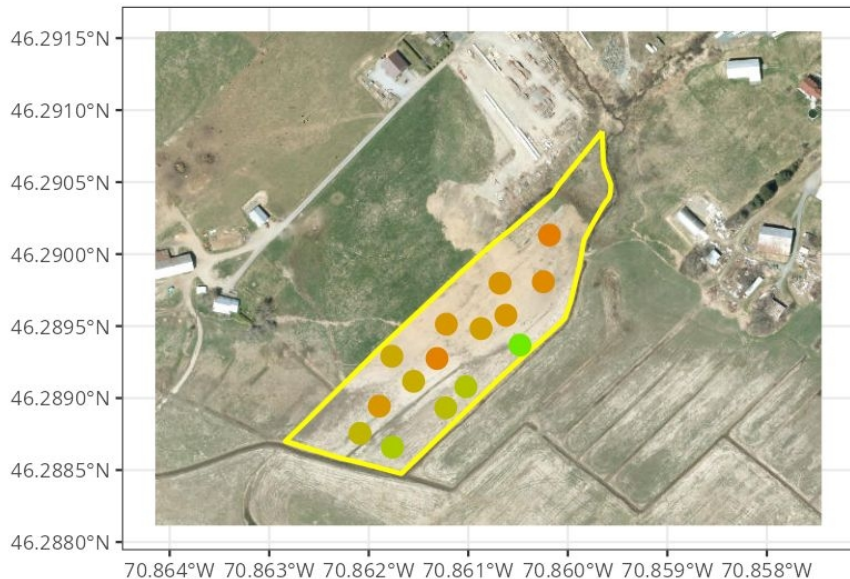
Agriculture and
Agri-Food Canada



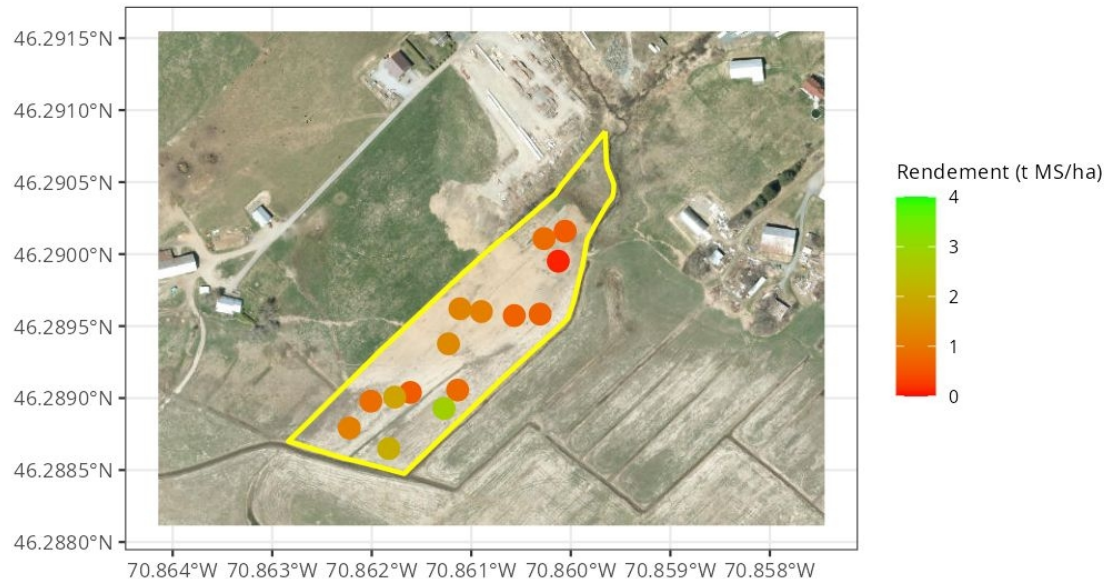
L'Union
des producteurs
agricoles

Mesures avant et après pâture

Rendement de fourrage mesuré le 2025-09-21



Rendement de fourrage mesuré le 2025-09-26



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

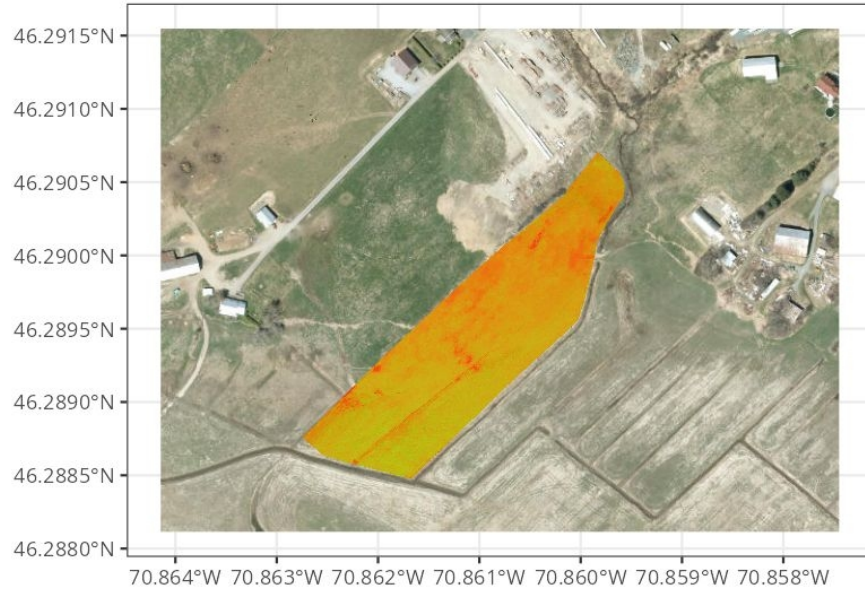
Racines
d'avenir
LABORATOIRE VIVANT



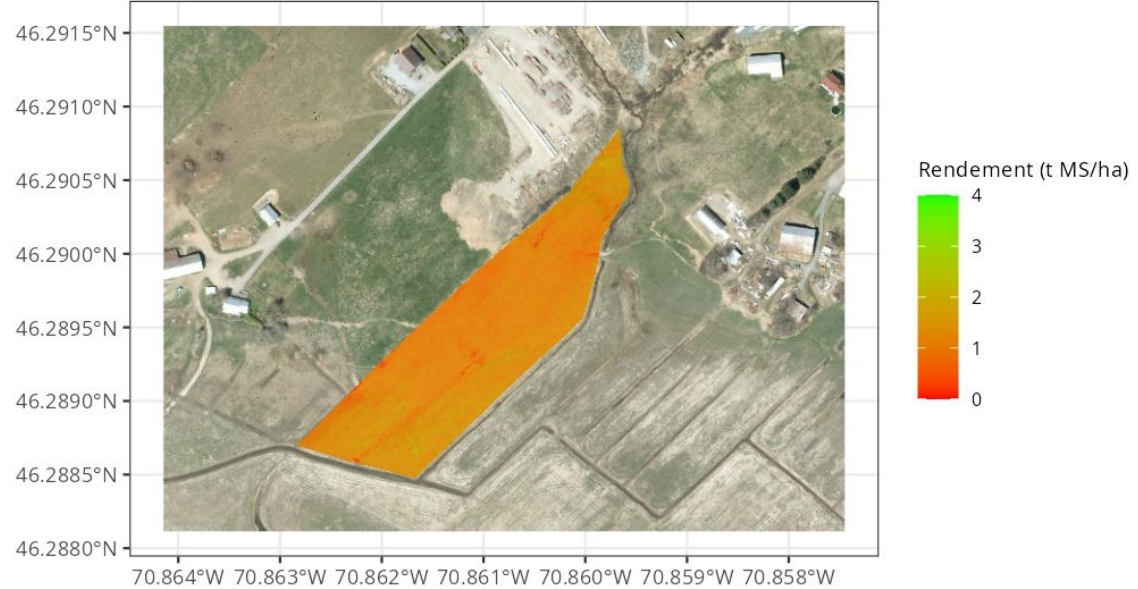
L'Union
des producteurs
agricoles

Carte de fourrage consommé au pâturage

Estimation des rendements de fourrage du 2025-09-21 avec di



Estimation des rendements de fourrage du 2025-09-26 avec drone (GCI)



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

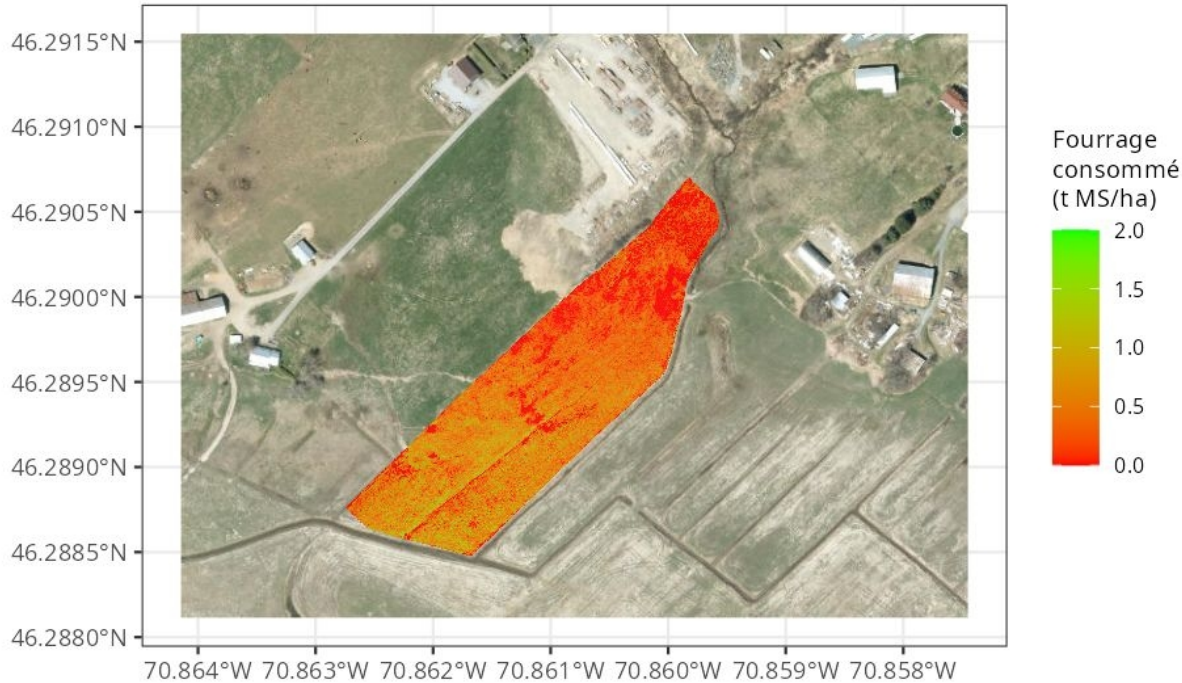
Racines
d'avenir
LABORATOIRE VIVANT



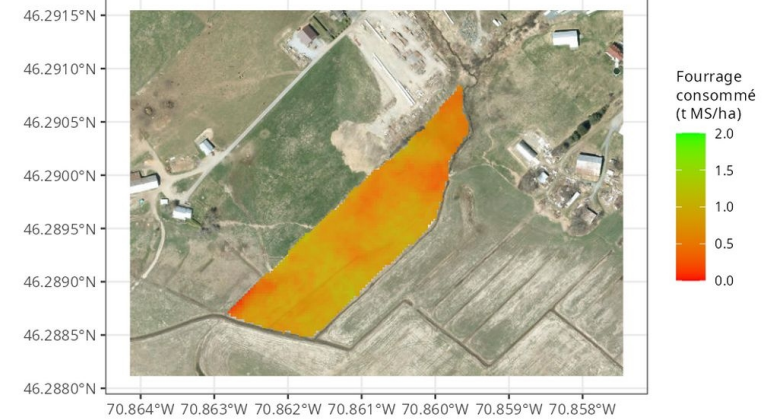
L'Union
des producteurs
agricoles

Carte de fourrage consommé au pâturage

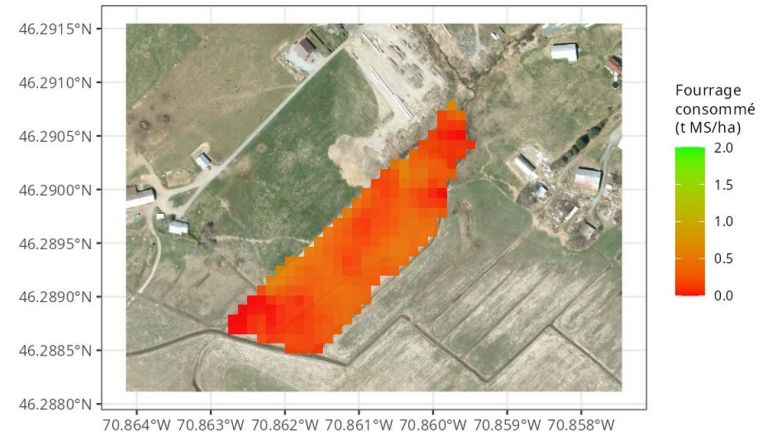
Estimation du fourrage consommé en 43,25 h avec drone (GCI)



Estimation du fourrage consommé en 43,25 h avec Planet (GCI)



Estimation du fourrage consommé en 43,25 h avec Sentinel (GNDVI)



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Racines
d'avenir
LABORATOIRE VIVANT



L'Union
des producteurs
agricoles

ch.
03

**Fertilisation
des prairies et
pâturages**



Défis de la fertilisation des plantes fourragères

Défis de la fertilisation des plantes fourragères pérennes:

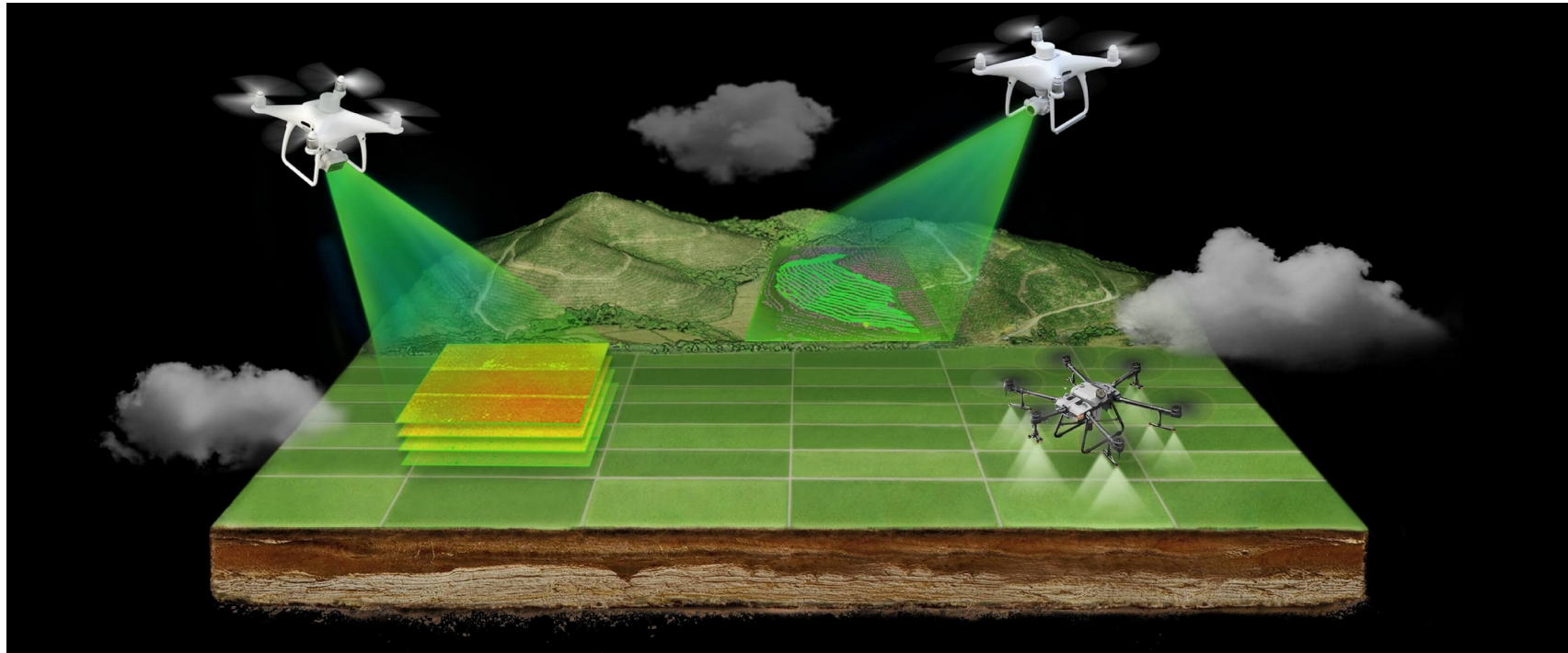
- **Multi-espèces avec différents besoins (azote, soufre, etc.)**
- **Variabilité des espèces, des rendements, etc.**
- **Recommandations avec une composition botanique inconnue ou supposée**



(Lizotte)

Drone et fertilisation des plantes fourragères

- Télédétection (rendement, composition botanique, suffisance, etc.)
- Application des engrais



Projet de cartographie des fourrages

Programme Prime-Vert

- Localiser au champ et cartographier les légumineuses et les graminées pour l'optimisation de la fertilisation azotée.
- Application géo-référencée des engrais azotés



Ce projet a été financé en partie par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du programme Prime-Vert.

Québec 

 **Club Sols Vivants**
Vivant depuis 1993

**GCA**
Groupe conseil agricole
de la Côte-du-Sud

Principe d'application

1. Collecte d'images
2. Identification visuelle des plantes (classification supervisée)
3. Localisation des plantes par le logiciel ou l'apprentissage automatique (I.A.)
4. Carte de légumineuses
5. Application d'engrais au champ



(Lizotte, 2023)

Méthode

- **Trois sites :**
 - 1. Saint-Roch-des-Aulnaies (prod. laitière)**
 - 2. Notre-Dame-des-Neiges (prod. laitière)**
 - 3. Saint-Mathieu-de-Rioux (prod. ovine)**
- **Saison de 2022 et 2023**
- **Coupe 1 et 2**



(Lizotte, 2023)

Instruments:

- Drone DJI Phantom 3 4K
- Drone DJI Mini 2
- Imagerie satellitaire de Sentinel-2



(Lizotte)

Méthodes de localisation des fourrages

Classification supervisée :

1. « Manuelle »
2. Apprentissage automatique (outil de l'IA)



(Lizotte, 2023)

1. Classification supervisée manuelle

Luzerne

Rouge, vert, bleu

67, 106, 53

76, 109, 56

63, 101, 50



Graminées

Rouge, vert, bleu

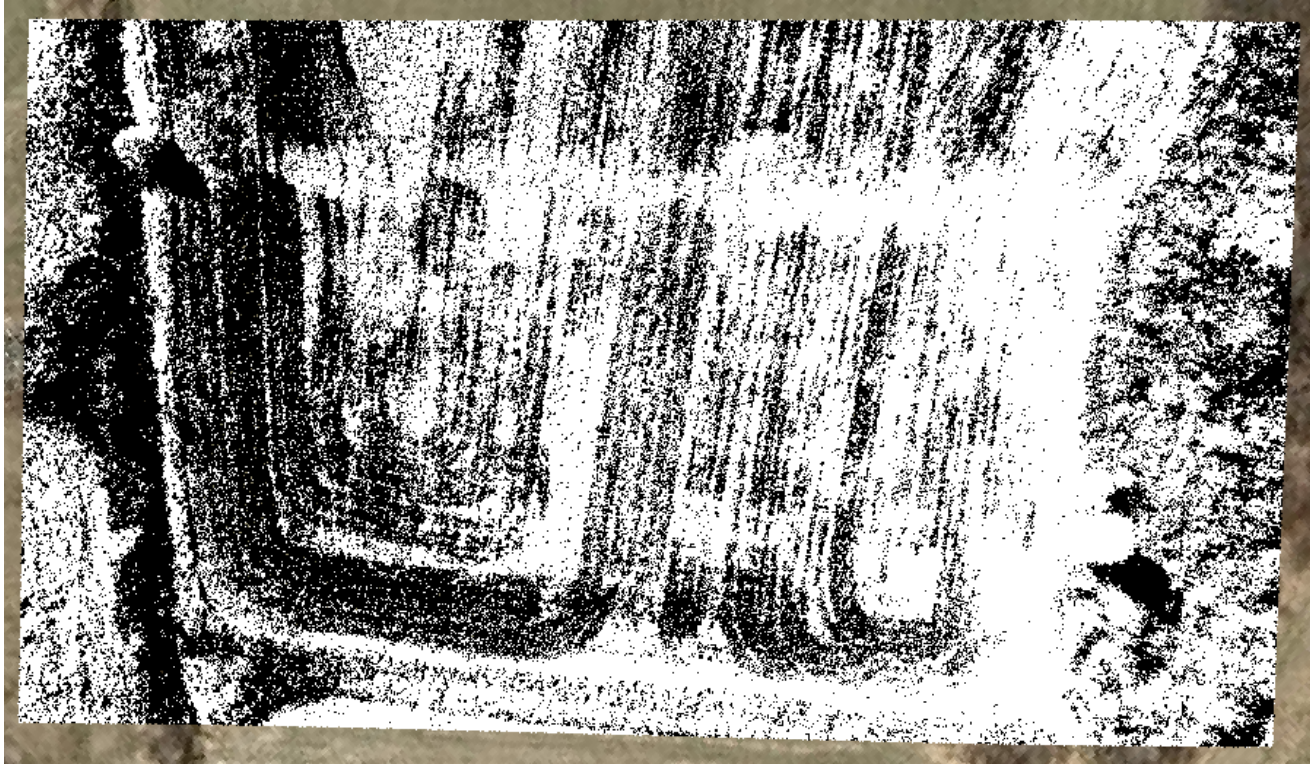
183, 167, 131

172, 159, 125

190, 177, 143

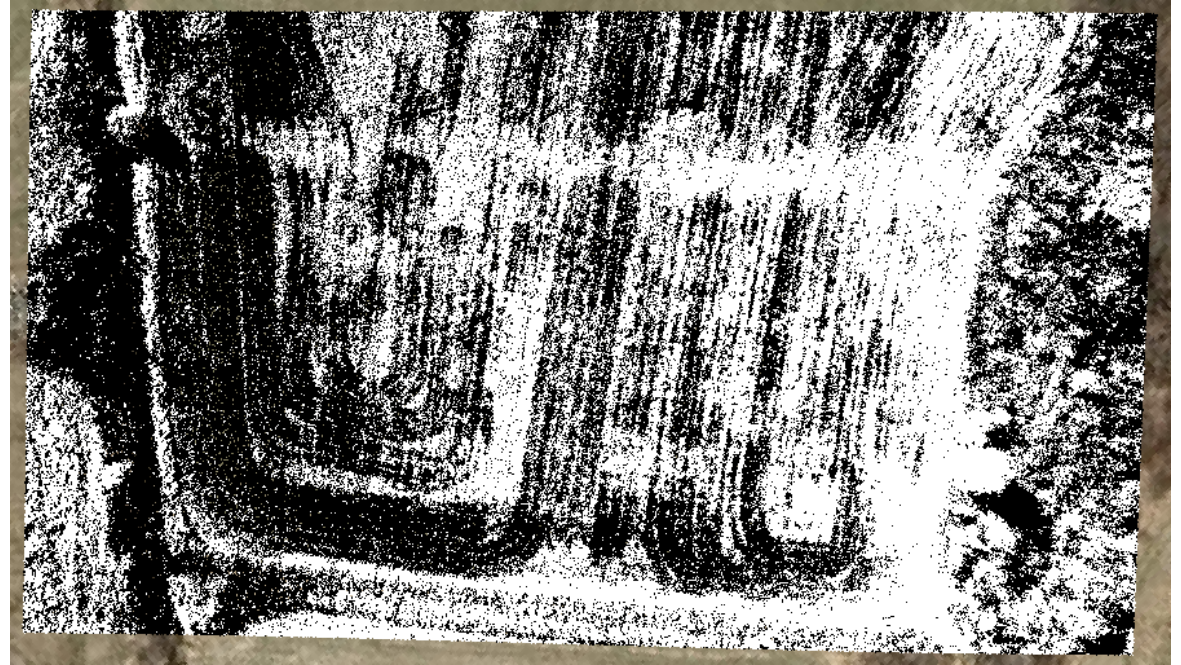
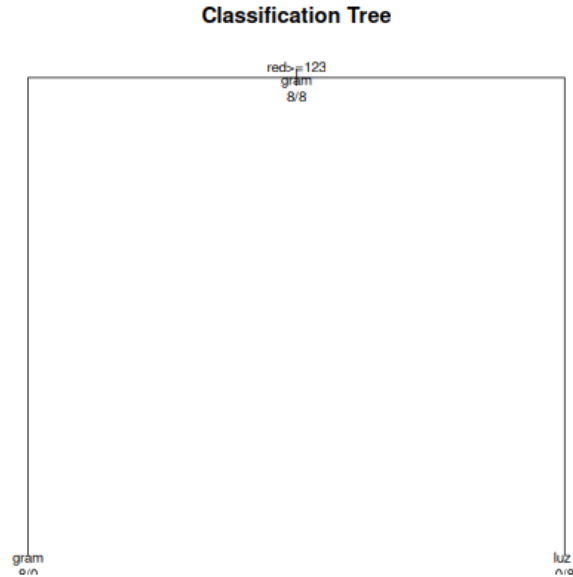
1. Classification supervisée manuelle

Luzerne = Rouge < 110



2. Classification supervisée par apprentissage

« Classification And Regression Trees » (CART)



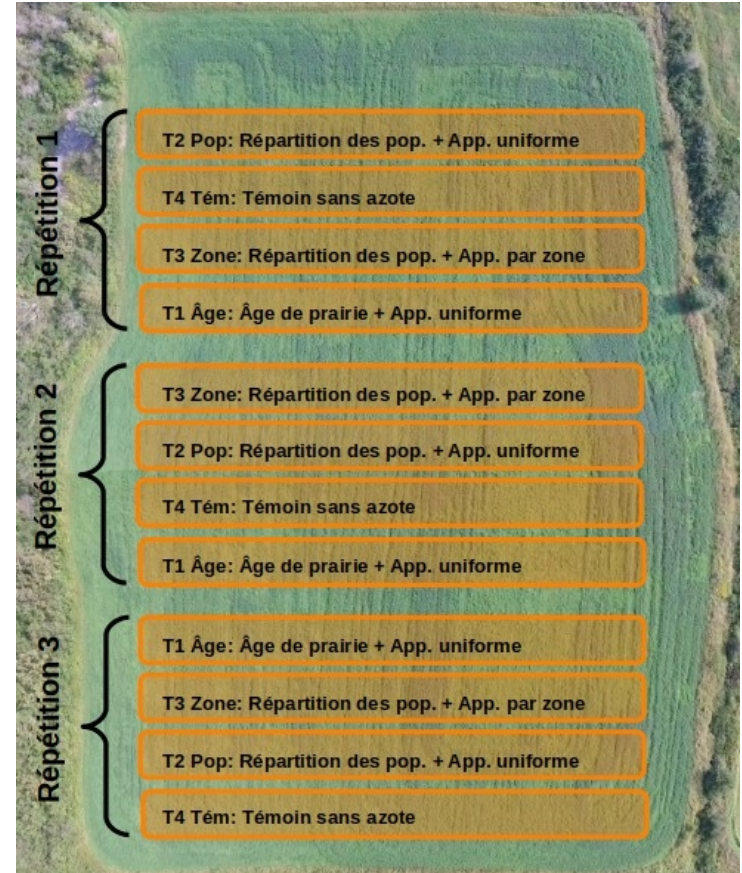
Exactitude de la classification

Classification	Coupe 1	Coupe 2	Coupe 1 et 2
	(%)	(%)	(%)
Manuelle	59	73	66
I.A.	54	64	59

Essais d'application de N

Doses ajustées selon :

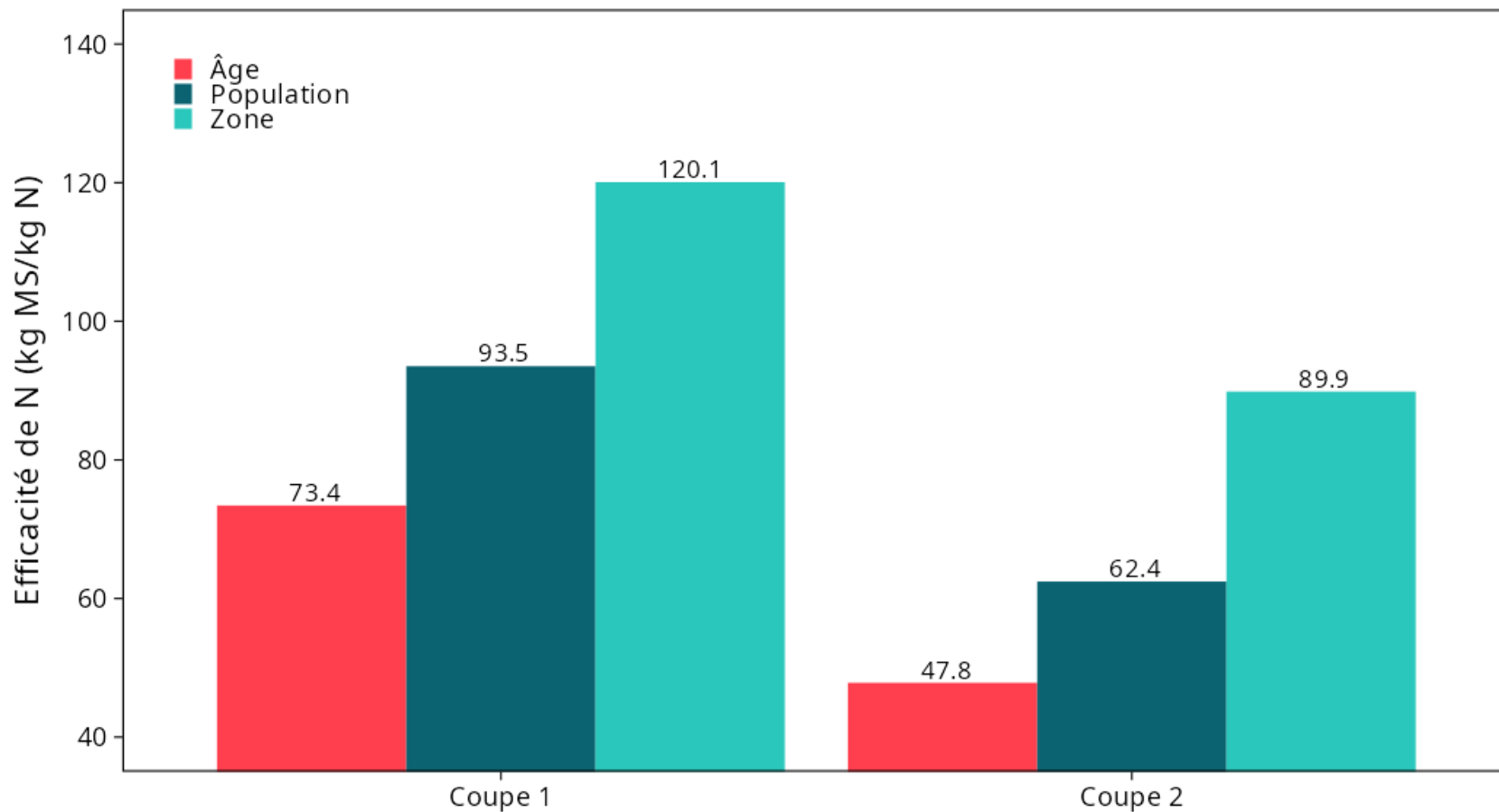
1. l'âge de la prairie (Âge)
2. la répartition des populations (Pop) de graminées; application uniforme
3. la répartition des populations (Zone) de graminées; application par zones de gestion
4. Témoins sans N



Les rendements obtenus

Site et traitement	N appliqué ^a (kg N ha ⁻¹)	Rendement (t MS ha ⁻¹)		
		Graminées	Luzerne	Total
Coupe 1				
Témoin	0	3,62 b	1,45	5,07 b
Âge	60	4,41 a	1,47	5,88 a
Population	44	3,89 ab	1,71	5,60 ab
Zone	36	4,06 ab	1,57	5,63 a
Coupe 2				
Témoin	0	1,38 b	1,46	2,84 b
Âge	40	1,91 a	1,58	3,50 a
Population	28	1,71 a	1,52	3,25 a
Zone	20	1,64 ab	1,59	3,24 a

L'efficacité du N



An aerial photograph showing a green tractor with a front loader working in a field. The tractor is positioned in the upper right, moving towards a large, rectangular pile of green material (likely hay or silage) in the center. The field is divided into long, parallel rows of brown soil and green vegetation. The tractor's shadow is cast onto the field. A blue rectangular box with the word "Conclusion" is overlaid on the bottom left of the image.

Conclusion

Conclusion

- **Multiple utilisations des drones pour la production fourragère**
- **Technologie d'agriculture de précision permettant de faire des gains de productivité fourragère :**
 - **amélioration des espèces fourragères**
 - **optimisation de la fertilisation**
 - **soutenir une bonne gestion des pâturages**



Remerciements

Assistance à la réalisation :

- Ann-Sophy Coté, agr., CDAQ
- Philippe Dionne, agr., CSV
- Marc Montpetit, agr., GCACDS
- Émilie Croteau, agr., DAB
- Marie-Ève Lépine, agr., Unoria

Entreprises agricoles :

- Beaulac Ferme Familiale
- Frédéric Gagné
- Ferme des Rasades
- Ferme JBJ Duval

MAPAQ :

- Ayitre Akpakouma, agr.



Informations

Pierre-Luc Lizotte, Ph.D., ing., agr.

Tél. : (418) 476-1143

Courriel : pierre-luc.lizotte @ outlook.com



(Lizotte)