

# ➤ Apports de la télédétection à la cartographie des épandages de matières organiques : mise en oeuvre au niveau d'une exploitation



Maxence Dodin<sup>1</sup>, Florent Levavasseur<sup>1</sup>, Antoine Savoie<sup>2</sup>, Lucie Martin<sup>1</sup>, **Emmanuelle Vaudour<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Université Paris-Saclay, UMR EcoSys, INRAE Versailles-Saclay, France

<sup>2</sup> INRAE, UE PAO, 37380 Nouzilly, France

INRAE



Μελικερτης



Colloque SOERE PRO, Rennes, 2 octobre 2024

INRAE

STEROPES



Στερόπτης

# ➤ Contexte général

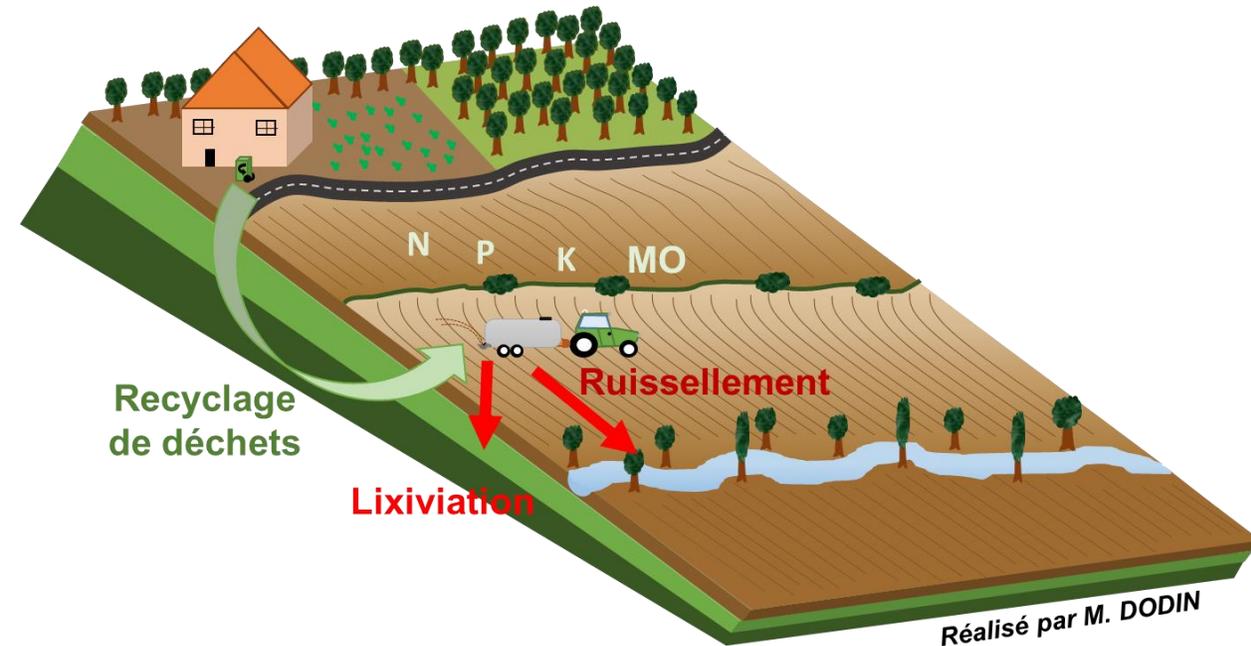
- Projet STEROPES-EJP-SOIL & MELICERTES (PEPR AgroEcoNum)
- Impacts sur stocks C et lessivage N vers les eaux souterraines
- Besoin de suivi des épandages de PRO de la part des autorités nationales (these M. Dodin)



©Maxence Dodin



©Emmanuelle Vaudour



Μελικερτης



PROGRAMME  
DE RECHERCHE  
FRANCE  
2030  
AGROÉCOLOGIE  
ET NUMÉRIQUE



Colloque SOERE PRO, Rennes, 2 octobre 2024

INRAE

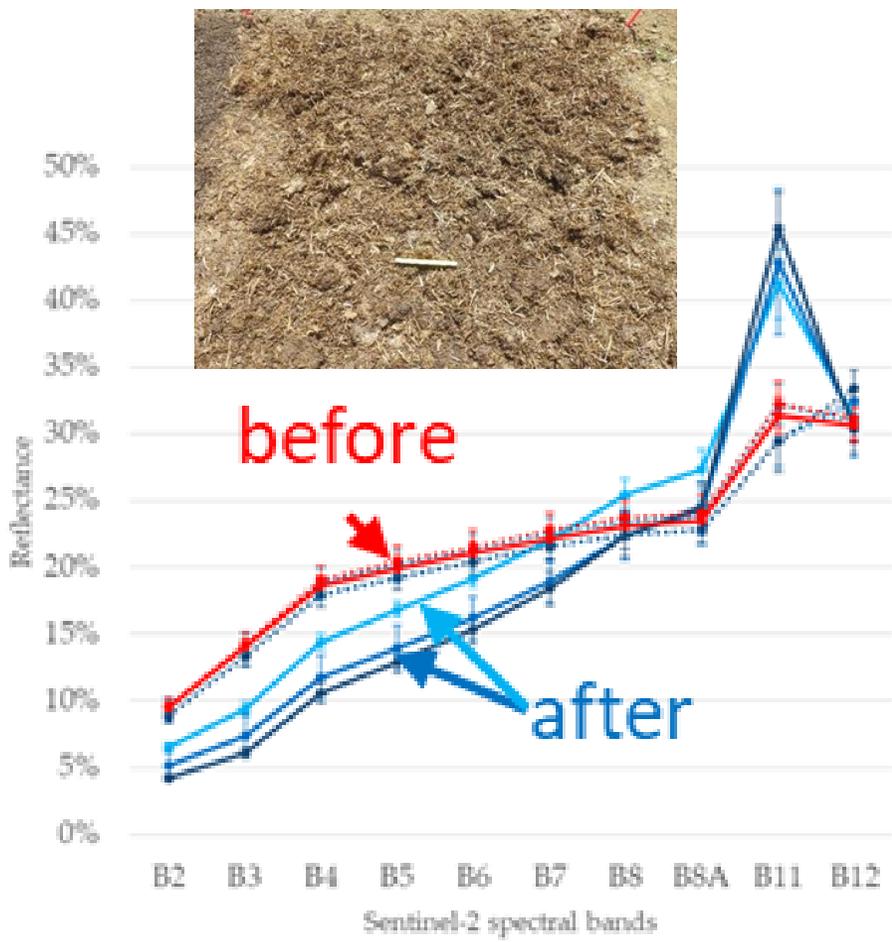
STEROPES



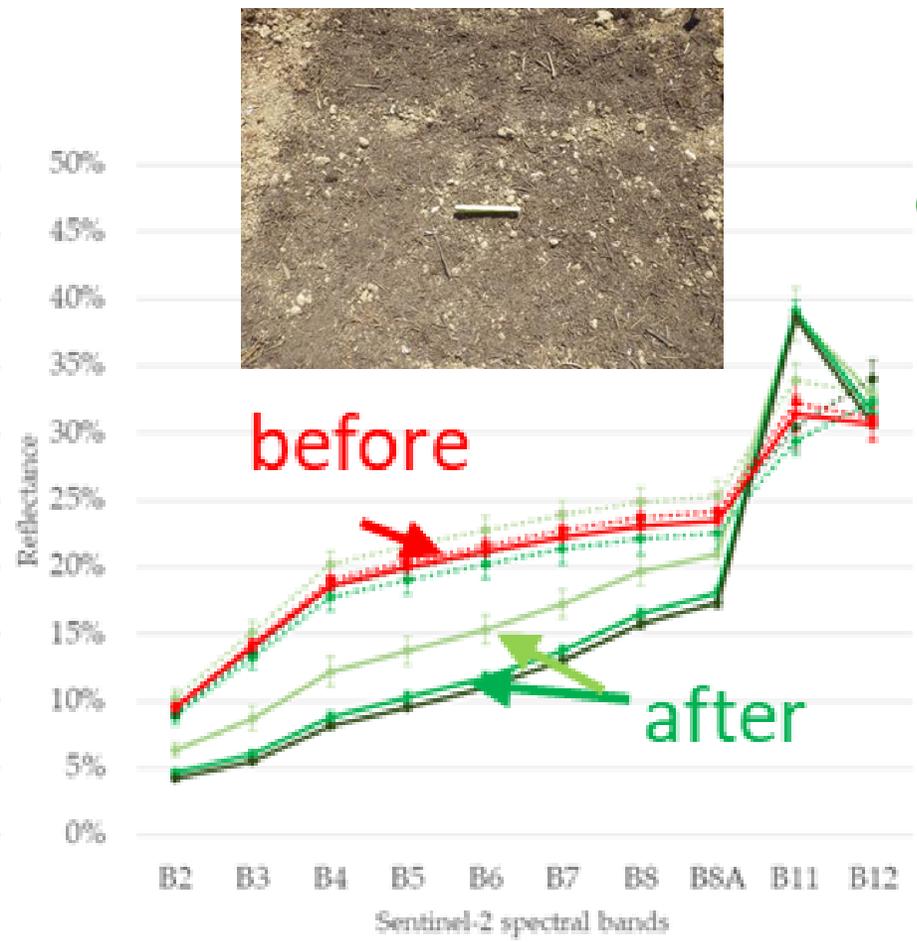
Στερότης

# ➤ Comportement spectral des PRO sur un sol nu

Fumier



Compost



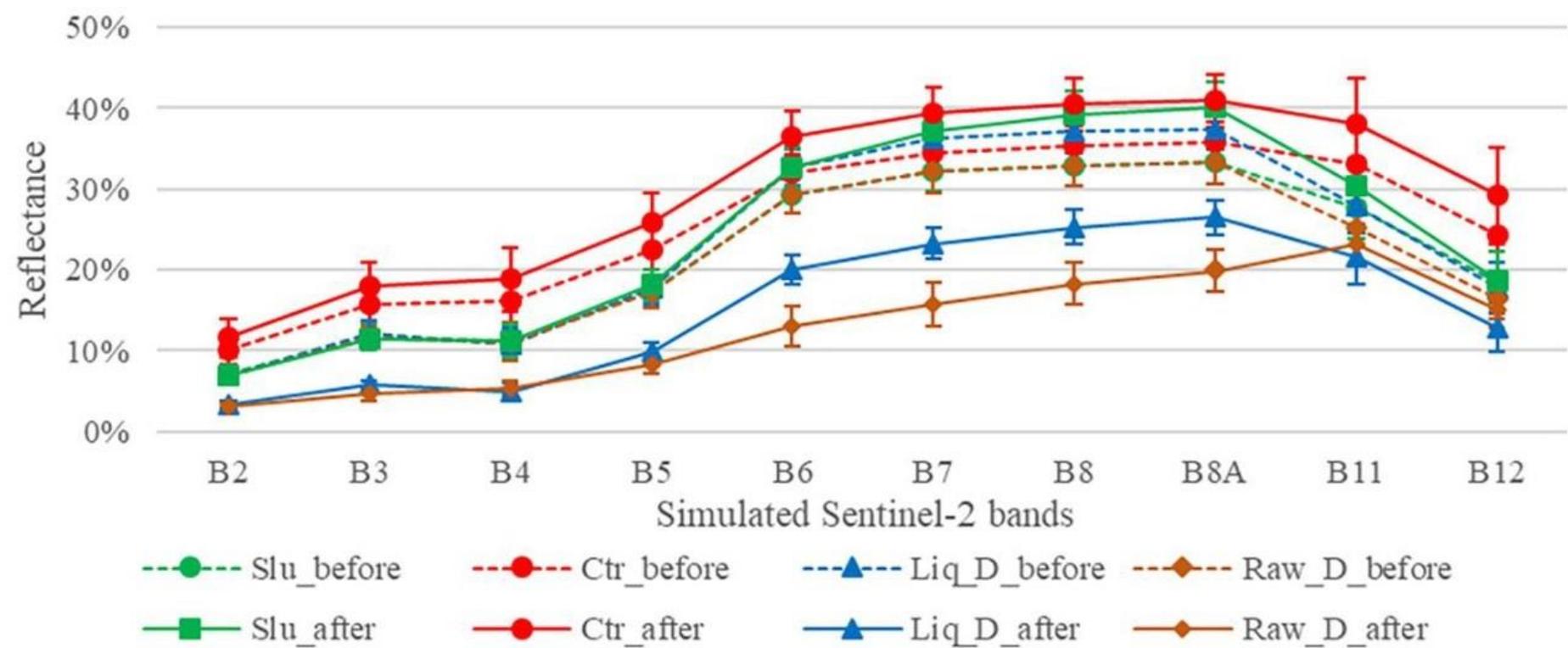
- Manure\_15\_before      --- Manure\_15\_after
- Manure\_30\_before    --- Manure\_30\_after
- Manure\_60\_before    --- Manure\_60\_after
- Control\_before        --- Control\_after

- Compost\_15\_before    --- Compost\_15\_after
- Compost\_30\_before    --- Compost\_30\_after
- Compost\_60\_before    --- Compost\_60\_after
- Control\_before        --- Control\_after

DODIN et al., 2021. Potential of Sentinel-2 Satellite Images for Monitoring Green Waste Compost and Manure Amendments in Temperate Cropland. *Remote Sensing* 13, 1616. <https://doi.org/10.3390/rs13091616>



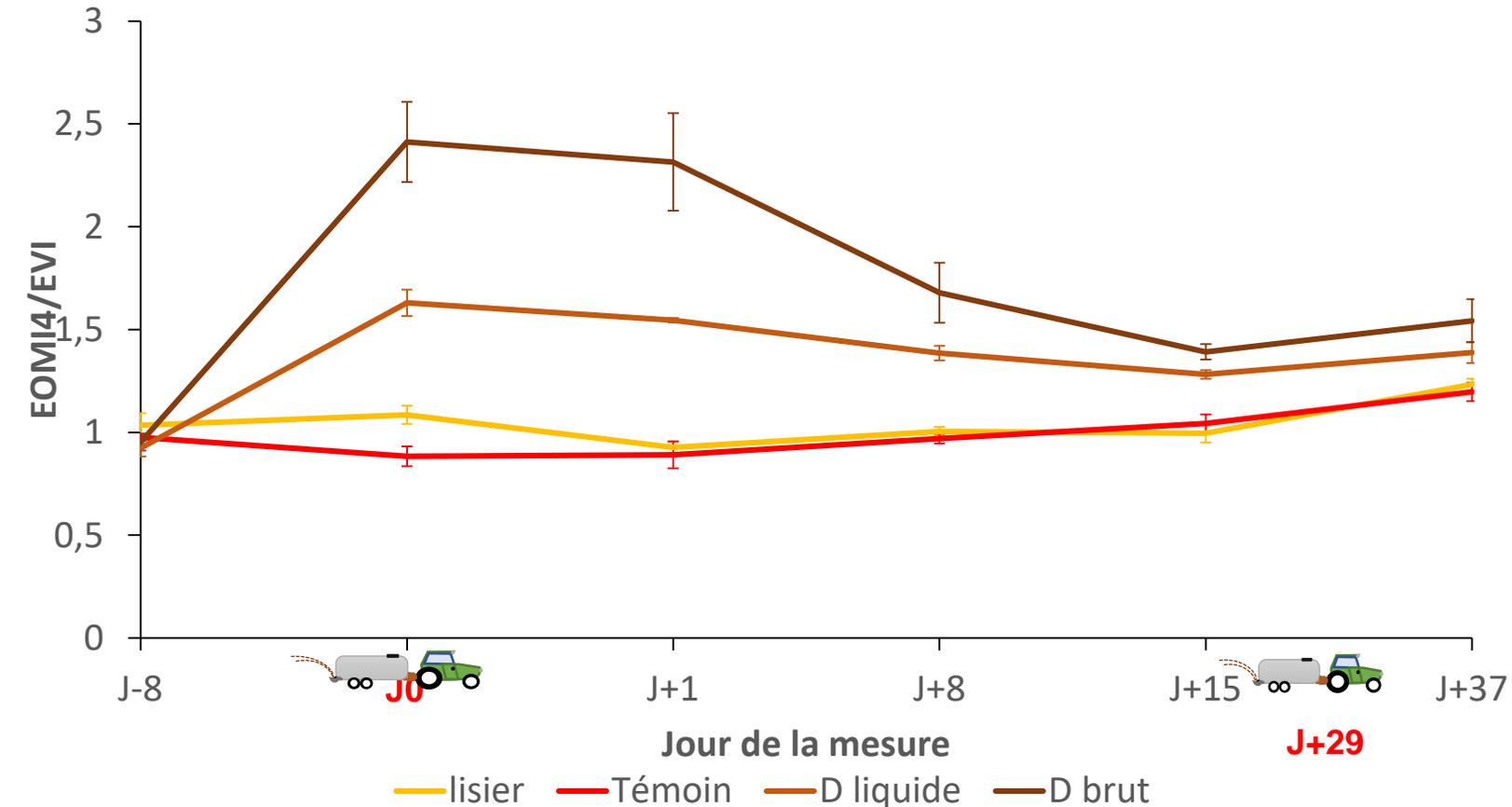
# ➤ Comportement spectral des PRO sur un sol végétalisé



DODIN M. et al., 2023. Sentinel-2 satellite images for monitoring cattle slurry and digestate spreading on emerging wheat crop: a field spectroscopy experiment. *Geocarto International* 38, 2245371. <https://doi.org/10.1080/10106049.2023.2245371>



# Évolution temporelle des valeurs du rapport EOMI4/EVI

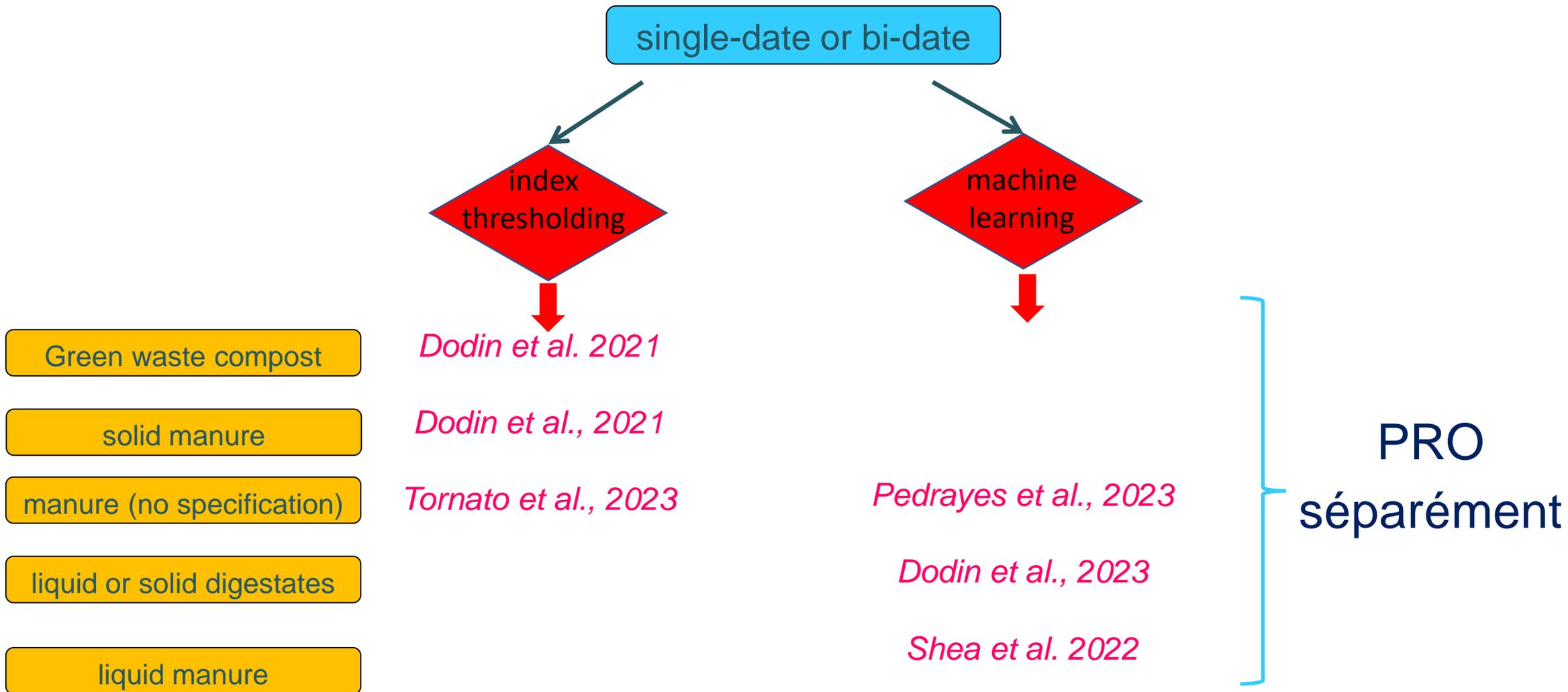


## Dispositif Métamétha (Tours) Epannage sur végétation

- ✓  réflectance Visible-PIR ;
- ✓ Prise en compte de la végétation en divisant avec EVI ;
- ✓ Digestats détectables sur blé émergeant ;
- ✓ Blé d'hiver > 23 cm → entrave à la détection ;
- × Épannage de lisier peu ou non détectable.

DODIN M. et al., 2023. Sentinel-2 satellite images for monitoring cattle slurry and digestate spreading on emerging wheat crop: a field spectroscopy experiment. *Geocarto International* 38, 2245371. <https://doi.org/10.1080/10106049.2023.2245371>

# ➤ Imagerie spatiale pour détecter des épandages



➔ Évaluer le suivi de divers PRO au niveau d'une exploitation agricole ?

## ➤ Objectifs

- Cartographier divers PRO au niveau d'une exploitation agricole via Sentinel-2
- Examiner si Sentinel-1 améliore une telle détection
- Considérer trois paires d'images de fin d'hiver - début de printemps

## ➤ Zone d'étude

Ferme de 400 ha

FRANCE



Nouzilly

Study period: late winter

### EOMs

- Composted slurry over a bare soil followed by harrowing
- Liquid digestate over vegetation

### Input data

- Sentinel-2 spectral bands
- Sentinel-2 spectral indices
- Sentinel-1 polarizations and VH/VV ratio
- Before/after image pair or after only images



# ➤ Données de télédétection

Télédétection  
satellitaire 



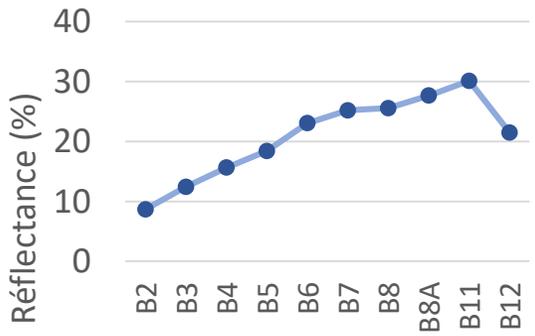
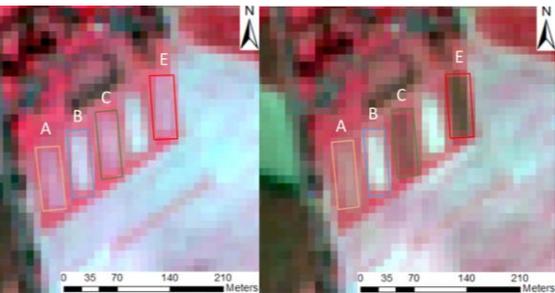
Downloading of  
S2 time series

Data  
preprocessing

Image stacking

Sentinel-2 or 1  
spectra&signals

Indices  
calculation



# > Indices spectraux

	Indice	Formule (bandes Sentinel-2)	Référence
Végétation	NDVI	$\frac{B8 - B4}{B8 + B4}$	Rouse et al., 1974
	EVI	$\frac{2.5 \times (B8 - B4)}{B8 + B4 \times 6 - B2 \times 7.5 + 1}$	Huete et al., 2002
	SAVI	$\frac{(B8 - B4) * 1.428}{B8 - B4 \times 6 + 0.428}$	Huete, 1988
Sol nu	BSI	$\frac{(B11 + B4) - (B8 + B2)}{(B11 + B4) + (B8 + B2)}$	Rikimaru et al., 2002
Humidité	NBR2	$\frac{B11 - B12}{B11 + B12}$	Castaldi et al., 2019
	S2WI	$\frac{B8A - B11 - B12}{B8A + B11 + B12}$	Vaudour et al., 2019
	VH/VV	/	Veloso et al., 2017

# Indices spectraux

matières  
organiques

$$\text{EOMI1} = (B11 - B8A) / (B11 + B8A)$$

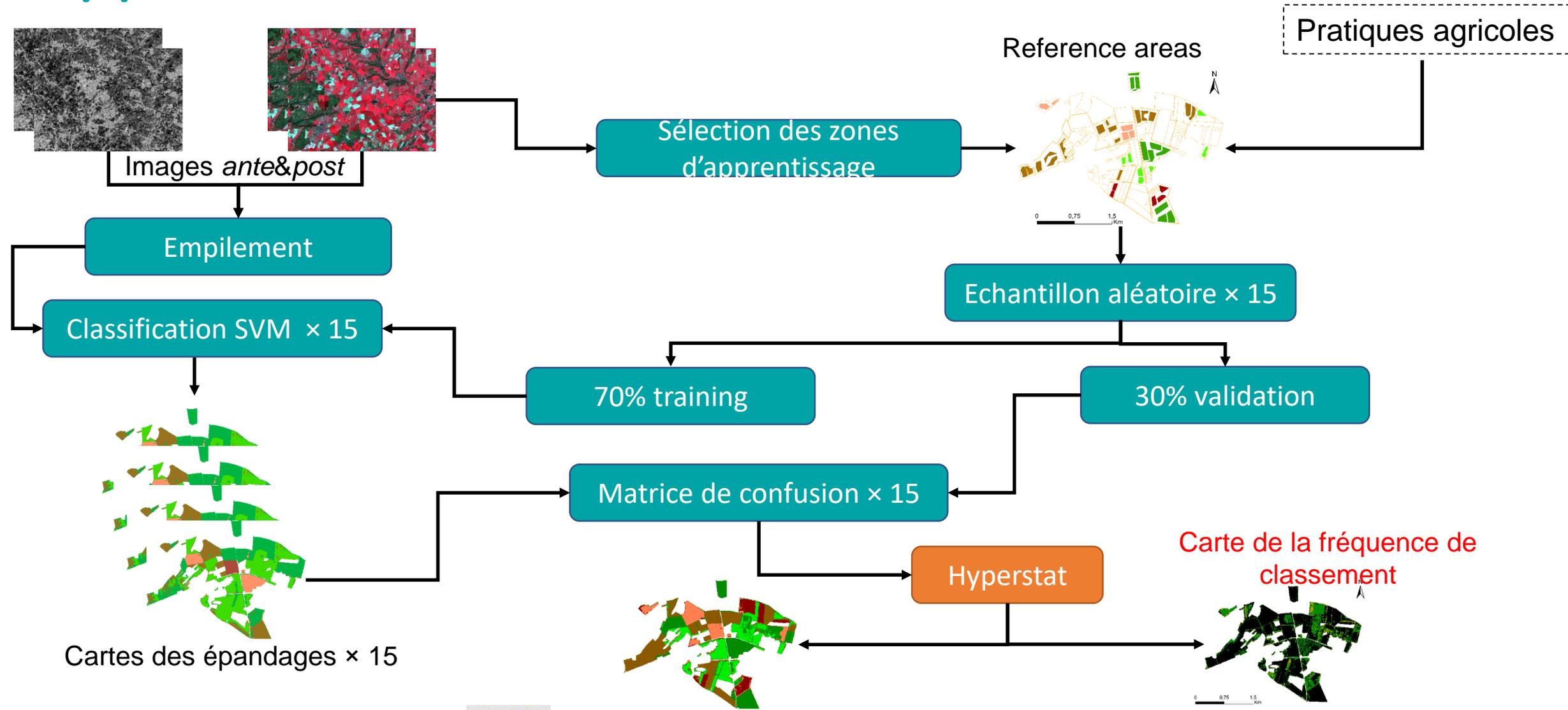
$$\text{EOMI2} = (B12 - B4) / (B12 + B4)$$

$$\text{EOMI3} = ((B11 - B8A) + (B12 - B4)) / (B11 + B8A + B12 + B4)$$

$$\text{EOMI4} = (B11 - B4) / (B11 + B4)$$

DODIN M. et al., 2023. Sentinel-2 satellite images for monitoring cattle slurry and digestate spreading on emerging wheat crop: a field spectroscopy experiment. *Geocarto International* 38, 2245371. <https://doi.org/10.1080/10106049.2023.2245371>

# ➤ Approche



Cartes des épandages × 15

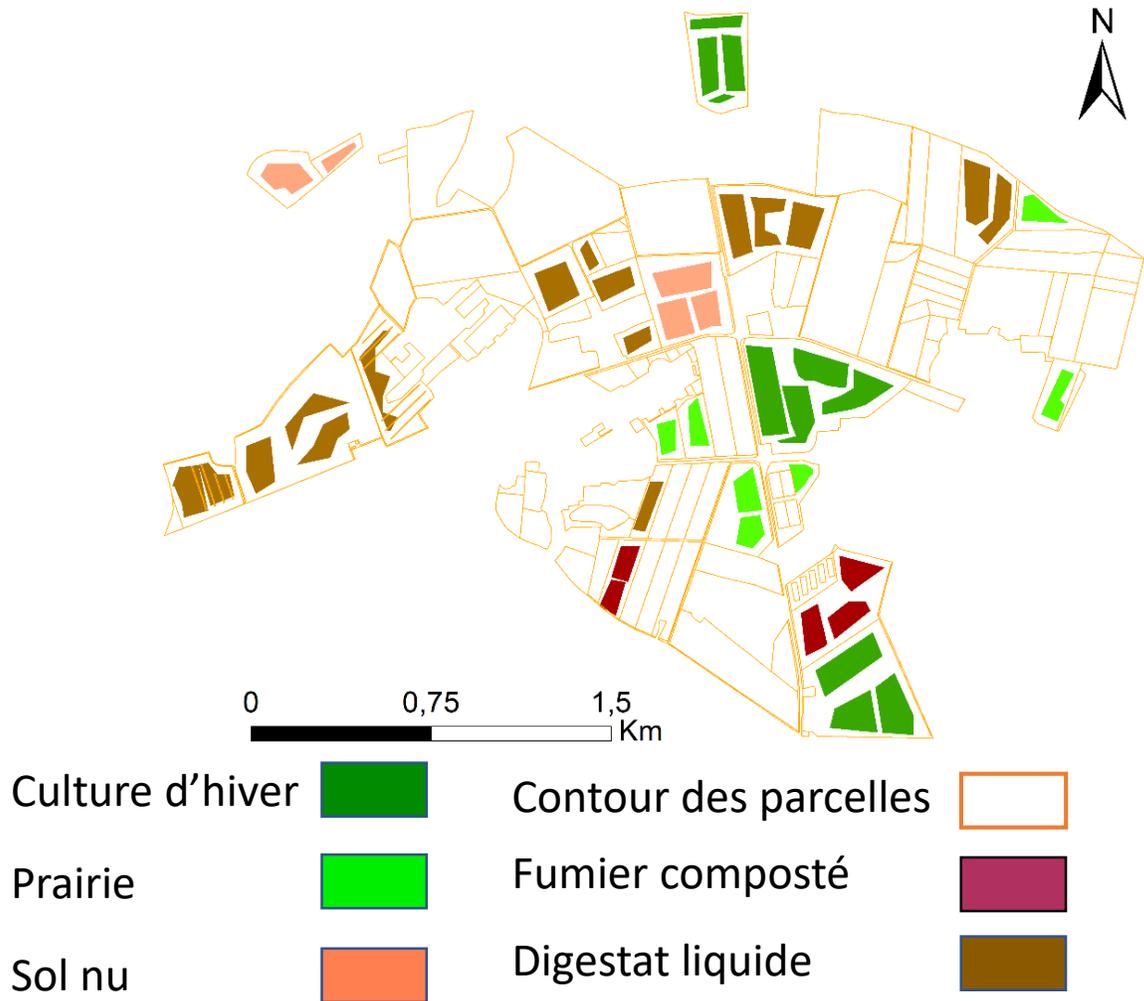
Carte finale des épandages

Carte de la fréquence de classement



# ➤ Zones d'entraînement/de validation

Paire des 19 - 26 mars 2021



Zones intra-parcellaires homogènes impactées par les opérations culturales

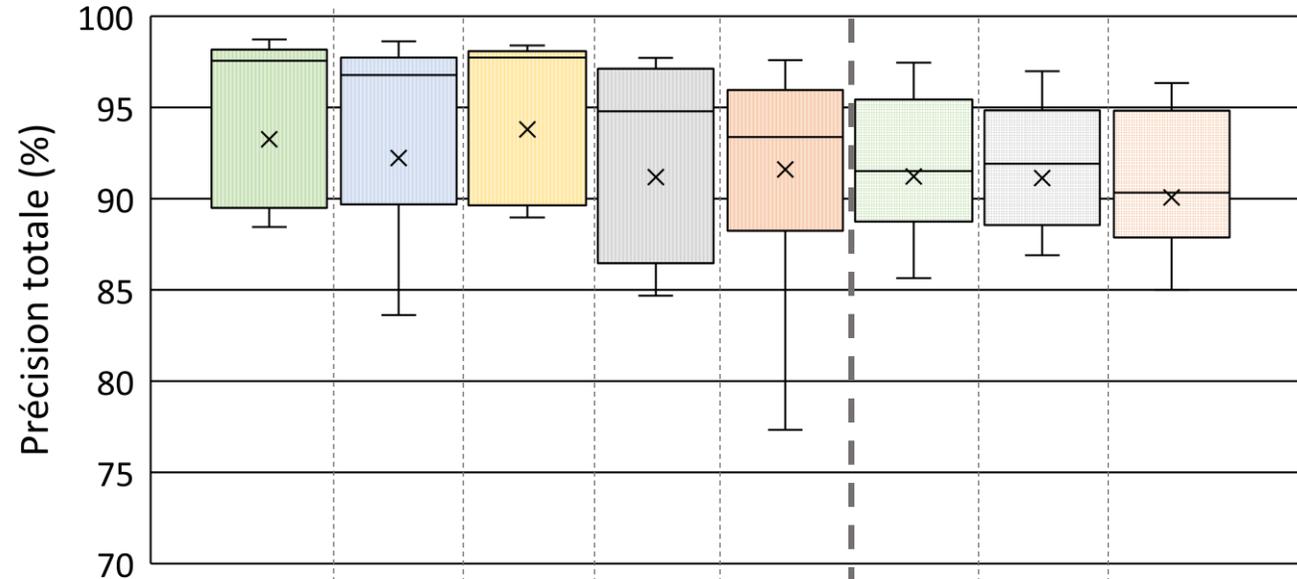
SVM adapté aux échantillons de petite taille (Pal and Mather 2004)

# ➤ Performances des classifications en fonction des variables d'entrée

**Paire des 19 - 26 Mars 2021**

- ✓ Performances des classifications similaires quel que soit le jeu de données
- ✓ Meilleurs résultats avec paires *ante&post*
- ✓ Amélioration faible des images radar

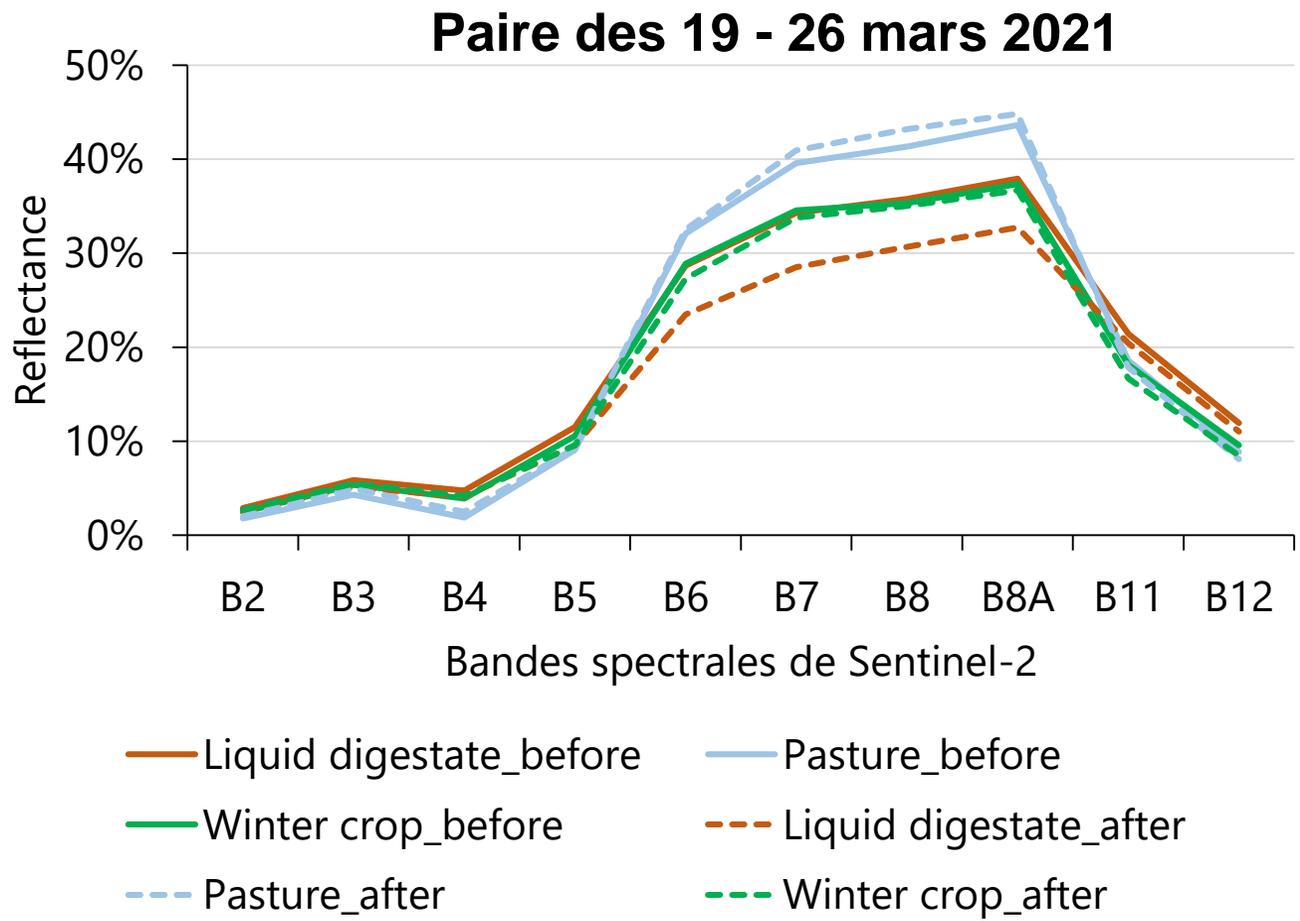
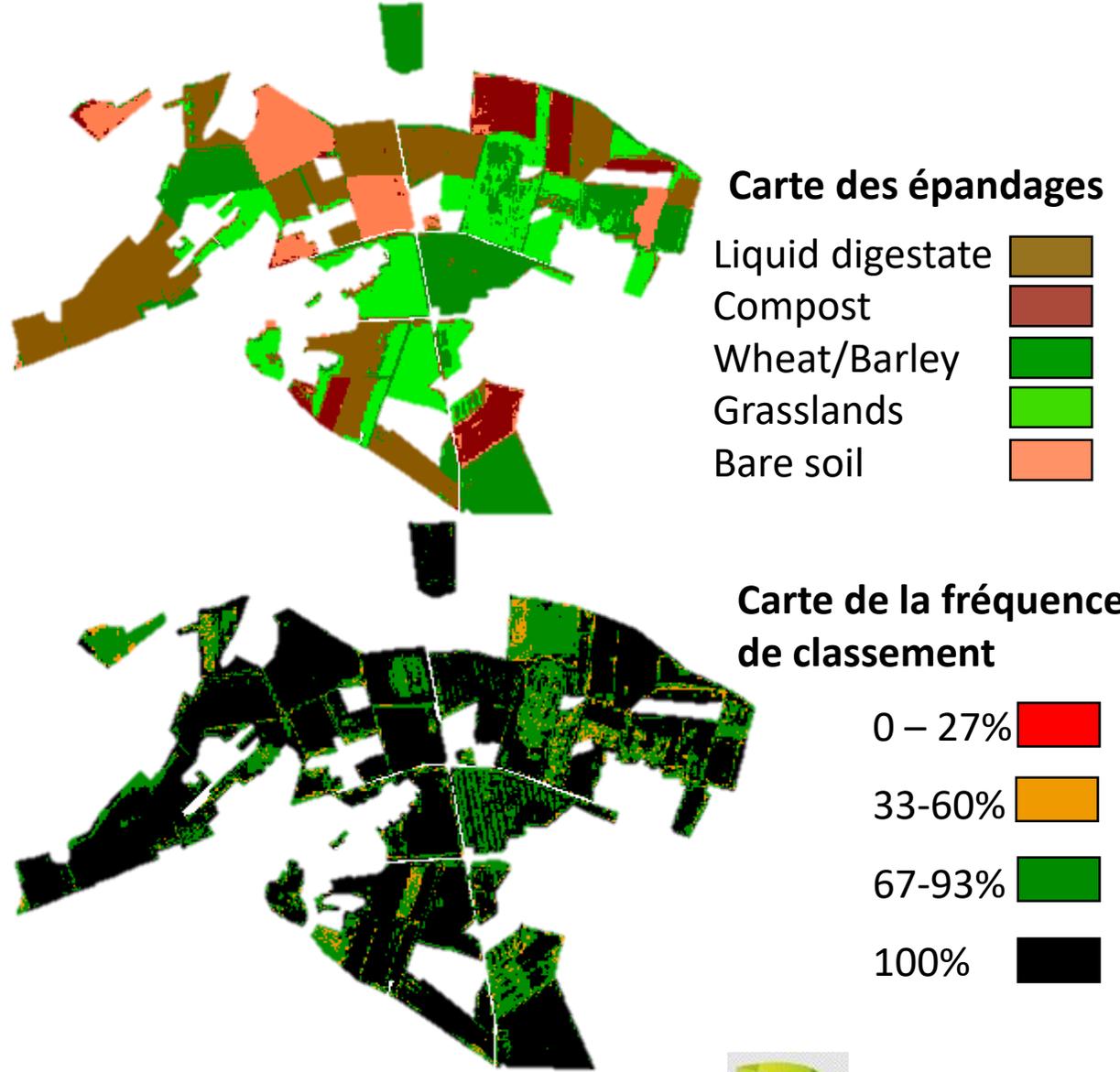
Précision totale



Données

Image Post (P) ou Ante-Post (AP)	AP	AP	AP	AP	AP	P	P	P
Bandes spectrales Sentinel-2	X	X	X			X		
Indices spectraux Sentinel-2	X		X	X	X	X	X	X
Polarizations Sentinel-1	X			X		X	X	
Rapport VH/VV	X			X		X	X	

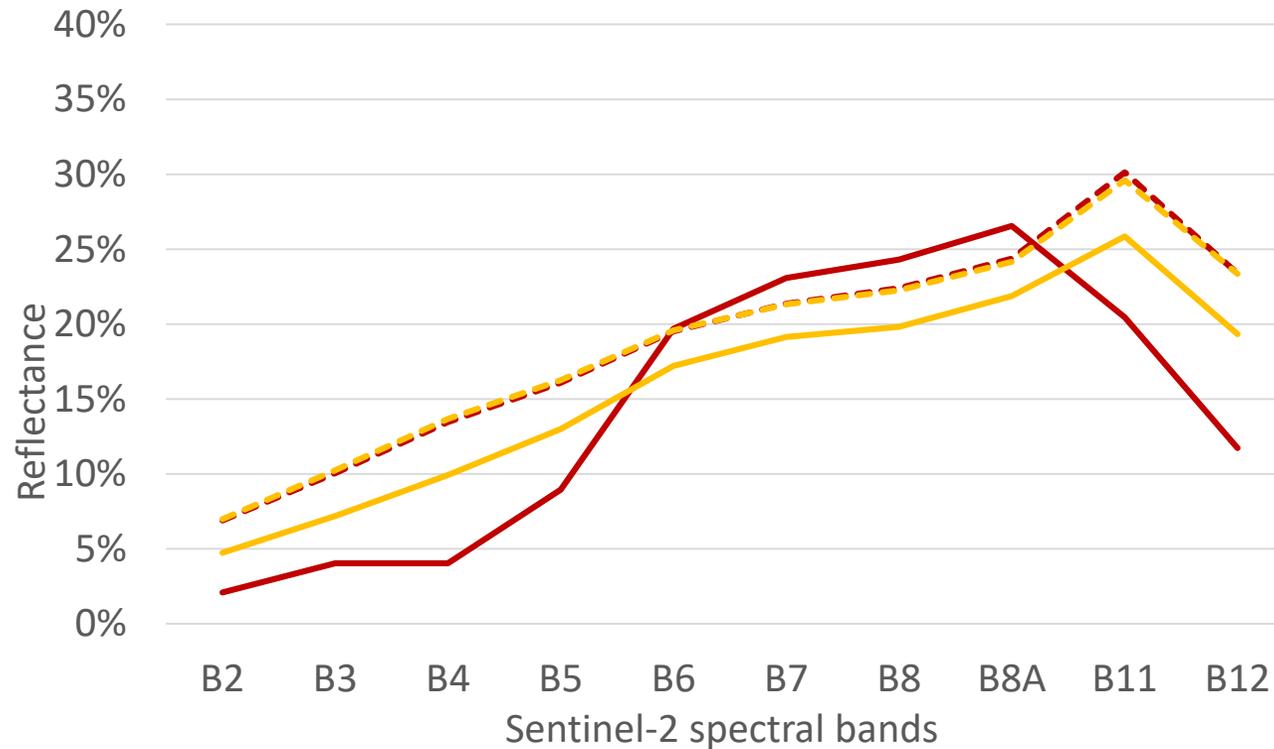
# ➤ Cartes résultats



✓ Epandage ⇨ ↘ réflectance



# ➤ Confusion entre labour et épandage



— Composted slurry before      — Bare soil before  
- - - Composted slurry after      - - - Bare soil after



# ➤ Conclusion

- Suivi de divers PROs possible
- Information bidate plus précise qu'une information mono-date
- +variables → +précis mais légère différence seulement
- D'autres approches pourraient être testées ainsi que des séries temporelles sur de plus vastes emprises



*Merci de votre attention!*

Maxence Dodin, Florent Levavasseur, Antoine Savoie, Lucie Martin, Emmanuelle Vaudour. Farm-scale mapping of compost and digestate spreadings from Sentinel-2 and Sentinel-1. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, en révision.

