

**cerfo**

FORMATION  
ACCOMPAGNEMENT  
RECHERCHE  
EN FORESTERIE

## Centre d'enseignement et de recherche en foresterie

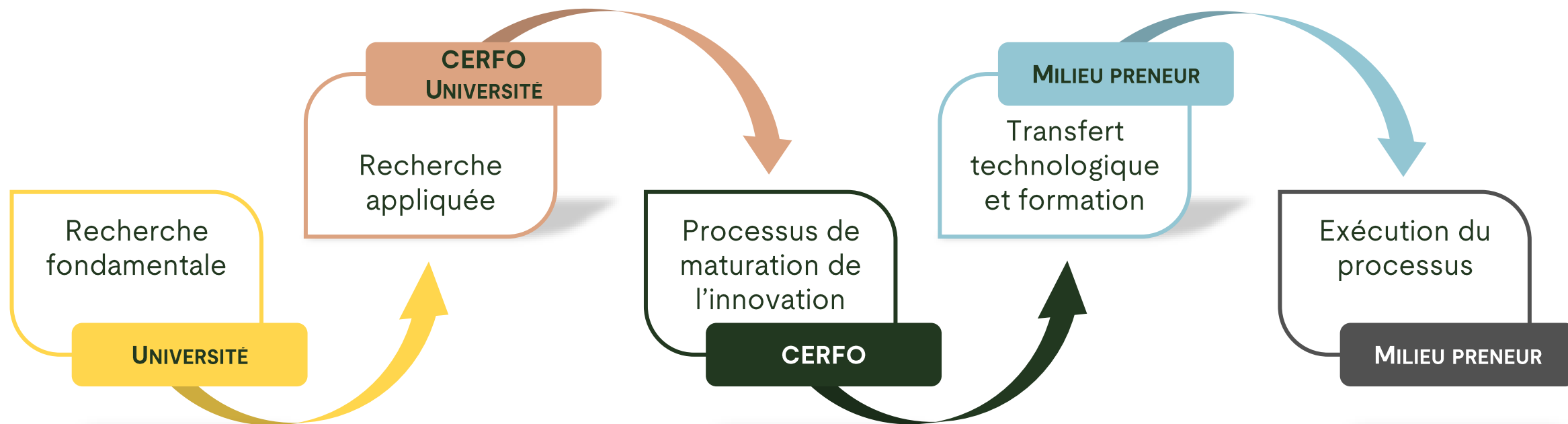
La télédétection, un outil potentiel  
pour la lutte aux espèces exotiques  
envahissantes

Mathieu Varin, M. Sc.

5 mai 2026



# OBNL public affilié



- Une équipe interdisciplinaire (≈ 40 M. Sc. et Ph. D.)
- Infrastructure numérique à la fine pointe





Recherche  
appliquée

# Laboratoire de télédétection



Faire murer les innovations pour optimiser vos opérations

- ✓ Données **objectives**
- ✓ Détection **précoce** (EEE) et évolution **spatiotemporelle**
- ✓ Méthodes **reproductibles** et standardisées sur de **grandes étendues**
- ✓ **Réduction** des coûts d'inventaire – validations terrain **ciblées**
- ✓ Aide à la **décision**



## TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

- Couches géospatiales, indicateurs
- Rapports et guides d'interprétation
- Tableaux de bord interactifs
- Cartes thématiques
- Plateformes de diffusion
- Technotes

## Infrastructure numérique

- Catalogue de données et abonnements
- Serveur GPU – vision par ordinateur et traitement AP
- 7 drones spécialisés (multiplateformes et échantillonneurs)
- 8 capteurs, dont :
  - RVB haute résolution
  - Lidar de haute précision
  - Multispectral 10 bandes
  - Hyperspectral
  - Thermique
- Équipe de 6 pilotes de drones qualifiés légalement et scientifiquement
- Laboratoire numérique
- Logiciels SIG et traitement d'image



# Cartographie automatisée d'espèces et des EEE

25 projets depuis ≈ 12 ans

Clients : Ville de Québec, DRF, AFPE, MAPAQ, IRSST, HQ...



## Ce que l'on fait

Détection de **phragmites**, **nerprun**, **renouée du Japon**, **berce du Caucase**

**Intervention** (drone)

**Planification** (satellite)

Publications et rapports sur le sujet



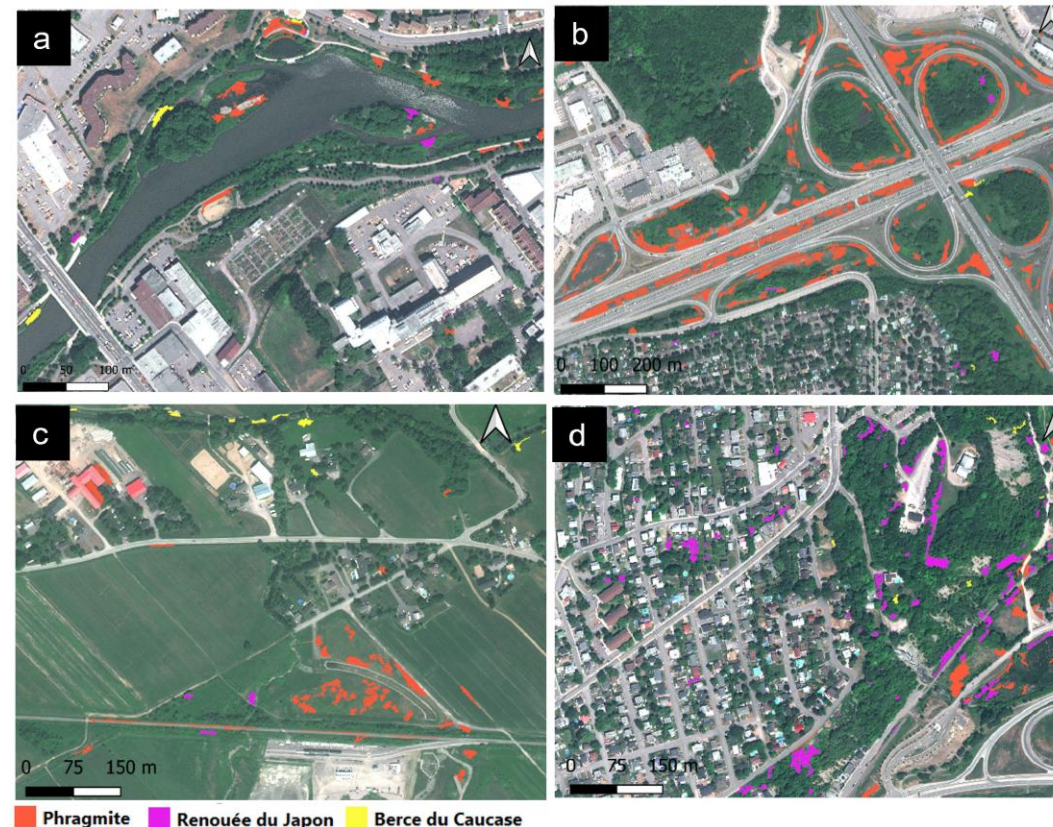
## Méthodes et outils

Imagerie aérienne et **drone** (visibles, multi/hyperspectrales)

Imagerie **satellitaire** (visible, multispectrale)

**Lidar** aéroporté et **drone**

Approches **pixel/objet**, détection d'objets et segmentation (IA)



- ✓ **Détection automatique** et précise des EEE pour **limiter leur propagation**
- ✓ **Interventions mieux ciblées** grâce à une cartographie fine et à jour
- ✓ Optimisation des ressources en **réduisant les coûts et efforts terrain**



## TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

- Cartes SIG des EEE prêtes à l'intégration opérationnelle
- Indicateurs de présence et d'évolution dérivés d'images satellitaires

# Détection du nerprun dans le bassin versant de la rivière Beauport

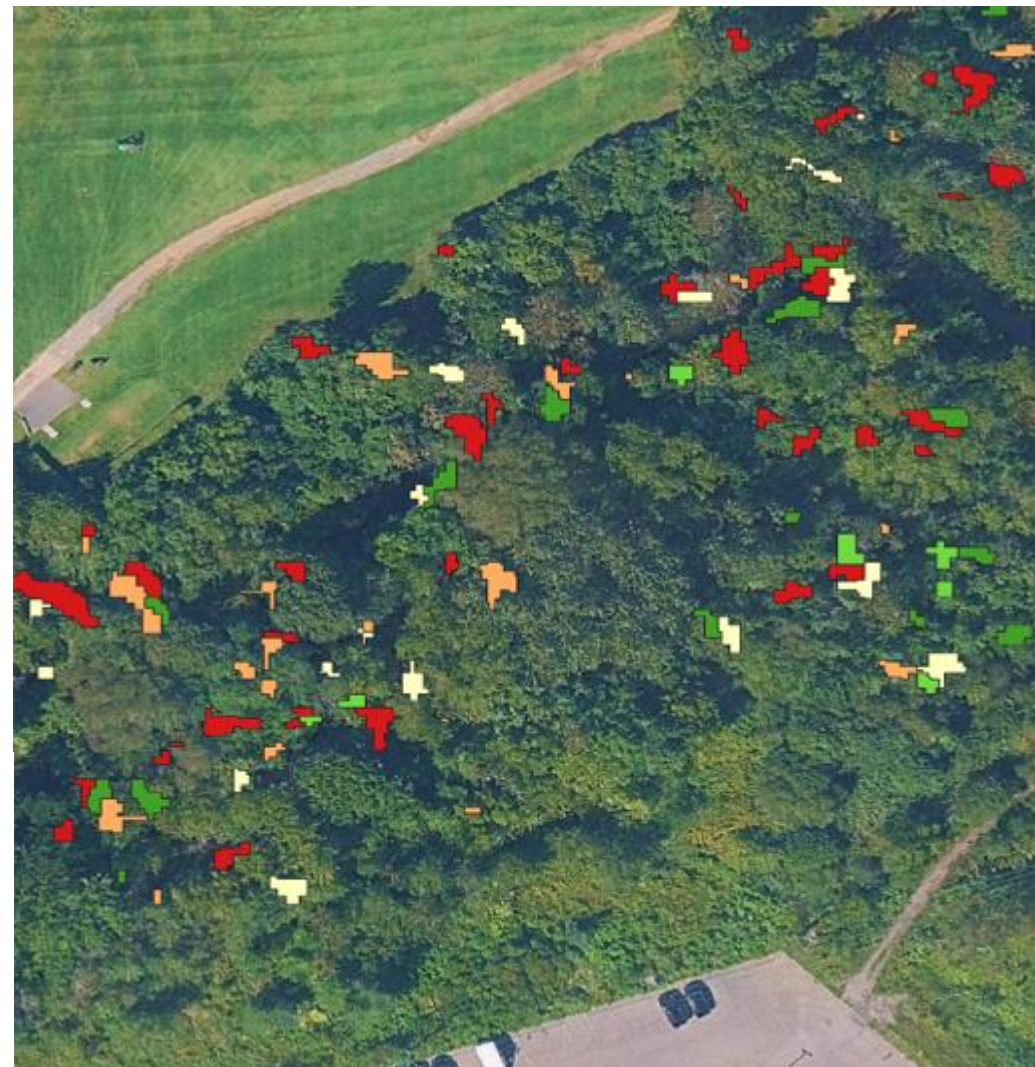
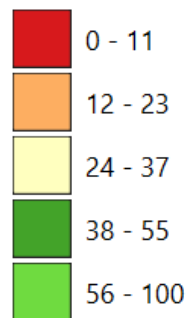
## Méthodes et résultats

Segmentation

Classification

Évaluation

F1-score  $\approx$  81 %



# Publications

## TECHNOTE

**TECHNOTE**  
Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc.  
TEL : (418) 699-4225 | Courriel : info@cerfo.qc.ca | www.cerfo.qc.ca

**Équipe de réalisation**  
Fiston Nininahazwe, M.Sc. (CERFO & Université de Sherbrooke)  
Mathieu Varin, M.Sc. (CERFO, Doctor Thèse Ph.D. (Université de Sherbrooke))

**Contenu du projet**  
Plusieurs espèces exotiques envahissantes (EEE) végétales menacent certaines espèces autochtones et aquatiques dans l'agglomération de Québec (Larocq et al., 2014). Cependant, la cartographie de la répartition spatiale de ces espèces n'a pas encore été réalisée, et les gestionnaires ne disposent que d'informations ponctuelles collectées sur le terrain par pour-tourismeurs GNSS (Global Navigation Satellite System), ou à travers la plateforme SENTINELLE mise en place par le ministère de l'Environnement et de la Forêt contre les changements climatiques (MELCC, 2020) et qui permet de colliger des observations effectuées par le grand public.

**Objectifs**  
L'objectif principal du présent projet consiste à élaborer une méthode de cartographie par télédétection de certaines EEE, permettant aux gestionnaires d'effectuer un suivi de la distribution spatiale de ces espèces, particulièrement dans les zones urbaines, résidentielles, et ainsi d'agir efficacement et rapidement vis-à-vis des risques sur les milieux. Spécifiquement, il s'agit de :

- Sélectionner les espèces les plus problématiques en fonction de leurs impacts et de leur détectabilité ;
- Développer et appliquer une méthode d'identification spatiale des espèces considérées, sur le territoire de l'agglomération de Québec.

**Méthode**  
1. **Zone d'étude** : la zone d'étude est l'agglomération de Québec ayant une superficie totale d'environ 573 km<sup>2</sup> avec environ une dizaine d'EEE (Larocq et al., 2014) (Figure 1).

2. **Échantillonnage** : les EEE considérées dans cette étude ont été sélectionnées en tenant compte de leur impact sur le plan environnemental, socio-économique et sanitaire et selon leur détectabilité. Il s'agit de la renouée du Japon (*Polygonum persicaria*), le Pinguicula (*Pinguicula vulgaris*), la herse de Canada (*Rhamnus cathartica*), le sorbier des oiseaux (*Sorbus domestica*), le sorbier des montagnes (*Sorbus aucuparia*), le sorbier des montagnes (*Sorbus domestica*), le sorbier des montagnes (*Sorbus domestica*) (Figure 2).

3. **Images satellitaires** : les images satellitaires WorldView-3 (WV-3) (07 Juillet 2020), SPOT-7 (26 Octobre 2019) ont été utilisées pour la première classification tandis que l'image GeoEye-1 (05 Novembre 2020) a été utilisée pour la deuxième classification. La correction atmosphérique, géométrique et la fusion de la bande pancromatique avec les bandes multispectrales par la méthode BR2 (voir complément technique) (Larocq et al., 2017) ont été effectuées avant d'appliquer des masques afin d'exclure les zones non pertinentes aux EEE sélectionnées. L'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) a été utilisé afin d'éliminer les zones non végétalisées (voir complément technique et plan de cas) (NDVI > 0,7). Un second masque basé sur le MNDI (Modèle Nourriture de Hantson) a été appliqué en excluant la végétation dans la hauteur est supérieure ou égale à 4 m pour la première classification et inférieure à 4 m pour les autres. Finalement, l'indice SI (Shadeless Index) (Zhou et al., 2018) a été utilisé afin d'éliminer les zones ombragées (SI < 13,17) (Figure 3).

4. **Segmentation** : afin d'optimiser le temps de traitement, les bandes vert, rouge, rouge-bleu et proche infrarouge ont été combinées après analyse de séparabilité par le distance Jaffric-Monville (JM) ont été utilisées pour la segmentation multi-échelle de l'image WV-3 (Figure 4 et 5). L'image GeoEye-1 a été segmentée pour les images en utilisant toutes les bandes (bleu, vert, rouge et proche infrarouge) (Figure 5).

**Figure 1** Limites de la zone d'étude

**Figure 2** Photos terrain de la renouée du Japon (a), herse de Canada (b), pinguicula (c) et sorbier cathartica (d)

**Figure 3** Carte de la zone d'étude montrant les zones ombragées (SI < 13,17) et les zones non végétalisées (NDVI < 0,7).



## ARTICLES SCIENTIFIQUES RÉCENTS

### Mapping invasive alien plant species with very high spatial resolution and multi-date satellite imagery using object-based and machine learning techniques: A comparative study

Fiston Nininahazwe ✉, Jérôme Théau, Genest Marc Antoine & Mathieu Varin  
Article: 2190203 | Received 04 Aug 2022, Accepted 08 Mar 2023, Published online: 24 Mar 2023

“ Cite this article ” <https://doi.org/10.1080/15481603.2023.2190203>

### Mapping common and glossy buckthorns (*Frangula alnus* and *Rhamnus cathartica*) using multi-date satellite imagery WorldView-3, GeoEye-1 and SPOT-7

Fiston Nininahazwe ✉, Mathieu Varin & Jérôme Théau  
Pages 31-42 | Received 11 Aug 2022, Accepted 19 Dec 2022, Published online: 03 Jan 2023

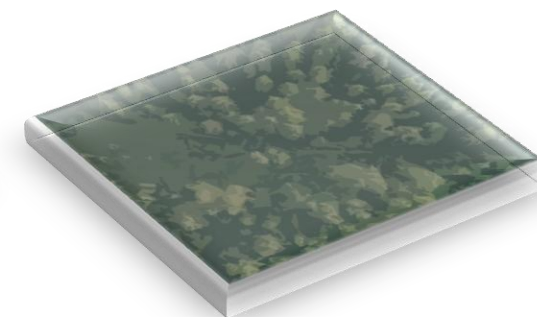
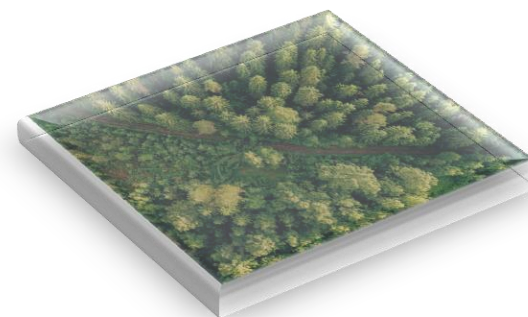
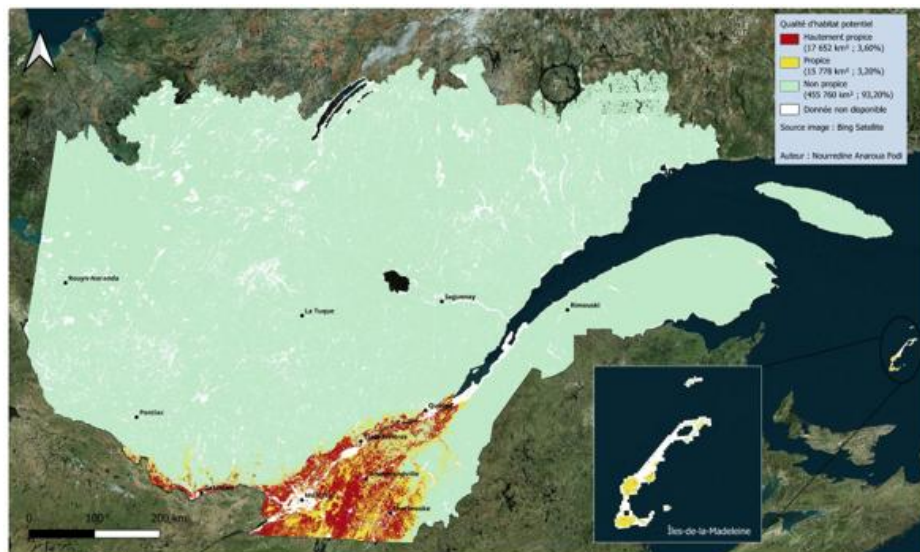
“ Cite this article ” <https://doi.org/10.1080/17538947.2022.2162136>

Revue de littérature sur la détectabilité de toutes les EEEf au Québec (sur demande)



# Analyse de la propagation du Nerprun et détection à l'échelle fine

- Propagation actuelle et future
- Conditions édaphiques et climatiques
- Niveaux de risque selon le traitement sylvicole



- Détection et caractérisation par drone
- Suivi à large échelle avec des satellites



# Analyse de la propagation du **Nerprun** et **détection à l'échelle fine**

**Date d'acquisition** : 28 au 31 octobre 2024

**Superficie couverte** : 170 ha

## Types de données :

- Données lidar
- Imagerie visible RVB (rouge-vert-bleu)
- Imagerie multispectrale (10 bandes)

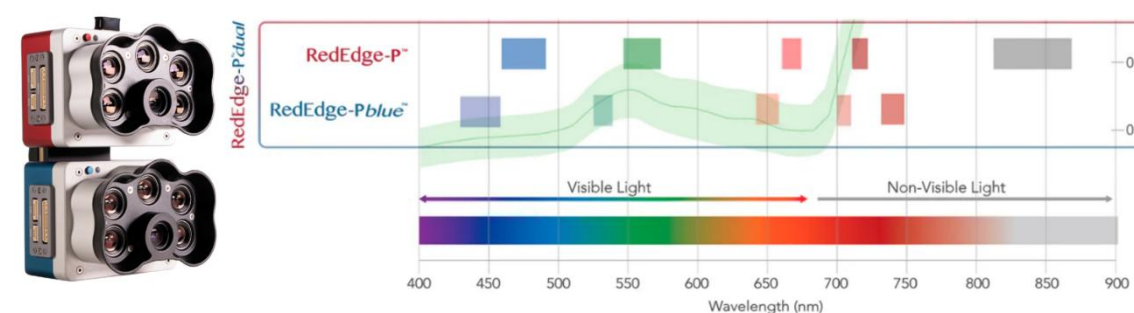
Drone Alta X de FreeFly Systems



Capteur lidar Riegl miniVUX-3



Système RedEdge-P Dual de Micasense



## Imagerie multispectrale



## Vidéos/photos par drone



## À venir...

### 1. Demande MAPAQ pour la cartographie d'EEEf des terres agricoles québécoises

### 2. Formation sur le drone – automne

« De la planification à la donnée exploitable »



### 3. Outils de détection des EEEf à deux échelles spatiales

- Intervention (drone) et planification (satellite)
- Automatiques et opérationnels
- Collecte de données géospatiales
- Mobilisation des acteurs...



Institut national  
de la recherche  
scientifique



**cerfo**

