



**COMMENT NE PAS PERDRE SON CHEMIN :
 DÉTECTION PAR L'APPROCHE ORIENTÉE OBJET**

Lievin NKUBA KASANDA

Directeur : Osvaldo Valeria PhD.

Co-directeur : Richard A. Fournier PhD (U Sherbrooke)

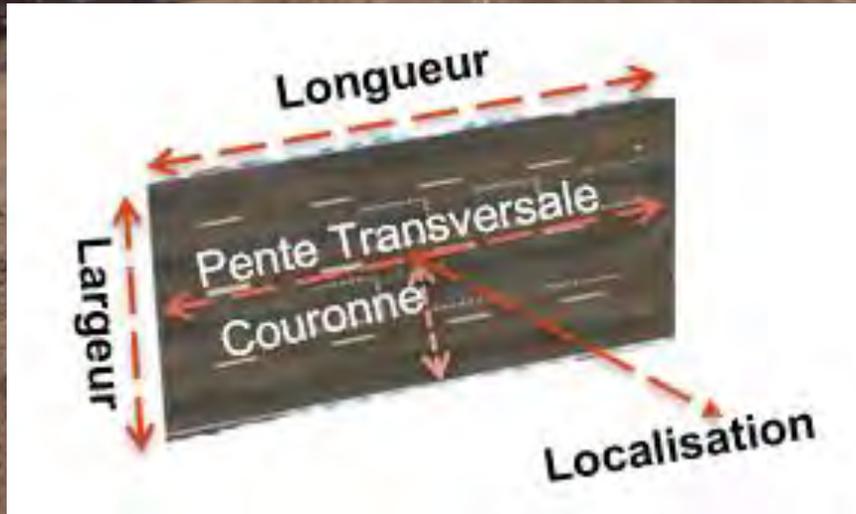
Accès au territoire

- ❑ La forêt boréale est une source indispensable pour maximiser les retombées économiques de l'industrie forestière (Sarrazin et al., 2019)
- ❑ Nécessaire pour l'extraction des produits forestiers et le transport vers les usines de transformation
- ❑ Acquisition des ressources en général, la villégiature, la recherche et de l'aménagement forestier



Objet route

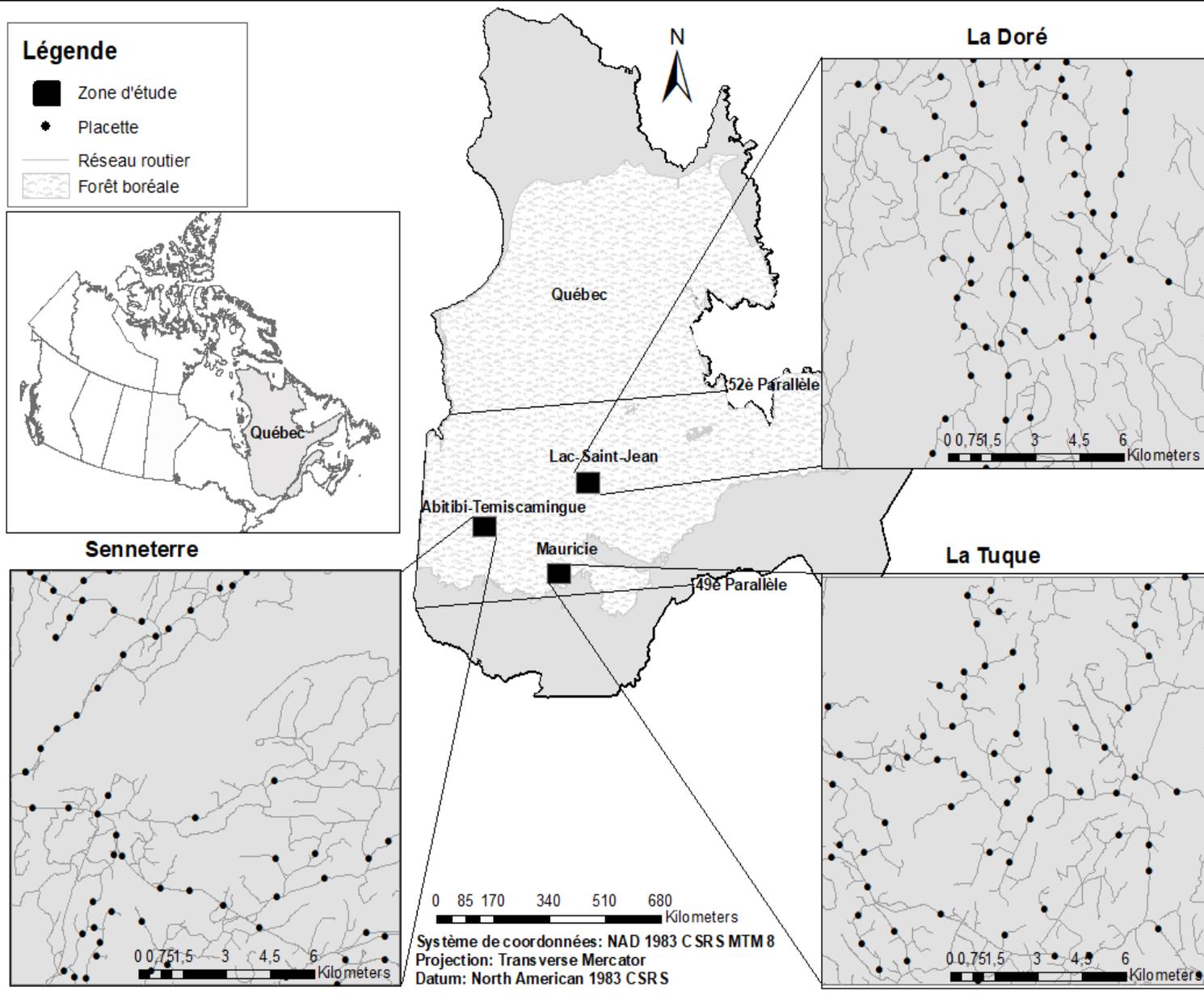
- ❑ Une route est une zone structurale de sol de forme linéaire dépourvue de la végétation
- ❑ La route est caractérisée par sa géométrie (morphologie) :
 - Longueur
 - Largeur (surface de roulement)
 - Pente de la couronne
 - Pente longitudinale
 - Position
- ❑ La morphologie de la route permet de catégoriser les chemins forestiers



Objectif général

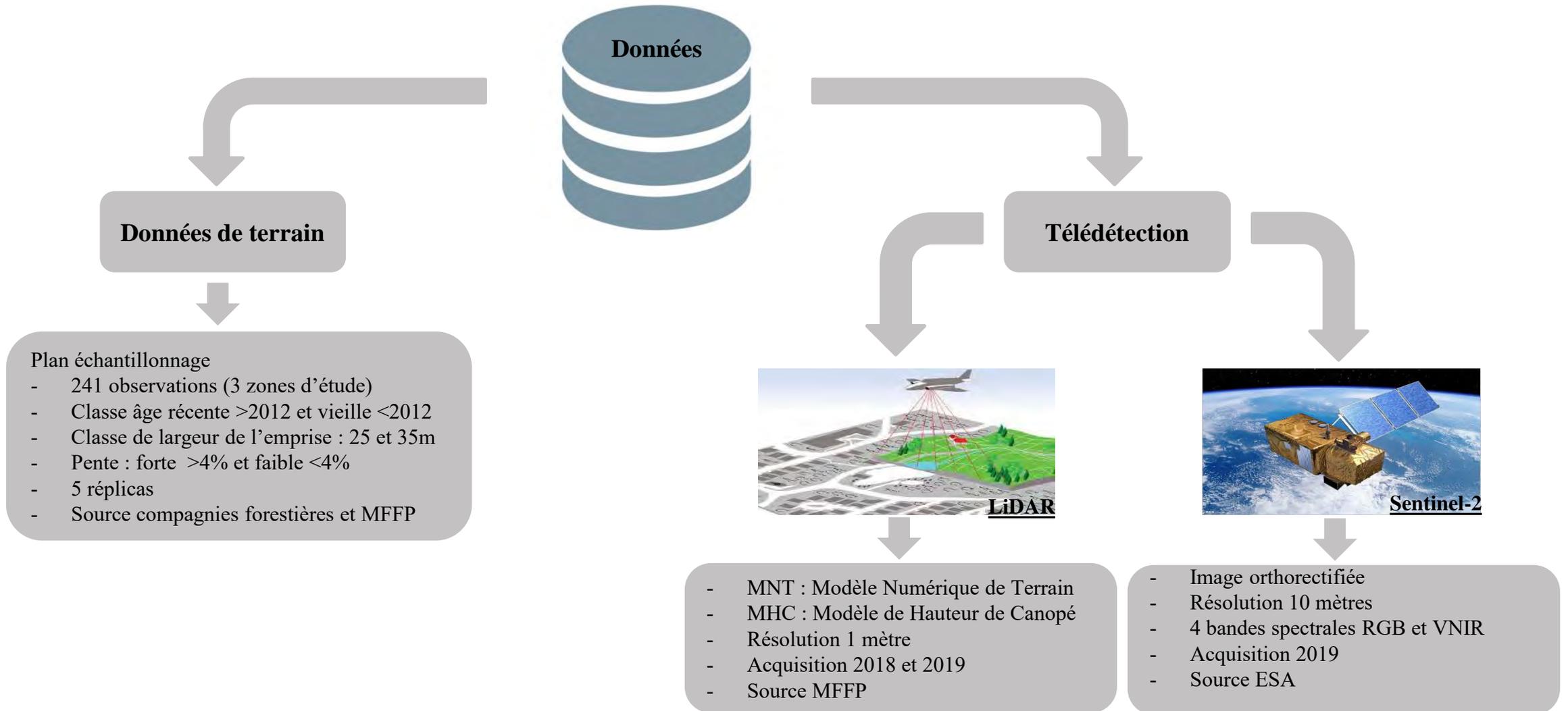
Développer une approche méthodologique reproductible d'extraction automatisée du réseau routier forestier à l'aide du LiDAR aéroporté puis de données optiques de Sentinel-2 et de la fusion de deux

Site d'étude



- Zone d'étude 170 km²
 - ✓ Senneterre (pente 4% en moyenne),
 - ✓ La Tuque (pente 8% en moyenne),
 - ✓ La doré (pente 11% en moyenne)
- Essences dominantes :
 - ✓ épinette noire
 - ✓ bouleau blanc.
- Sélection:
 - ✓ Disponibilité LiDAR et Sentinel-2
 - ✓ Gradient est-ouest
 - ✓ Sensibilité et robustesse de l'approche

Données disponibles



COO, c'est quoi ça?

Classification
Orientée Objet

=

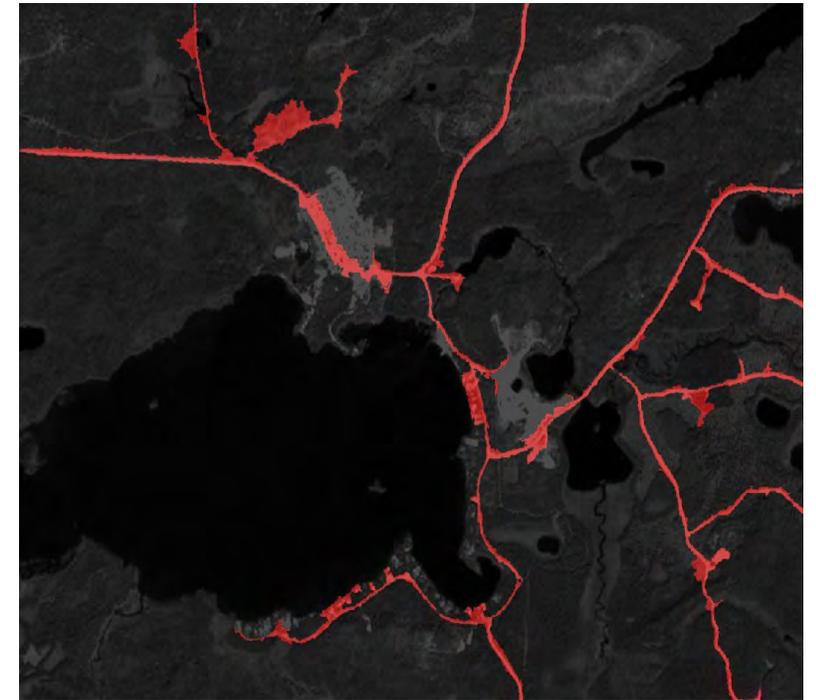
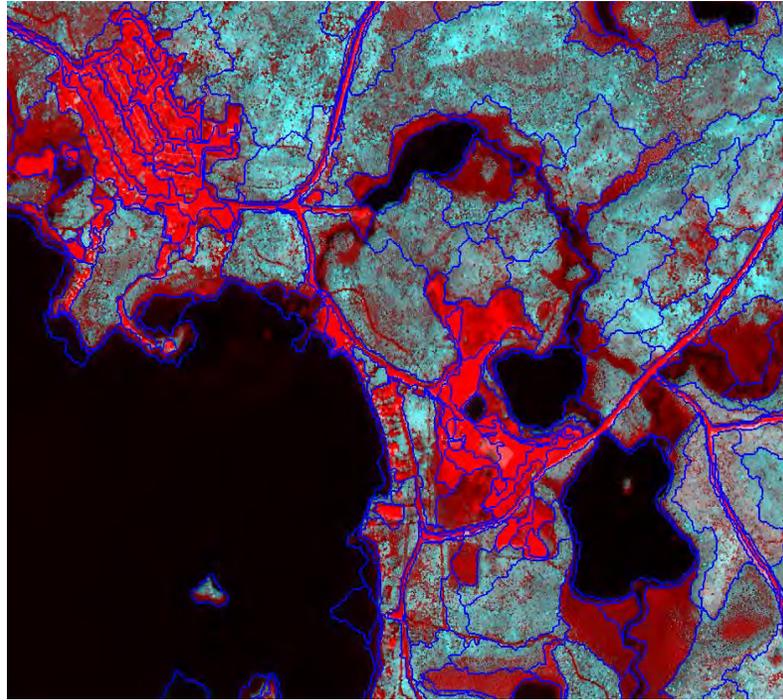
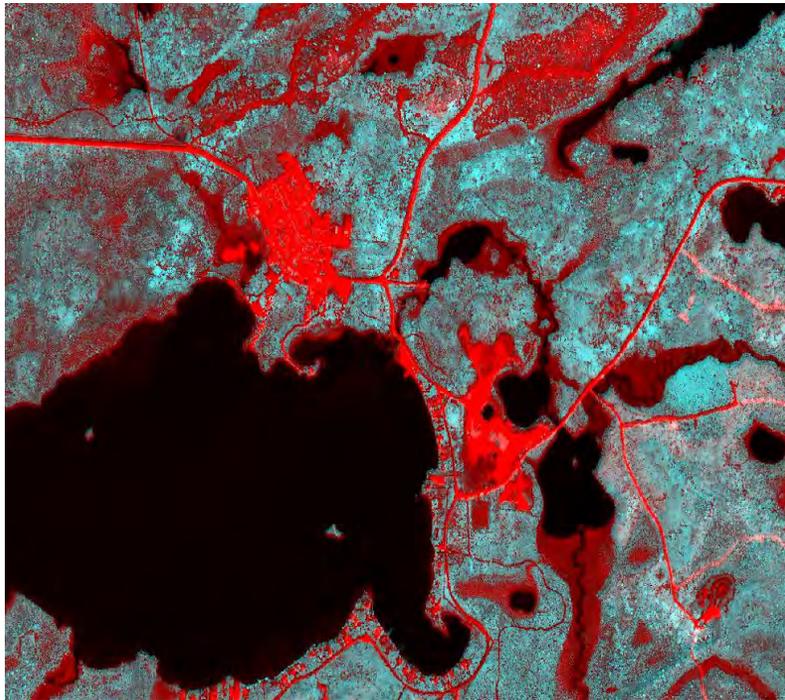
Segmentation
d'objets

+

Classification

Algorithmes
d'apprentissage

Règles
d'appartenance



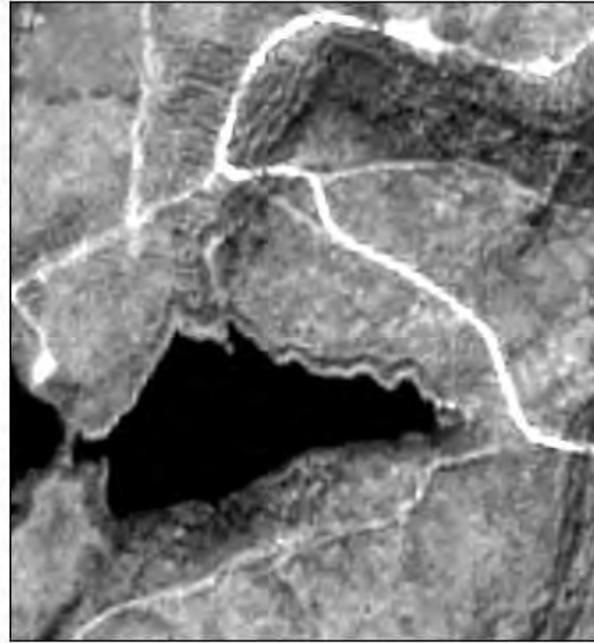
Prétraitement de données



- Indice de cuirasse
- Sentinel-2
- Séparation sol nu et bâti



Senneterre



La Doré



La Tuque

Légende

Senneterre



La Doré

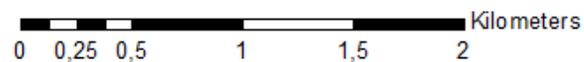


La Tuque



(élevé - Surface sol nu)
(faible - Surfaces végétale
et aquatique)

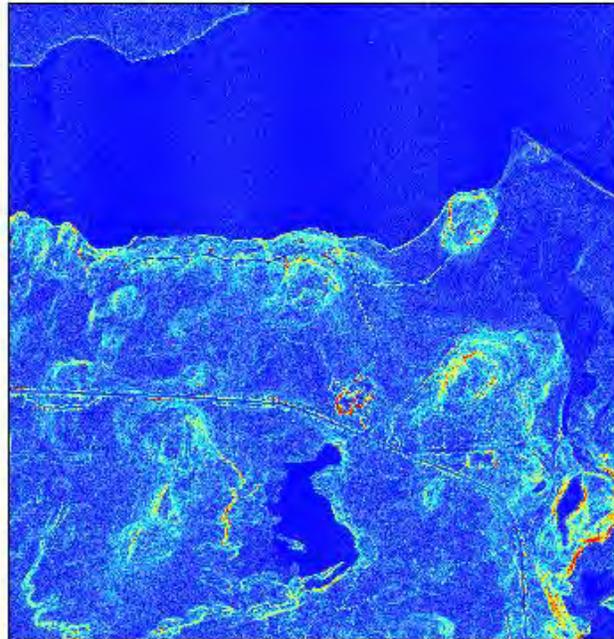
Coordinate System: NAD 1983 CSRS MTM 8
Projection: Transverse Mercator
Datum: North American 1983 CSRS



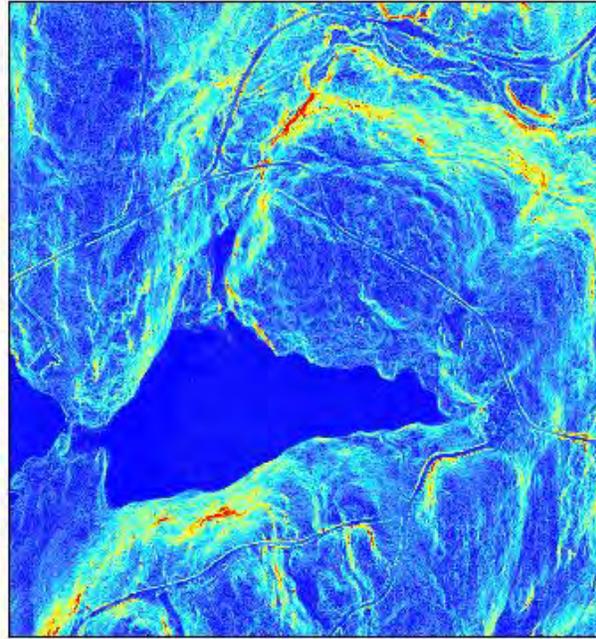
Prétraitement de données



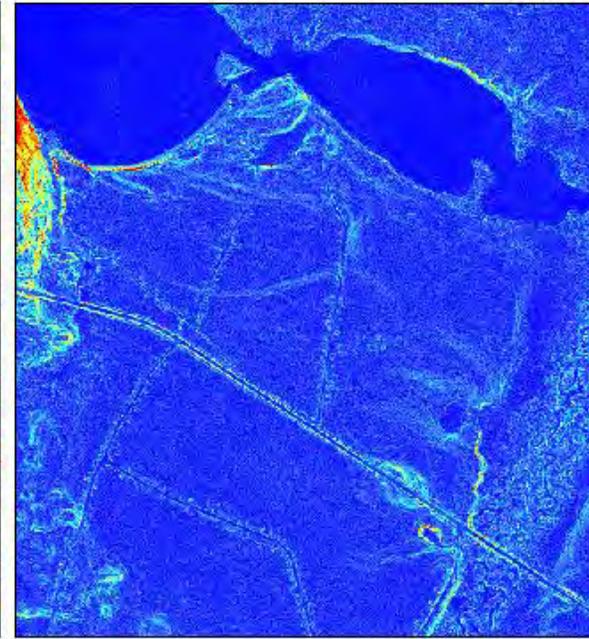
- ▣ Indice de pente
- ▣ Modèle numérique de terrain (MNT)
- ▣ Apparition des bordures des routes sous forme des lignes de rupture lissées



Senneterre



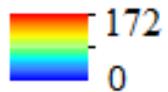
La Doré



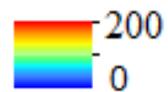
La Tuque

Légende

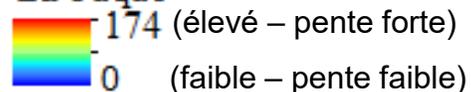
Senneterre



La Doré



La Tuque



Coordinate System: NAD 1983 CSRS MTM 8

Projection: Transverse Mercator

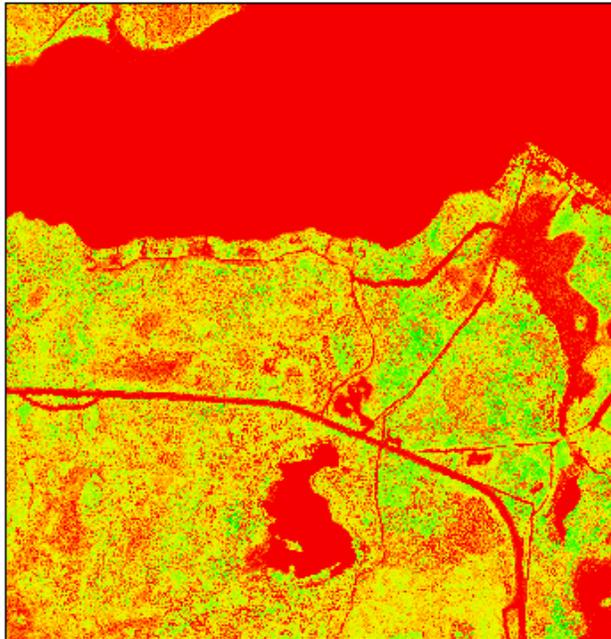
Datum: North American 1983 CSRS



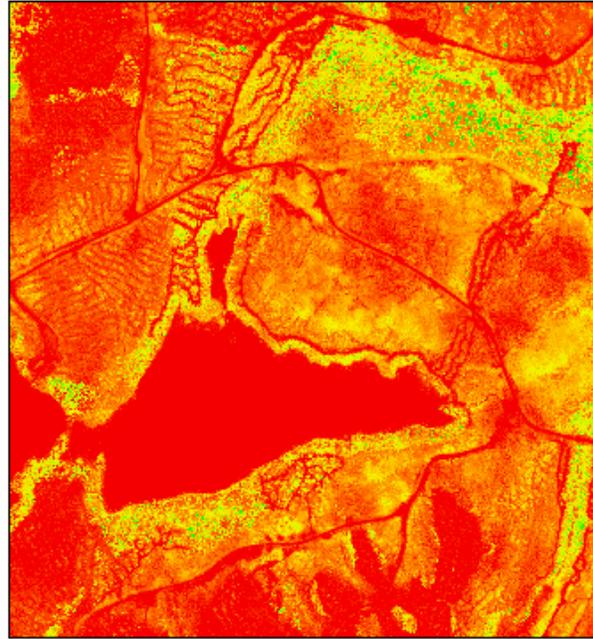
Prétraitement de données



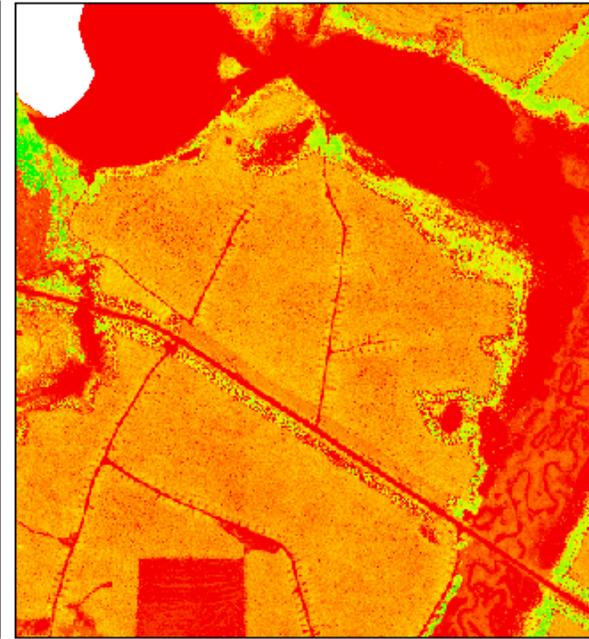
- ❑ Modèle de hauteur de canopée (MHC)
- ❑ LiDAR
- ❑ Fait apparaître les bordures des routes sous forme de lignes de rupture lissées
- ❑ Source MFFP



Senneterre



La Doré



La Tuque

Légende

Senneterre



La Doré



La Tuque



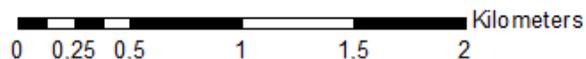
(élevé - Canopée)

(faible - Surfaces sol nu et aquatique)

Coordinate System: NAD 1983 CSRS MTM 8

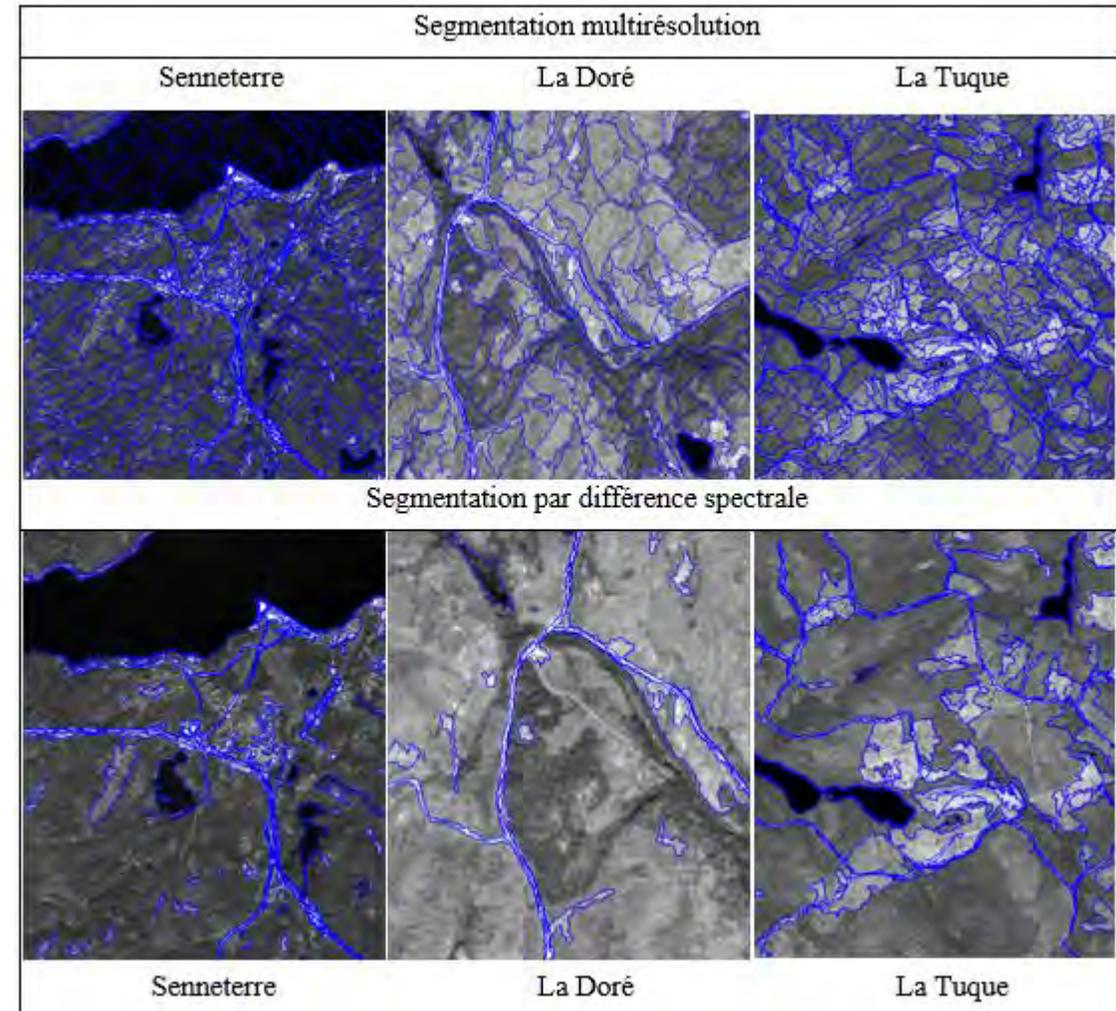
Projection: Transverse Mercator

Datum: North American 1983 CSRS



Analyse de sensibilité des paramètres de la segmentation

- 270 combinaisons de paramètres
- Critère de choix optimal : meilleure exactitude et éviter sur-segmentation



Sélection des métriques

Métrique	Sentinel-2	LiDAR	LiDAR et Sentinel-2
1	StdDev IC	Mean MHC	Edge Contrast of neighbor pixels IC
2	Mean IC	StdDev MHC	StdDev. IC
3	Mean of inner border IC	StdDev Slope_MNT	Mean IC
4	Mean of outer border IC	Max pixel value MHC	Mean of inner border IC
5	Edge Contrast of neighbor pixels IC	Mean of inner border MHC	Mean of outer border IC
6	Max. pixel value IC	Mean of inner border Slope_MNT	Mean MHC
7	Min. pixel value IC	Mean of outer border MHC	Min IC
8		Mean of outer border Slope_MNT	Max pixel value Slope_MNT
9		StdDev. to neighbor pixel MHC	Contrast to neighbor pixels MHC
10		Border contrast Slope_MNT	Edge Contrast of neighbor pixel MHC
11		Contrast to neighbor pixels Slope_MNT	StdDev. MHC
12		StdDev to neighbor pixels	
13		Max pixel value MHC	

- ❑ Le nombre de métriques est fonction des détails d'information sur les objets segmentés
- ❑ Les métriques servent de référence pour les règles d'appartenance

Évaluation des performances

- ❑ Meilleures performances de l'approche fusionnant LiDAR et Sentinel-2
- ❑ Amélioration significative des métriques de performance après post-traitement :
 - ✓ 10%, 5% et 7% supplémentaires de précision globale pour les trois approches LiDAR, Sentinel-2 et la fusion de deux
 - ✓ Baisse considérable des erreurs de commission (faux négatif) et d'omission (faux positif) pour l'approche de la fusion de données

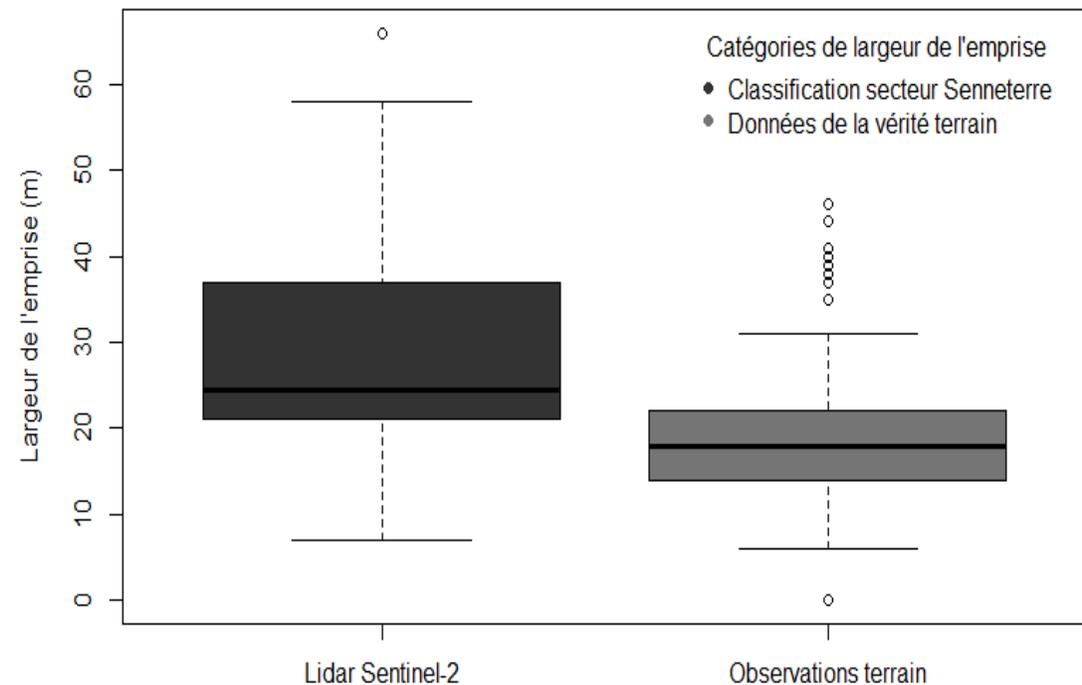
Après post-traitement

Source donnée	Précision globale %	Erreur de commission %	Erreur d'omission %	Indice de Kappa %
LiDAR	63	39	69	32
Sentinel-2	70	11	17	62
LiDAR&Sentinel-2	88	6	13	82

Extraction de la ligne médiane du réseau routier



- ❑ Précision globale en localisation des routes : 80%
- ❑ Extraction des valeurs de composantes morphologiques
 - ✓ Largeur de l'emprise et pente longitudinale de routes
 - ✓ Largeur de l'emprise de la classification entre 7 et 66m
 - ✓ Largeur de l'emprise de données de terrain entre 6 et 46m



Légende

— Réseau routier détecté

Coordinate System: North American 1983 CSRS Transverse Mercator
Projection: Transverse Mercator
Datum: North American 1983 CSRS
0 0,375 1,5 2,25 3
Kilometers

Discussion

- ✓ Résultats reproductibles avec l'approche proposée.
- ✓ Des recherches additionnelles sont nécessaires pour améliorer la description morphologique.
- ✓ L'utilisation des données contextuelles des zones agricoles, du secteur de coupe permettrait de réduire les erreurs inhérentes à la ligne médiane de la route.
- ✓ L'utilisation des données à haute résolution est une piste envisagée afin d'améliorer la performance de l'approche.

Conclusions

- ✓ La fusion des données LIDAR et Sentinel-2 demeure une approche prometteuse
- ✓ Avec une performance globale de 88%
- ✓ La ligne médiane de la route a permis d'évaluer la précision en localisation des chemins
- ✓ Estimation des composantes morphologiques (largeur de l'emprise et pente longitudinale) de routes pour une meilleure documentation du réseau routier forestier
- ✓ Cette méthode est transférable d'une zone d'étude à une autre

Remerciements

