

Estimation de la diversité des bryophytes et espèces rares dans les forêts boréales à l'aide de la télédétection

Par Carlos Cerrejón

Superviseurs: Nicole Fenton & Osvaldo Valeria

2e colloque annuel

La Chaire industrielle CRSNG-UQAT sur la biodiversité en contexte minier

Septembre 2020





Introduction – Bryophytes



Principale couche de couverture végétale au sol



Fraction significative de la biodiversité



Rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes

Enjeu: Maintien du rôle indispensable

- Besoin de connaissances sur leur patrons de distribution et diversité (**peu documentés**)
- Inclusion dans des plans et programmes de conservation (**normalement négligés**)

Limitations des enquêtes de terrain

- Grandes étendues
- Inaccessibilité/éloignement
- Ressources économiques et logistiques requises



Introduction – Télédétection

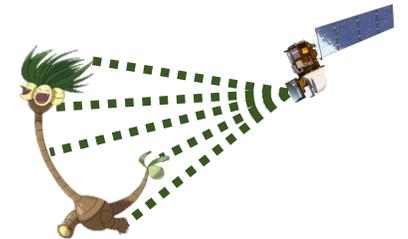


Évaluation des aspects liés à la biodiversité

- Couverture spatiale complète de grandes extensions
- Intervalles de temps périodiques • Réduction des coûts

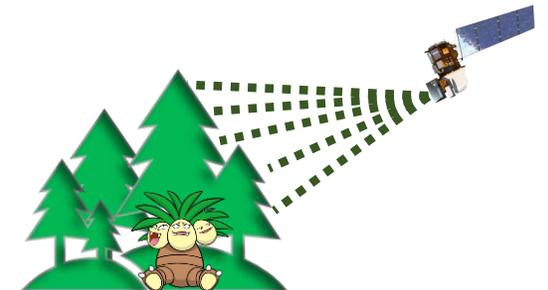
☐ Approche directe (cible la plante)

Détection directe des plantes en capturant leurs informations spectrales



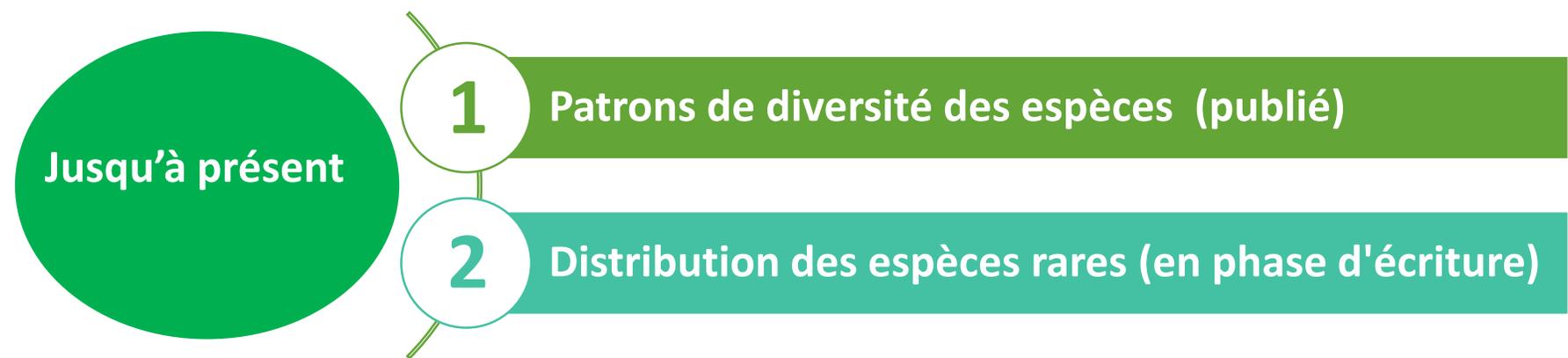
☐ Approche indirecte (cible l'habitat)

Prédire l'occurrence de plantes en intégrant des informations spectrales sur l'habitat dans des “modèles de distribution d'espèces” (SDMs)



Objectif général

Prédire et cartographier différents aspects de la biodiversité des bryophytes à l'aide de données de télédétection à moyenne et haute résolution



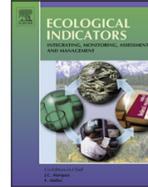
Premier chapitre – Contexte

Ecological Indicators 119 (2020) 106826

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Ecological Indicators

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind



Predictive mapping of bryophyte richness patterns in boreal forests using species distribution models and remote sensing data

Carlos Cerrejón^{a,*}, Osvaldo Valeria^a, Nicolas Mansuy^b, Marion Barbé^c, Nicole J. Fenton^a

^a Institut de Recherche sur les Forêts, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 445 boul. de l'Université, Rouyn-Noranda, Québec J9X 5E4, Canada

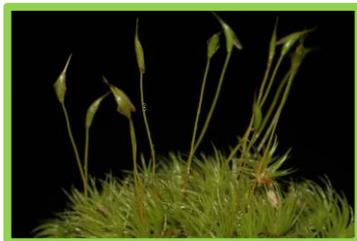
^b Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre, 5320 122 st., Edmonton, Alberta T6H 3S5, Canada

^c Exploramer, 1 rue du Quai, Sainte-Anne-des-Monts, Québec G4V 2B6, Canada

Objectif: Prédire et cartographier la richesse de bryophytes:

- Totale
- Au niveau des sous-groupes:

Mousses



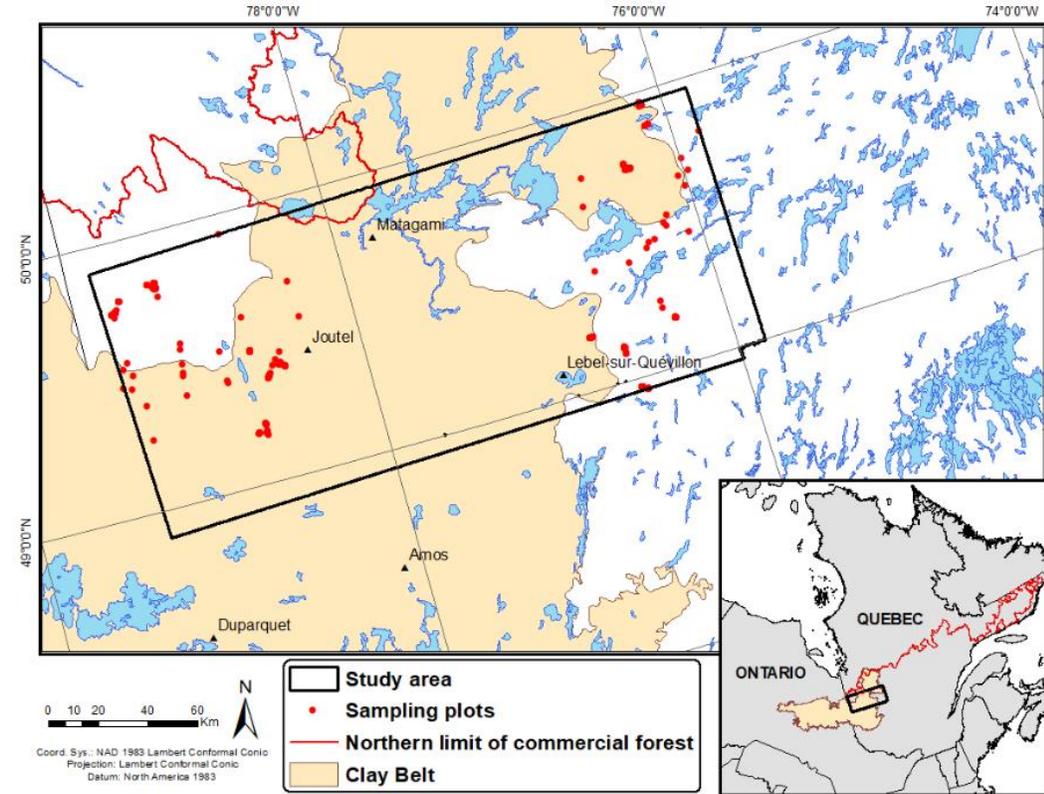
Hépatiques



Sphaignes

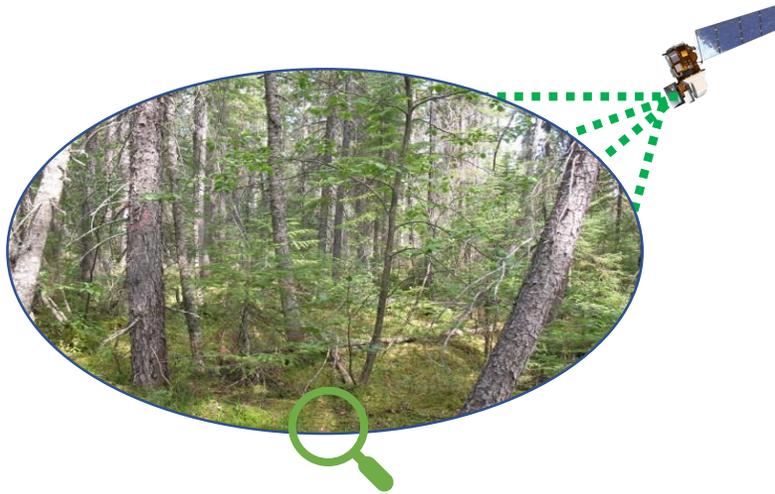


Région de la Baie James (Ouest du Québec)



- Forêts d'épinettes noires - mousses hypnacées
 - Feu → principale perturbation naturelle
 - Sujette à la paludification entre feux

Premier chapitre – Méthodologie



→ 38 variables présélectionnées (source)

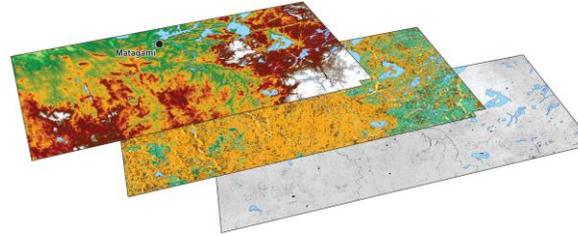


Image : Raphaël Chavardès et Carlos Cerrejón

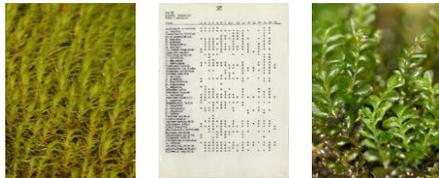
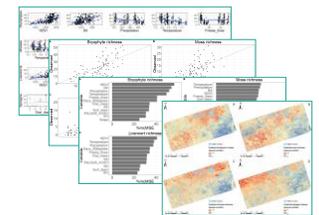
- Bioclimatiques (OURANOS)
- Topographiques (SRTM)
- Végétation (Landsat et ALOS PALSAR)
- Sol (Carte ecoforestière du MFFP)

↓ Procédure de sélection

- Package Boruta (R)
- Test de corrélation

Modèles avec l'algorithme Random Forest

↓ Résultats



→ Base de données des bryophytes

→ Richesse (variables de réponse):

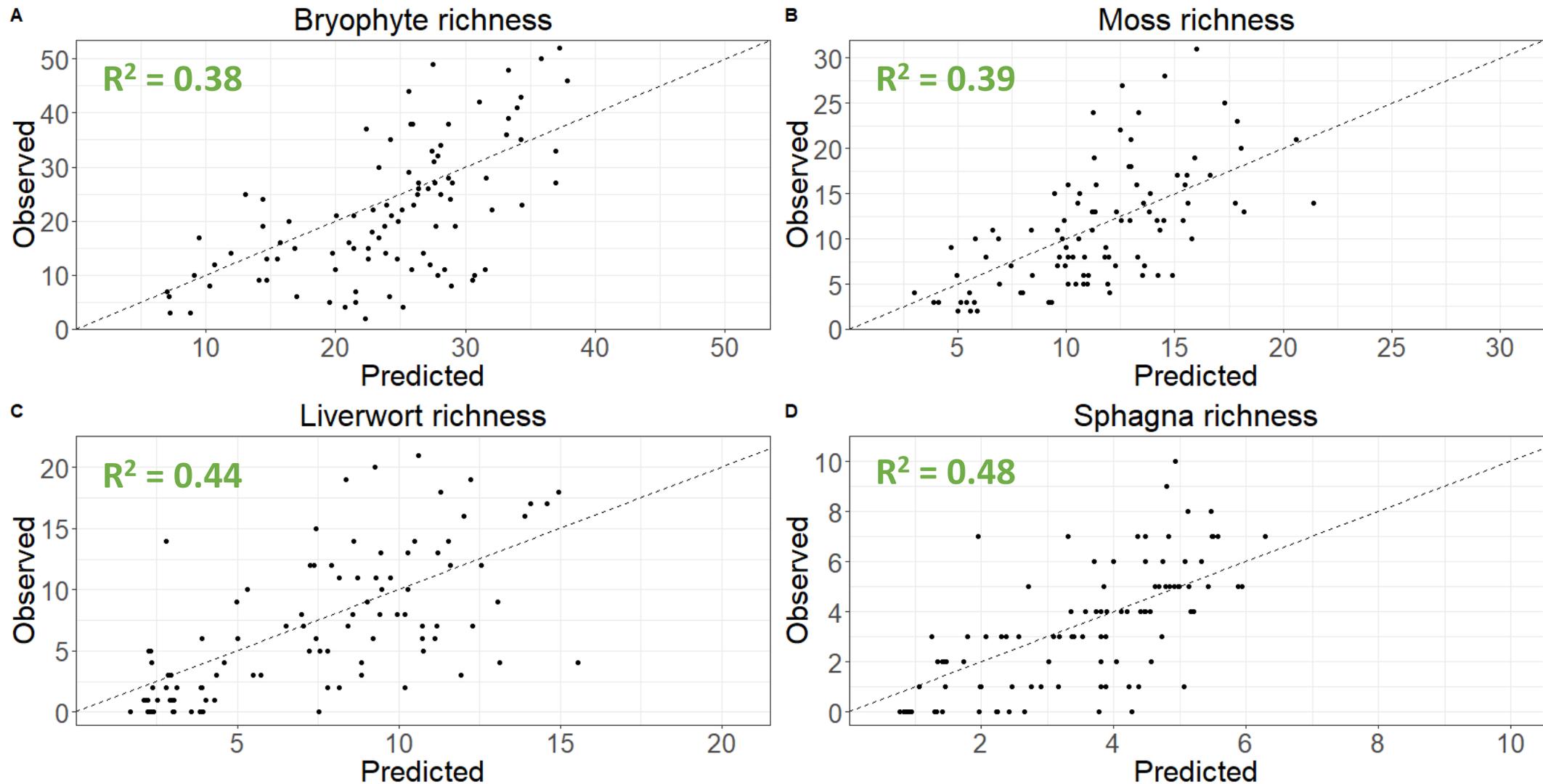


- Présence/absence
- 326 parcelles (50m²); 207 espèces
- Échantillonnage d'habitat floristique
- Castonguay (2016), Barbé et al. (2017) & Chaieb et al. (2015)

- Bryophytes totaux
- Mousses
- Hépatiques
- Sphaignes

Premier chapitre – Résultats et discussion

Résultats de prédiction: ajustement aux données de validation



Premier chapitre – Résultats et discussion

Les meilleurs prédicteurs

Bryophytes

- NDVI
- Landsat Band 4
- Précipitation
- Température
- Événements de gel-dégel

Mousses

- Température
- Précipitation
- Landsat Band 4
- NDVI
- Événements de gel-dégel

Hépatiques

- NDVI
- Température
- Précipitation
- Number of days > 30°C
- Événements de gel-dégel

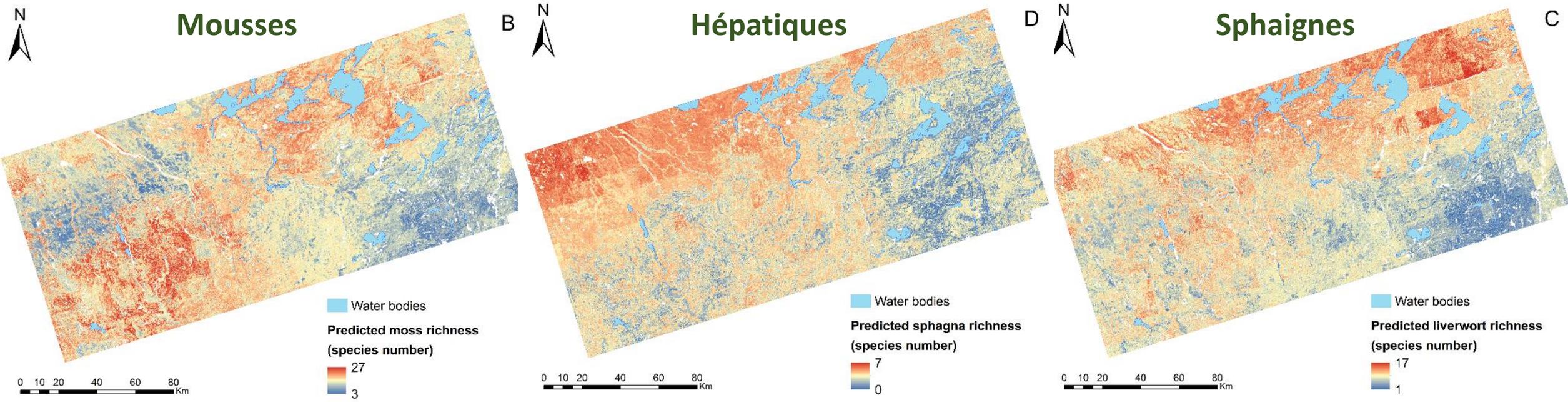
Sphaignes

- Classe de drainage
- Température
- Position topographique
- Précipitation
- PALSAR HH

- En général, les prédicteurs climatiques et de végétation apparaissent comme les plus importants
- Modèles au niveau de la guildes:
 - Identification des différences en termes de prédicteurs et leur importance
 - Développement de stratégies de gestion et de conservation adaptées à leurs spécificités écophysiologicals

Premier chapitre – Résultats et discussion

Cartographie prédictive



Différentes préférences/tolérances écologiques → Différentes patrons spatiaux de richesse

- 1. La télédétection permet d'identifier et de comprendre des facteurs environnementaux qui déterminent la richesse de bryophytes.**
- 2. La télédétection offre un outil précieux pour prédire la diversité des bryophytes.**
- 3. C'est plus informatif d'étudier les bryophytes au niveau de la guild.**
- 4. La modélisation est efficace à une échelle spatiale qui est pertinente pour la planification écologique**

Deuxième chapitre – Contexte

Predicting the distribution of rare bryophyte species using remote sensing-based Ensemble of Small Models (ESMs)

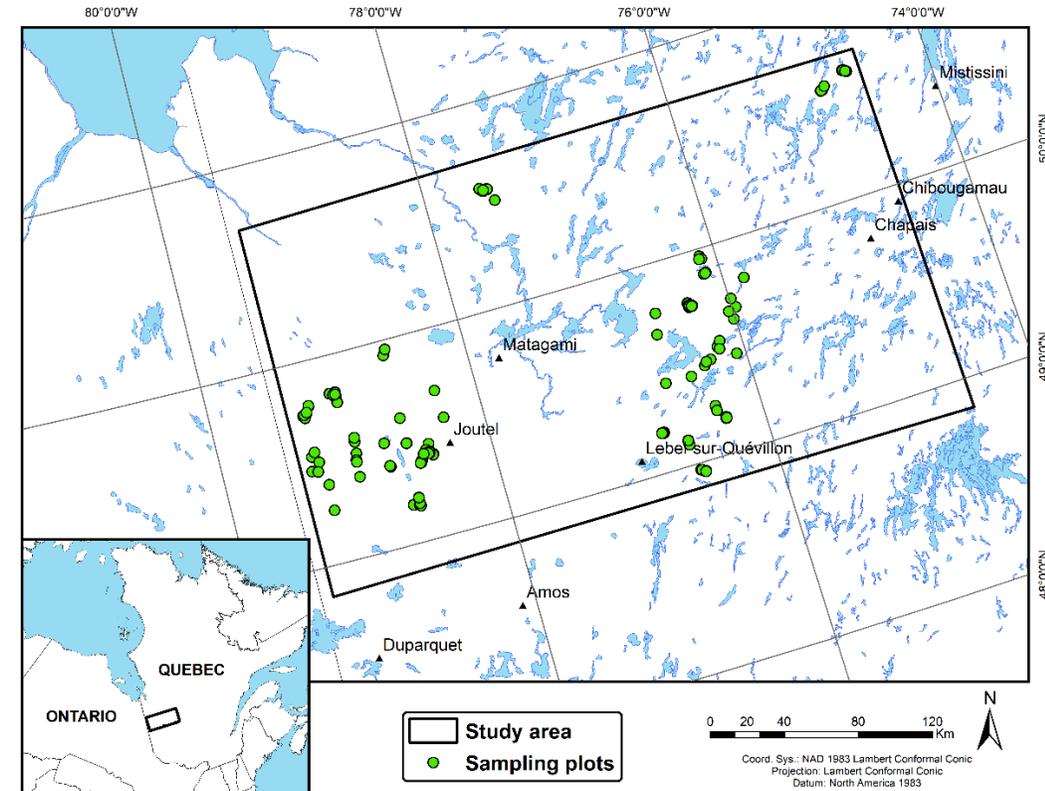
Carlos Cerrejón, Osvaldo Valeria, Jesús Muñoz & Nicole Fenton

Objectif principal: Modéliser et cartographier la distribution d'espèces de bryophytes rares

Évaluation des relations:

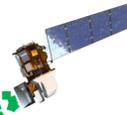
- Précision predictive **VS** nombre d'occurrences
- Précision predictive **VS** sous-groupes de bryophytes
(mousses, hépatiques & sphaignes)

Région de la Baie James (Ouest du Québec)



- Forêts d'épinettes noires - mousses hypnacées
- Feu → principale perturbation naturelle
- Sujette à la paludification entre feux

Deuxième chapitre – Méthodologie



7 variables présélectionnées (source)

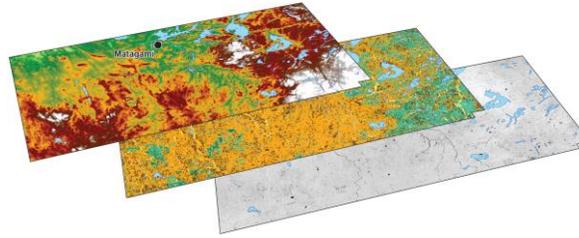


Image : Raphaël Chavardès et Carlos Cerrejón

- Topographiques (SRTM)
- Végétation (Sentinel-2; ALOS PALSAR; MODIS)
- Sol (Sentinel-2)

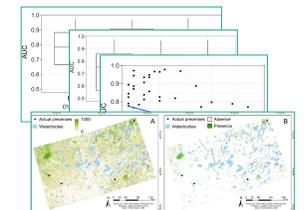


Test de corrélation (Pearson)

Modèles avec l'approche "Ensembles of Small Models" 2 techniques: Maxent & Random Forest



Résultats



Base de données des bryophytes

Classification des espèces:

- Rares (≤ 5 occurrences)
- Peu fréquentes (6–10 occ.)
- Peu communes (11–29 occ.)
- **Communes (≥ 30)**



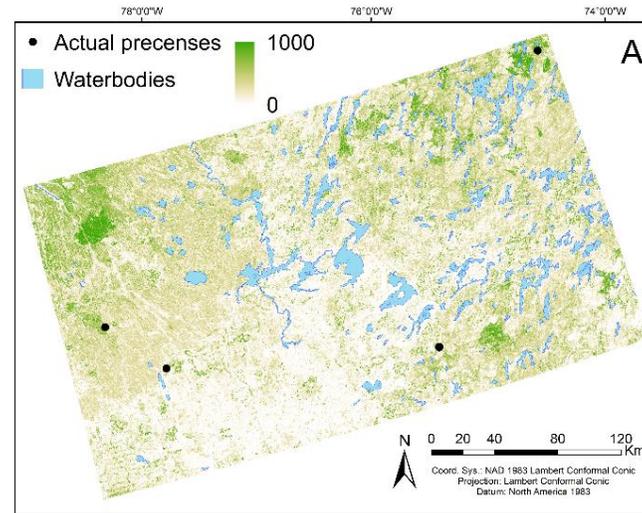
Variables de réponse: Présence/absence par espèce (n=63)

Deuxième chapitre – Résultats et discussion

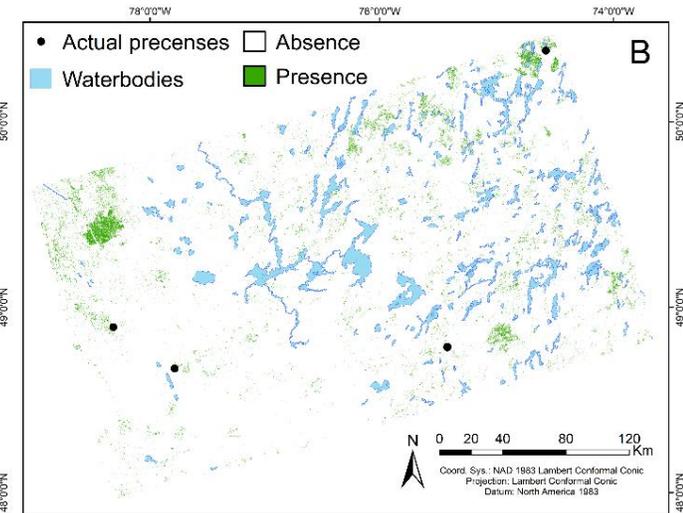
Résultats de prédiction (basé sur la métrique AUC)

Précision prédictive (n=63)

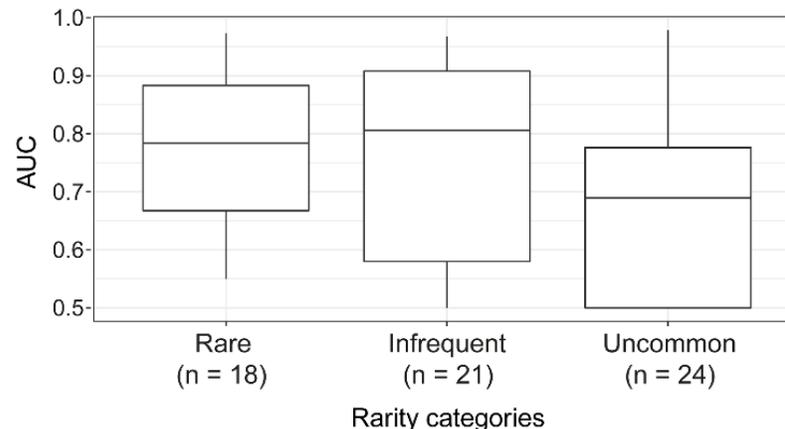
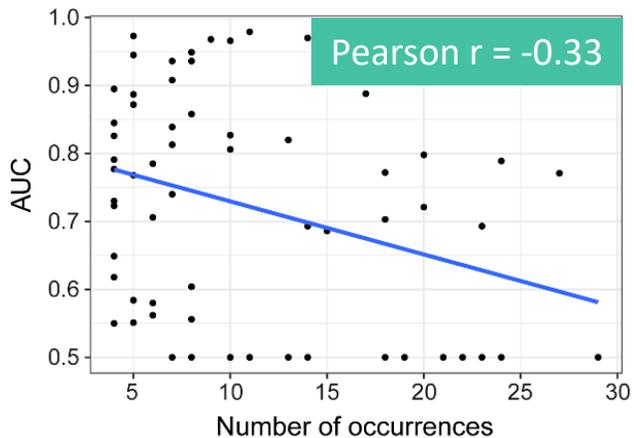
- Excellente: 10 sp.
- Utile: 27 sp.
- Faible: 12 sp.
- Pas mieux que aléatoire: 14 sp.



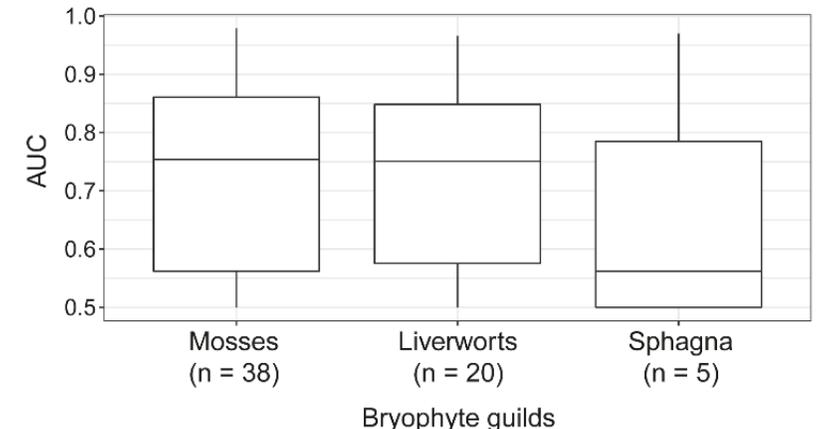
Trematodon ambiguous (n=11)



Précision prédictive VS nombre d'occurrences



Précision prédictive VS sous-groupes de bryophytes



1. **Potentiel de la télédétection pour prédire la distribution de rares représentants d'espèces discrètes telles que les bryophytes.**
2. **↑ rareté ↑ performance de l'approche de modélisation (“Ensembles of Small Models”)**
 - **Conforme à Breiner et al. (2015)**

Prochaine etape... Troisième chapitre

Objectif: Prédire et cartographier des patrons spatiaux de la diversité des bryophytes à deux résolutions

(2 m et 30 m)

- Comparer les performances prédictives
- Identifier les facteurs environnementaux

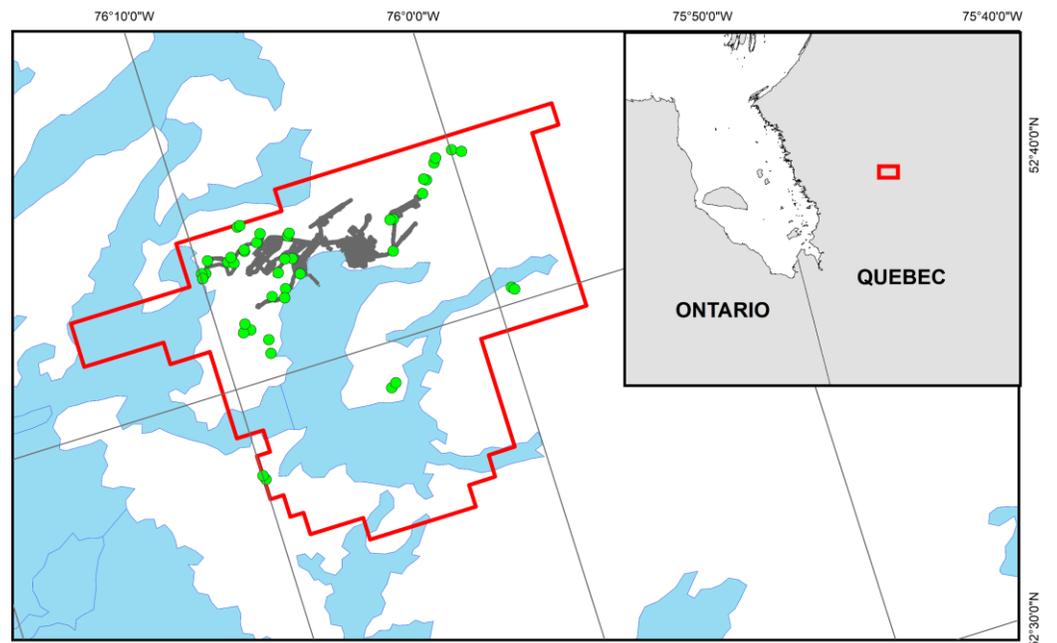
Sources de télédétection:

- WorldView-2 (2 m)
- Landsat (30 m)



Propriété de la mine Éléonore

Région de la Baie James (Ouest du Québec)



- Study area: Mine Éléonore's property
- Samplig plots
- Mine Éléonore
- Water bodies

0 1.5 3 6 9 Km

Coord. Sys.: NAD 1983 Lambert Conformal Conic
 Projection: Lambert Conformal Conic
 Datum: North America 1983

- Mosaïque de marécages, tourbières et forêts d'épinettes noires - mousses hypnacées

Retombées du projet

1. **Meilleure compréhension des patrons spatiaux et des moteurs de la biodiversité boréale cachée.**
2. **Développement de nouveaux cadres et approches pour l'étude et la prédiction d'espèces rares et discrètes (par ex. "Ensembles of Small Models" + prédicteurs de télédétection).**
3. **Développement d'outils d'aide à la décision (modèles et cartographie prédictive).**
4. **Inclusion éventuelle des bryophytes dans la planification du développement industriel durable dans le nord du Canada.**
5. **Conservation de la biodiversité et la prestation de services écosystémiques dans les régions boréales.**

Merci pour votre attention

Des questions?