

# Relier les données spectrales à la biodiversité: Un examen de l'hypothèse de la variation spectrale selon un gradient d'altitude

**Anna L. Crofts<sup>1</sup>, Christine I.B. Wallis<sup>1</sup>, Etienne Laliberté<sup>2</sup> & Mark Vellend<sup>1</sup>**

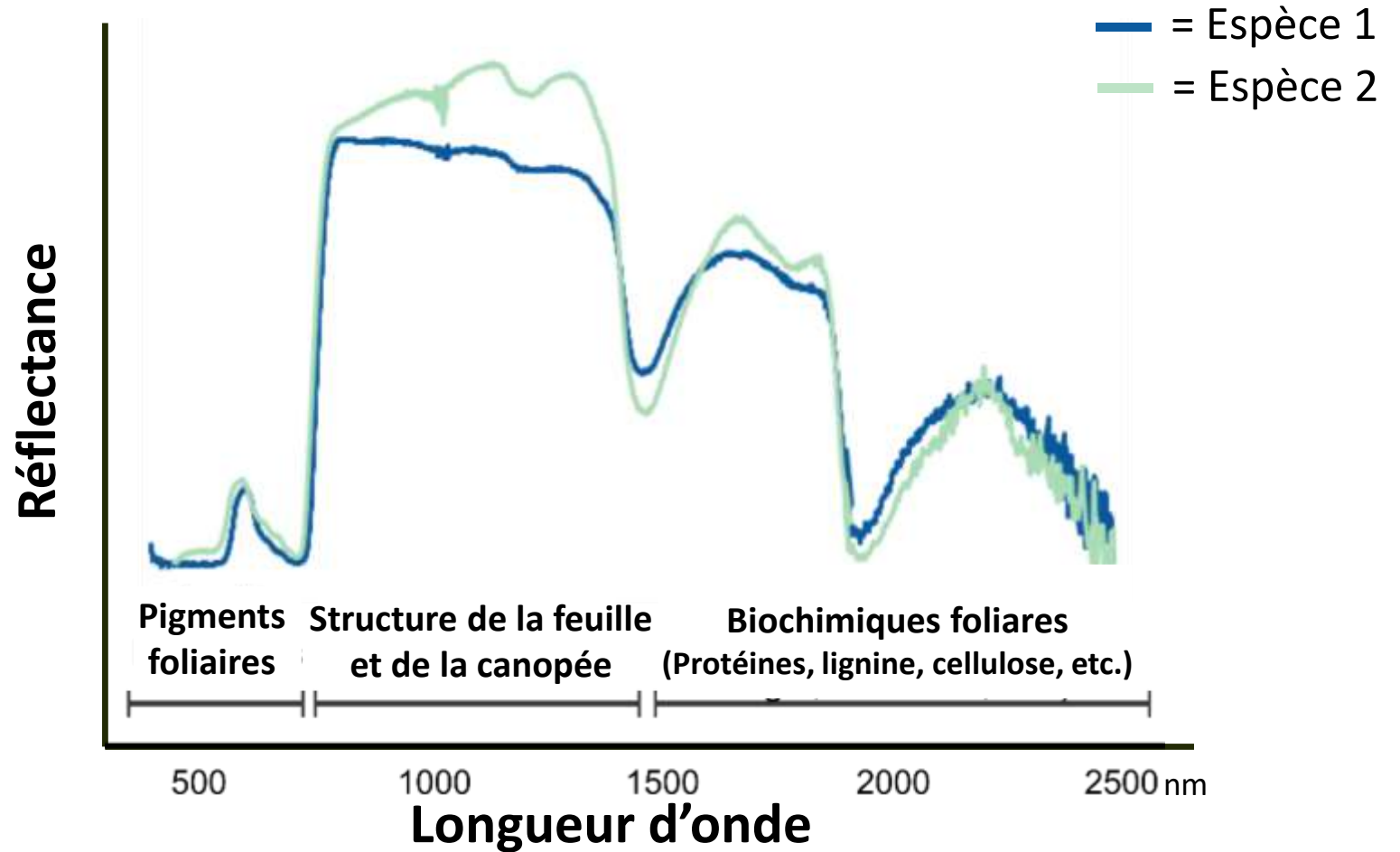
<sup>1</sup> Dépt. de biologie, Université de Sherbrooke, QC

<sup>2</sup> Dépt. de sciences biologiques, Université de Montréal, QC

**CEF 2022 : Télédétection et géomatique**



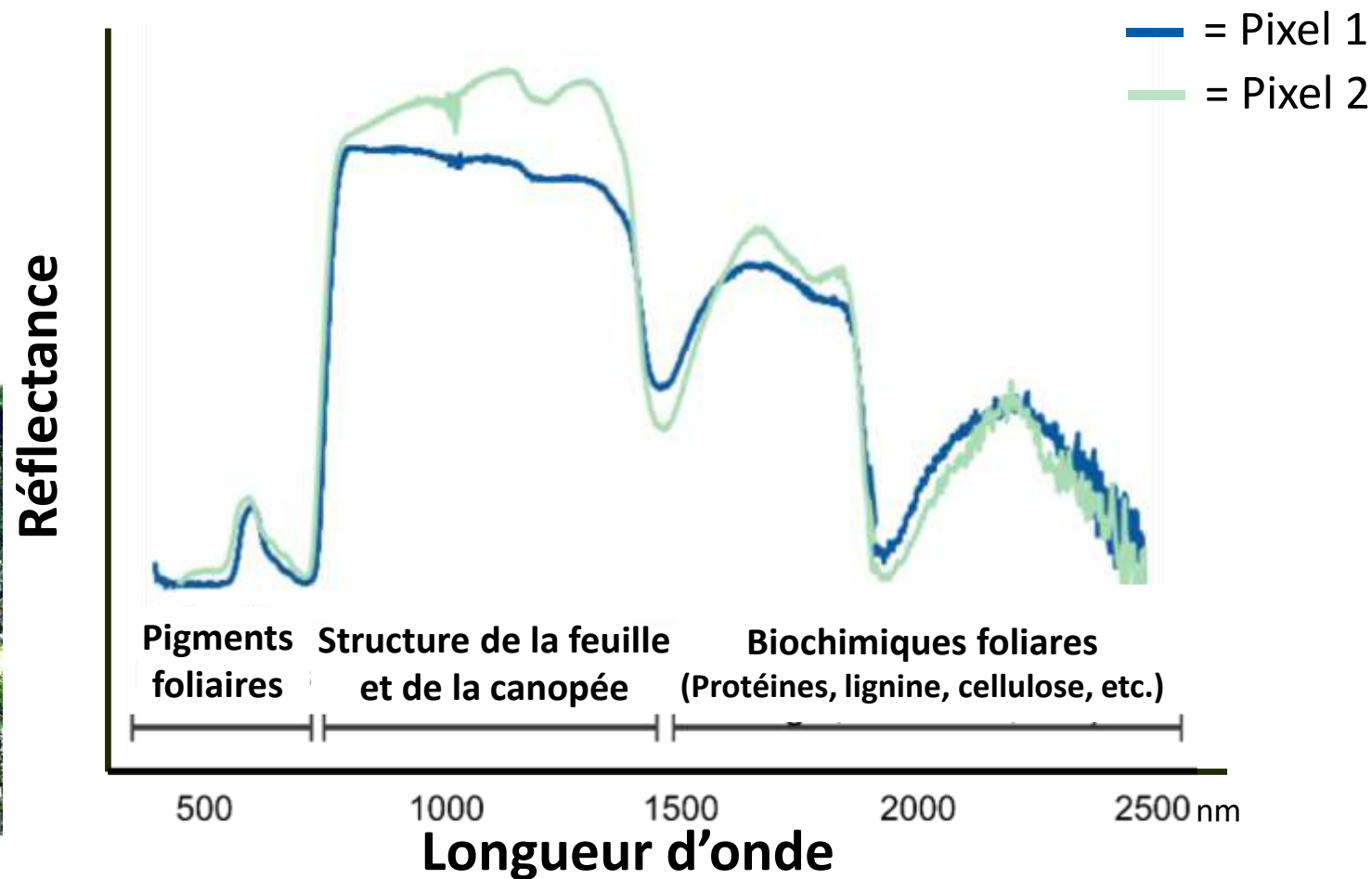
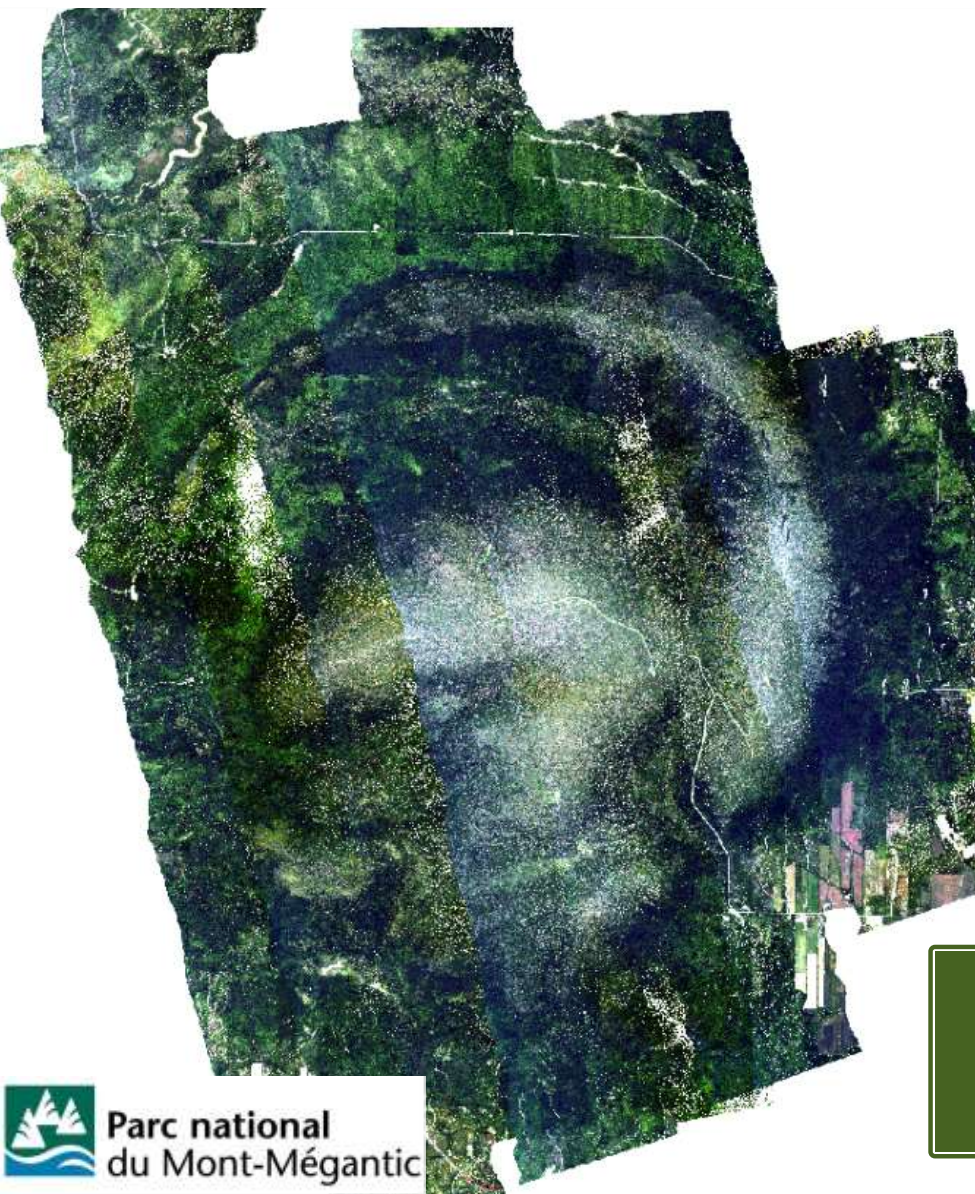
# Interactions plantes-lumière



Les interactions plantes-lumière permettent de caractériser la forme et la fonction des plantes

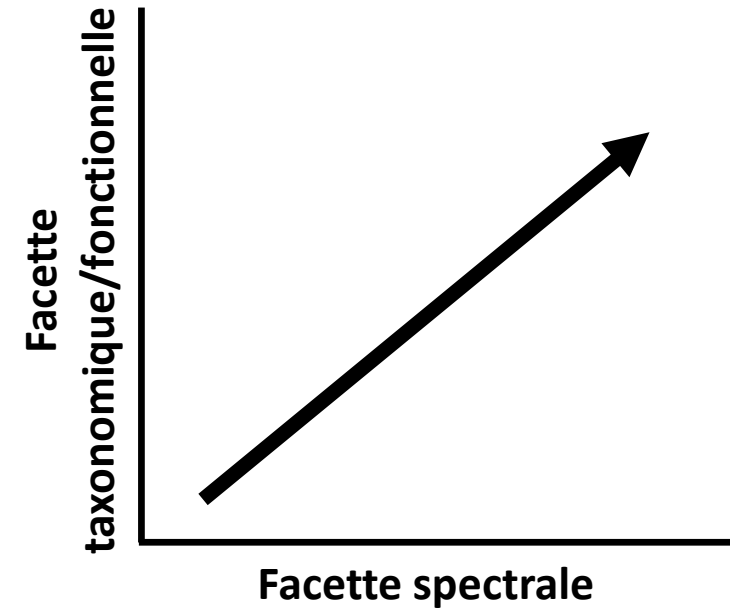
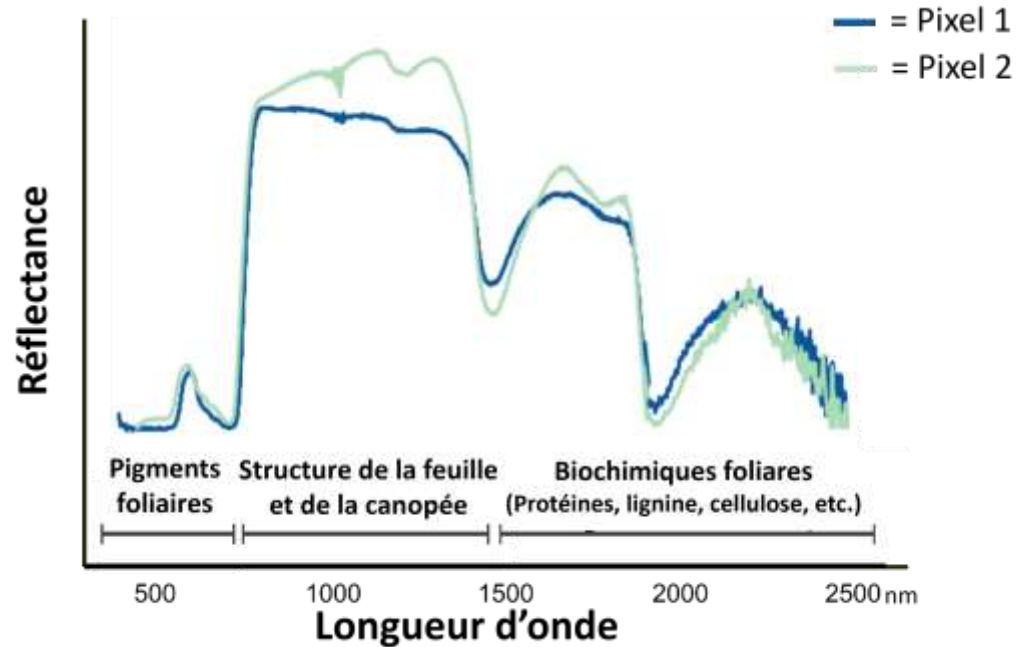


# Imagerie hyperspectrale



**Les données continues peuvent être acquises rapidement sur de grandes étendues spatiales.**

# Hypothèse de la variation spectrale



Les spectres sont considérés comme des indicateurs de composantes biologiques uniques au sein d'une communauté.



# Biodiversité végétale



- **Attributs d'intérêt :**

- **Composantes d'intérêt :**

**L'interprétation biologique de la variation spectrale dépendra des paramètres de biodiversité auxquels elle est comparée.**

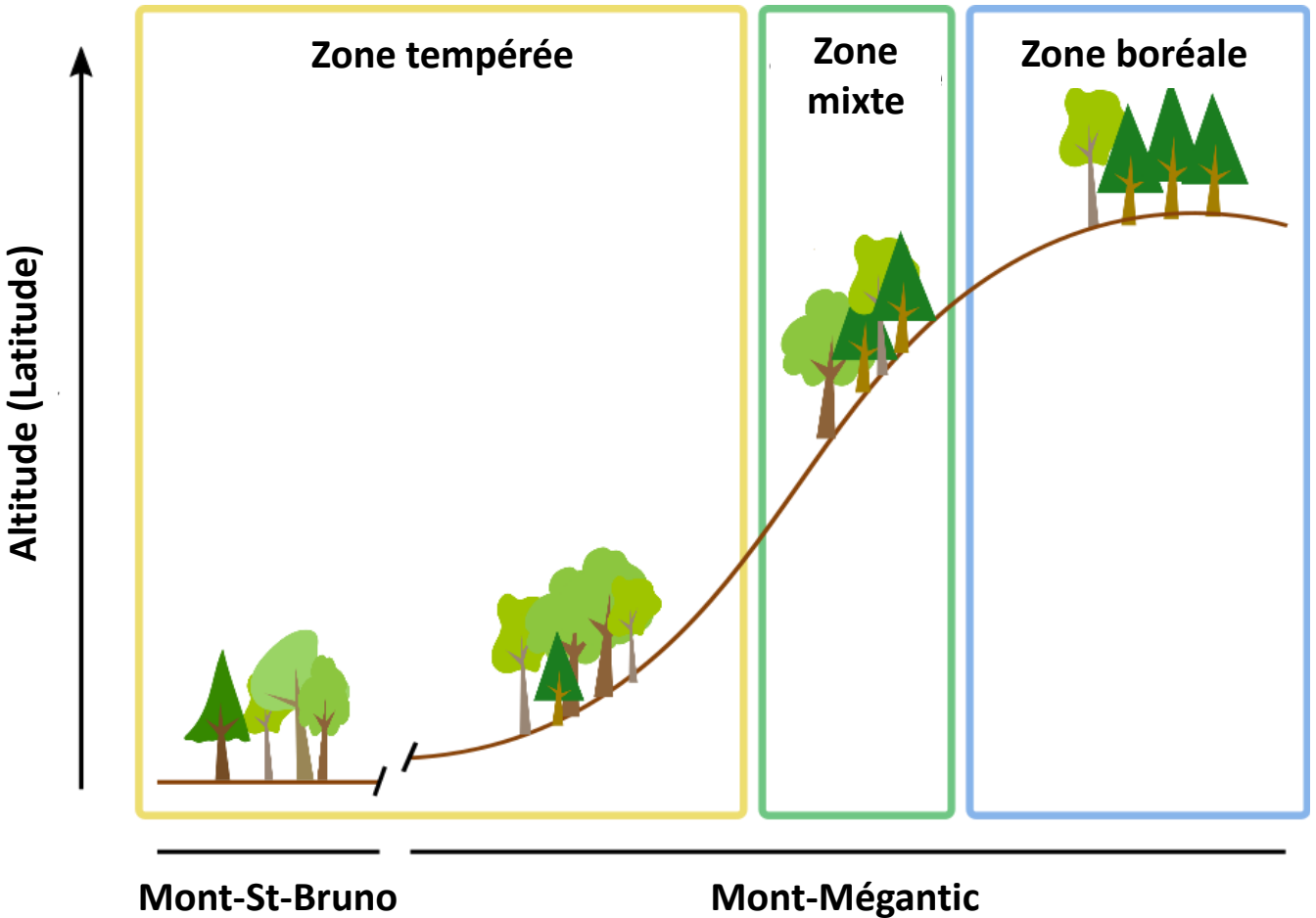
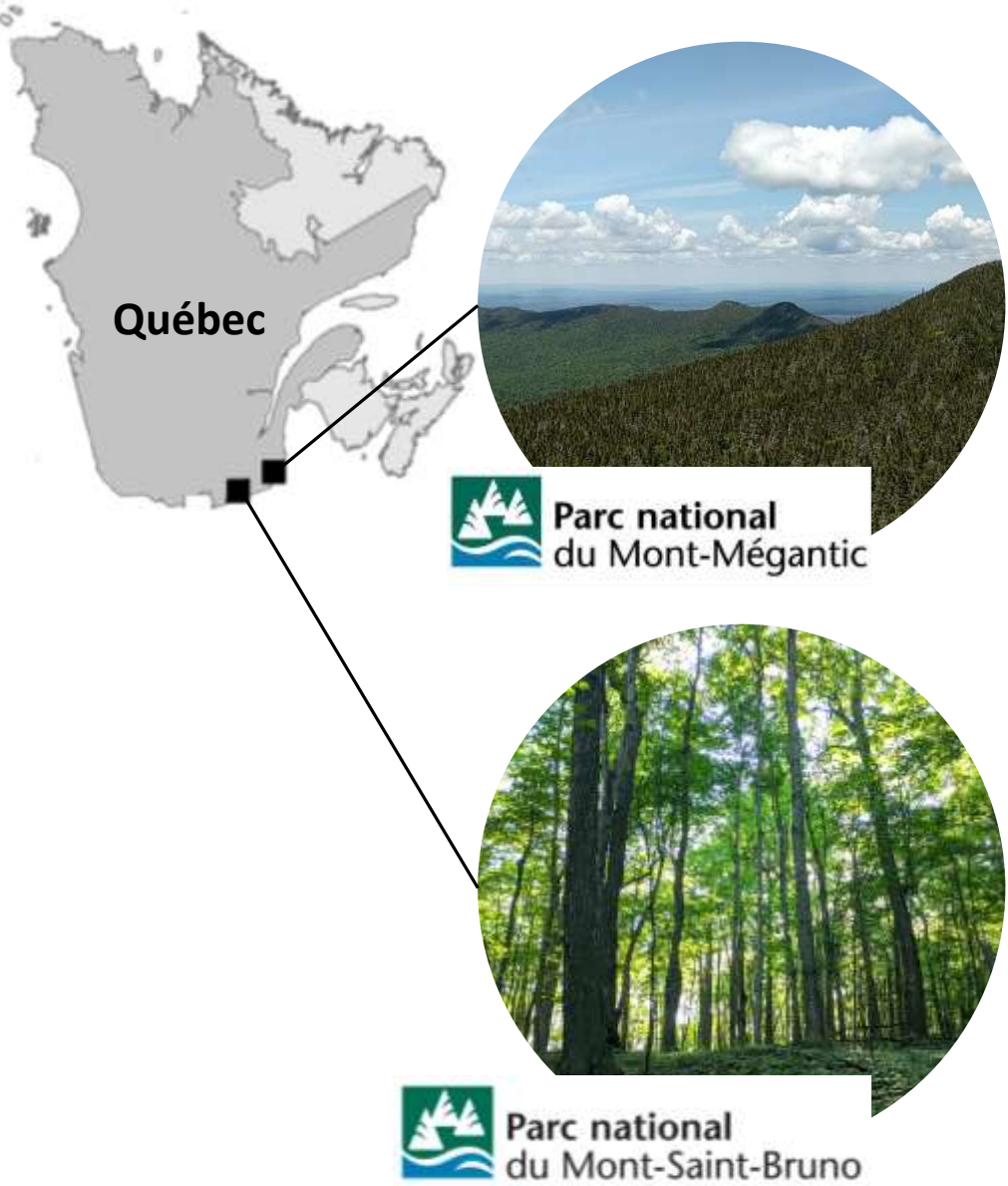
# Questions de recherche



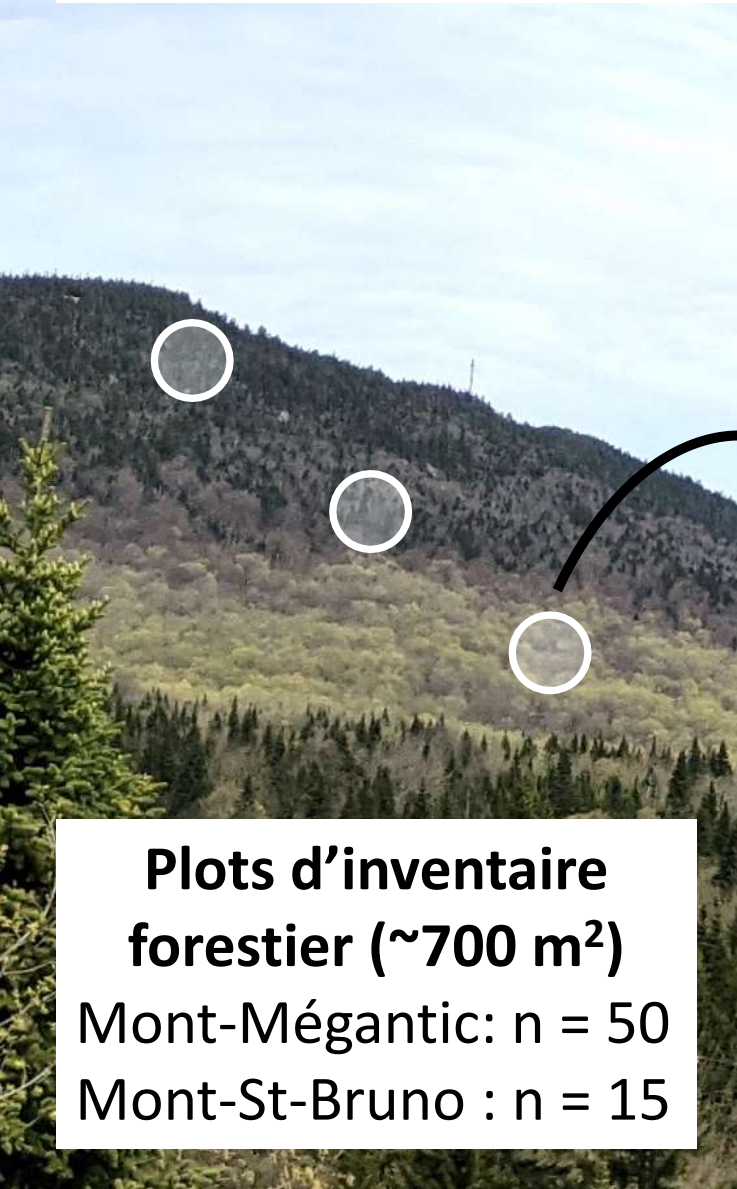
- I. **Quel est le degré d'association entre les dimensions spectrales et taxonomiques/fonctionnelles ?**
  - Composition
  - Diversité  
(richesse, équitabilité, divergence)
  
- II. **Est-ce que les compositions et les diversités spectrale, taxonomique et fonctionnelle répondent de manière similaire aux gradients environnementaux ?**



# Sites d'études

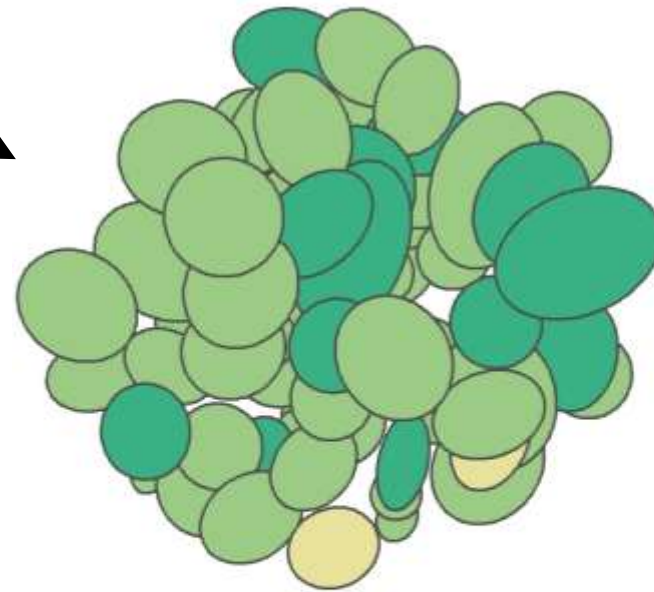


# Inventaire forestier sur le terrain



**Plots d'inventaire forestier (~700 m<sup>2</sup>)**  
Mont-Mégantic: n = 50  
Mont-St-Bruno : n = 15

**Facette taxonomique**  
(Abondances relatives des espèces)



Identité des espèces



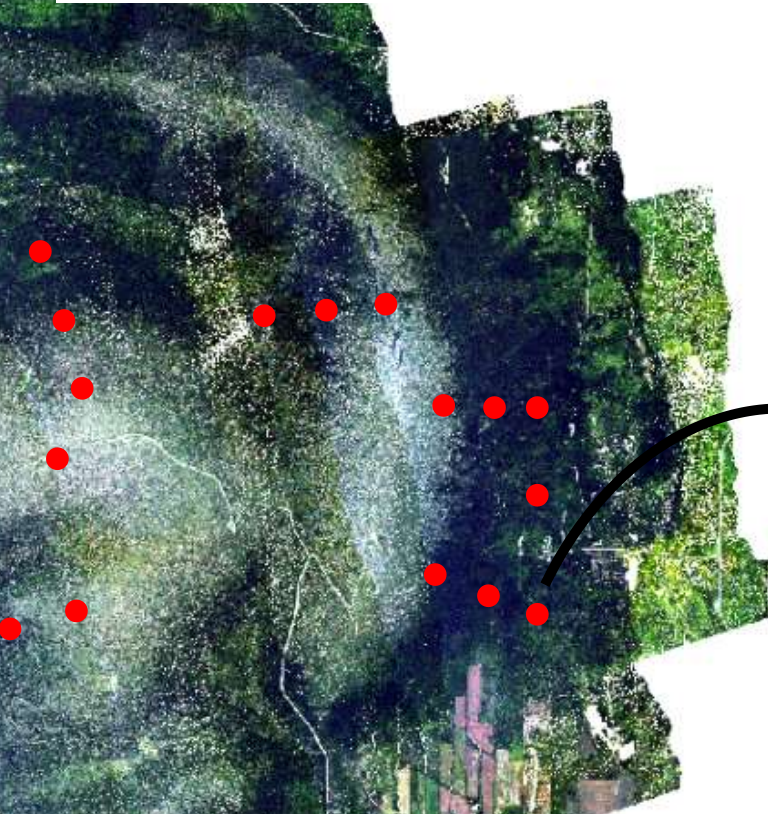
**Facette fonctionnelle**  
(Moyenne pondérée de la communauté)



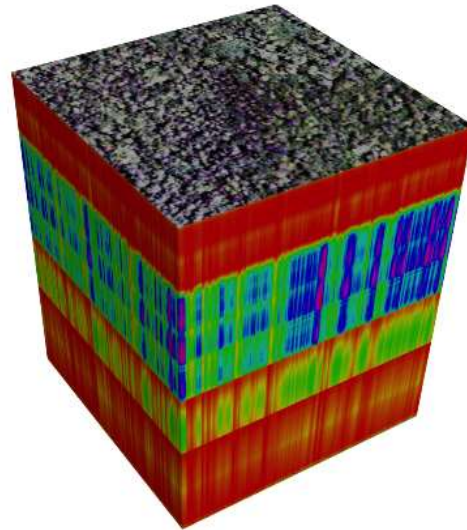
- Traits structurels  
(p. ex., indice de surface foliaire)
- Traits chimiques  
(p. ex., C:N)



# Inventaire forestier par imagerie hyperspectrale



**Facette spectrale**  
(Réflectance normalisée)



## **i. Visible – Infrarouge proche**

- CASI-1500
- 229 bandes, 454 – 1059 nm
- 1.16 m XTR, 2.47 m ATR

## **ii. Ondes courtes infrarouges**

- SASI-644
- 78 bandes, 972 – 2412 nm
- 2.71 m XTR, 2.71 m ATR

**The Directly-Georeferenced  
Hyperspectral Point Cloud: Preserving  
the Integrity of Hyperspectral Imaging  
Data**

*Deep Inamdar<sup>1</sup>, Margaret Kalacska<sup>1\*</sup>, J. Pablo Arroyo-Mora<sup>2</sup> and George Leblanc<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Applied Remote Sensing Laboratory, Department of Geography, McGill University, Montréal, QC, Canada, <sup>2</sup>Flight Research Laboratory, National Research Council of Canada, Ottawa, ON, Canada

# I. Degré d'association



**Composition spectrale**  
(réflectance moyenne normalisée)

**Composition taxonomique**  
(abondance relatives des espèces)

**Composition fonctionnelle**  
(moyennes pondérées de la communauté)

**A) Composition « totale » :**

- Analyse procustéenne (n=65)

**B) Principaux axes de variation :**

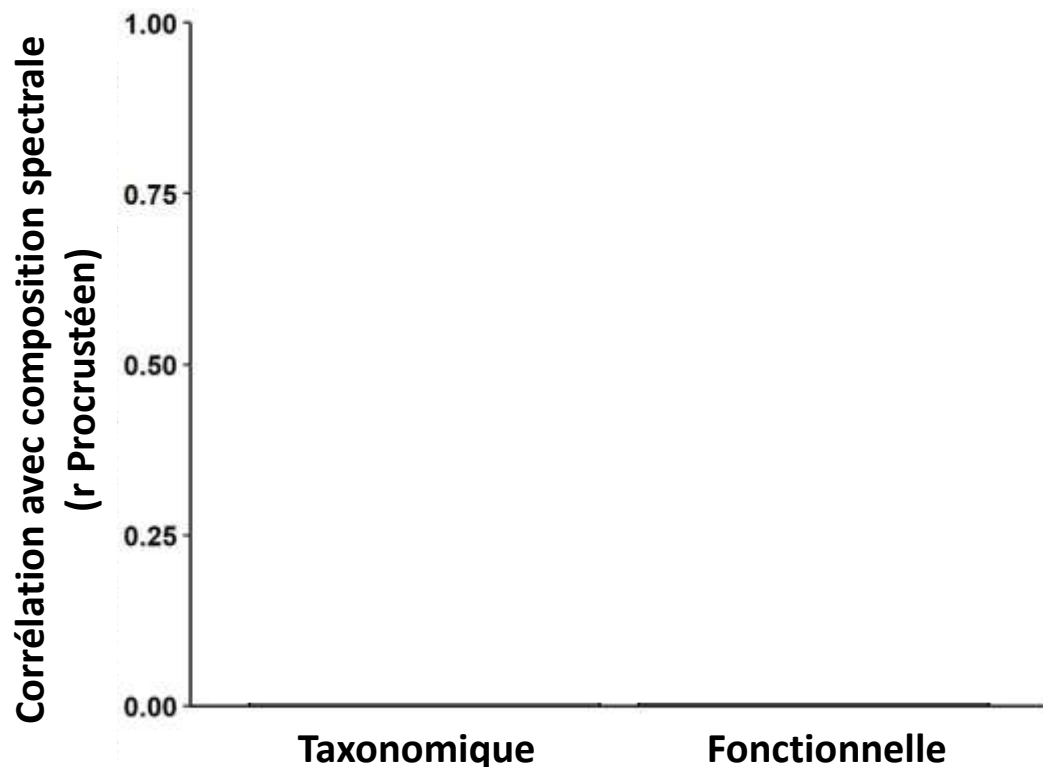
- Corrélations de Pearson des premiers axes du PC (n=65)



# Degré d'association : composition

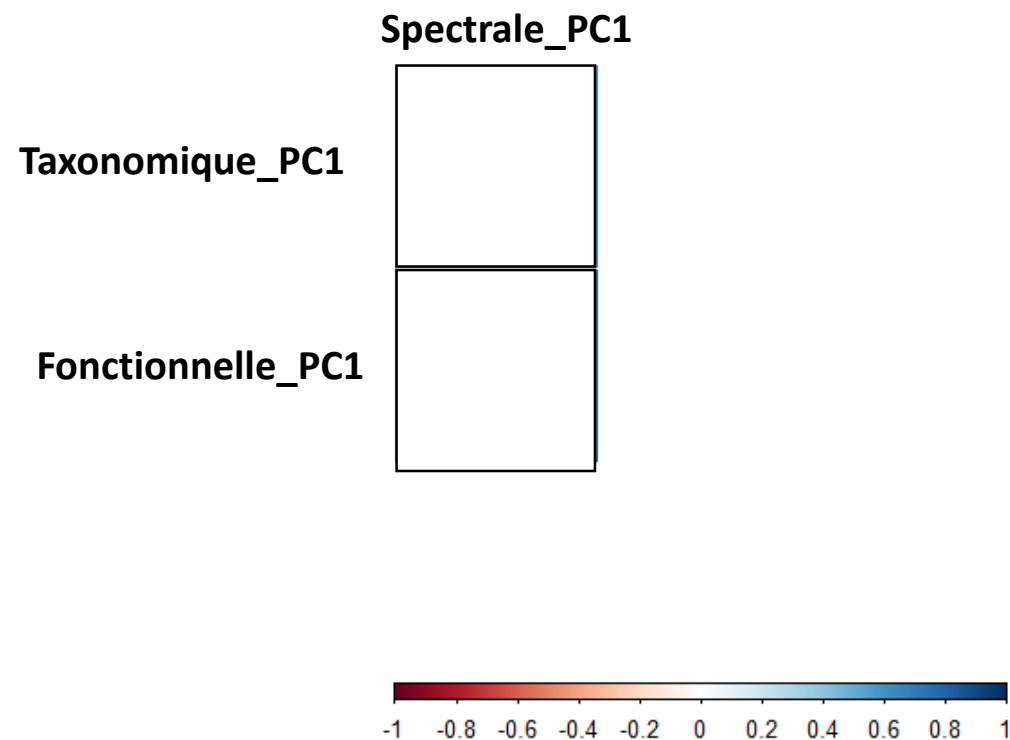
## A. Composition « totale »

(≥ 90% de variation)



## B. Principaux axes de variation

(~ 50 – 80% de variation)



La composition spectrale correspond modérément à la composition sur le terrain, mais les principaux axes de variation sont plus fortement associés.

# I. Degré d'association



## **Diversité spectrale**

- Coefficient de variation
- Enveloppe convexe
- Variance spectrale

## **Diversité taxonomique**

- Richesse spécifique
- Indice de Shannon
- Indice de Simpson
- Équitabilité de Pielou

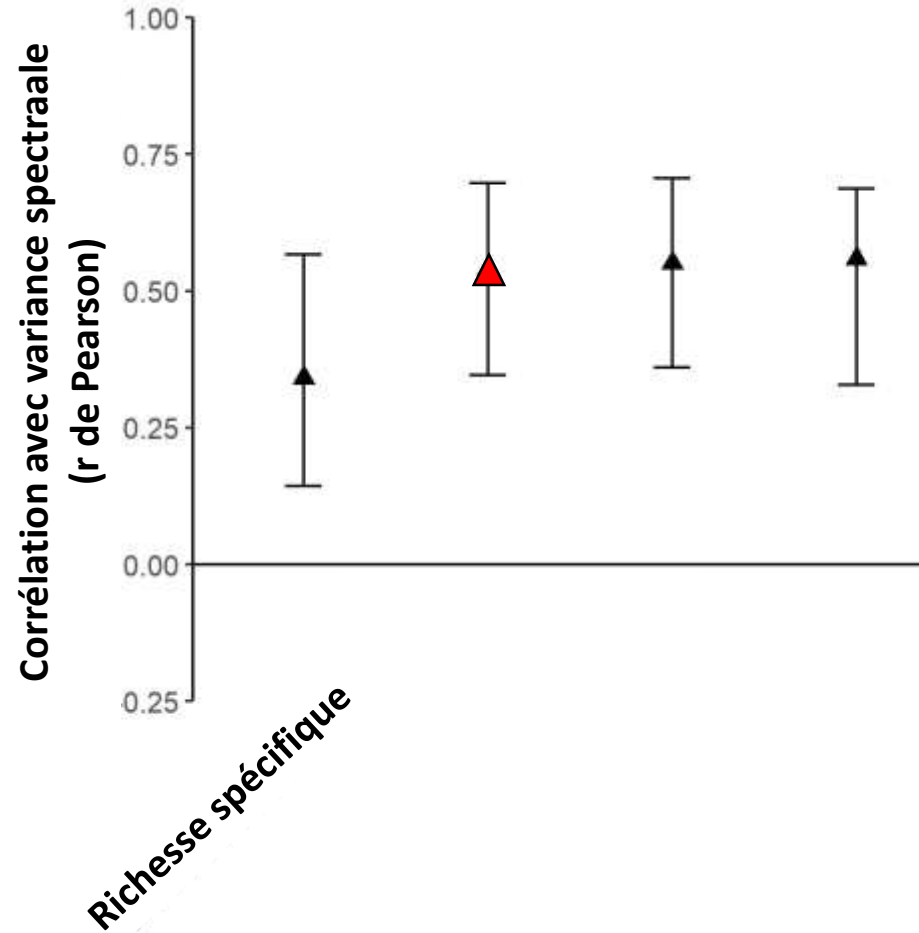
## **Diversité fonctionnelle**

- Richesse fonctionnelle
- Équitabilité fonctionnelle
- Dispersion fonctionnelle
- RaoQ

- Corrélations de Pearson (n=62-65 ; selon la métrique)



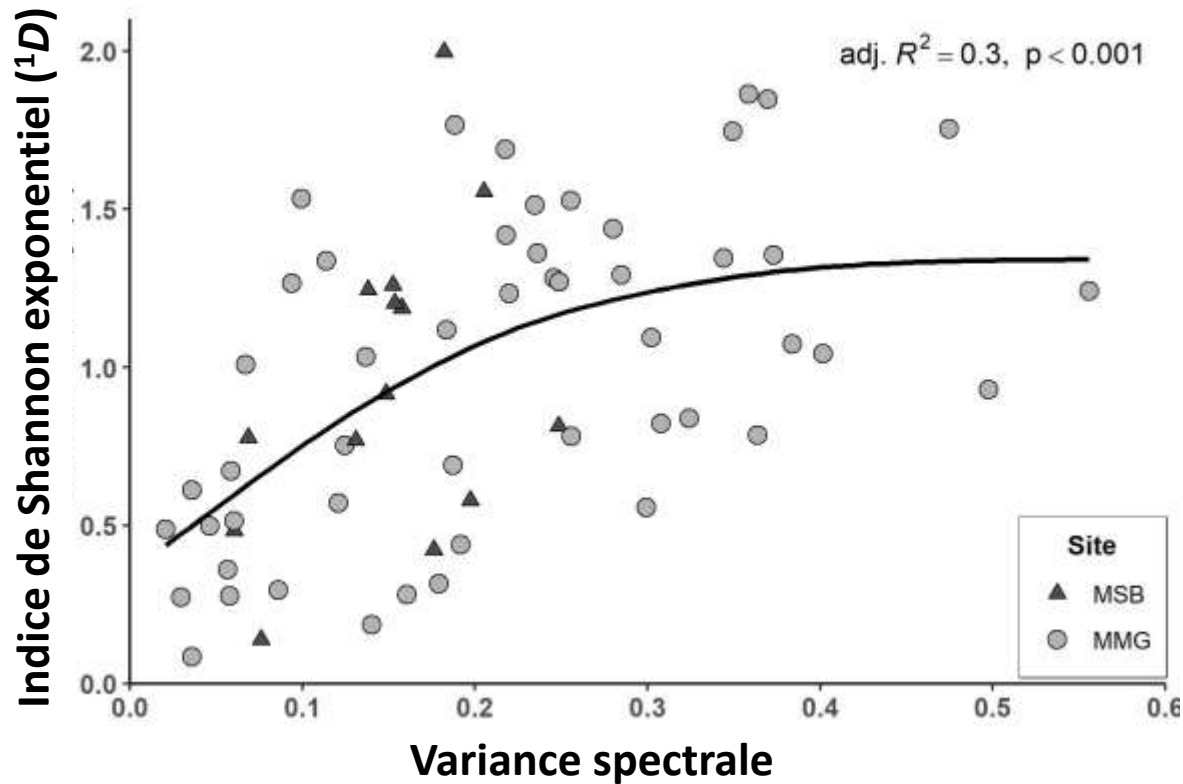
# I. Degré d'association : diversité



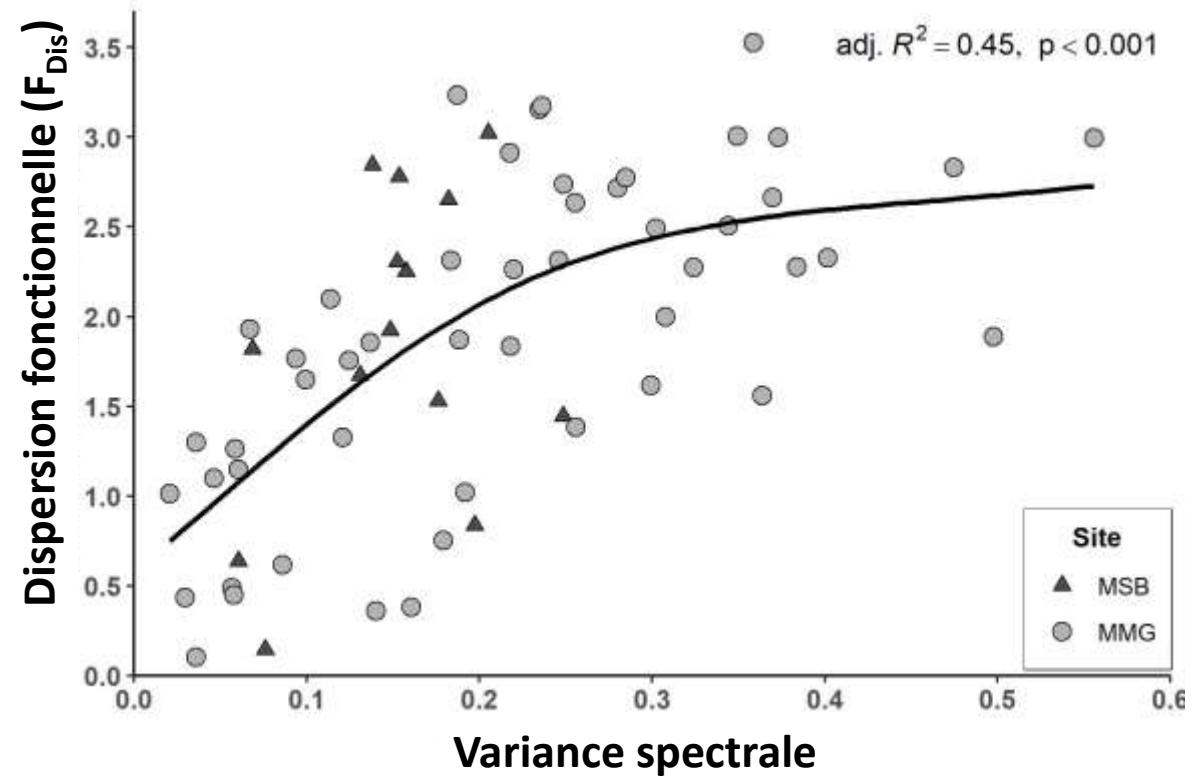
Soutien général à l'hypothèse de la variation spectrale mais la force de la correspondance dépend des mesures spectrales et sur le terrain.

# I. Degré d'association : diversité

## A. Diversité taxonomique



## B. Diversité fonctionnelle

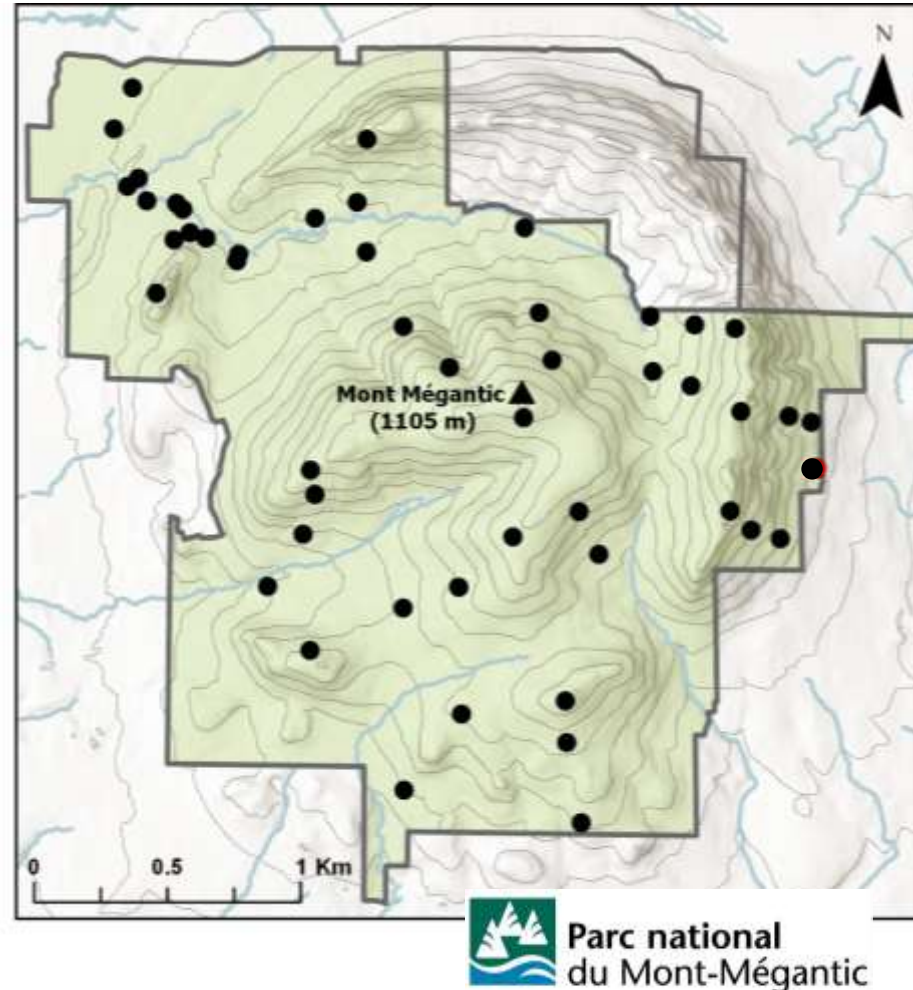


La diversité spectrale capte des informations au-delà de ce qui a été quantifié par les facettes taxonomiques et fonctionnelles.



## II. Relations biodiversité-environnement

Composition/Diversité  $\sim$  Altitude + Nordicité + Esticité + Pente + Humidité



- **Composition** (n = 50)
  - Analyses de redondance (RDAs)
- **Diversité** (n = 50)
  - Modèles additifs généralisés (GAMs)

## II. Relations composition-environnement

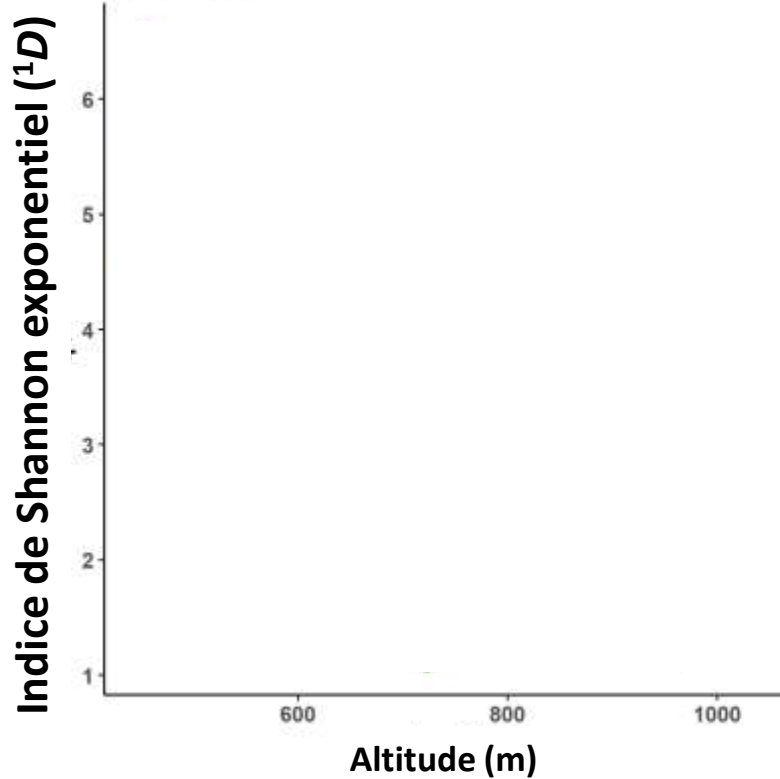
Prédicteur	Proportion de la variance expliquée		
	Composition Taxonomique	Composition Fonctionnelle	Composition Spectrale
<b>Altitude</b>	<b>59.6</b>	<b>64.4</b>	<b>83.3</b>
Nordicité	22.0	17.9	3.0
Pente	12.7	13.6	12.1
Humidité du sol	3.5	2.2	1.0
Esticité	2.3	1.8	0.6

**Dans toutes les facettes, la majorité des variations de composition est associée à la transition entre forêts tempérées et forêts boréales le long du gradient d'altitude.**

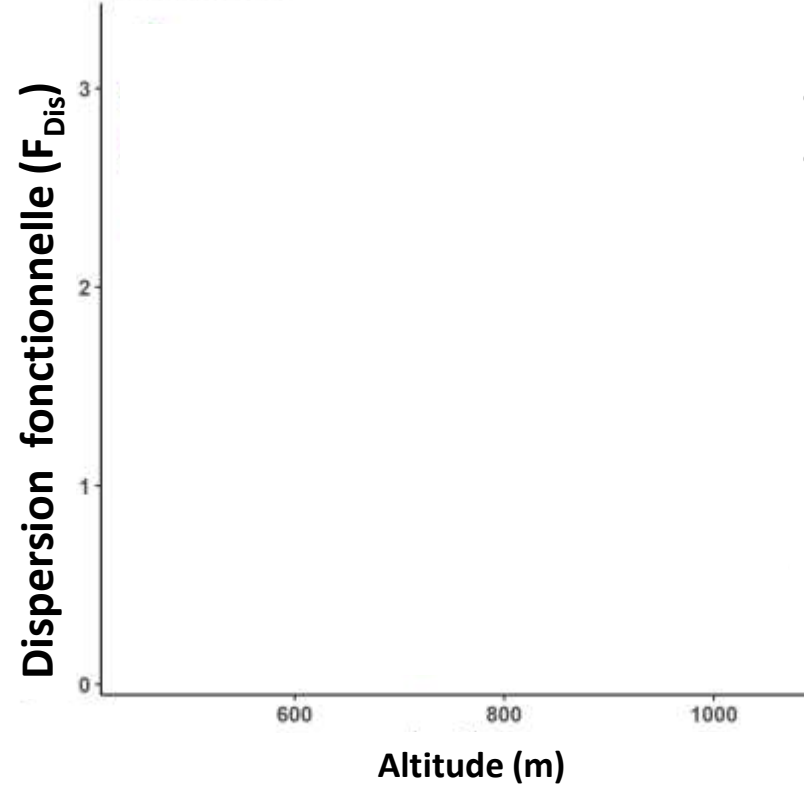


# II. Relations diversité-environnement

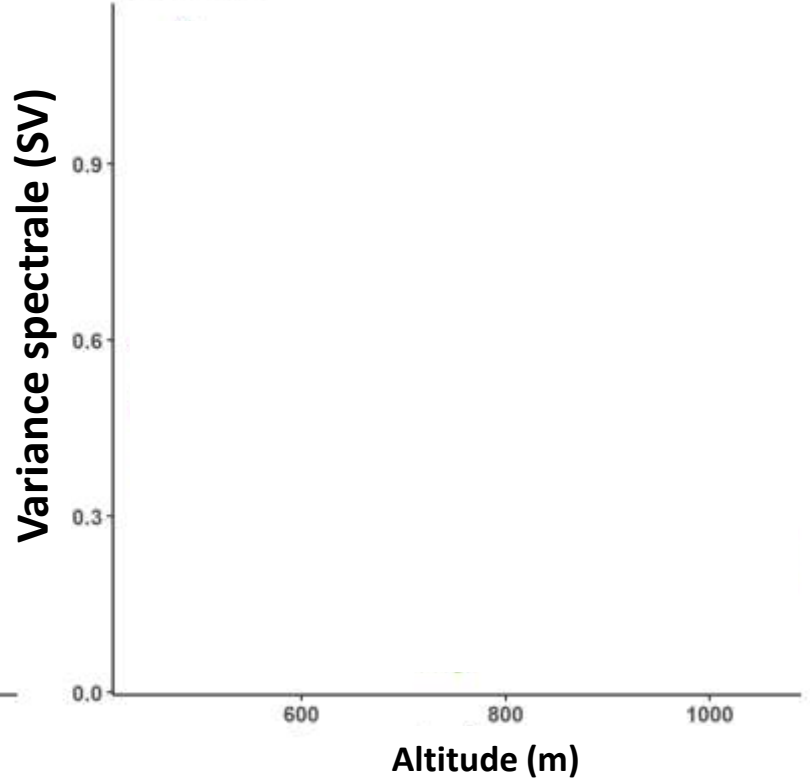
A. Taxonomique



B. Fonctionnelle



C. Spectrale



% couverture de conifère

0 50 100

A horizontal color scale legend for conifer cover percentage, ranging from 0% (light green) to 100% (dark green), with a midpoint at 50%.

Dans toutes les facettes, la diversité est maximale dans les communautés de forêts mixtes situées à basse et moyenne altitude.

# Conclusions



- I. Soutien à l'hypothèse de la variation spatiale, mais l'ampleur du soutien dépend de :
  - métrique de diversité spectrale
  - métrique de diversités taxonomique et fonctionnelle



# Remerciements et questions

## Remerciements

Campagnes de terrain et campagnes spectrales :

- Sabine St-Jean et d'autres qui ont contribué aux enquêtes de terrain.
- Sabrina Demers-Thibault et d'autres qui ont effectué l'échantillonnage des feuilles et la quantification des traits foliaires.
- Dr. Margaret Kalacska, Dr. Pablo Arroyo-Mora, et d'autres associé.e.s à l'acquisition et au prétraitement des données d'imagerie hyperspectrale.

Financement :

- Observatoire canadien de la biodiversité aérien (CABO)
- Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie de Canada (CRSNG)
- Société géographique royale du Canada (SGRC)