

Révéler la diversité des vieilles forêts avec le LiDAR aéroporté

Maxence Martin, Carlos Cerrejón, Osvaldo Valeria

-
Tridifor 2022

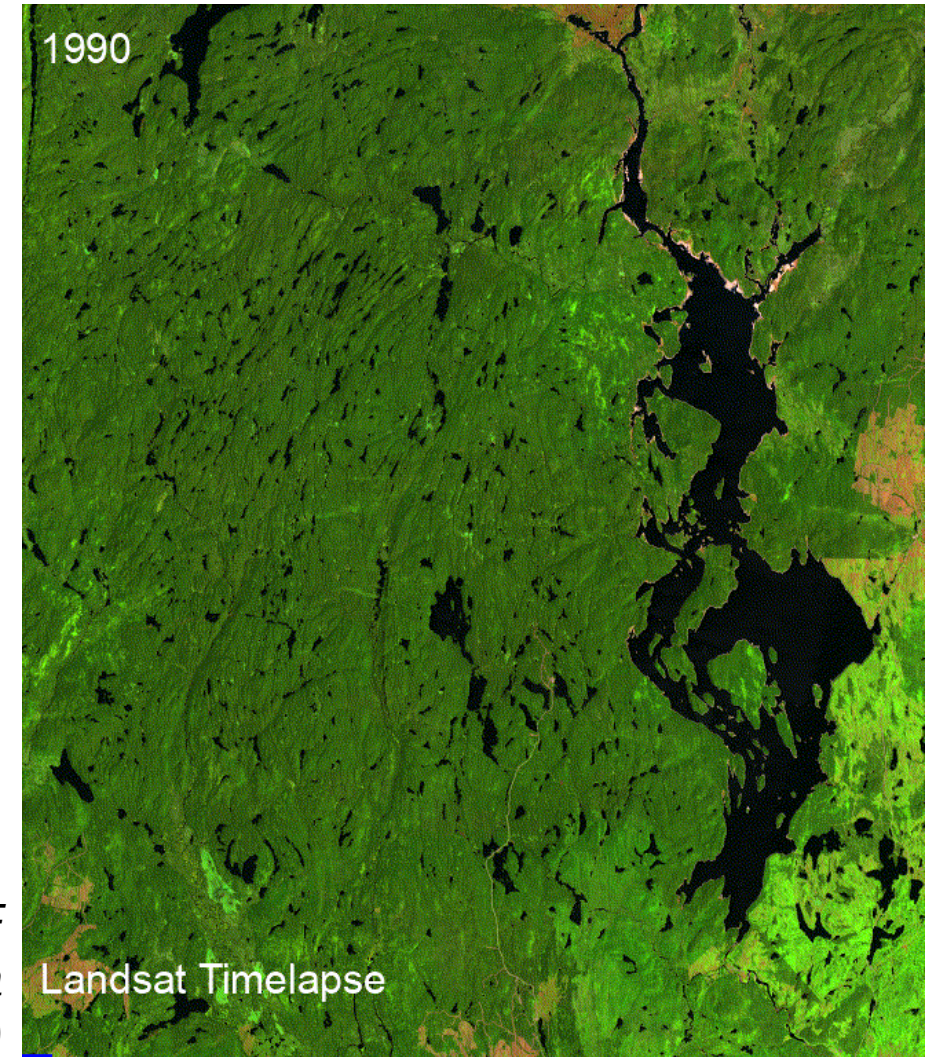


1. Contexte

| 2. Méthodes | 3. Structure | 4. Succession | 5. Conclusion

Perte et fragmentation des vieilles forêts [VF]: un enjeu critique

- Taux de coupe >>> cycle de feu¹
- Patron contagieux, “tapis roulant”²
- Coupes ciblent les VF les plus productives^{3,4}



*Un exemple des VF
autour du lac Péribonka
(QC, Canada)*

¹: Bergeron et al. (2017) Forestry

²: Boucher et al. (2017) Landsc Ecol.

³: Martin et al. (2021) Front for glob change

⁴: Price et al. (2021) Can Jo Fo Res

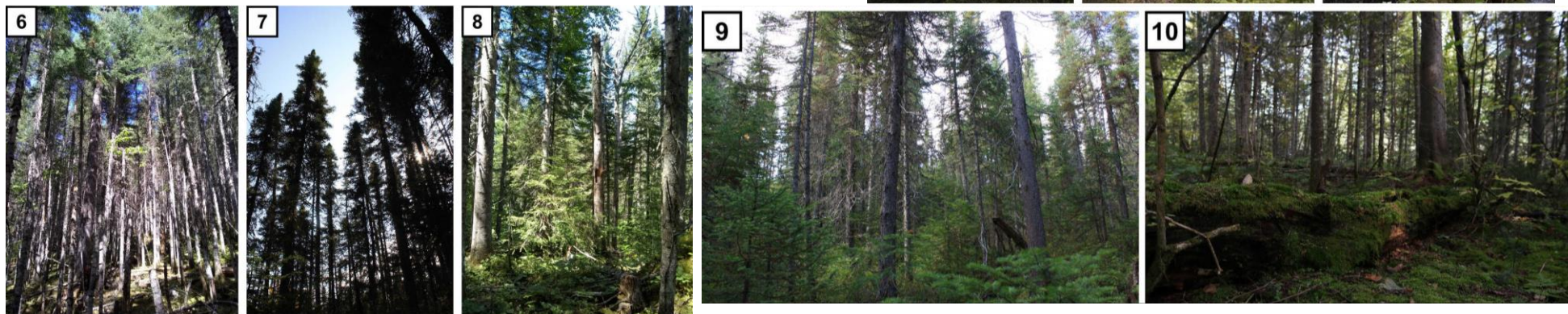
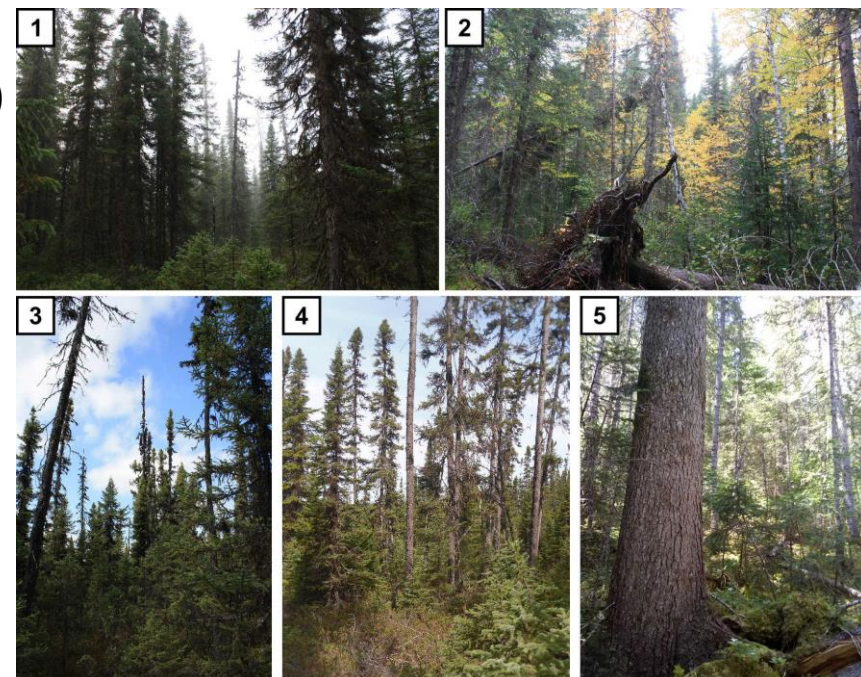


1. Contexte

| 2. Méthodes | 3. Structure | 4. Succession | 5. Conclusion

Est-ce que notre vision des VF est trop réductive?

- Définitions “pragmatiques” des VF pour l’aménagement (“>100 y. = VF”¹)
- VF = mosaïque changeantes de forêts avec différentes structures, habitats et fonctions^{2,3,4}
- La diversité des VF n’est pas identifiée par les inventaires forestiers courants (photo-interpretation)⁵



¹: MFFP (2016)

²: Martin et al. (2018) *Fo Eco Manag.*

³: Martin et al. (2020) *Forests*

⁴: Martin et al. (2021) *Ecol Ind.*

⁵: Martin et al. (2020) *Can Jo Fo Res*



1. Contexte

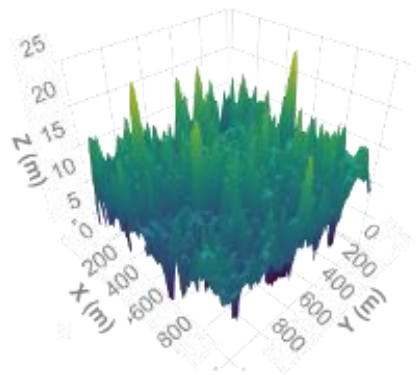
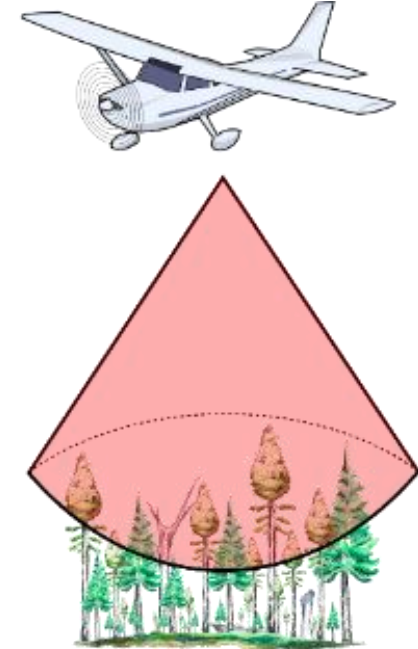
| 2. Méthodes | 3. Structure | 4. Succession | 5. Conclusion

LiDAR: une solution pour l'inventaire des VF?

- Différentes approches: VF vs. non-VF, degré de VF, âge du peuplement
- Diversité interne des VF rarement prise en considération
- Peu de recherche en forêt boréale

Deux approches différentes

- Classification structurelle (diff. historiques de perturbation, forêt boréale mixte)
- Classification successionnelle (diff. âge de VF, forêt boréale coniférienne)



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

Remote Sensing of Environment

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



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

Remote Sensing of Environment

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



Complementary airborne LiDAR and satellite indices are reliable predictors of disturbance-induced structural diversity in mixed old-growth forest landscapes

Maxence Martin^{a,b,c,*}, Carlos Cerrejón^{a,b}, Osvaldo Valeria^{a,b,d}

“Old” is not precise enough: Airborne laser scanning reveals age-related structural diversity within old-growth forests

Maxence Martin^{a,b,c,*}, Osvaldo Valeria^{a,b,d}



Unité spatiale

- Tiles d'1 ha (100 x 100 m)

Indices LiDAR

- Dérivés des modèles de hauteur de canopée de 1m (donnée publique)
- Structure vertical (99e percentile de hauteur, rugosité, index de symétrie)
- Structure horizontale (proportion de trouées et hétérogénéité spatiale)

Indices de télédétection complémentaires

- Forêts mixtes: ajout d'indices basés sur des images satellites (NDVI, dNBR bi-annuel)

Analyses

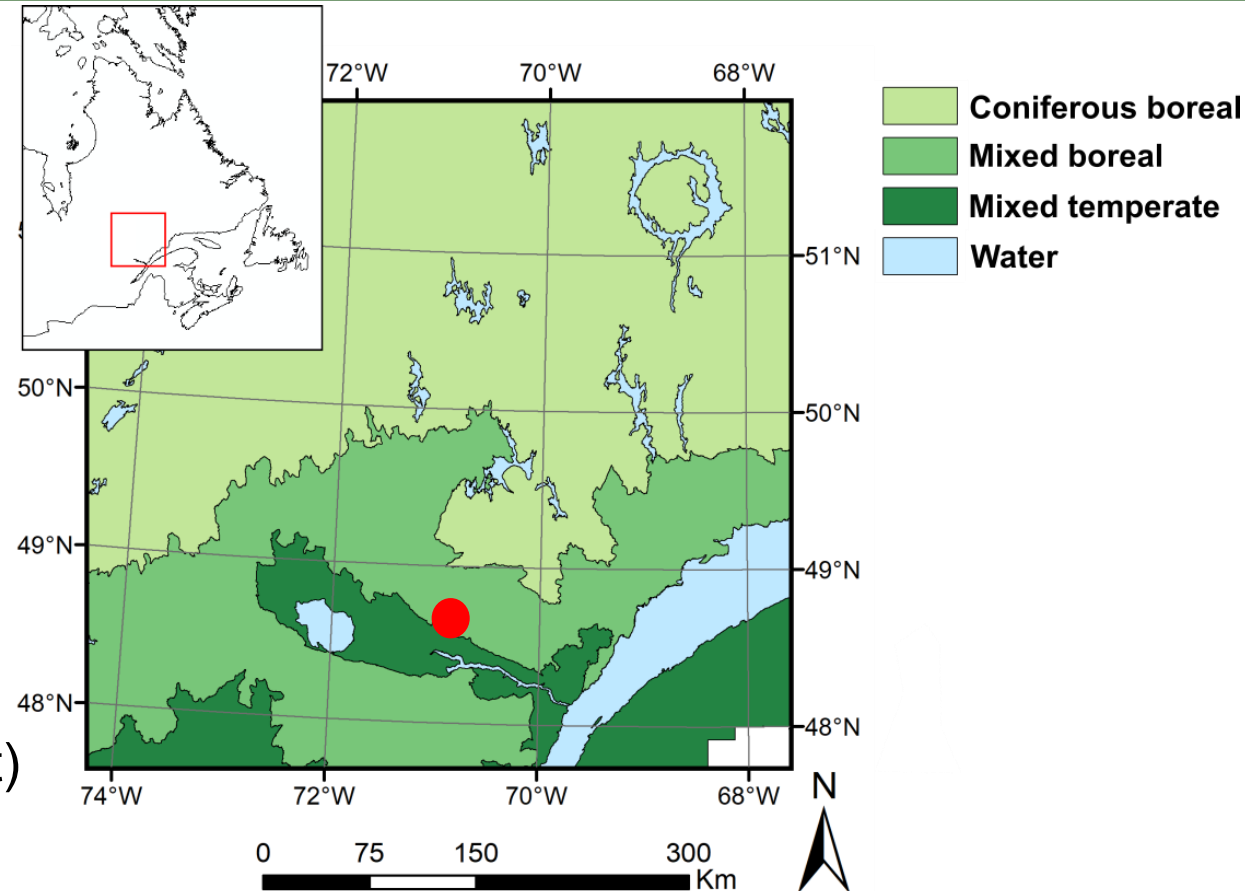
- Classification et prediction: modèles *random forest* (binomial ou multinomial)



Classification structurelle¹

Forêt boréale mixte (Parc National des Monts-Valin):

- Seuil de VF: 80 ans
- Faible lien entre âge des arbres et de la forêt
- Régime de perturbation de sévérité mixte (tordeuse des bourgeons de l'épinette [TBE])
- Classes étudiées:
 - **VF initiée:** (brûlé ≈90 ans auparavant)
 - **VF avancée** (>130 ans)
 - **VF avancée perturbée** (>130 ans + sévère TBE ≈40 ans auparavant)
 - **Seconde venue** (coupe totale ≈40 ans auparavant)



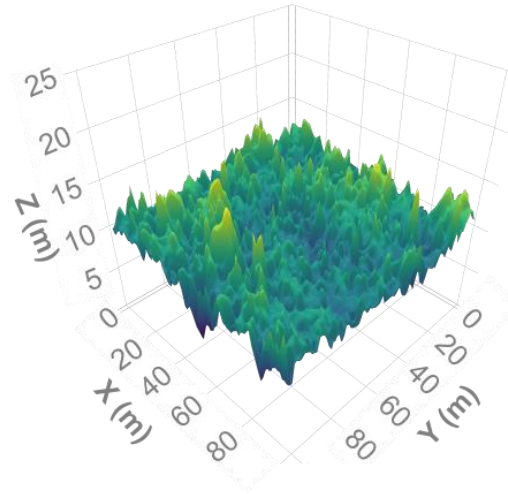
¹: Martin et al. (2021) Remote Sens Env.



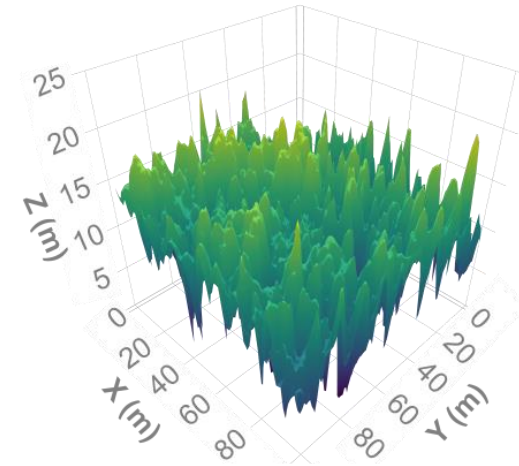
Classification structurelle

- Haute précision (81.9%)

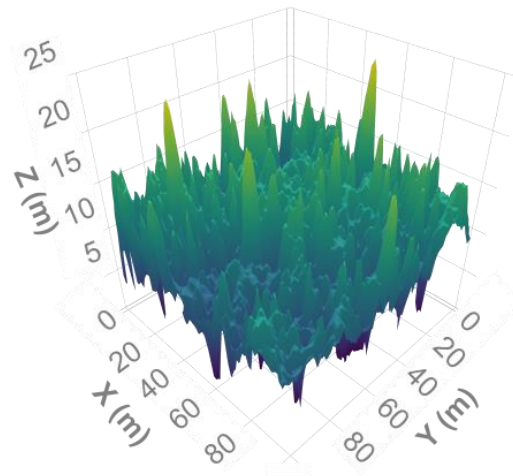
Second-growth (86.5% accuracy)



Early OG (94.2% accuracy)



Late OG (82.6% accuracy)

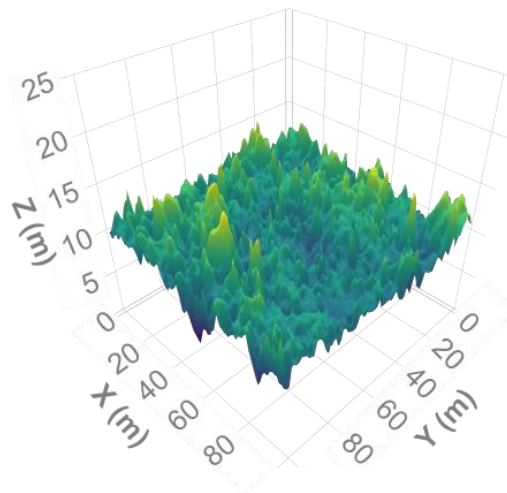




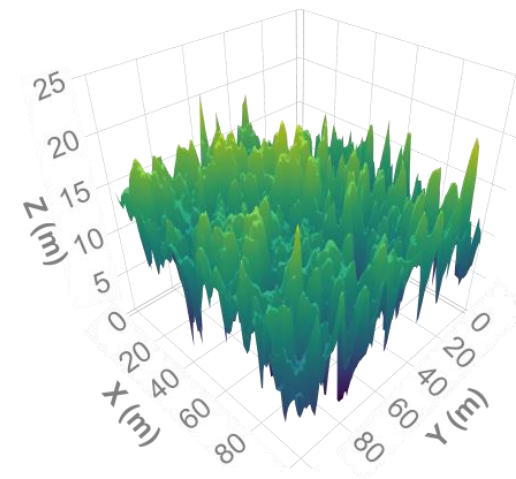
Classification structurelle

- Haute précision (81.9%)
- Les VF avancées perturbées avaient une faible précision

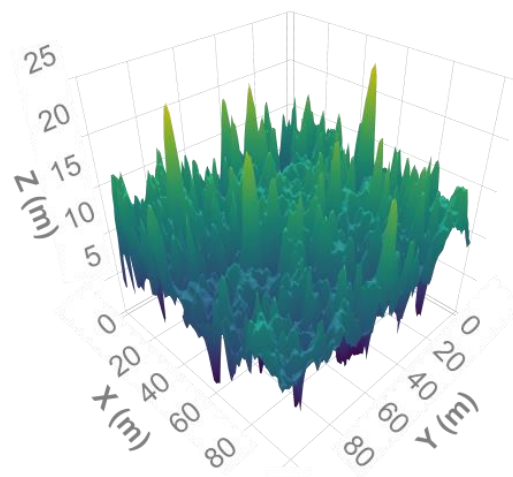
Second-growth (86.5% accuracy)



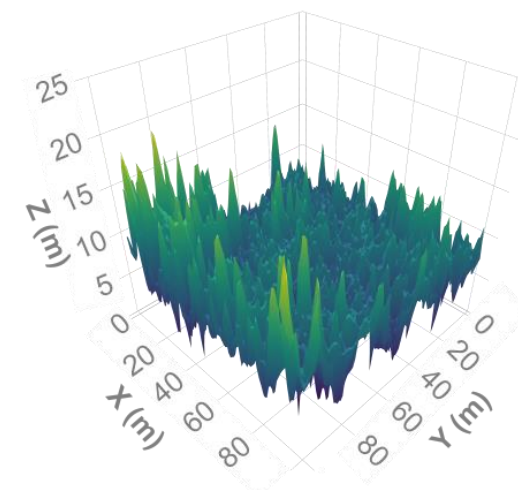
Early OG (94.2% accuracy)



Late OG (82.6% accuracy)



Disturbed late OG (44.2% accuracy)

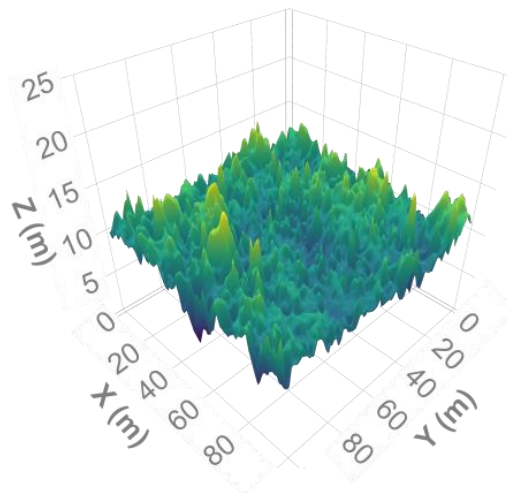




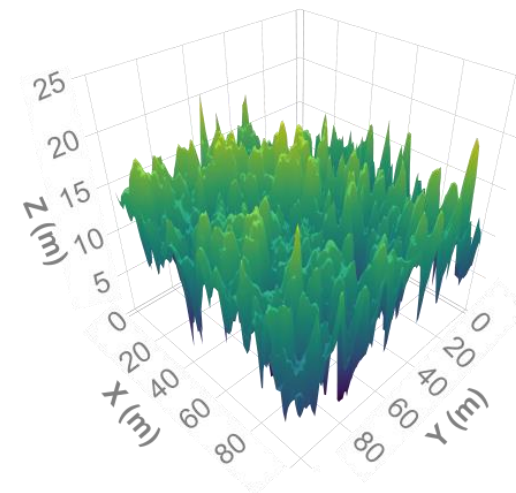
Classification structurelle

- Haute précision (81.9%)
- Les VF avancées perturbées avaient une faible précision
- ... en raison de l'existence de structures faiblement perturbées

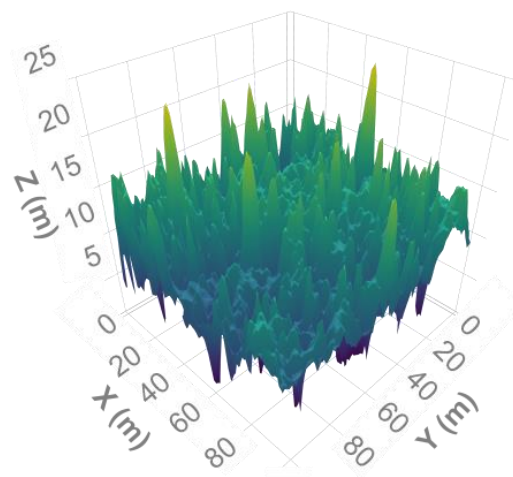
Second-growth (86.5% accuracy)



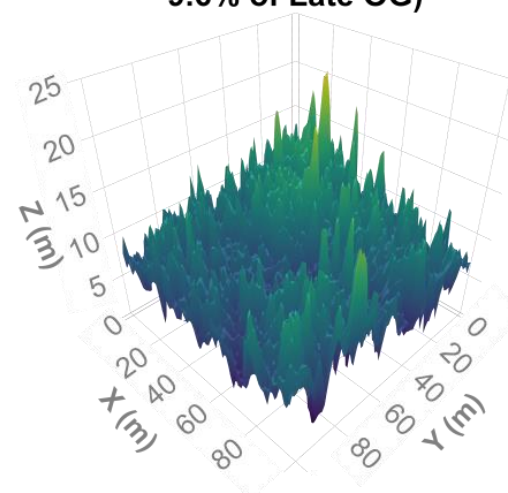
Early OG (94.2% accuracy)



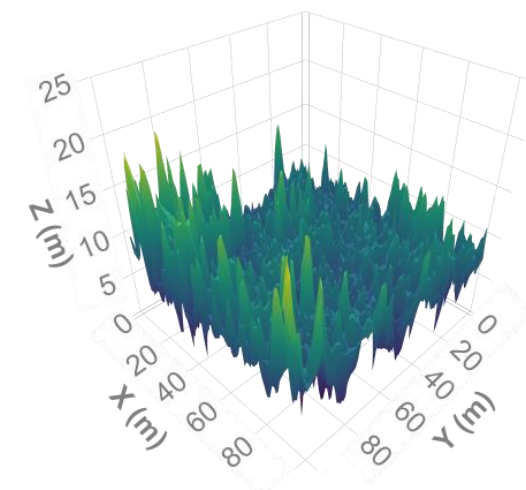
Late OG (82.6% accuracy)



"Lightly disturbed" late OG
(50.9% of Disturbed late OG,
9.6% of Late OG)



Disturbed late OG (44.2% accuracy)





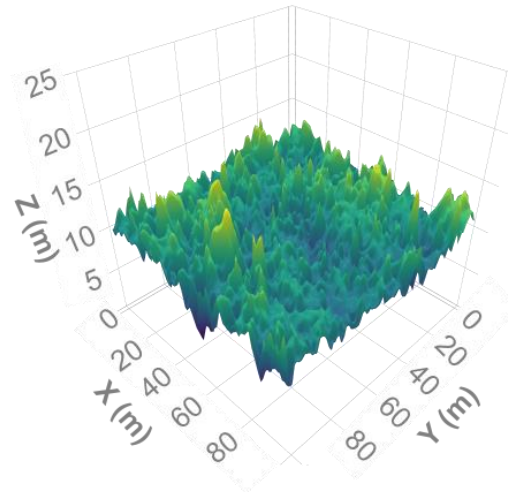
Classification structurelle

- Haute précision (81.9%)
- Les VF avancées perturbées avaient une faible précision
- ... en raison de l'existence de structures faiblement perturbées

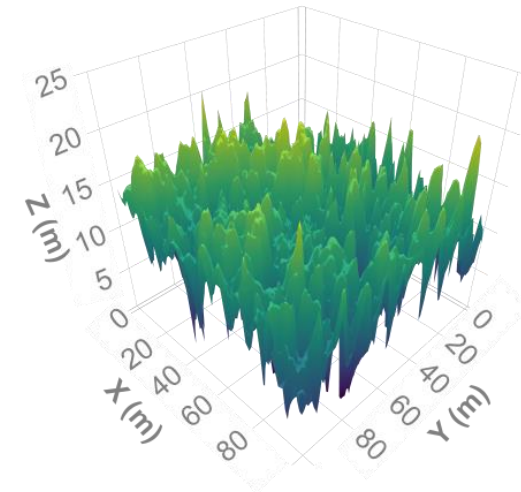
➔ Les erreurs de classification peuvent indiquer d'autres structures



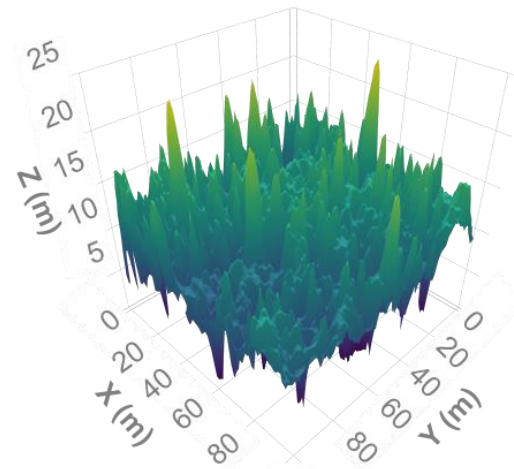
Second-growth (86.5% accuracy)



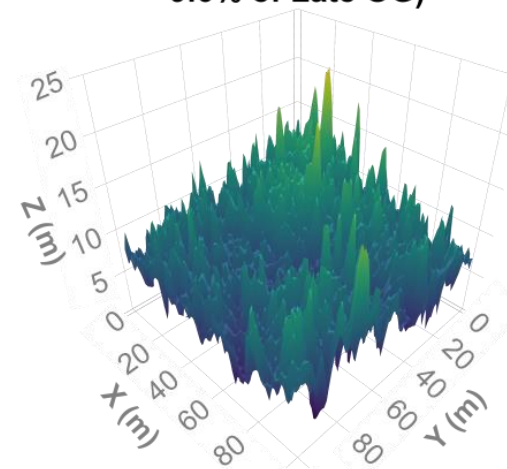
Early OG (94.2% accuracy)



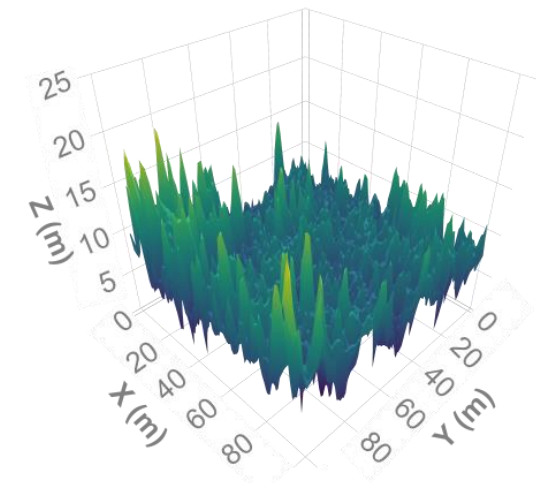
Late OG (82.6% accuracy)



"Lightly disturbed" late OG
(50.9% of Disturbed late OG,
9.6% of Late OG)



Disturbed late OG (44.2% accuracy)





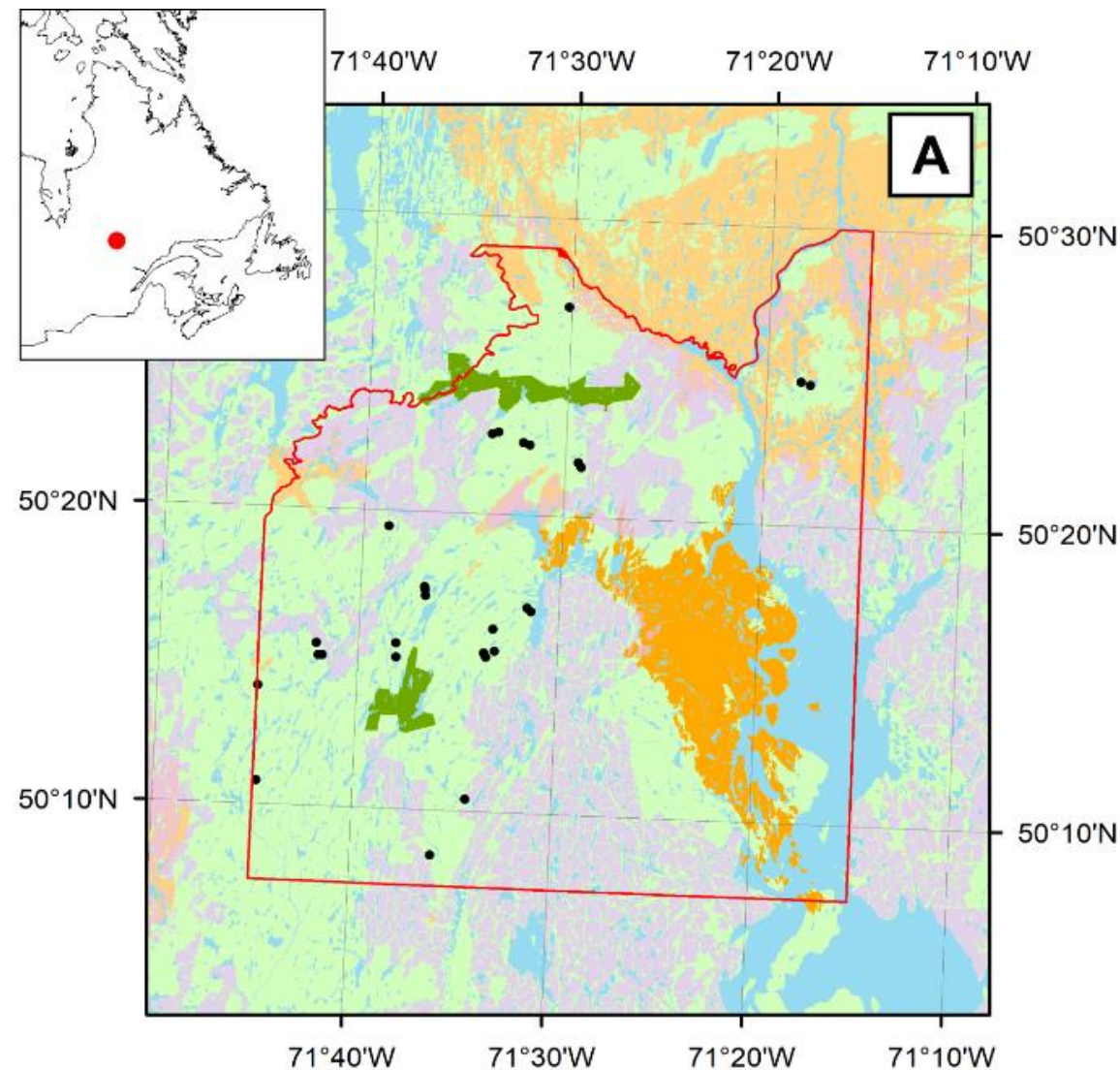
Classification successinnelle¹

Forêt boréale résineuse (Lac Péribonka):

- Seuil de VF: 100 ans
- Feux ancien (**VF initiée; 115 ans**) et aires protégées (**VF avancées; >250 ans**)
- **VF d'âge inconnu**

Classes de prediction (% prob. VF avancée):

- Prédict. VF initiée: <33
- Prédict. VF en transition: 33-66
- Prédict. VF avancée: >66



¹: Martin et al. (2022) Remote Sens Env.



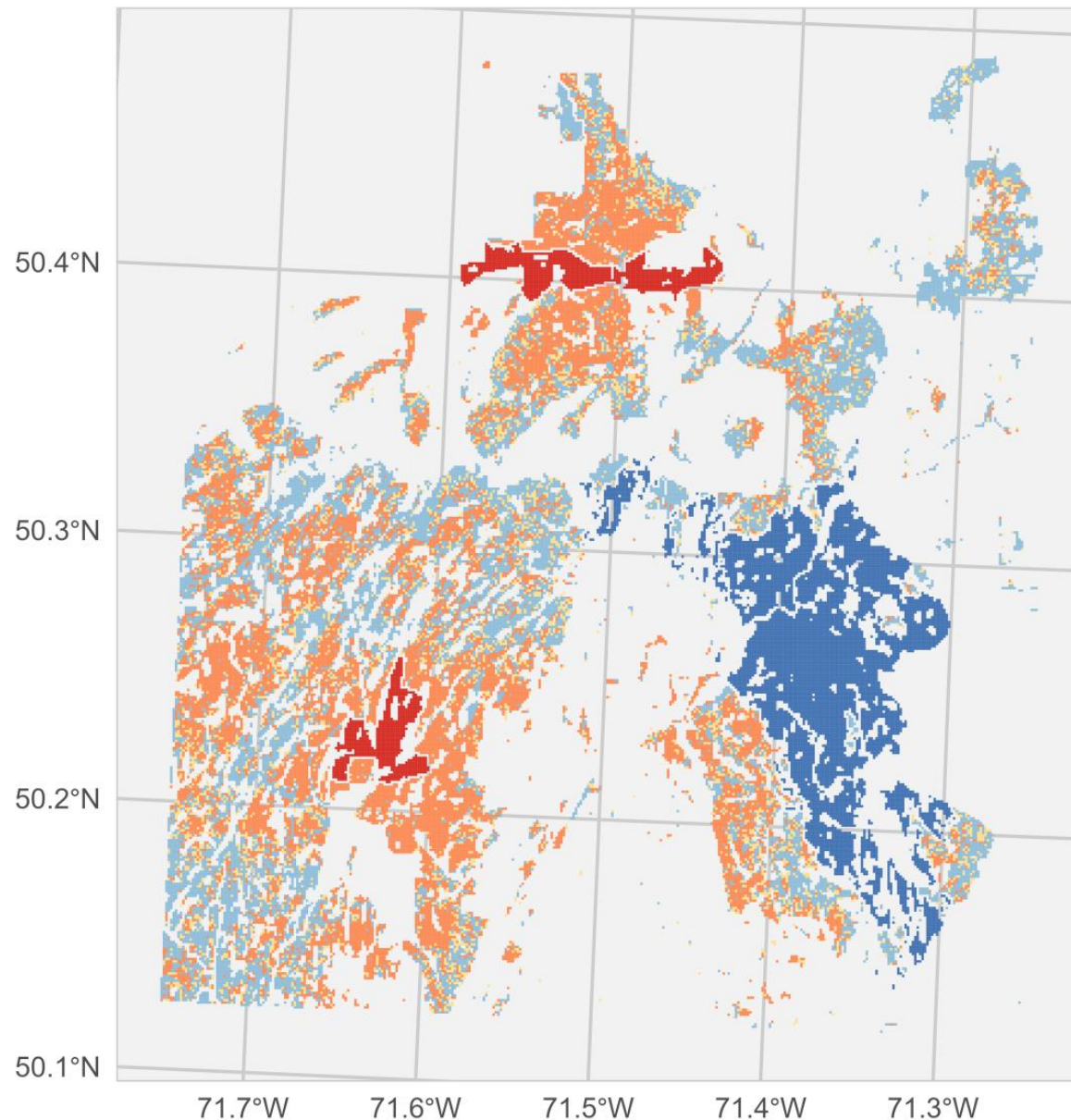
Classification successionnelle

Modèle:

- Très haute précision (95%)
- VF initiée $\neq$ VF avancée

Prédictions:

- Blocs de VF avancées dans une matrice de forêts en début VF (≈ 150 y.)
- Prédit VF en transition: transition spatiale entre VF de différents âges



Succession classes

- Reference early old-growth
- Predicted early old-growth
- Predicted transition old-growth
- Predicted late old-growth
- Reference late old-growth



1. Contexte | 2. Méthodes | 3. Structure | 4. Succession | 5. Conclusion

- LiDAR: peut fournir une vision plus fine de la diversité des VF
- Difficulté à trouver des données terrain fiables (sous-estimation de l'âge des forêts)
- Étapes suivantes:
 - Prédiction à large échelle
 - Combiner structure et succession
 - Prédiction éléments de VF (bois mort, carbone)

Forêts, Faune
et Parcs

Québec

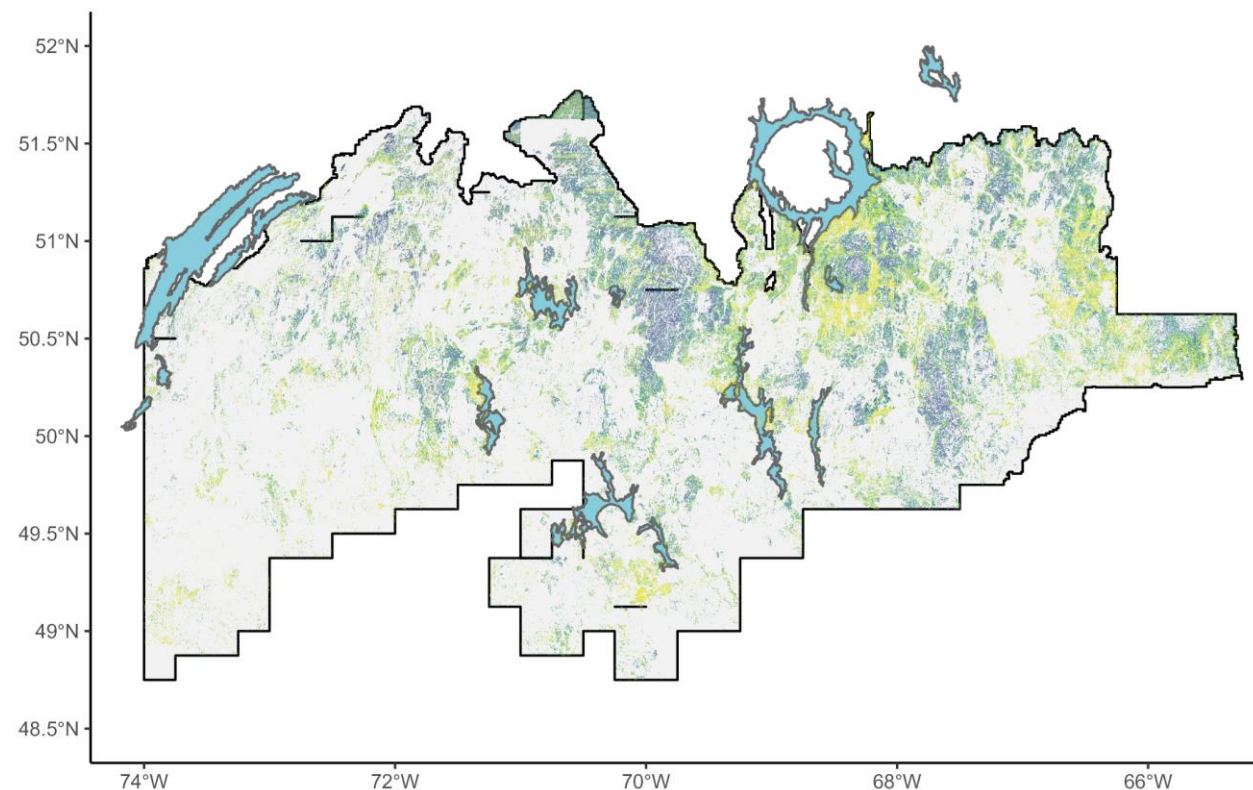
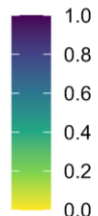


Centre d'enseignement et de recherche
en foresterie de Sainte-Foy inc.



Expérimentation
& Développement
en Forêt Boréale

Probability >250 y.



✉ maxence.martin2@uqat.ca

🐦 @Max_Martin_PhD

RG www.researchgate.net/profile/Maxence-Martin

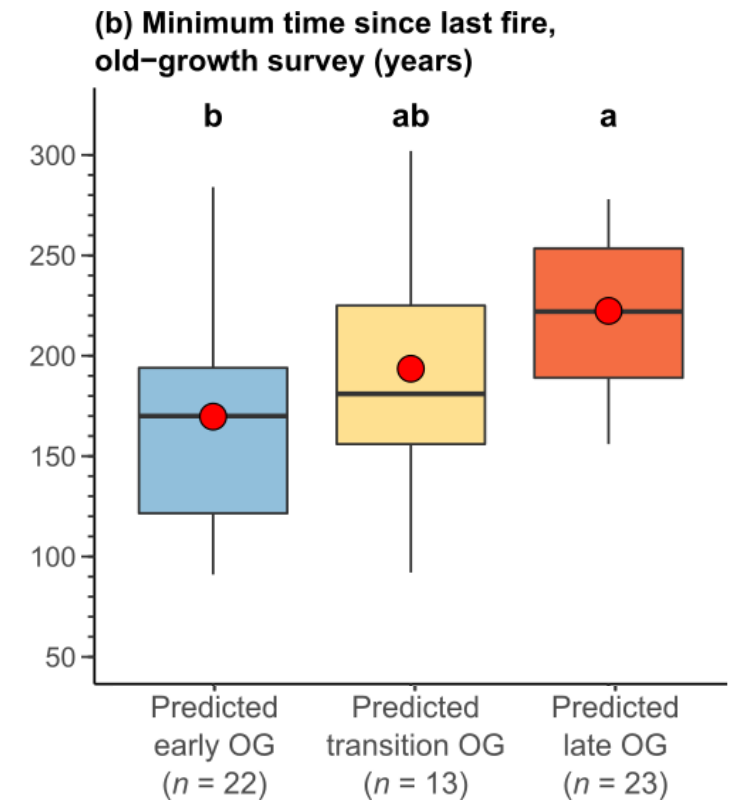
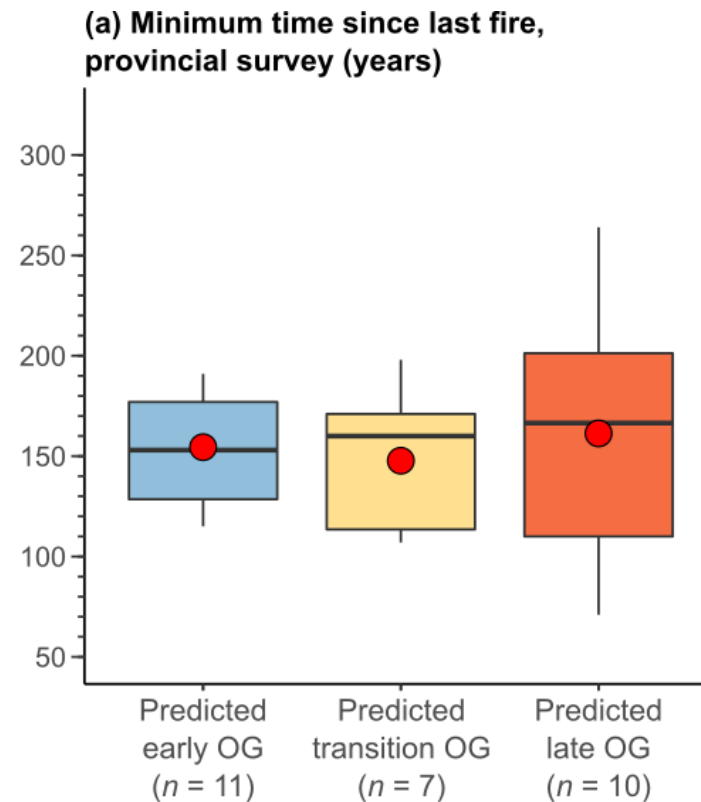


Supplementary material

Succession-based classification

Contrasted field plot results:

- No difference for provincial surveys
 - Age gradient for OG surveys
- ➔ Provincial surveys underestimate forest age when >150 y.¹
- ➔ Need for detailed field surveys



¹: Garet et al. (2012) *Ecol Ind*