



Intégrer télédétection et dendrochronologie pour observer l'effet des perturbations et des stress climatiques sur la croissance des forêts

Alexandre Morin-Bernard, ing.f. Ph.D.¹

Alexis Achim¹, Nicholas C. Coops² et Joanne C. White³

¹Department des sciences du bois et de la forêt, Université Laval

²Department of Forest Resources Management, University of British Columbia

³Canadian Forest Service (Pacific Forestry Centre), Natural Resources Canada

Rendez-vous de la connaissance en aménagement durable des forêts

22 octobre 2024



Silva21 - Advancing Silviculture in Canadian Forests : Adapting to New Realities from Seed to Timber

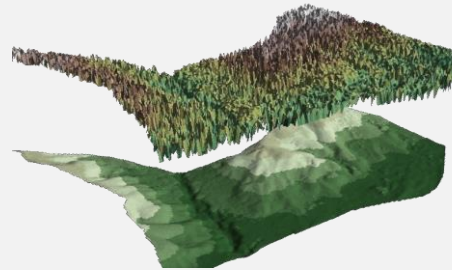
Titulaire: Alexis Achim

Cotitulaires: Nicholas Coops, Shannon Hagerman, Vereana Griess, Bianca Eskelson, Dominik Roeser, Loïc D'Orangeville, Evelyne Thiffault, Maude Flamand-Hubert, Charles Nock, Brad Pinno.

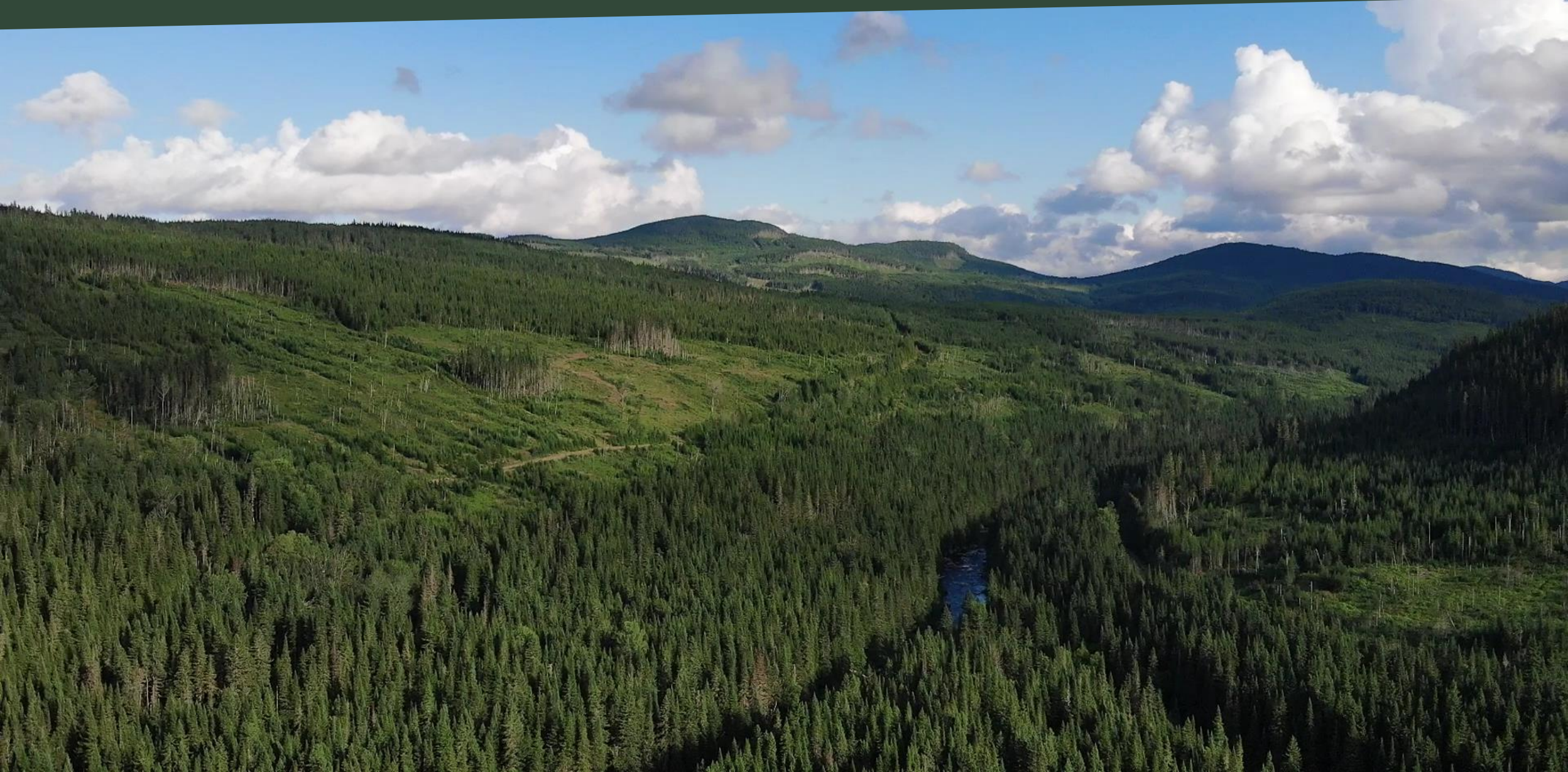
Collaborateurs de la DRF: Julie Barrette, Steve Bédard, Guillaume Drolet, Patricia Raymond, Jean-Daniel Sylvain

Source de financement: Projet CRSNG Alliance Silva21 avec un supplément de l'Agence spatiale canadienne

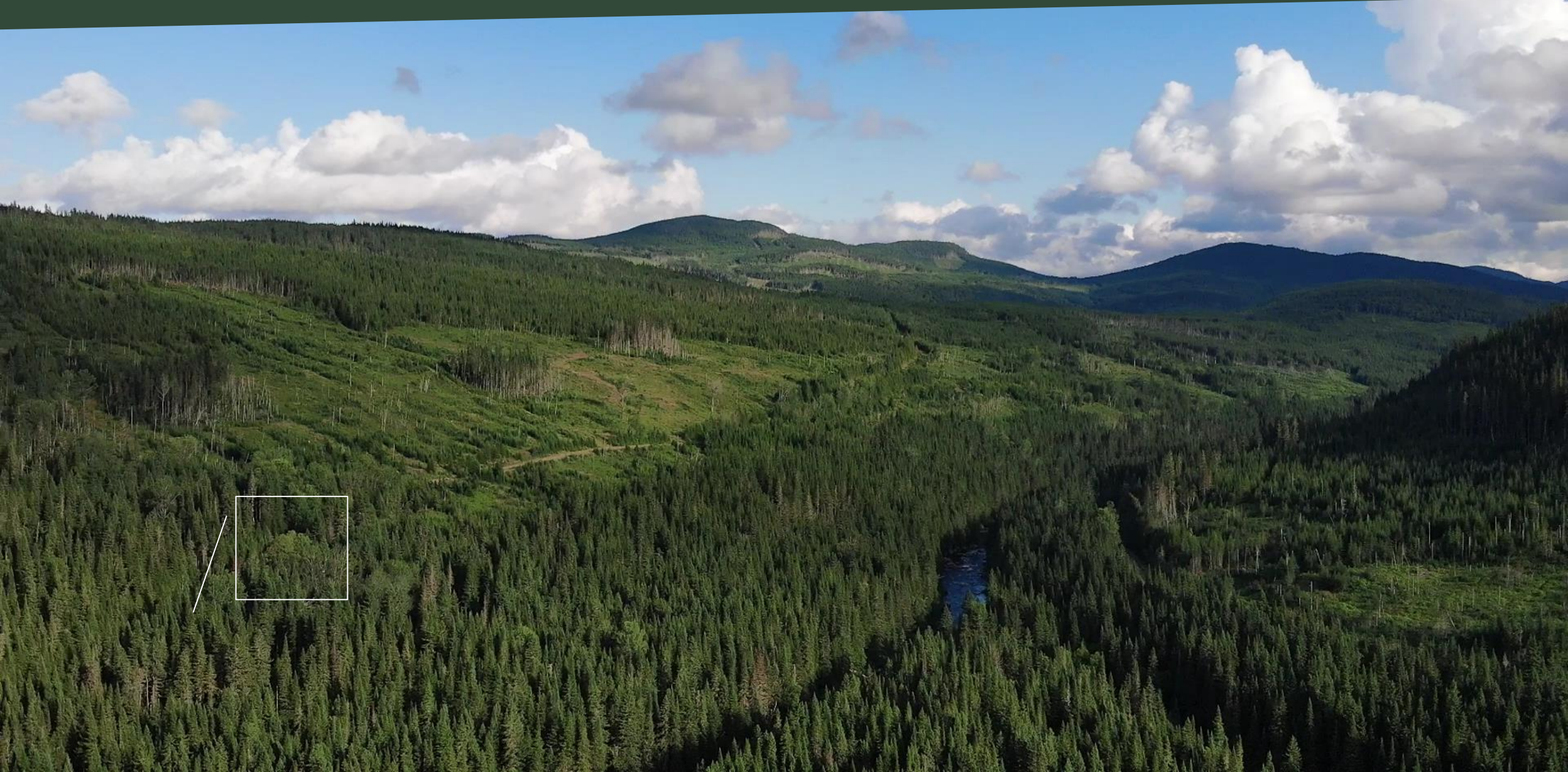
Notre connaissance de l'état des forêts



Notre connaissance de l'état des forêts



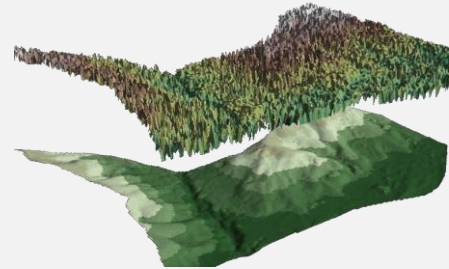
Notre connaissance de l'état des forêts



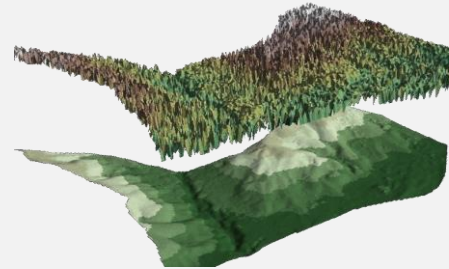
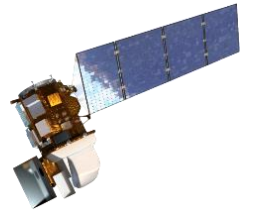
Notre connaissance de l'état des forêts



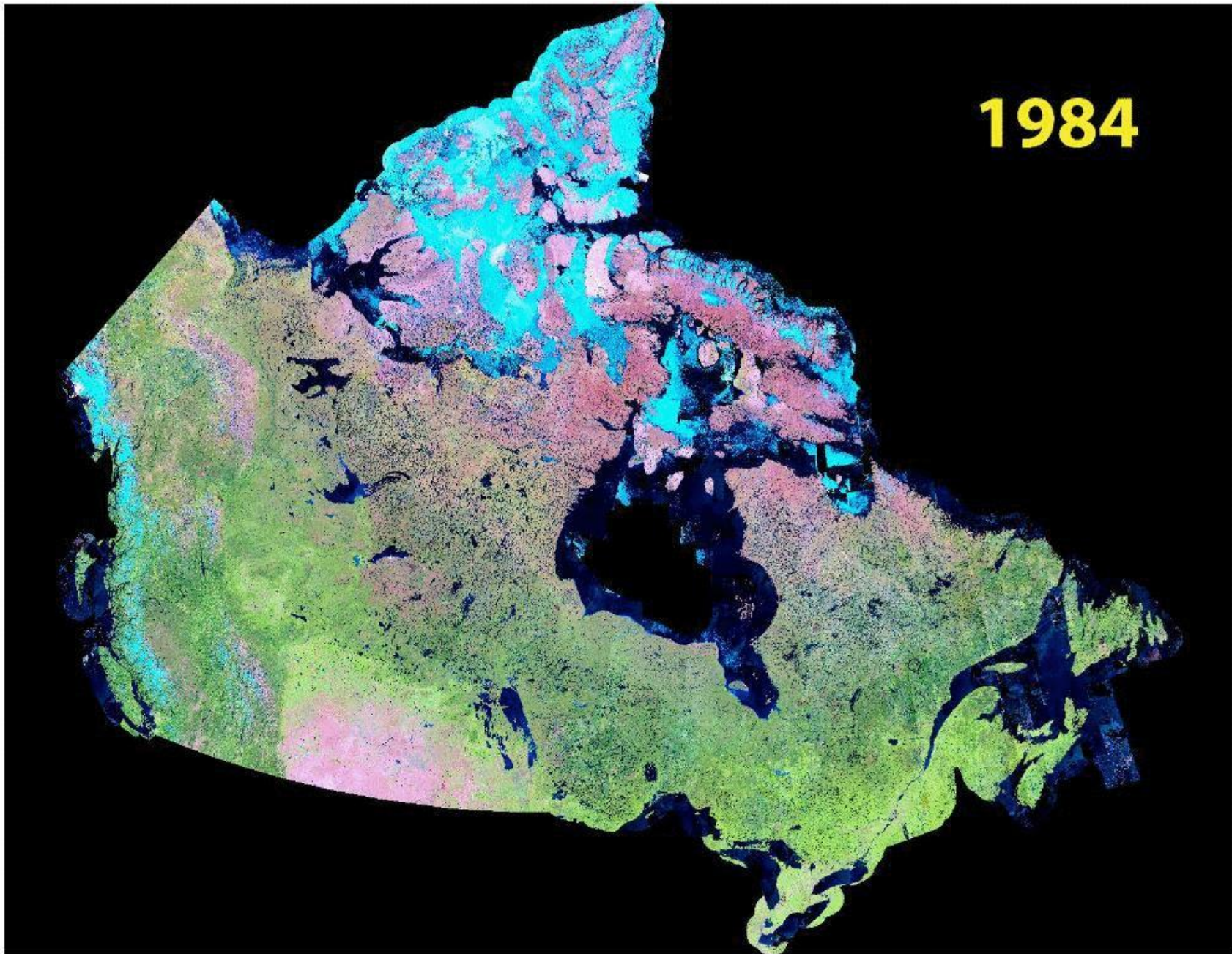
Notre connaissance de l'état des forêts



Notre connaissance de l'état des forêts



1984



a place of mind
THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA

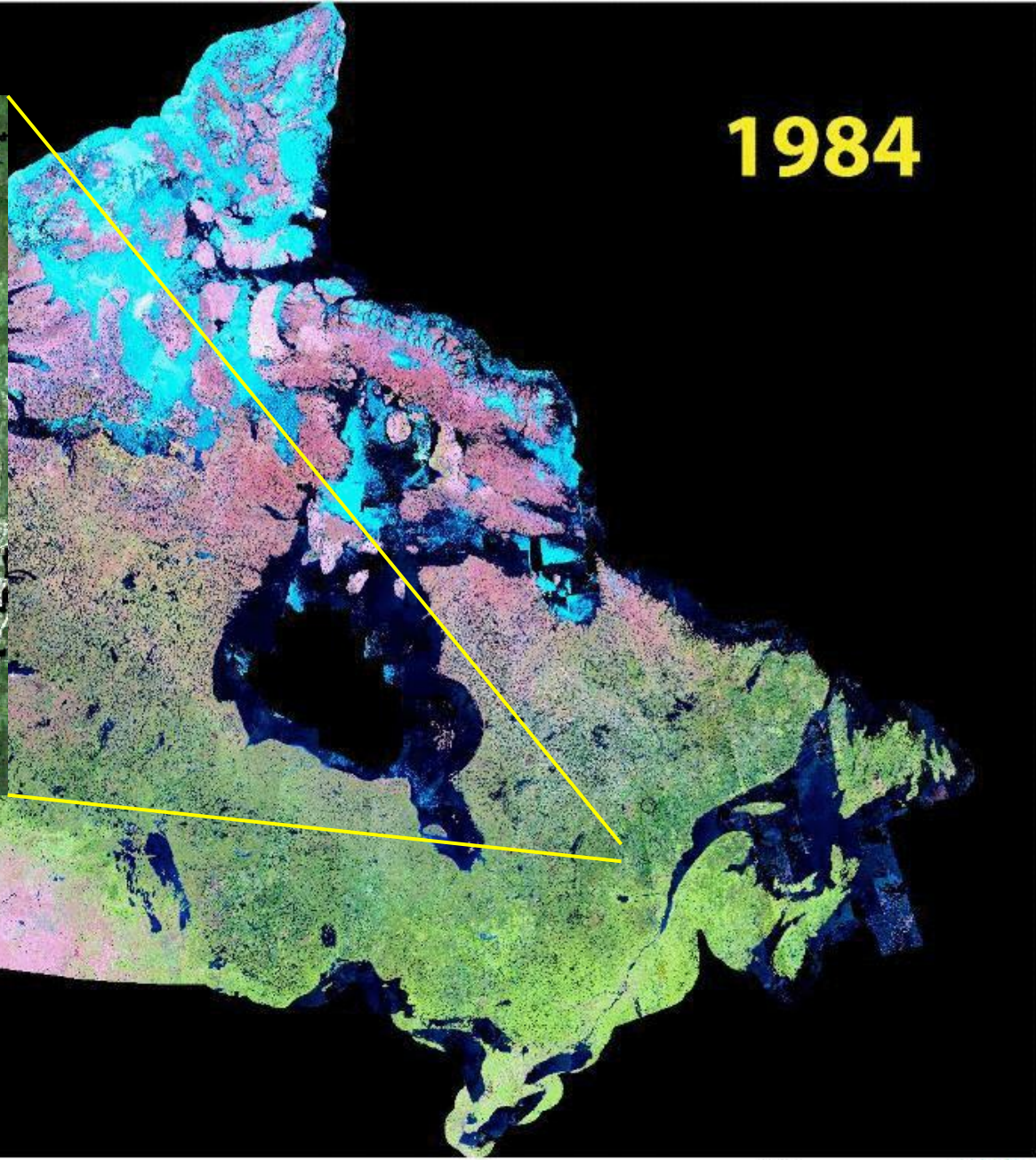


Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

1984



a place of mind
THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada



- 1985
- 1986
- 1987
- 1988
- 1989
- 1990
- 1991
- 1992
- 1993
- 1994
- 1995
- 1996
- 1997
- 1998
- 1999
- 2000
- 2001
- 2002
- 2003
- 2004
- 2005
- 2006
- 2007
- 2008
- 2009
- 2010
- 2011
- 2012
- 2013
- 2014
- 2015
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020

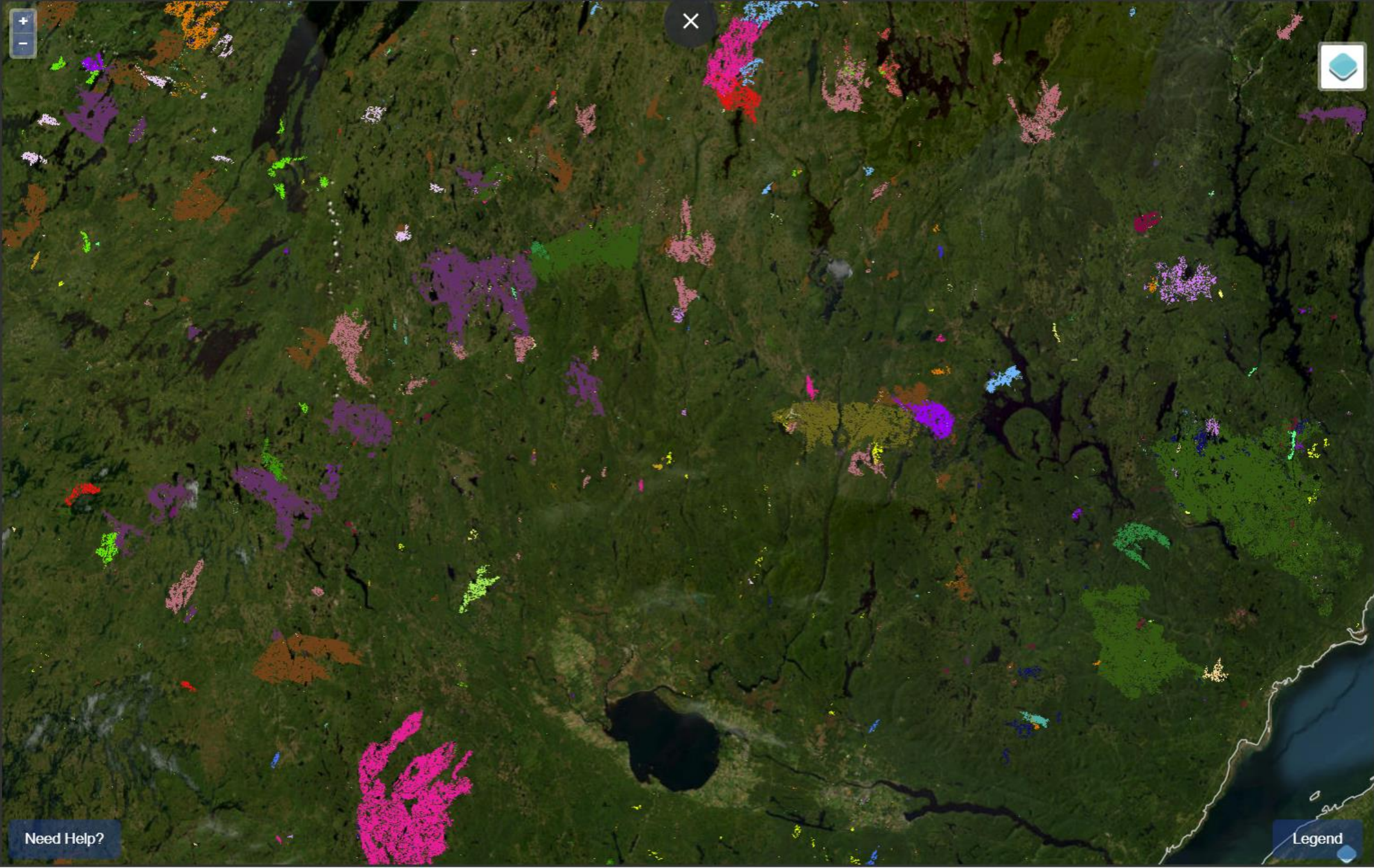


Need Help?

Legend



- 1985
- 1986
- 1987
- 1988
- 1989
- 1990
- 1991
- 1992
- 1993
- 1994
- 1995
- 1996
- 1997
- 1998
- 1999
- 2000
- 2001
- 2002
- 2003
- 2004
- 2005
- 2006
- 2007
- 2008
- 2009
- 2010
- 2011
- 2012
- 2013
- 2014
- 2015
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020

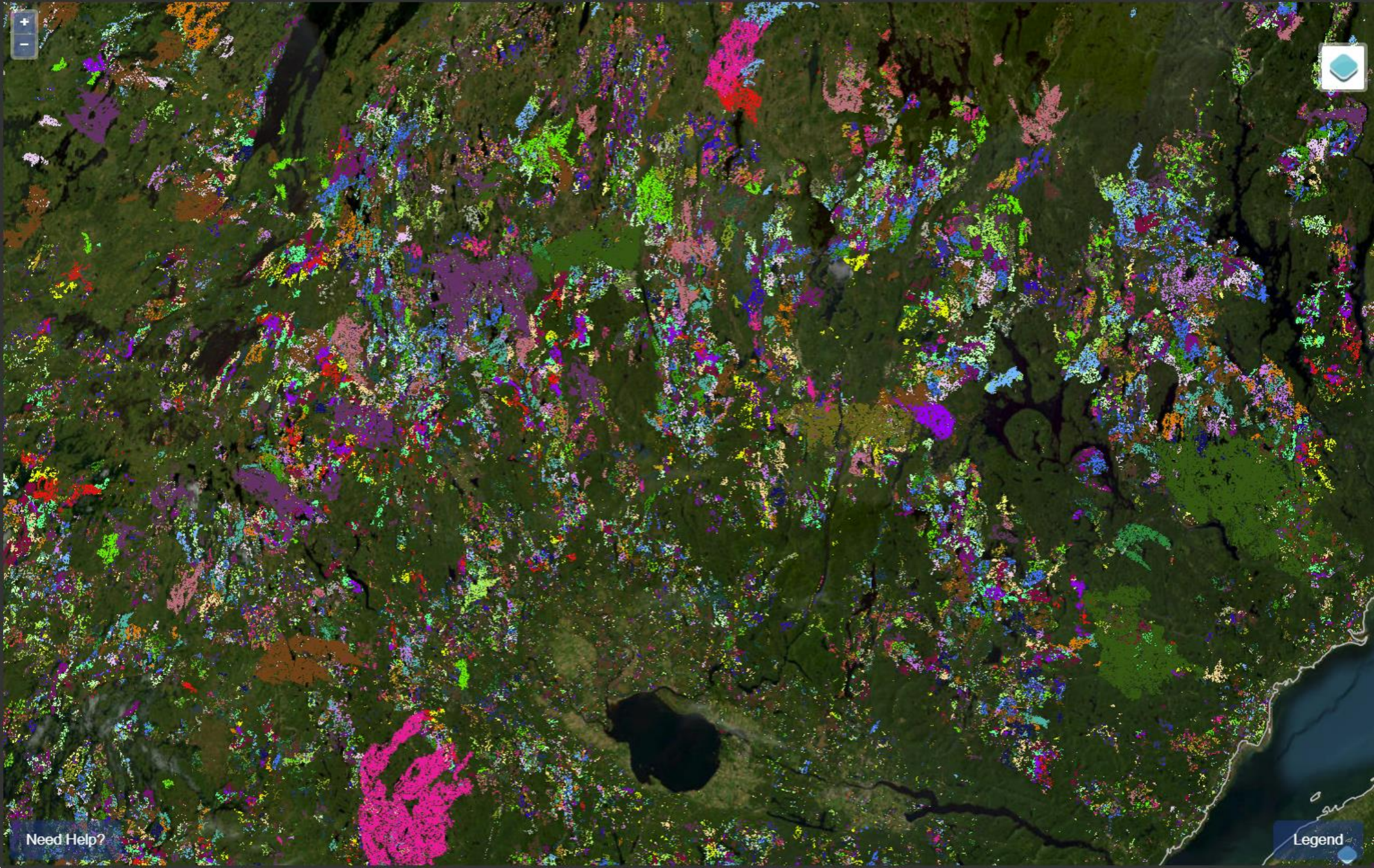


Need Help?

Legend



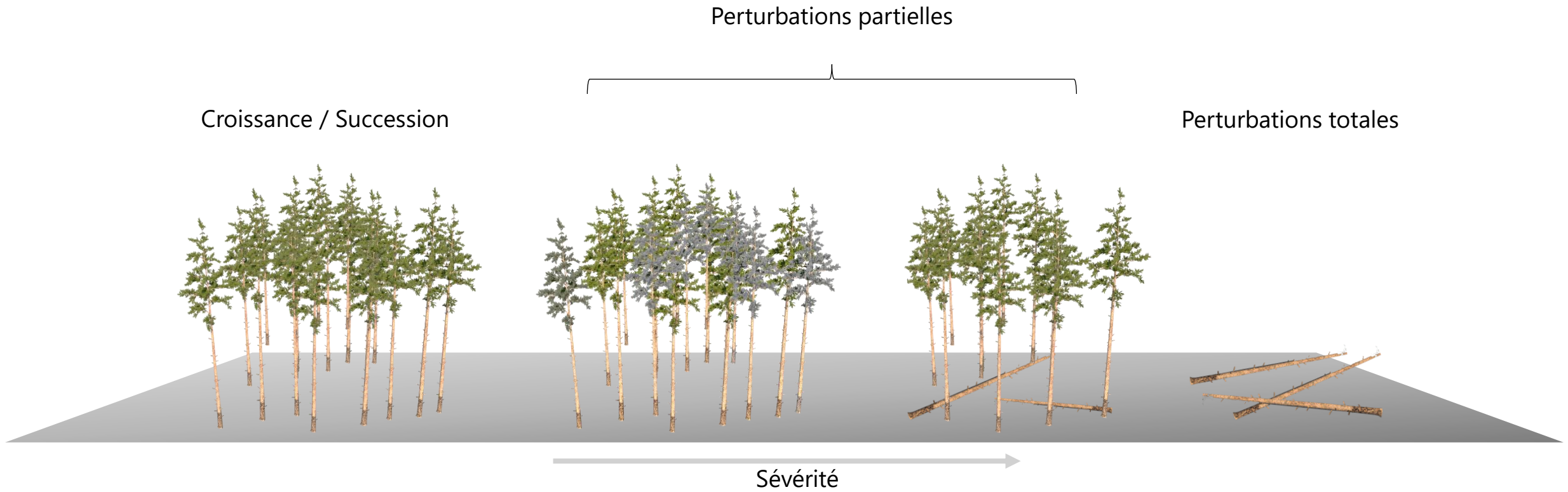
- 1985
- 1986
- 1987
- 1988
- 1989
- 1990
- 1991
- 1992
- 1993
- 1994
- 1995
- 1996
- 1997
- 1998
- 1999
- 2000
- 2001
- 2002
- 2003
- 2004
- 2005
- 2006
- 2007
- 2008
- 2009
- 2010
- 2011
- 2012
- 2013
- 2014
- 2015
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020



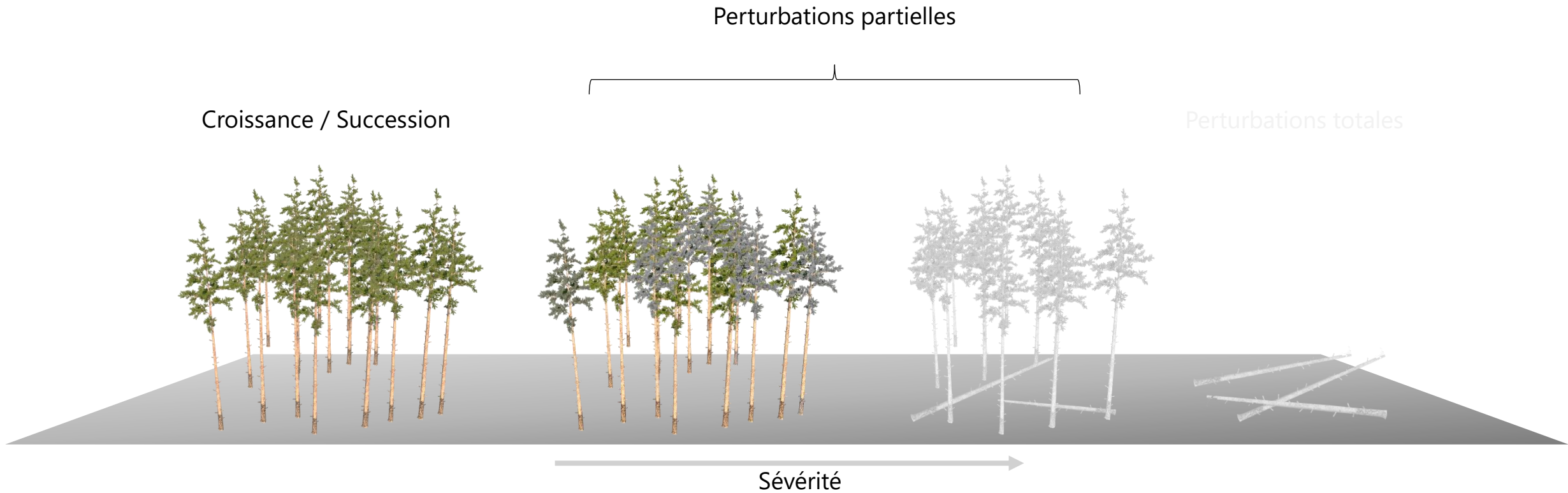
Need Help?

Legend

Perturbations partielles et stress climatiques



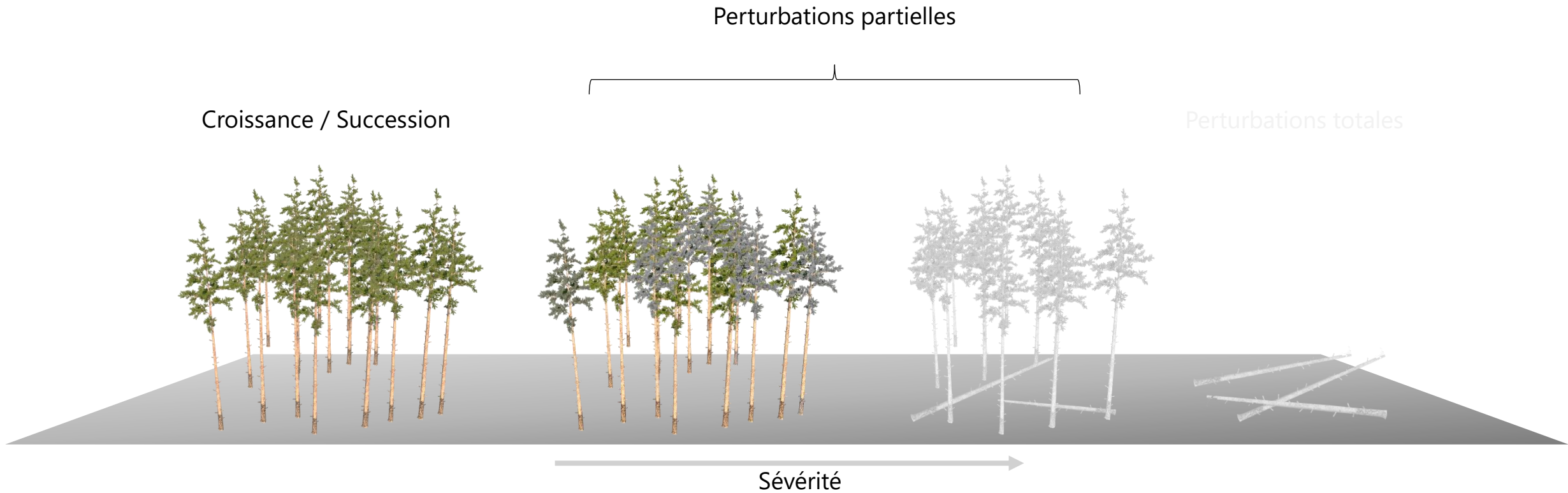
Perturbations partielles et stress climatiques



Perturbations partielles et stress climatiques

- Effet sur les propriétés spectrales de la canopée est beaucoup plus subtil
- Varie selon l'agent causal

Perturbations partielles et stress climatiques



Perturbations partielles et stress climatiques

- Effet sur les propriétés spectrales de la canopée est beaucoup plus subtil
- Varie selon l'agent causal

Quel est l'effet de ces événements sur la croissance et la productivité des forêts?

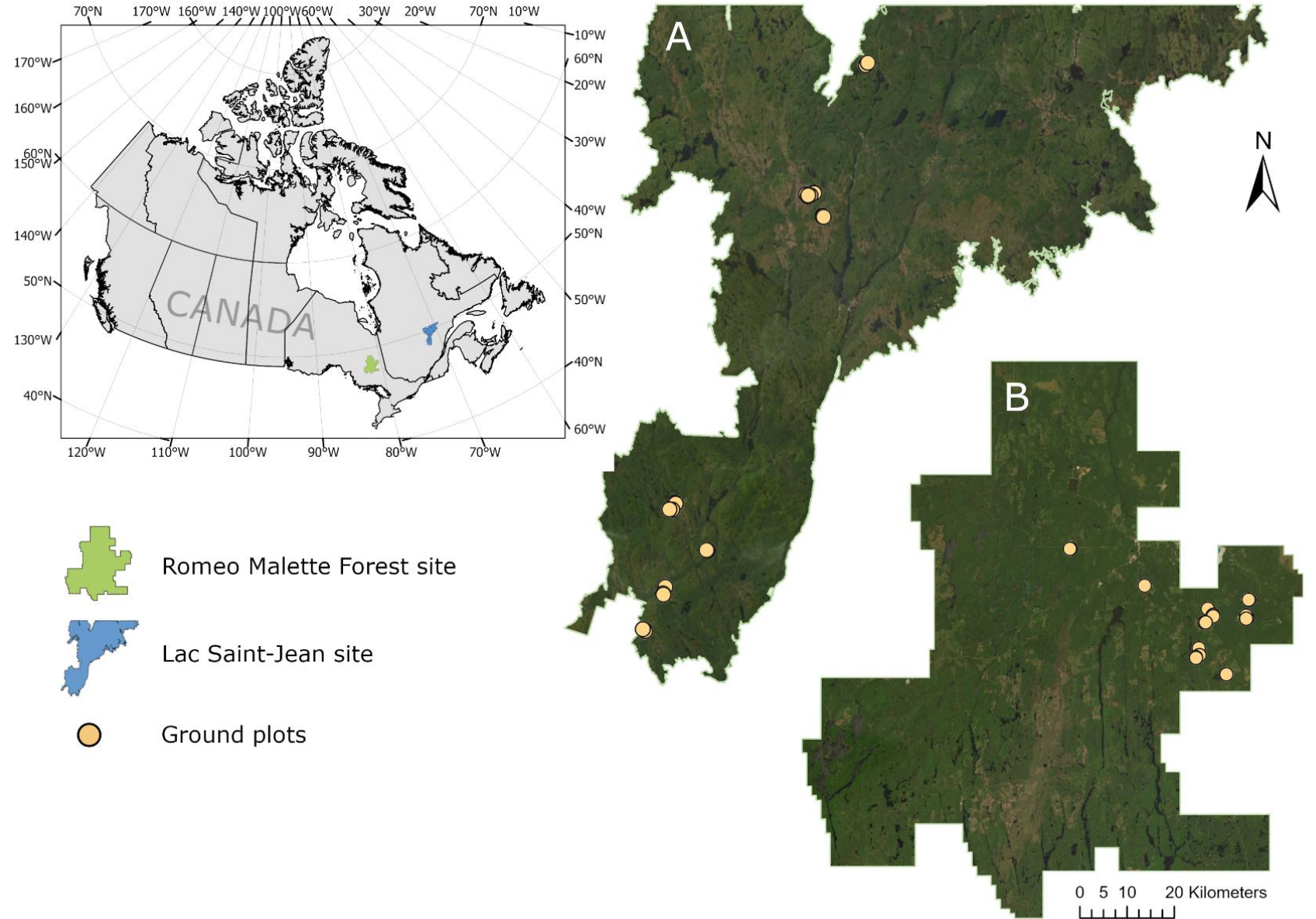
- Potentiel et limites de la dendrochronologie

Méthodes

Sites d'étude

Québec – Lac Saint-Jean

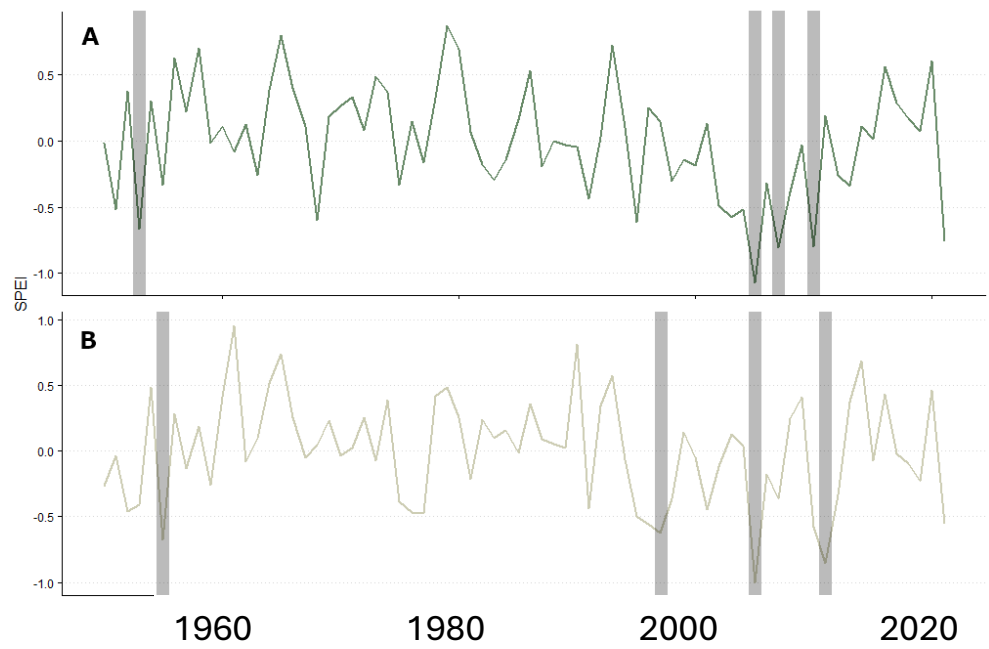
Ontario – Forêt Romeo Malette



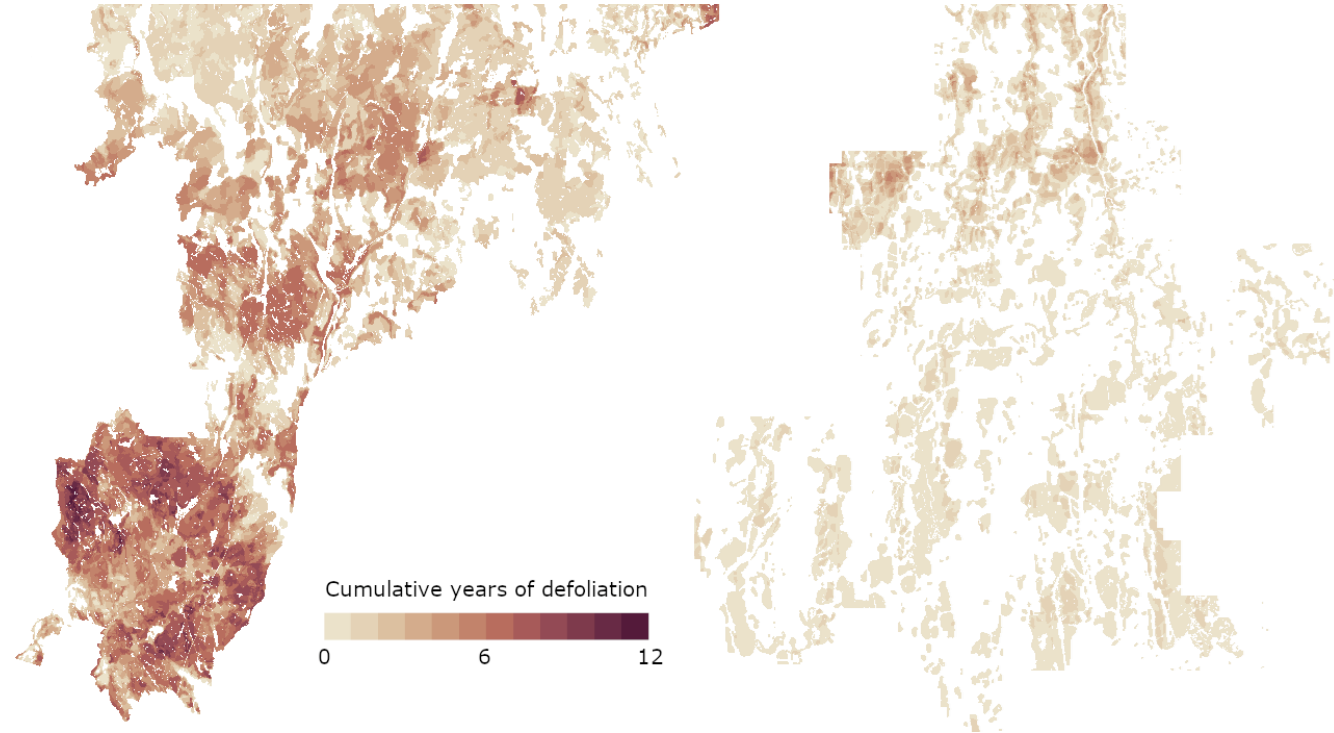
Méthodes

Sites d'étude

Perturbations partielles



Années anormalement sèches



Tordeuse des bourgeons de l'épinette

Méthodes

Sites d'étude

Québec – Lac Saint-Jean

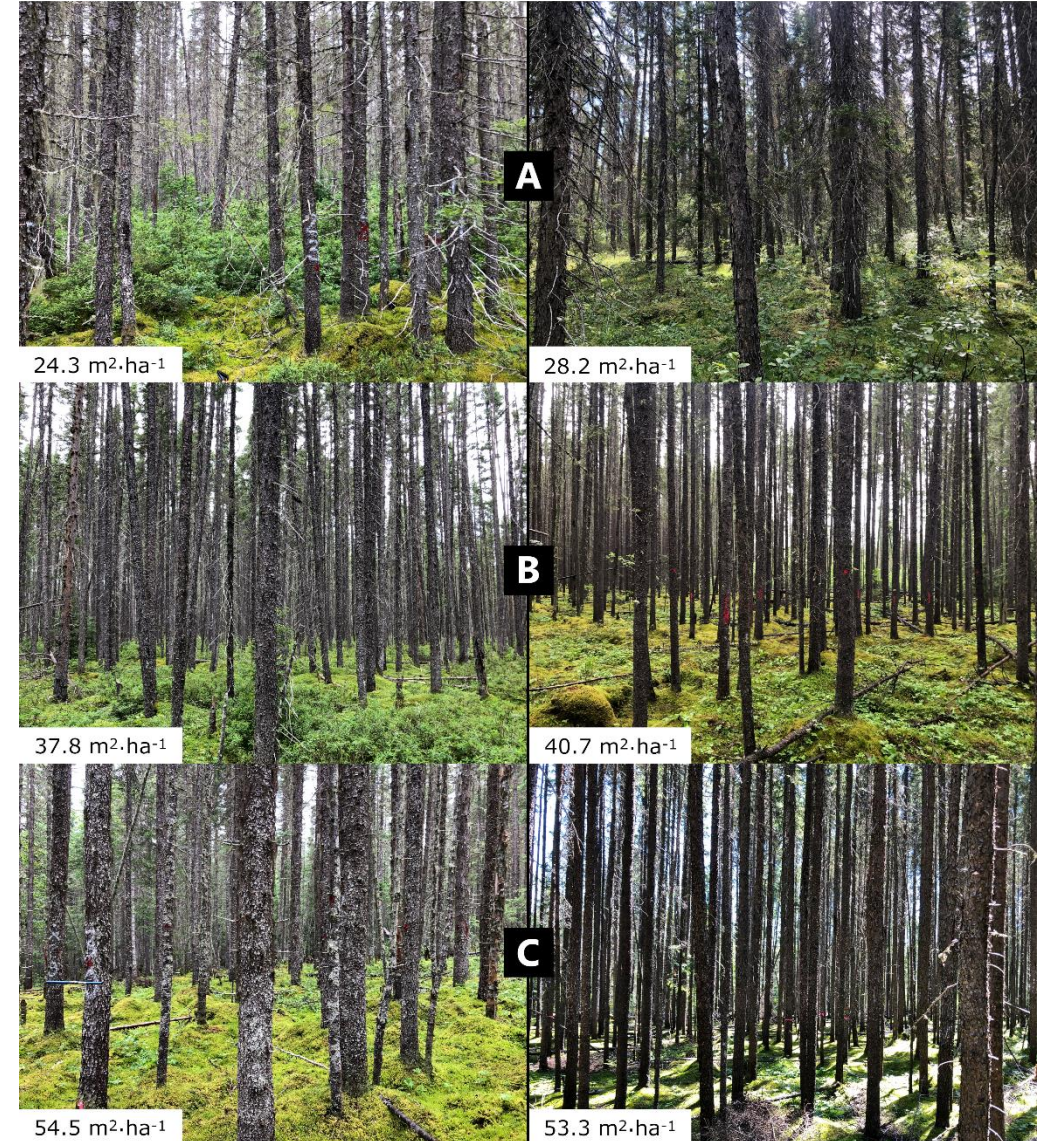
Ontario – Forêt Romeo Malette

52 placettes-échantillons temporaires

- Peuplements équiennes
- > 1 500 carottes dendrométriques (≈ 30 par placette)

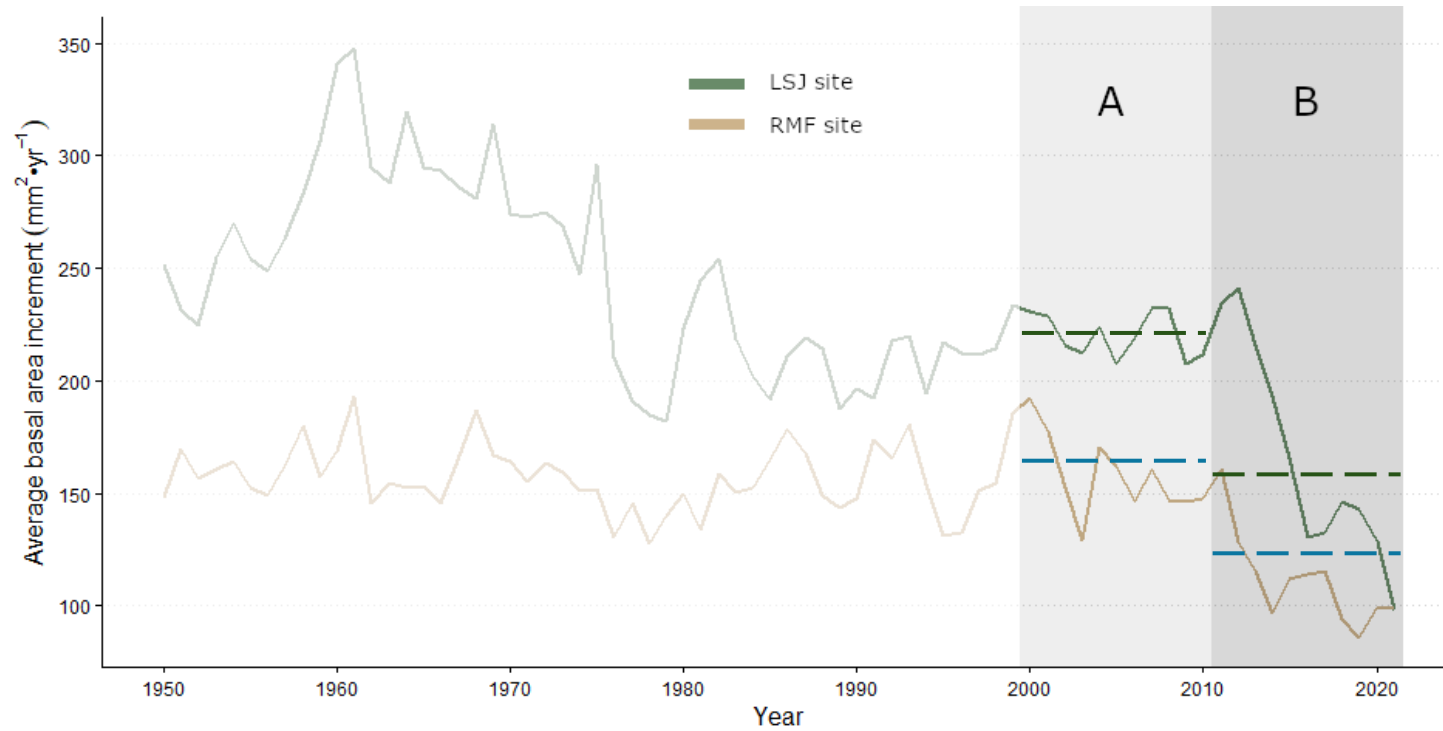
Lac Saint-Jean

Romeo Malette Forest

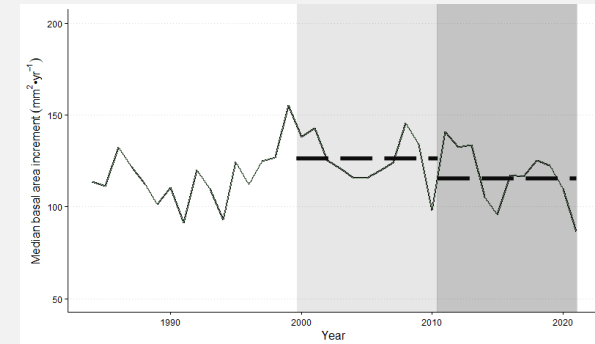


Méthodes

Chute généralisée de la croissance en surface terrière

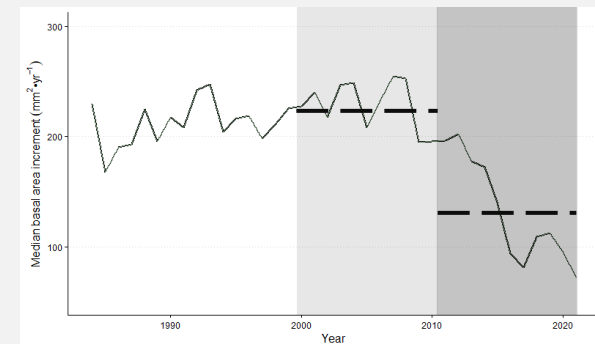


Placette avec chute de croissance modeste



↓ 5.68 %

Placette avec chute de croissance sévère

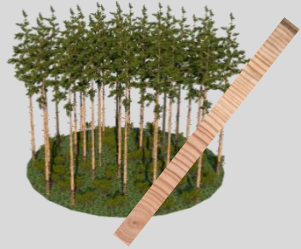


↓ 51.69 %

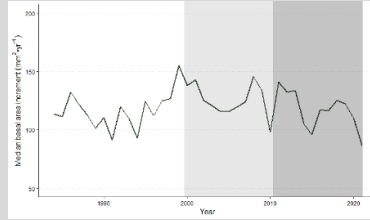
Méthodes - Probabilité d'une chute de croissance sévère

Sélection de modèle - Régression logistique

Variable
réponse



Carottes dendrométriques



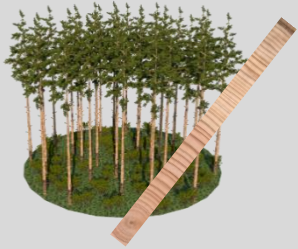
Chute de croissance (%)

Variables
explicatives

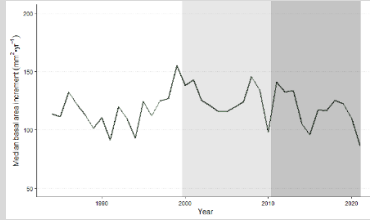
Méthodes - Probabilité d'une chute de croissance sévère

Sélection de modèle - Régression logistique

Variable
réponse

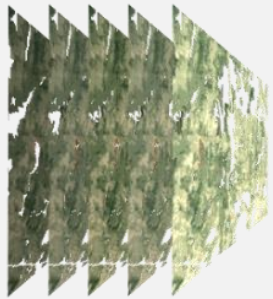


Carottes dendrométriques

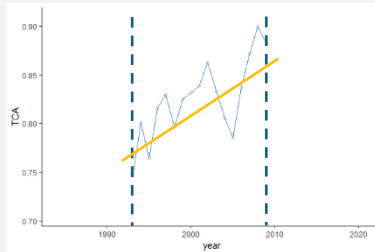


Chute de croissance (%)

Variables
explicatives



Séries temporelles Landsat

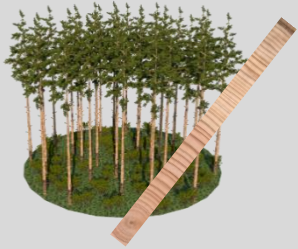


Statistiques - Indices
spectraux

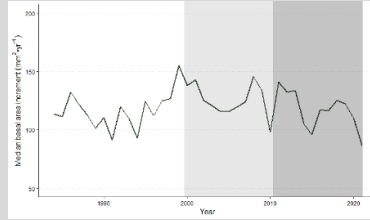
Méthodes - Probabilité d'une chute de croissance sévère

Sélection de modèle - Régression logistique

Variable
réponse

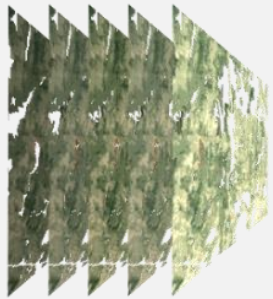


Carottes dendrométriques

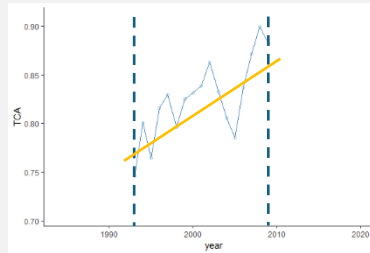


Chute de croissance (%)

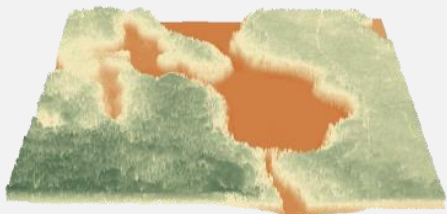
Variables
explicatives



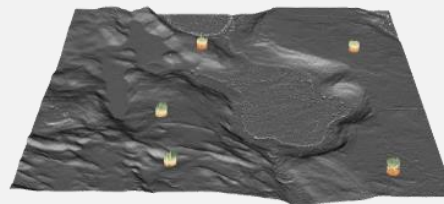
Séries temporelles Landsat



Statistiques - Indices
spectraux



Acquisition LiDAR

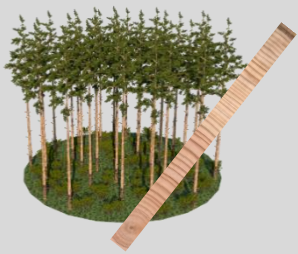


Variables topographiques

Résultats - Probabilité d'une chute de croissance sévère

Sélection de modèle - Régression logistique

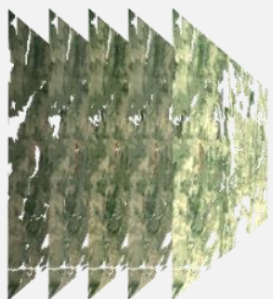
Variable
réponse



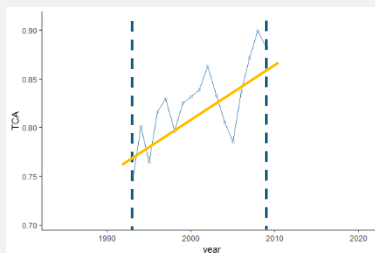
Carottes dendrométriques



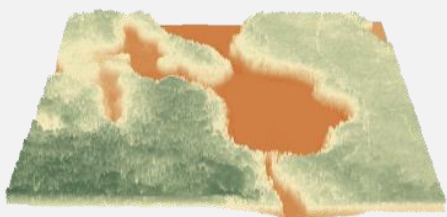
Chute de croissance (%)



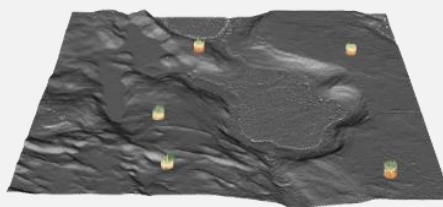
Séries temporelles Landsat



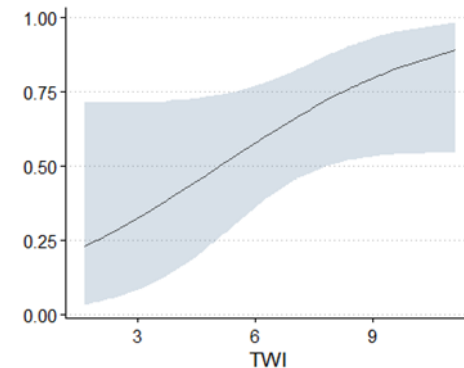
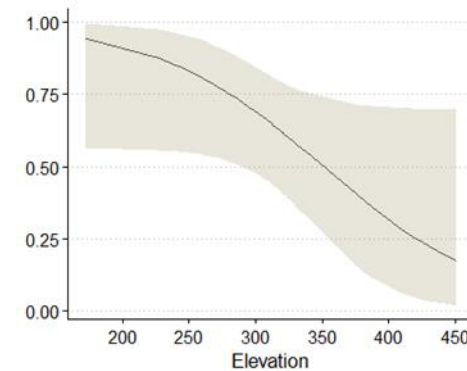
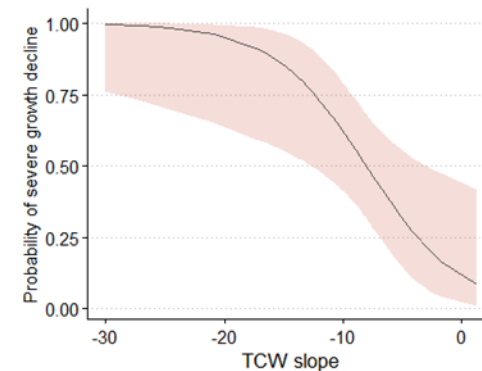
Statistiques - Indices
spectraux



Acquisition LiDAR



Variables topographiques



Résultats - Probabilité d'une chute de croissance sévère

Sélection de modèle - Régression logistique

Variables explicatives

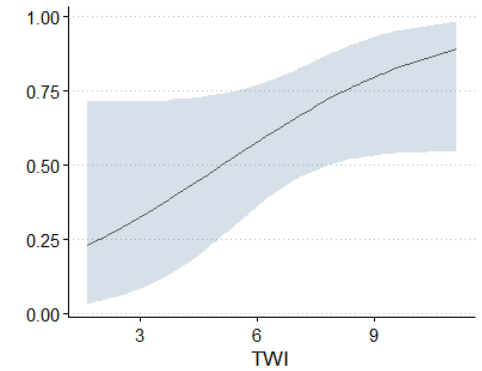
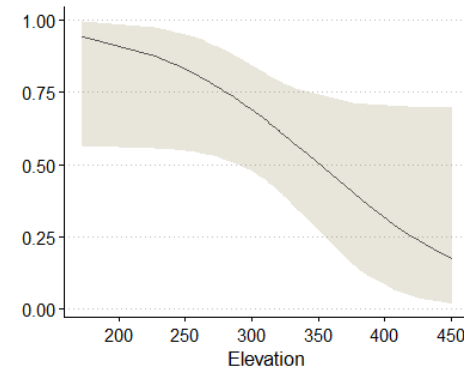
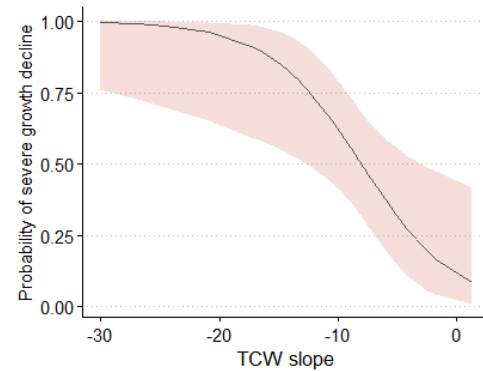
- Pente du Tasseled Cap Wetness
- Altitude
- Indice d'humidité topographique (TWI)

Précision globale

79.2 – 80.8 %

L'inclusion de variables topographiques a permis d'accroître la précision du modèle de 69.2 % à 80.8 %

Predicted	Observed	
	No severe decline	Severe decline
No severe decline	17	4
Severe decline	6	25

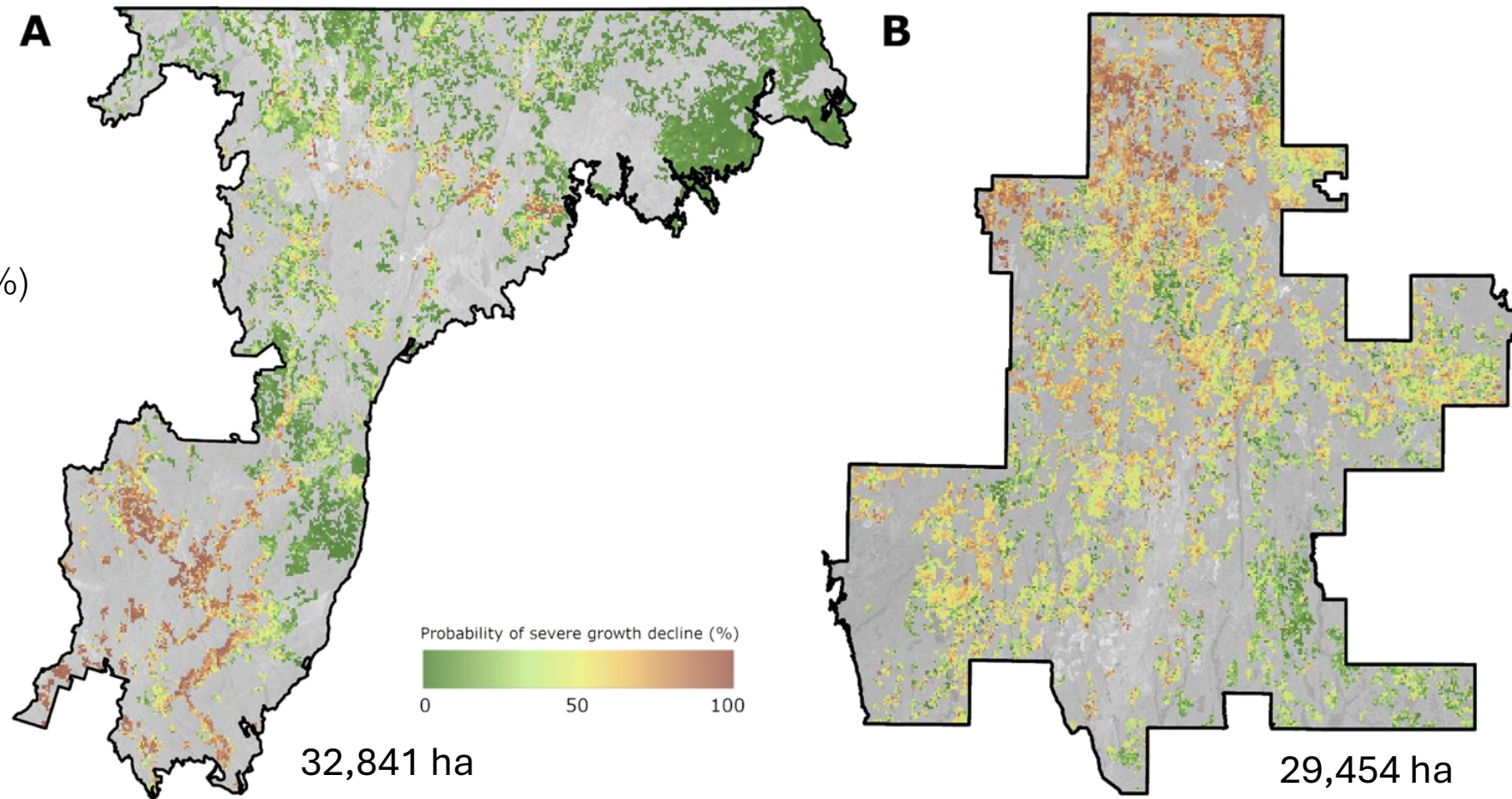


Résultats - Probabilité d'une chute de croissance sévère

Cartographie de la probabilité à l'échelle des sites d'étude

Secteurs avec une probabilité $\geq 50\%$

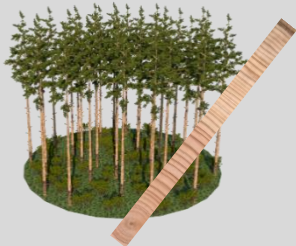
- Lac St-Jean: 7,432 ha (22.6 %)
- Romeo Malette: 16,978 ha (57.6 %)



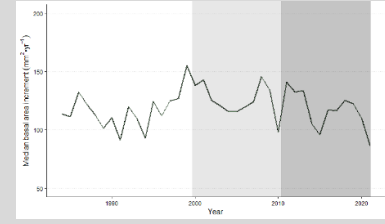
Méthodes – Mesurer l'ampleur de la chute de croissance

Sélection de modèle – Régression linéaire

Variable
réponse

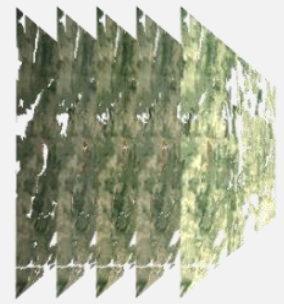


Carottes dendrométriques

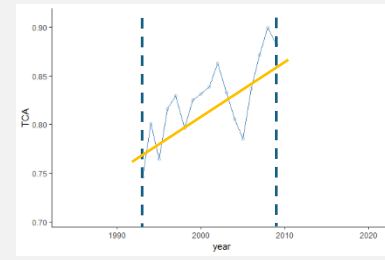


Chute de croissance ($\text{mm}^2 \text{an}^{-1}$)

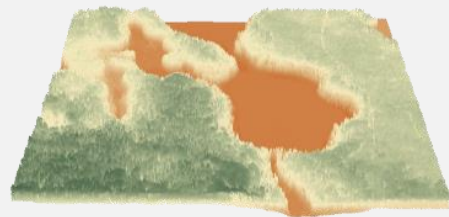
Variables
explicatives



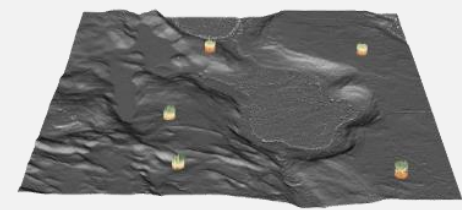
Séries temporelles Landsat



Statistiques – Indices spectraux



Acquisition LiDAR

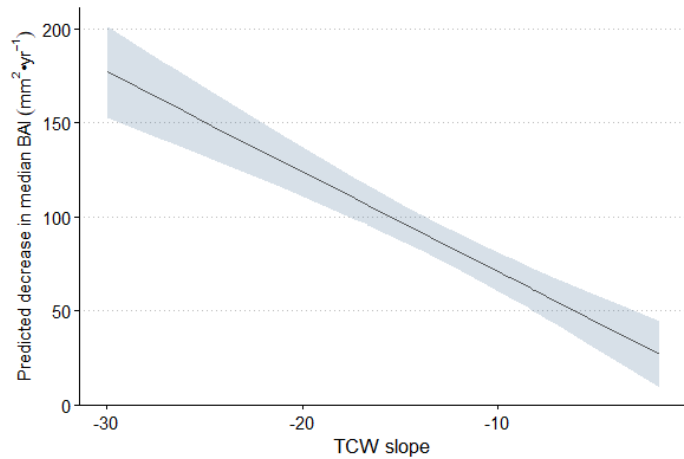


Variables topographiques

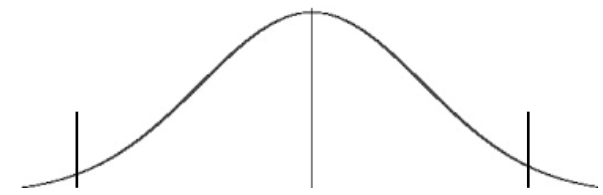
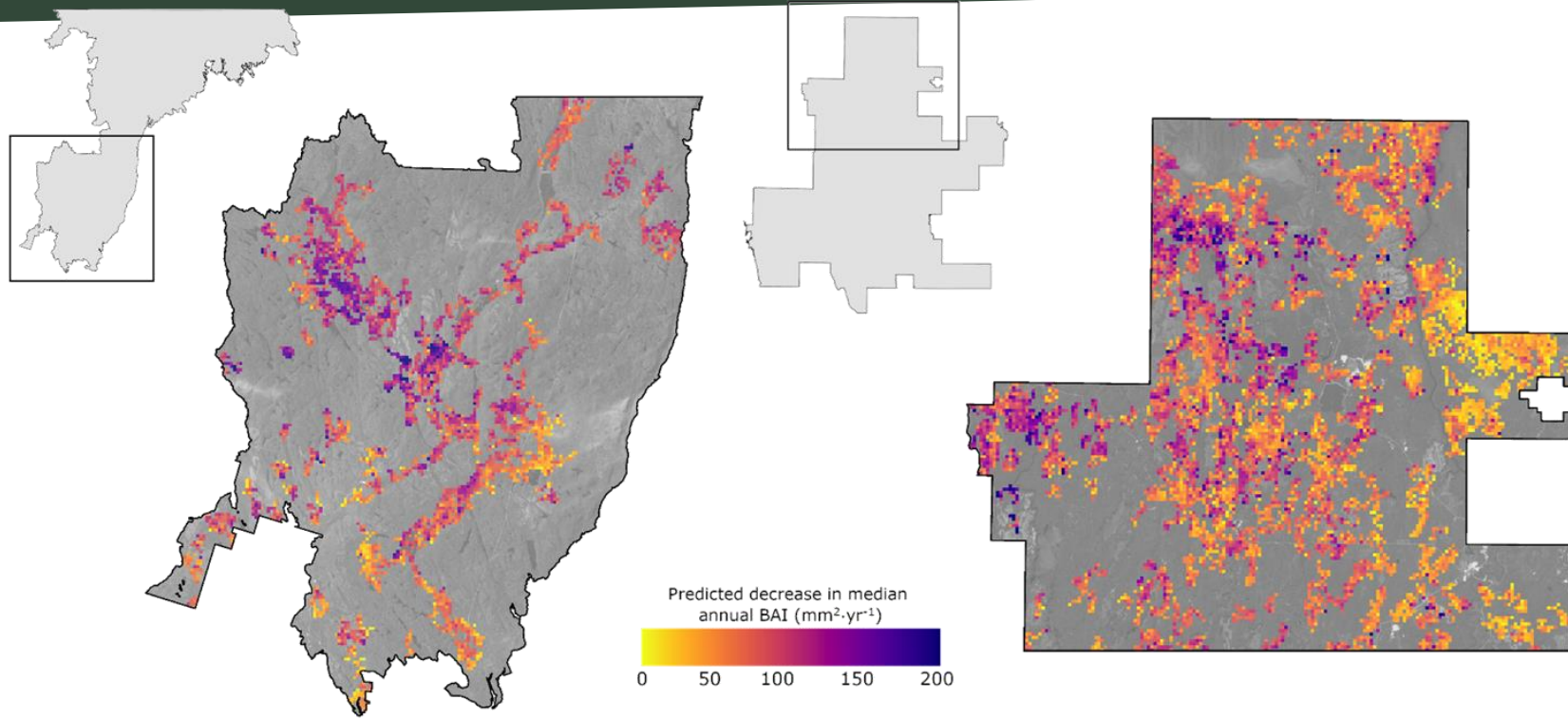
Mesurer l'ampleur de la chute de croissance

Sélection de modèle – Régression linéaire

Variable explicative
Pente du Tasseled Cap Wetness



$R^2 = 0.70-0.71$, $RMSE = 23.67- 24.70 \text{ mm}^2\text{an}^{-1}$

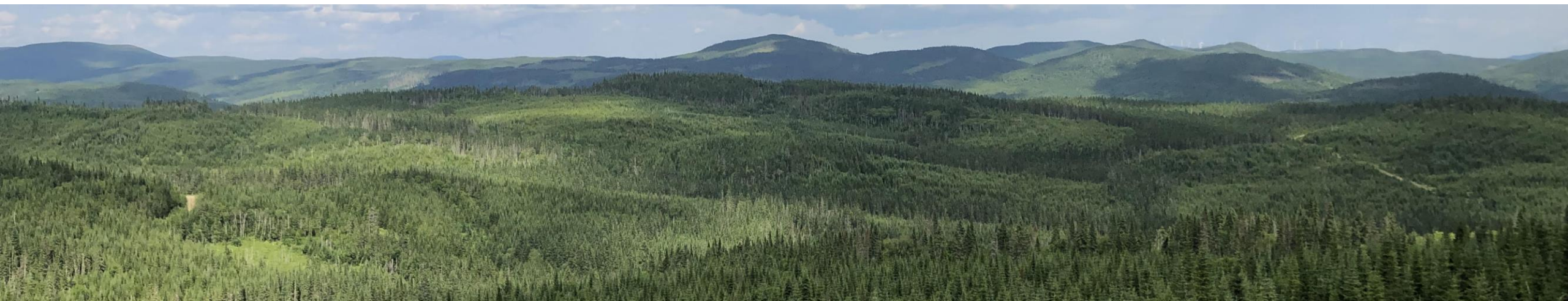


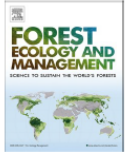
	5 th percentile	median	95 th percentile
LSJ	42.9	95.3	191.5
RMF	36.7	64.4	101.7

Travaux en cours

Collaboration avec le Service canadien des forêts

- Étendue géographique plus importante
- Peuplements moins homogènes
- Intensité d'échantillonnage moins élevée
- Intégration de variables climatiques aux modèles





Integration of tree-ring data, Landsat time series, and ALS-derived topographic variables to quantify growth declines in black spruce

Alexandre Morin-Bernard^{a,*}, Alexis Achim^a, Nicholas C. Coops^b, Joanne C. White^c



Institute of Chartered Foresters

Forestry: An International Journal of Forest Research, 2023, 1–17

<https://doi.org/10.1093/forestry/cpad055>

Original Article

Predicting net growth rates in boreal forests using Landsat time series and permanent sample plot data

Alexandre Morin-Bernard^{1,*}, Nicholas C. Coops², Joanne C. White³ and Alexis Achim¹

<https://www.silva21.com/publicationsscientifique>

Merci !

alexandre.morin-bernard@sbfi.ulaval.ca