

L'aménagement forestier comme outil d'adaptation face aux réalités socio-environnementales changeantes

Prof. Christian Messier, Ing. For., Université du Québec à Montréal (UQAM) et en Outaouais (UQO), Chaire du Canada sur la résilience des forêts face aux changements globaux et cofondateur d'Habitat et

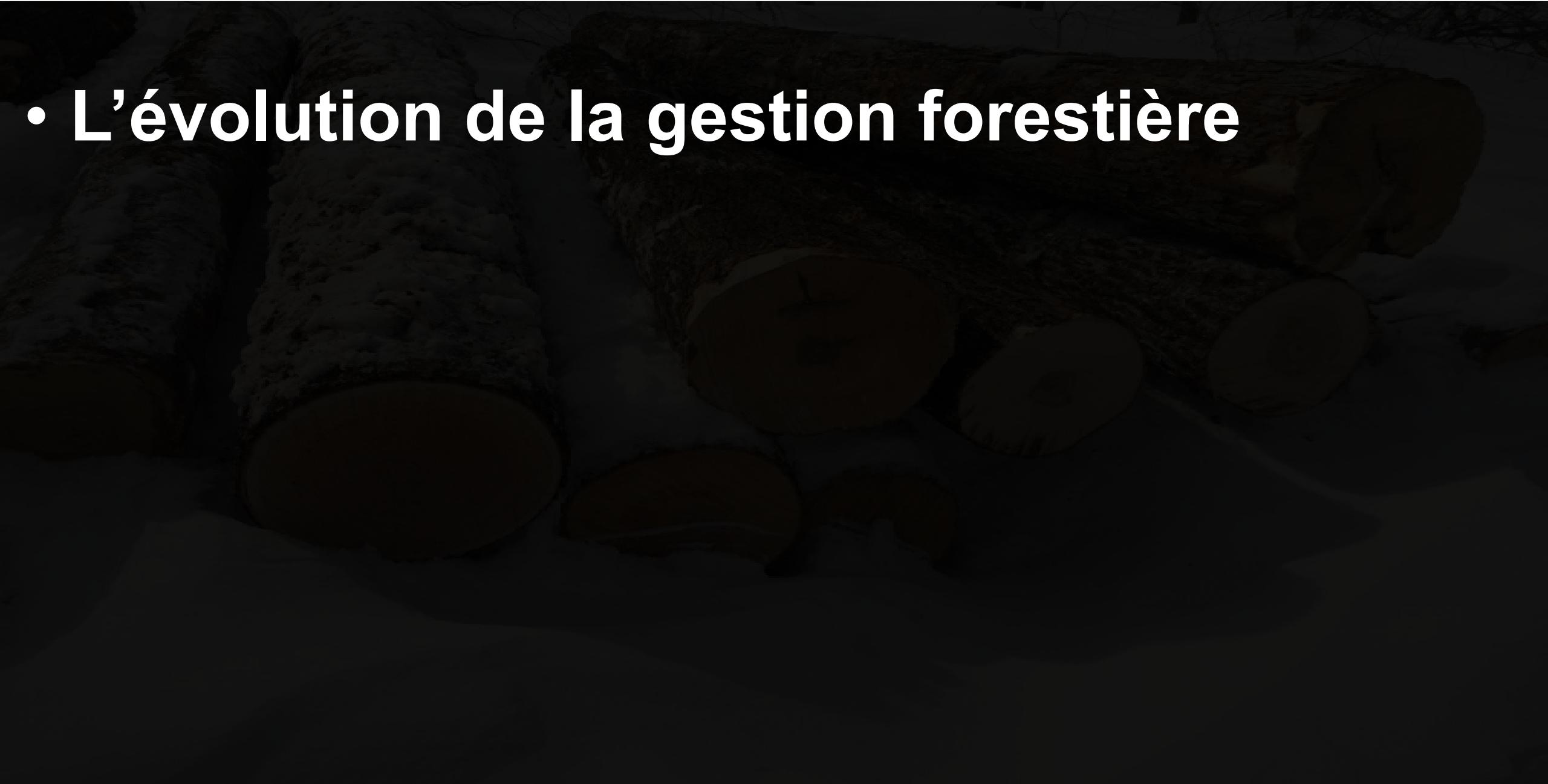
Prof. Alexis Achim, Ing. For., Université Laval, Chaire de recherche du Canada en sylviculture adaptée au changement climatique

Plan de la présentation

- **L'évolution de la gestion forestière**
- **Les changements climatiques et autres menaces biotiques**
- **L'aménagement forestier comme solution**
- **Pour une silviculture d'adaptation sans regret**

Plan de la présentation

- **L'évolution de la gestion forestière**



POLICY PERSPECTIVES

From Management to Stewardship: Viewing Forests As Complex Adaptive Systems in an Uncertain World

La « rééducation » du forestier

¹ Département des Sciences M

² Sciences biologiques, Unive

³ Department of Forest Ecosy

⁴ Department of Ecology and

⁵ Political Science, University

⁶ Sciences Biologiques, Unive

⁷ Centre Tecnològic Forestal d

⁸ UER Science et technologie,

⁹ Science and technology Unit

¹⁰ Université du Québec à Mo

¹¹ Departments of Earth & Env

¹² Department of Ecology & E

« Éduquer » la
forêt pour
produire du bois

« Imiter » la nature
pour produire bois
& protéger la
biodiversité

« Aménager »
pour assurer
la résilience &
l'adaptabilité

1990

Aujourd'hui?

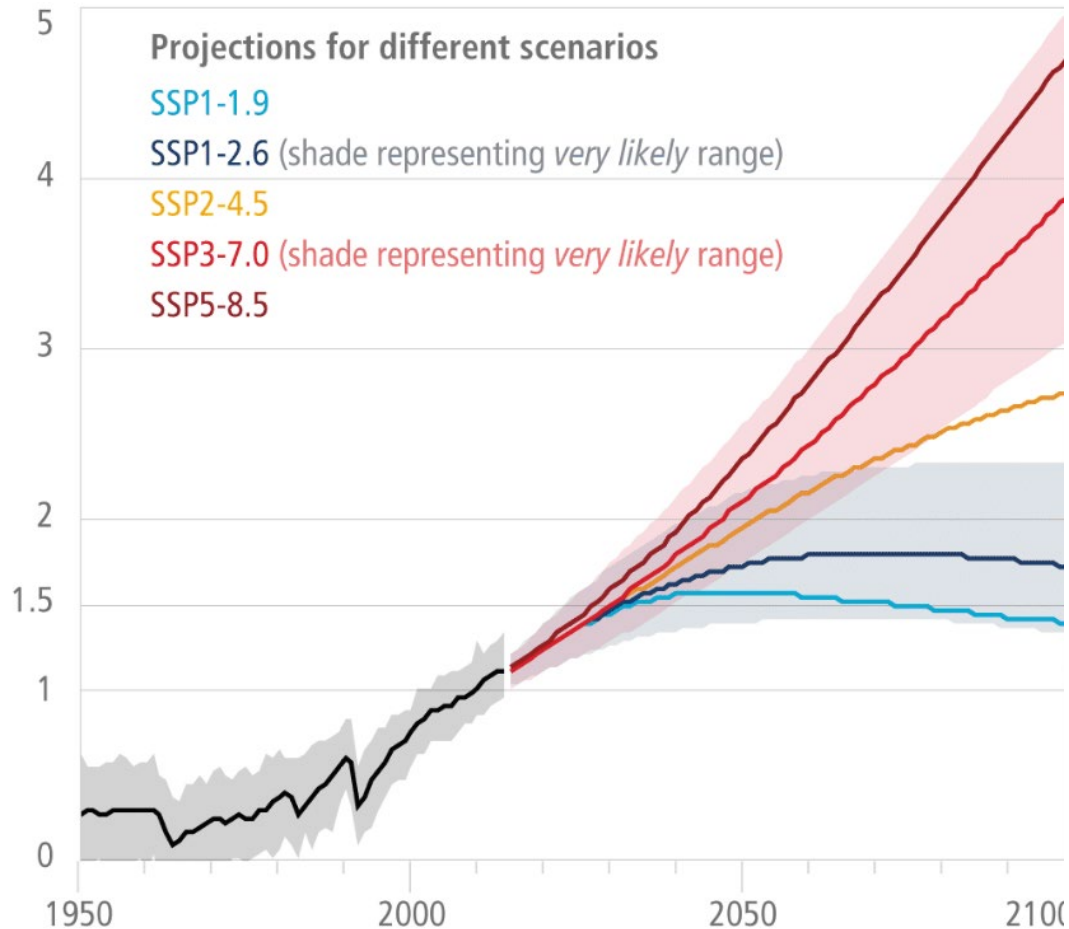
10

SA, 06269-3043

Plan de la présentation

- **Les changements climatiques et autres menaces biotiques**

Le réchauffement climatique s'*accélère* et le future sera *plus variable* et *incertain*



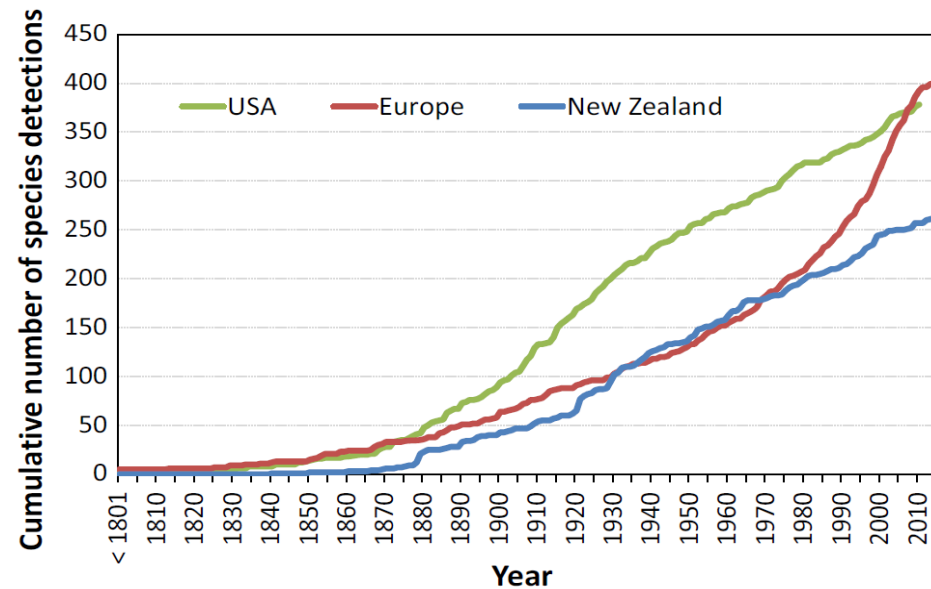
**Grande zone
d'incertitude,
selon les
scénarios
envisagés**

IPCC, 2022: Summary for Policymakers
In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation
and Vulnerability

...causant une *augmentation* des risques d'incendie



Le nombre de maladies et ravageurs des arbres est en *augmentation* partout sur la planète



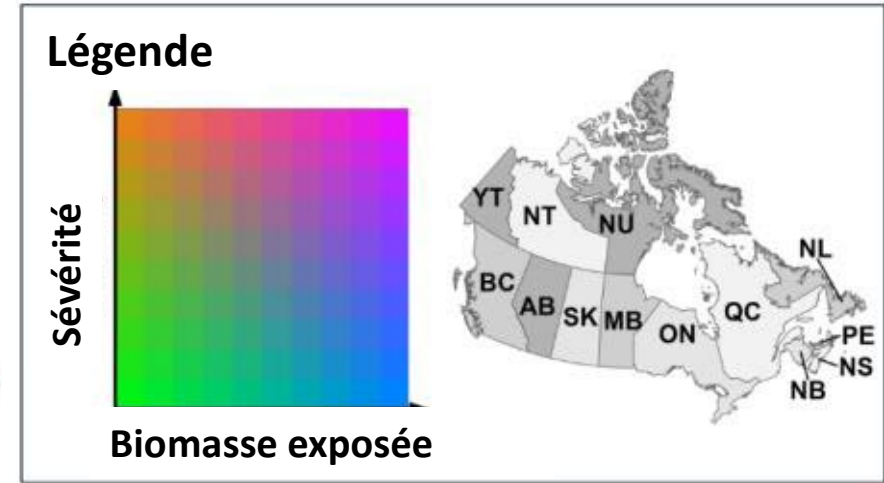
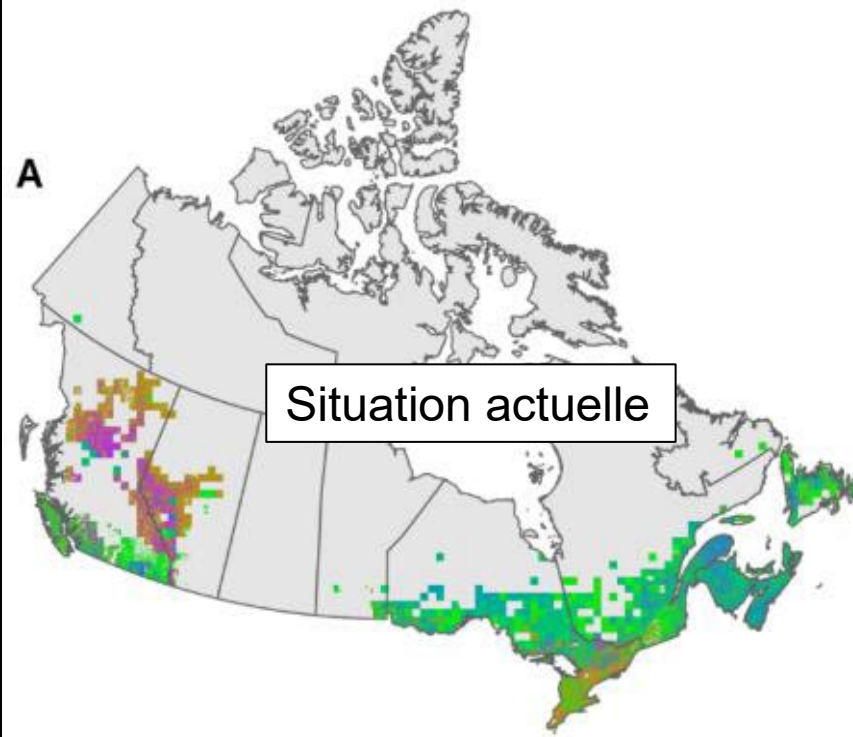
Cumulative number of new establishment of non-native forest insects in the U.S., Europe, and New Zealand.

(Brockerhoff and Liebhold 2017)



Vulnérabilité de la biomasse forestière aux insectes envahissants:

Aubin et al.
Can.J.For.Res. Sous
Presse

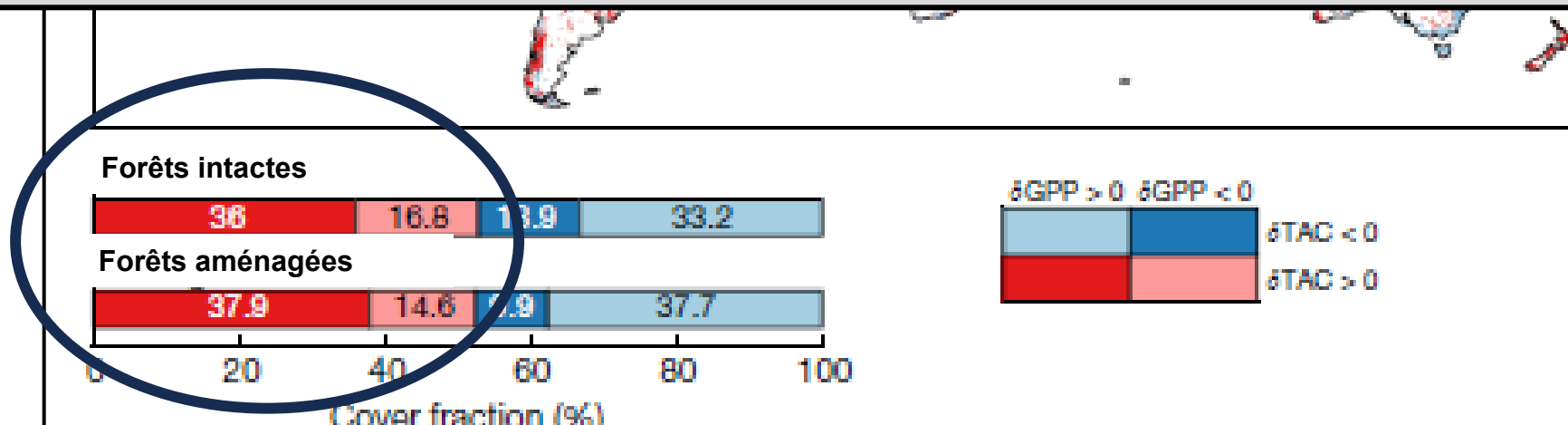


Signaux émergents d'un déclin de la résilience forestière face aux changements climatiques

Forzieri et al. 2021. Nature



L'**augmentation** des perturbations des forêts et du stress et taux de mortalité des arbres **réduits la résilience de nos forêts**



Que pouvons-nous faire ou que devrions-nous faire ?



Concept de « réorganisation »

PNAS

RESEARCH ARTICLE

ECOLOGY

 OPEN ACCESS

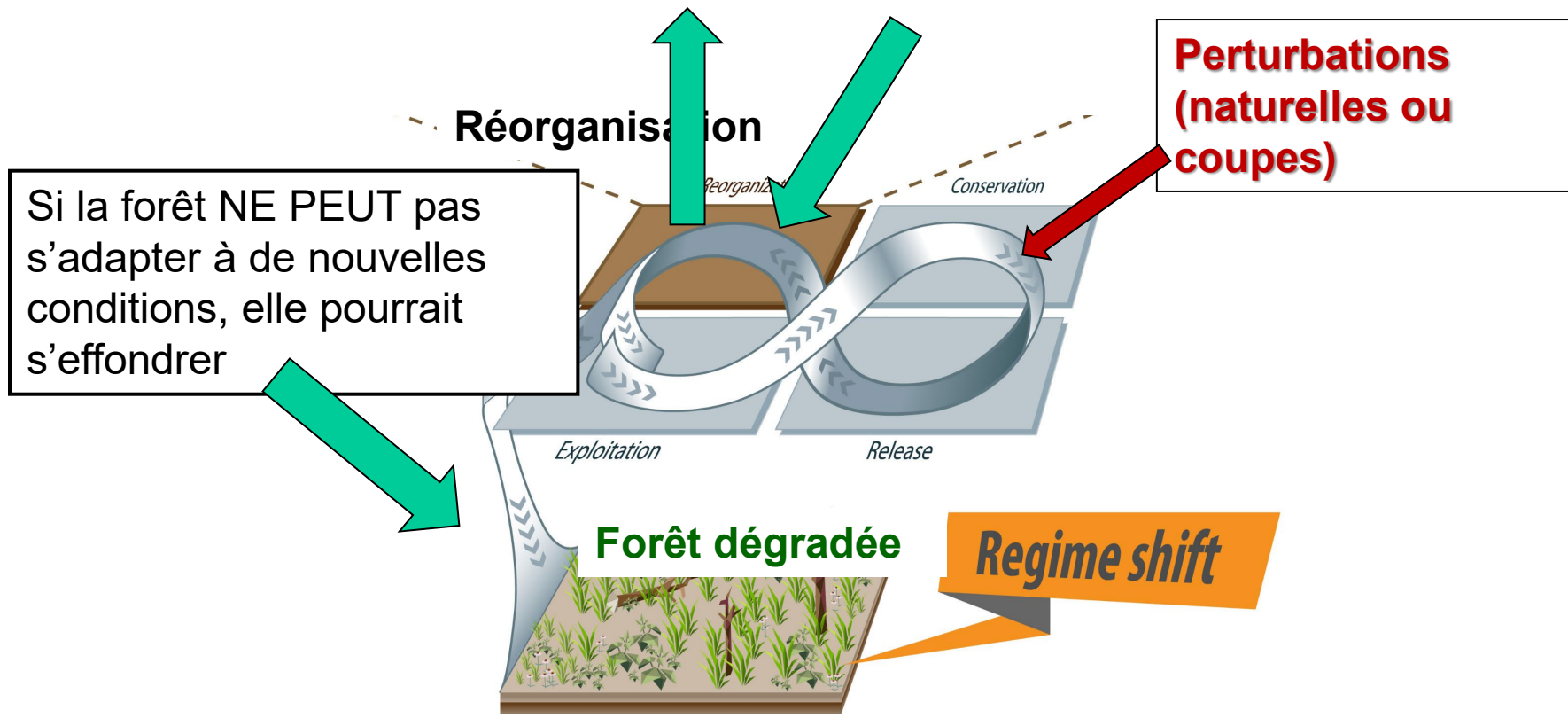


Post-disturbance reorganization of forest ecosystems in a changing world

Rupert Seidl^{a,b,1}  and Monica G. Turner^{c,1} 

Contributed by Monica Turner; received February 9, 2022; accepted May 26, 2022; reviewed by F. Stuart Chapin III and Philip Higuera

C'est là que nous intervenons pour diversifier la forêt de façon intelligente et efficace



Concept de « diversité de réponses »

nature sustainability

Perspective

Response diversity

Alors que nous entrons dans une ère de turbulences sans précédent au niveau planétaire, nous soutenons que des réponses variées à cette nouvelle réalité - c'est-à-dire **réponses** - ne peuvent plus

8-7

On doit considérer de plus en plus **INTERVENIR** pour maintenir la santé de nos forêts (et donc leur biodiversité) même dans nos aires protégées, dans certains cas!

Received:

Accepted:

Published on



Check for updates

In urban planning, public health, transport and communications, food production, and other domains, however, this feature often seems ignored. As we enter an era of unprecedented turbulence at the planetary level, we argue that ample responses to this new reality – that is, response diversity – can no longer be taken for granted and must be actively designed and managed. We describe here what response diversity is, how it is expressed and how it can be enhanced and lost.

⁴,

Cardenas ^{ID} ^{11,12},

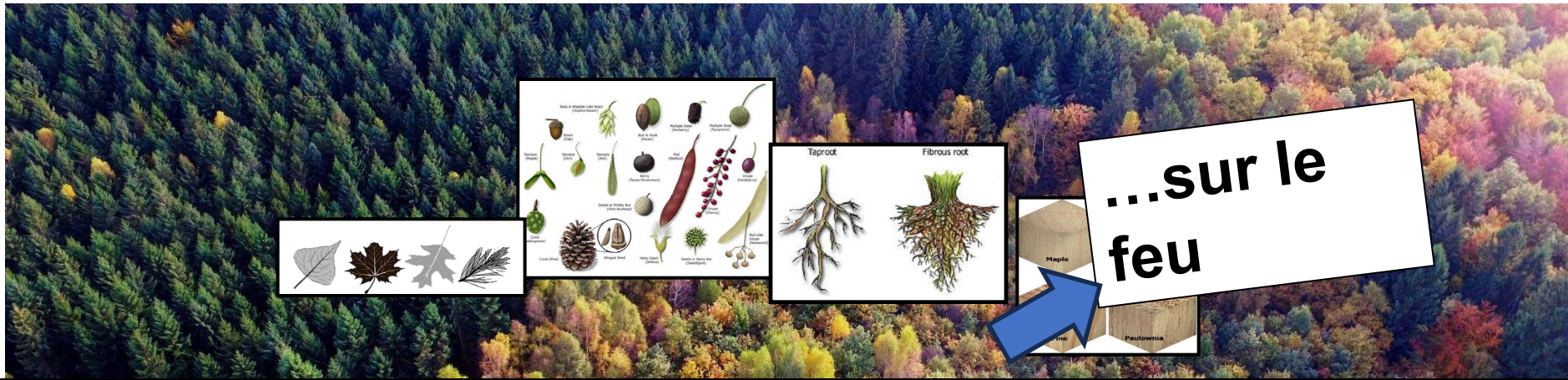
⁵,

^{ID} ¹⁸,

⁹

Concept de « *diversité fonctionnelle* »

DIVERSITÉ DES TRAITS FONCTIONNELS: Une meilleure façon de caractériser la diversité des arbres



...sur le feu

➤ Ou comment différentes espèces **AGISSENT** dans l'écosystème et **RÉAGISSENT** aux perturbations

- ❖ Propriétés des feuilles
- ❖ Méthode de dispersion
- ❖ Profondeur d'enracinement

- ❖ Type de mycorhizes
- ❖ Densité du bois
- ❖ Épaisseur de l'écorce
- ❖ Résistance à la sécheresse

...au feu ou à la sécheresse

Un plan « Marshall » pour la forêt!



CONTEXTE

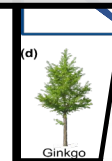
Un café avec Christian Messier

Un vaccin contre les incendies de forêt



PHOTO HUGO-SÉBASTIEN AUBERT, LA PRESSE
Christian Messier, professeur et chercheur à l'UQO et à l'UQAM en écologie forestière

le proport e nos for



ctionnell



OPINIONS

Pourquoi pas un plan Marshall pour nos forêts ?



favorise la régénération de groupes ou espèces fonctionnels
quants sur une petite portion du territoire

Bureau du forestier
en chef
Québec

Ressources naturelles
et Forêts
Québec



The University of Vermont

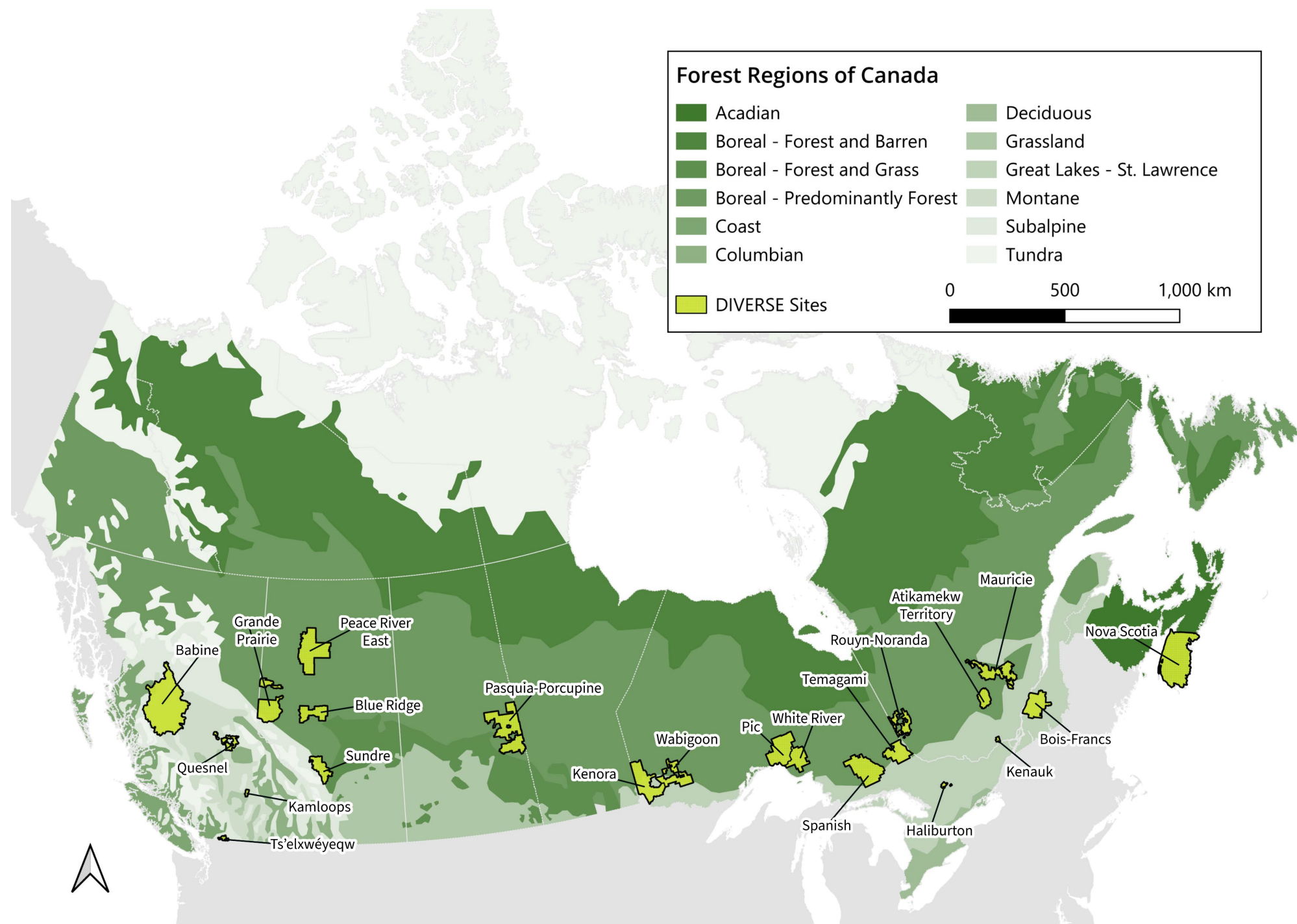


THE UNIVERSITY
OF BRITISH COLUMBIA



DIVERSE

Adapter les forêts aux changements
globaux



Plan de la présentation

- Pour une silviculture d'adaptation sans regret

The changing culture of silviculture

Alexis Achim^{1,†,*}, Guillaume Moreau^{1,†}, Nicholas C. Coops^{2,†}, Jodi N. Axelson³, Julie Barrette⁴, Steve Bédard⁴, Kenneth E. Byrne^{2,5}, John Caspersen⁶, Adam R. Dick⁷, Loïc D'Orangeville⁸, Guillaume Drolet⁴, Bianca N.I. Eskelson², Cosmin N. Filipescu⁹, Maude Flamand-Hubert¹, Tristan R.H. Goodbody², Verena C. Griess¹⁰, Shannon M. Hagerman², Kevin Keys¹¹, Benoit Lafleur¹², Miguel Montoro Girona^{12,13}, Dave M. Morris¹⁴, Charles A. Nock¹⁵, Bradley D. Pinno¹⁵, Patricia Raymond⁴, Vincent Roy¹⁶, Robert Schneider¹⁷, Michel Soucy¹⁸, Bruce Stewart¹¹, Jean-Daniel Sylvain⁴, Anthony R. Taylor^{8,19}, Evelyne Thiffault¹, Nelson Thiffault¹⁶, Udaya Vepakomma²⁰ and Joanne C. White²¹





Devant une situation inquiétante, il n'est pas le temps de baisser les bras

COMMENT | 09 September 2024

Wildfires are spreading fast in Canada – we must strengthen forests for the future

As wildfires become more frequent and severe, efforts to improve the resilience of forests must be grounded in data and led by Indigenous Peoples.

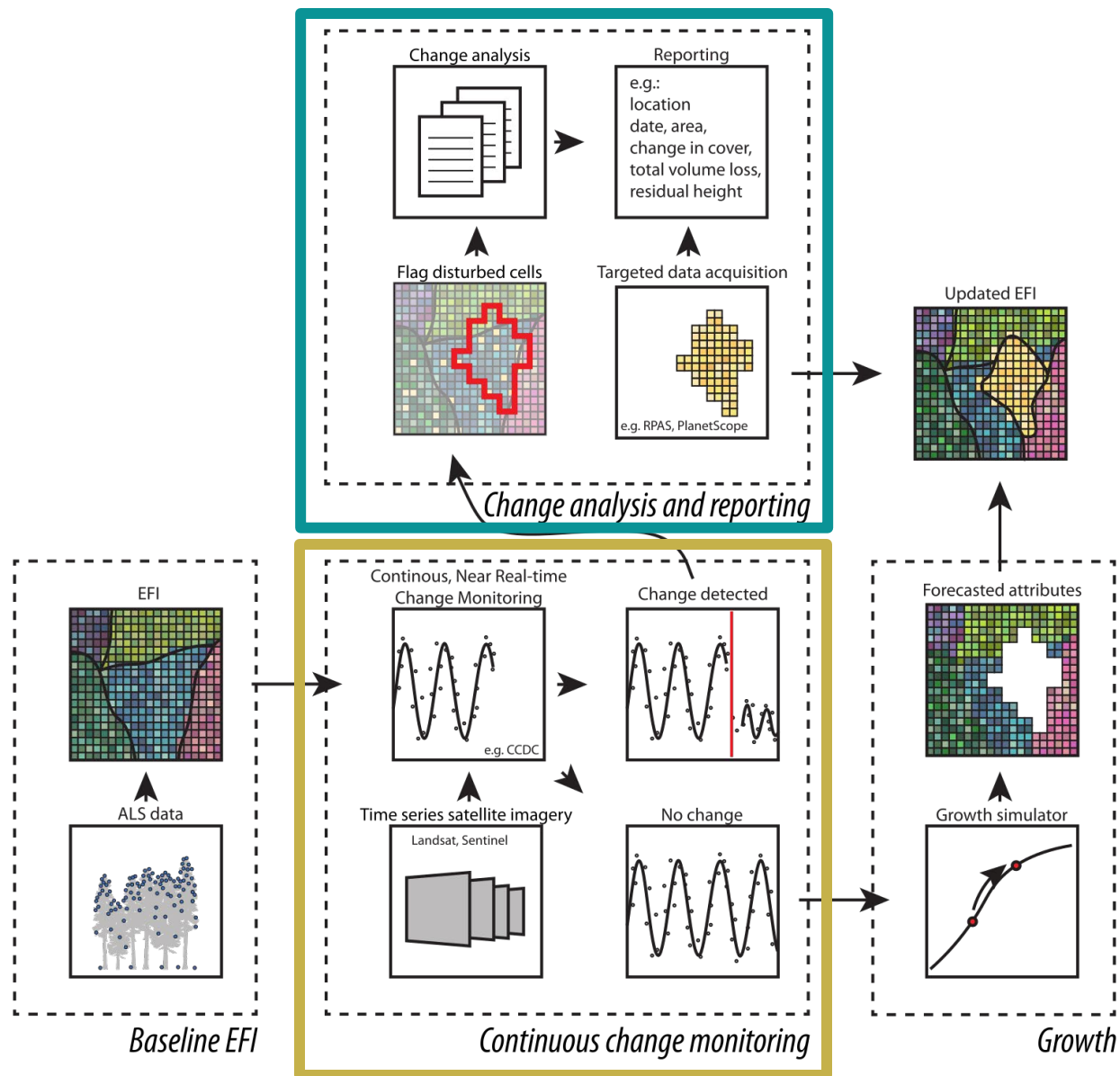
By [Christopher Mulverhill](#) , [Nicholas C. Coops](#), [Yan Boulanger](#), [Kira M. Hoffman](#), [Amy Cardinal Christianson](#), [Lori D. Daniels](#), [Maude Flamand-Hubert](#), [Amy R. Wotherspoon](#) & [Alexis Achim](#)



Moyens

- **Observer** l'état des forêts en temps quasi-réel afin d'identifier les zones d'action prioritaire pour la sylviculture
- **Cartographier** le risque de perturbations à différentes échelles
- **Transformer** la structure des forêts par un usage accru des coupes partielles
- **Mise à l'échelle** d'une grande expérience d'adaptation

1



Framework for near real-time forest inventory using multi source remote sensing data

Nicholas C. Coops¹, Piotr Tompalski^{1,2}, Tristan R. H. Goodbody¹, Alexis Achim³ and Christopher Mulverhill¹

¹Integrated Remote Sensing Studio, Department of Forest Resources Management, University of British Columbia, 2424 Main Mall, Vancouver, BC V6T 1Z4, Canada

²Canadian Forest Service (Pacific Forestry Centre), Natural Resources Canada, 506 West Burnside Road, Victoria, BC V8Z1M5, Canada

³Centre de recherche sur les matériaux renouvelables, Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, 2425 rue de la Terrasse, Québec, QC G1V 0A6, Canada

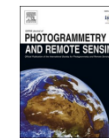
ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 197 (2023) 309–319



Contents lists available at ScienceDirect

ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing

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



Continuous monitoring and sub-annual change detection in high-latitude forests using Harmonized Landsat Sentinel-2 data

Christopher Mulverhill^{a,*}, Nicholas C. Coops^a, Alexis Achim^b

^a Integrated Remote Sensing Studio, Department of Forest Resources Management, University of British Columbia, 2424 Main Mall, Vancouver, BC V6T 1Z4, Canada

^b Centre de recherche sur les matériaux renouvelables, Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval, 2425 rue de la Terrasse, Québec, QC G1V 0A6, Canada



Institute of
Chartered Foresters

Forestry: An International Journal of Forest Research, 2024, 1–13

<https://doi.org/10.1093/forestry/cpae029>

Original Article

Evaluating the potential for continuous update of enhanced forest inventory attributes using optical satellite data

Christopher Mulverhill^{a,*}, Nicholas C. Coops¹, Joanne C. White², Piotr Tompalski², Alexis Achim³

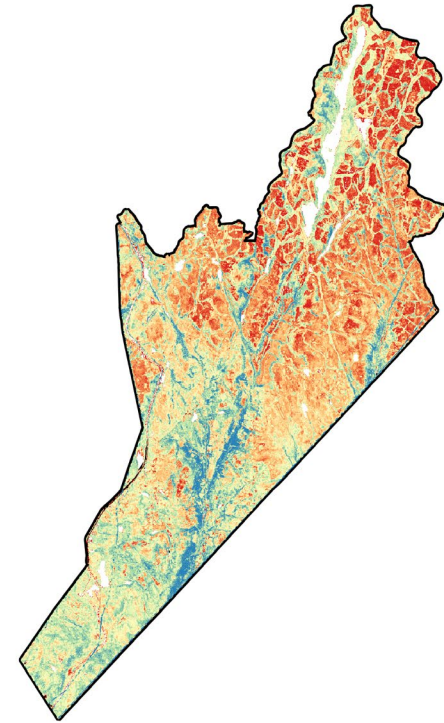
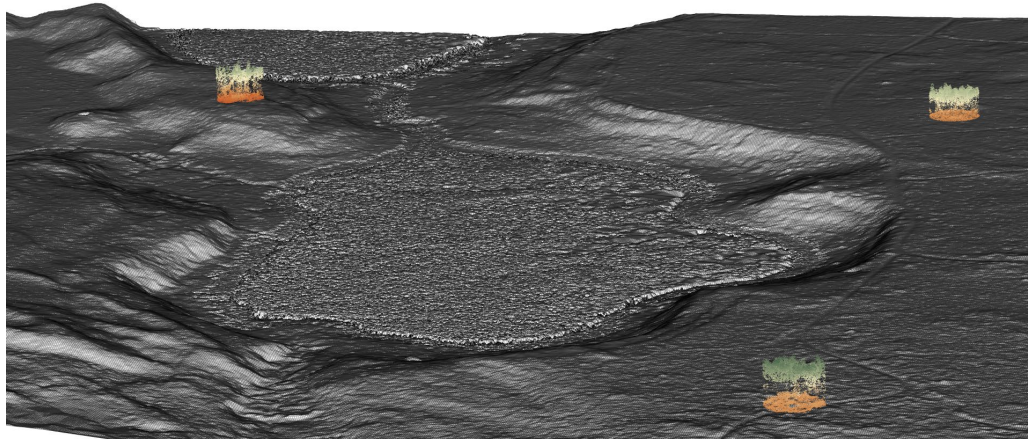
¹Integrated Remote Sensing Studio, Faculty of Forestry, University of British Columbia, 2424 Main Mall, Vancouver, BC, V6T1Z4, Canada

²Pacific Forestry Centre, Canadian Forest Service, 506 Burnside Road West, Victoria, BC V8Z1M5, Canada

³Département des Sciences du Bois et de la Forêt, Pavillon Abitibi-Price, local 1127-A, Université Laval, Québec, QC, G1V 0A6, Canada

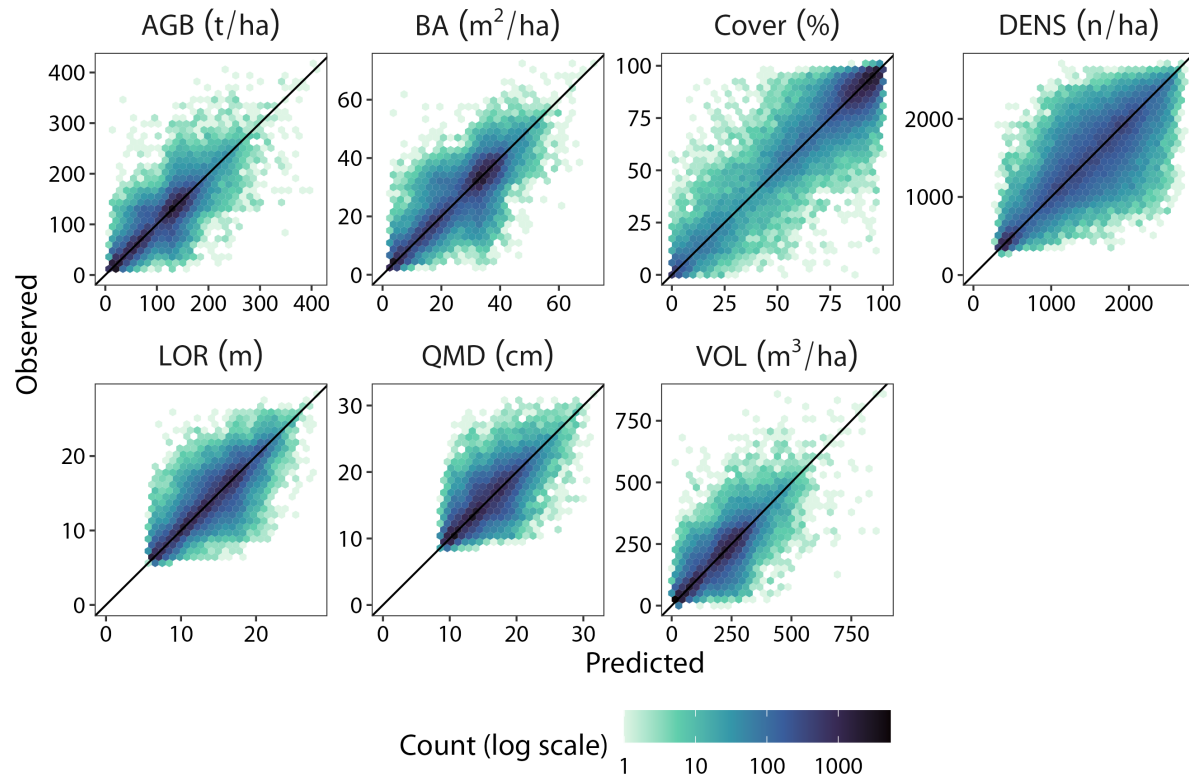
*Corresponding author. E-mail: chris.mulverhill@ubc.ca

Inventaire forestier amélioré

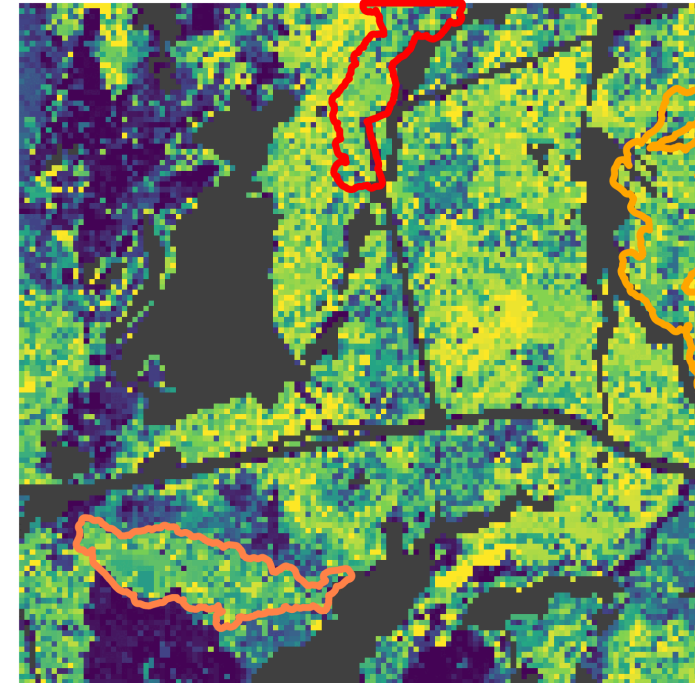


ST_HA_PEUP_CUT_FINAL
Bande 01 (Gray)
23,809955
3,880084
LimitesForêtMontmorency
Google Satellite

Inventaire forestier dynamique

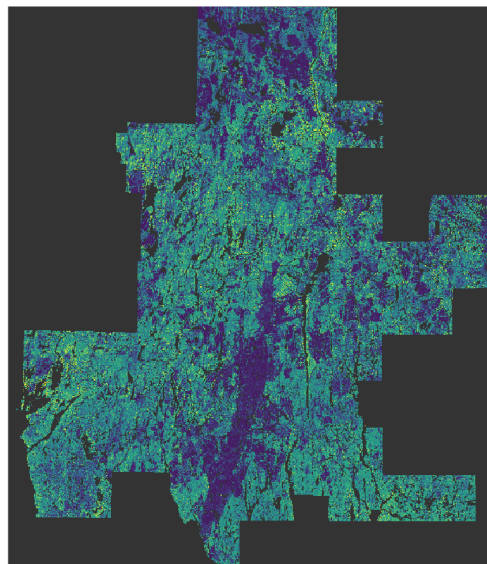


2018-01-13

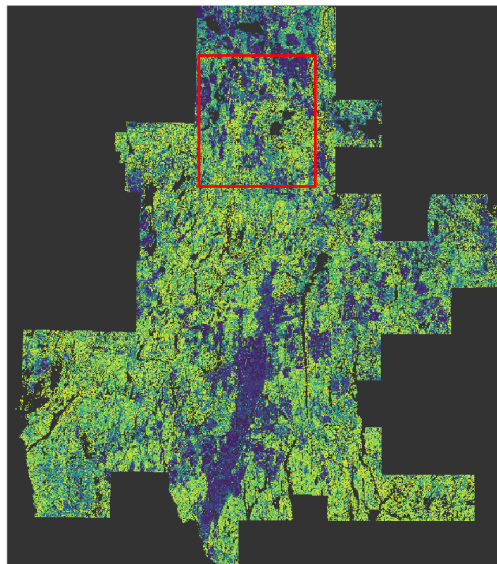


VOL (m³/ha) 15 125 225 325

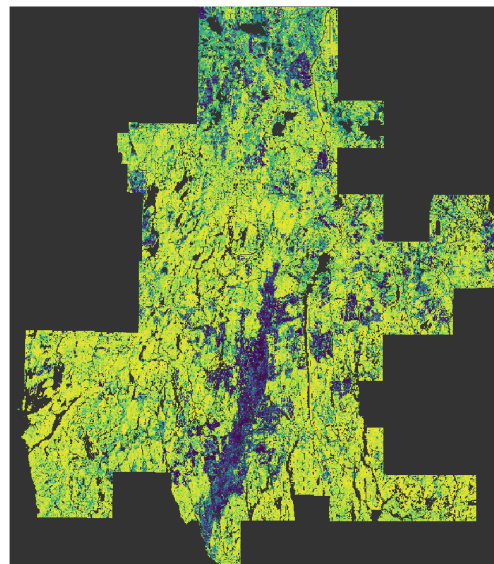
2018-01-13



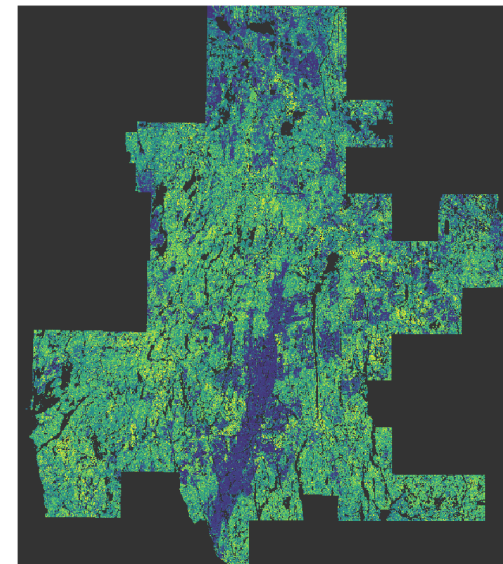
2018-01-13



2018-01-13

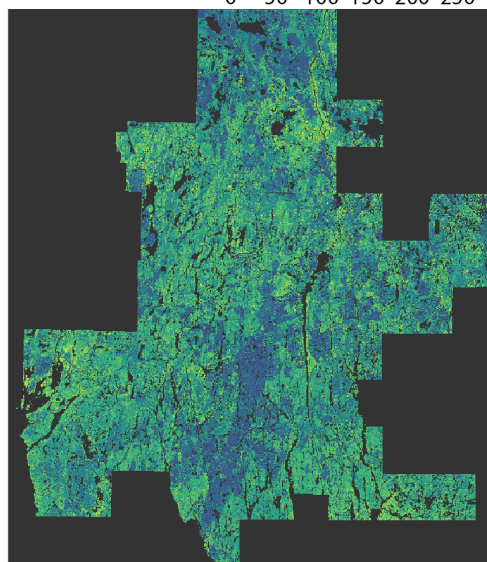


2018-01-13



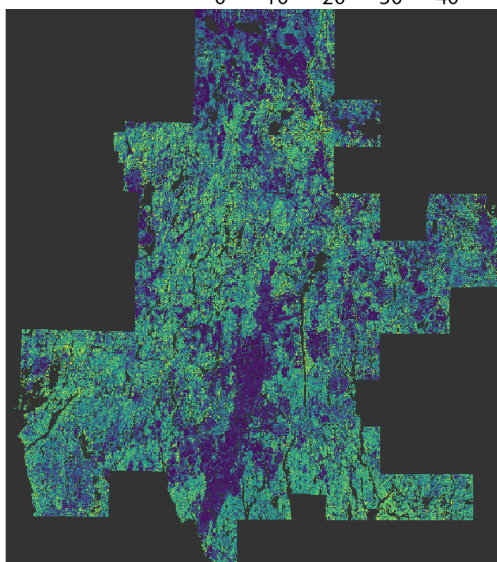
AGB (m^3/ha)

0 50 100 150 200 250



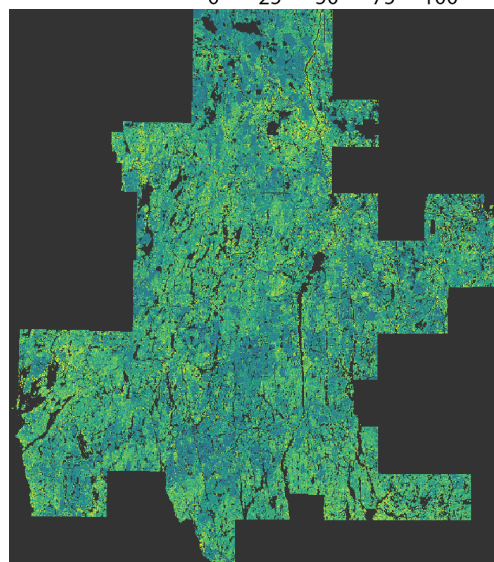
BA (m^2/ha)

0 10 20 30 40



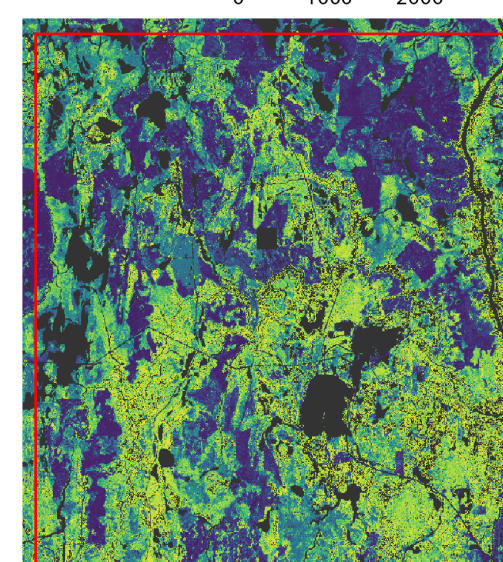
Cover (%)

0 25 50 75 100



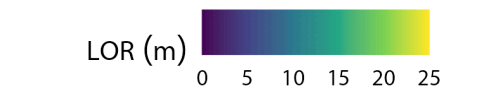
DENS (n/ha)

0 1000 2000



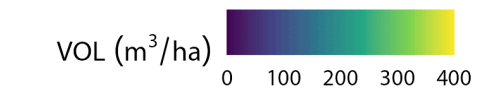
LOR (m)

0 5 10 15 20 25



VOL (m^3/ha)

0 100 200 300 400



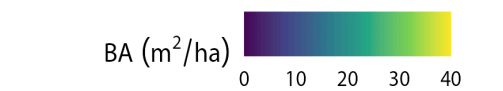
QMD (cm)

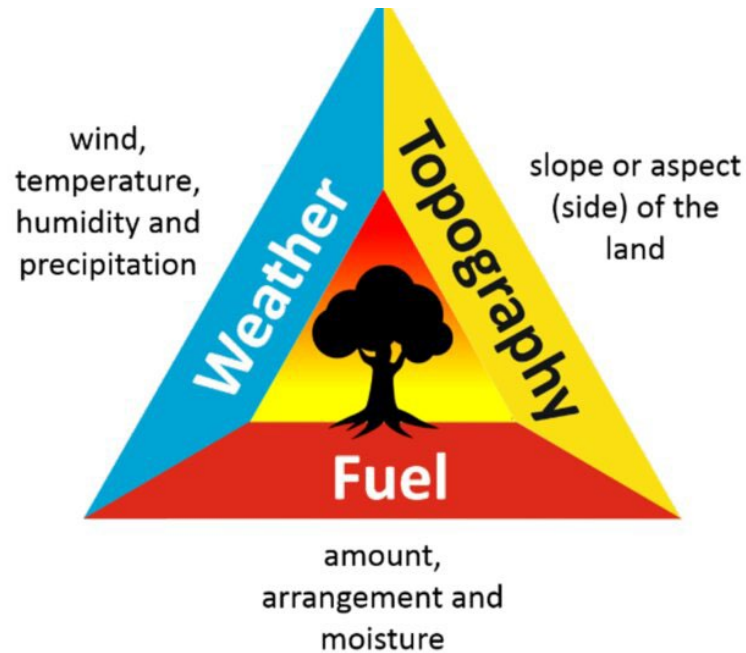
0 5 10 15 20 25



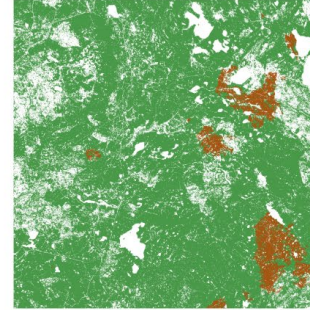
BA (m^2/ha)

0 10 20 30 40

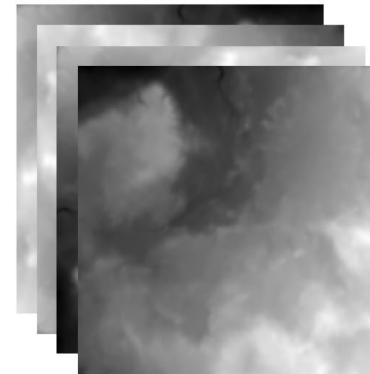




Disturbance in year n

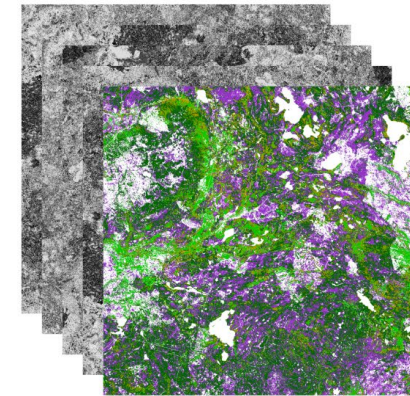


Climate variables in year n

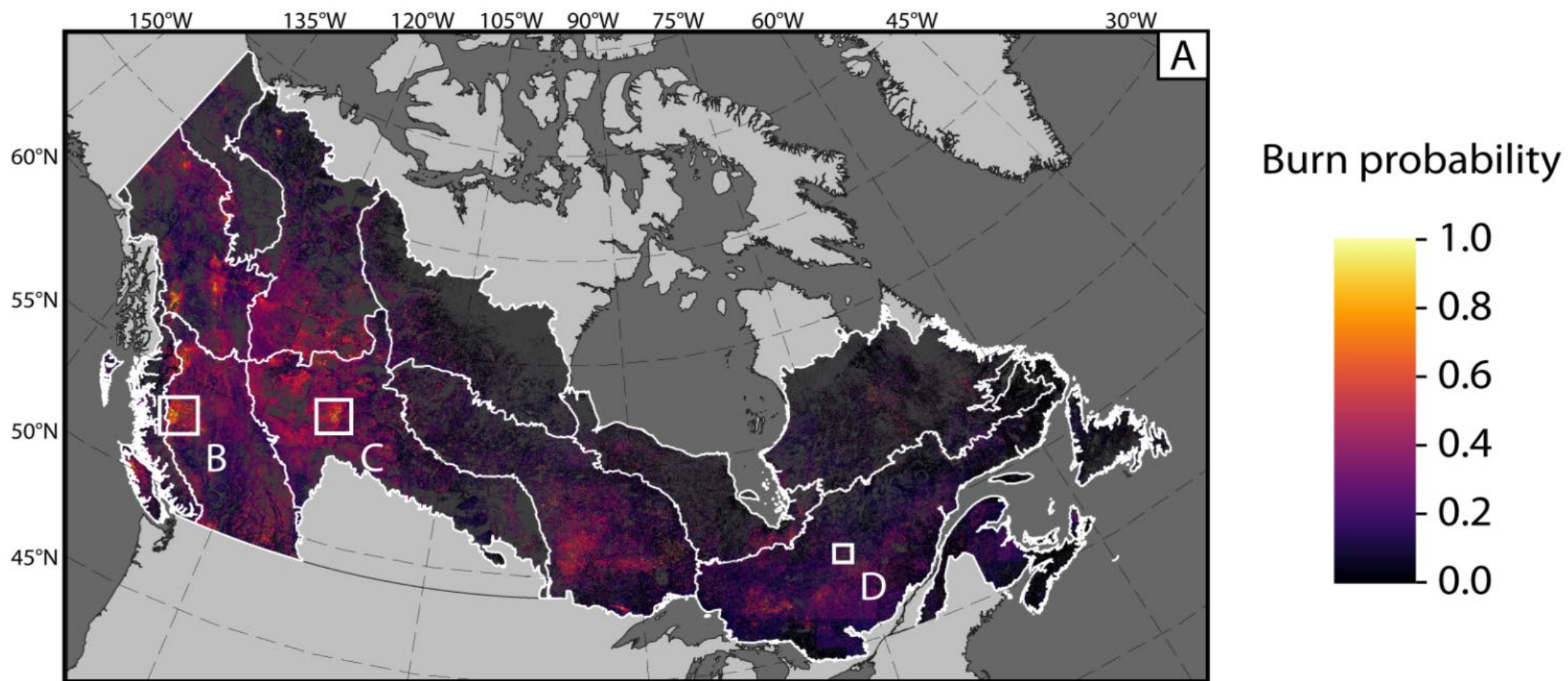


Available samples

NTEMS & topographic variables in year n-1

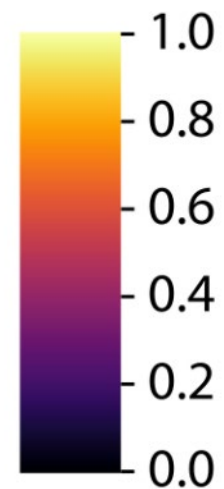
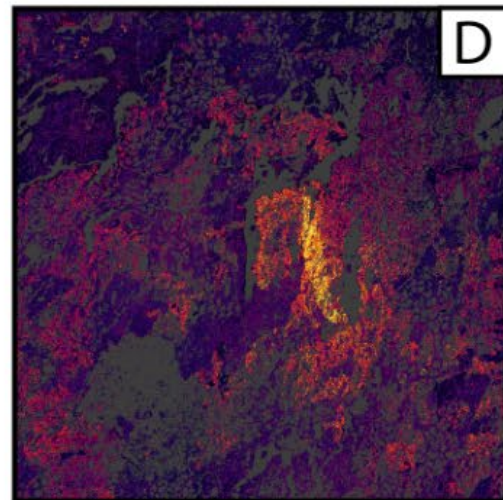
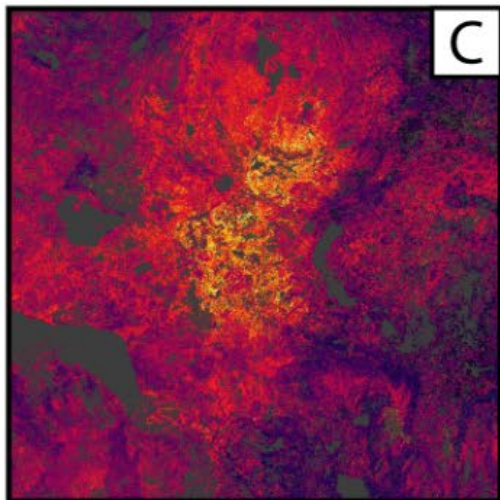
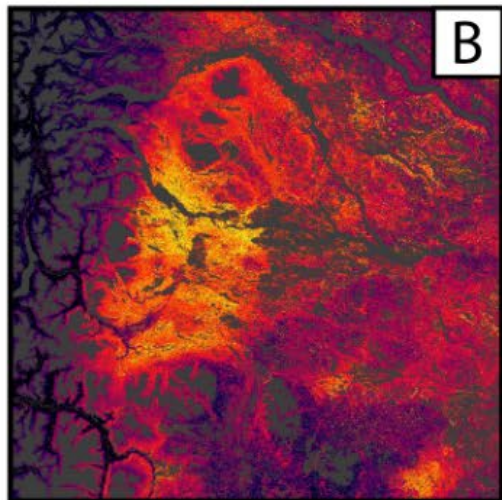


Mulverhill, C., Coops, N. C., Wulder, M. A., White, J. C., Hermosilla, T., & Bater, C. W. (2024). Multidecadal mapping of status and trends in annual burn probability over Canada's forested ecosystems. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 209, 279-295.

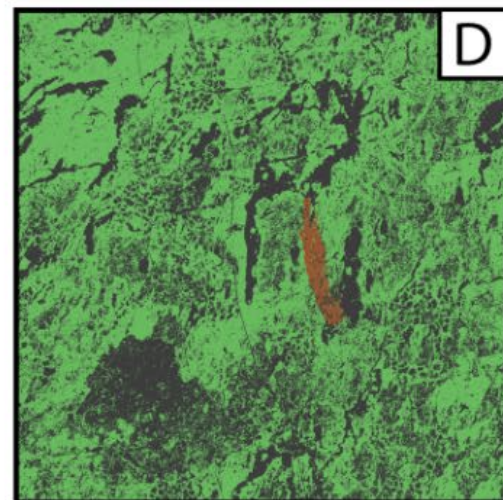
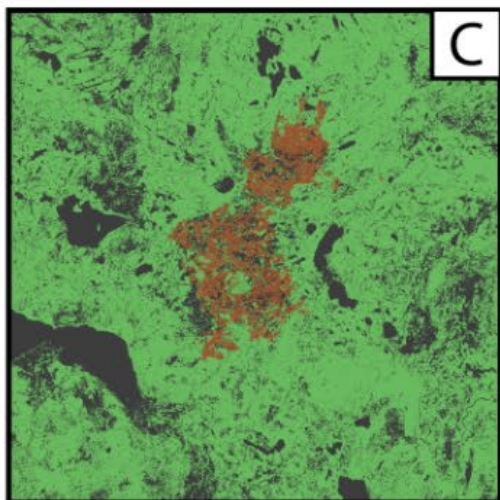
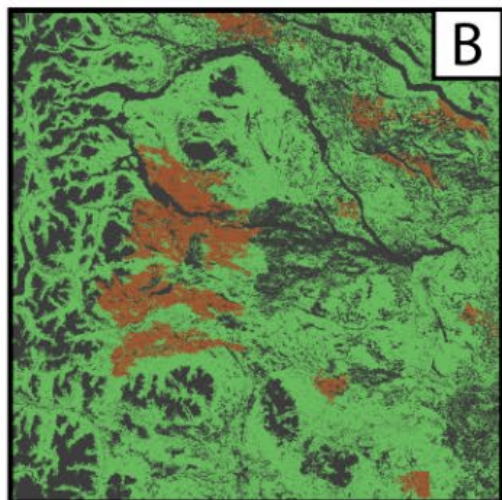




Burn probability



Burned pixels

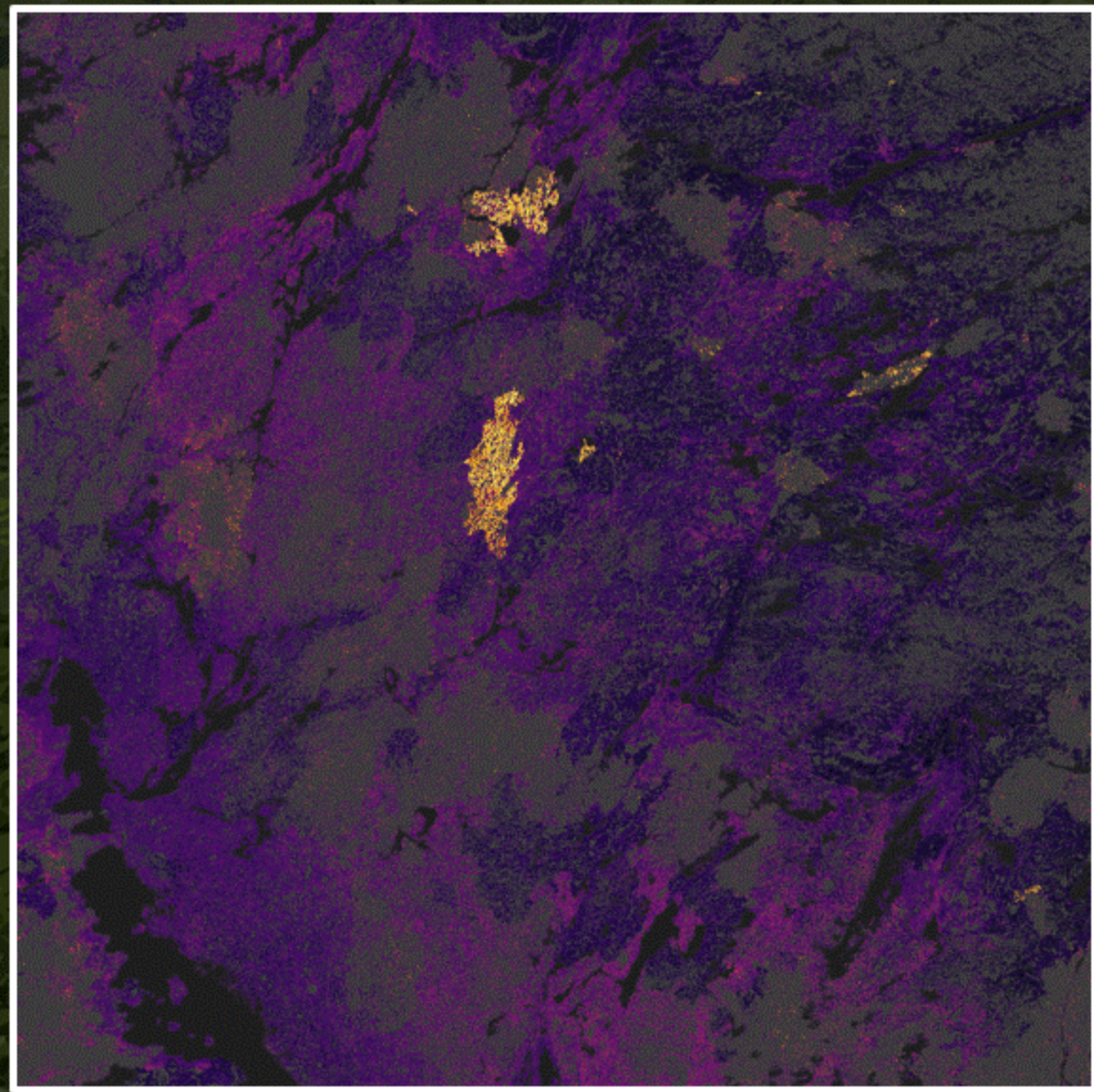


50 km

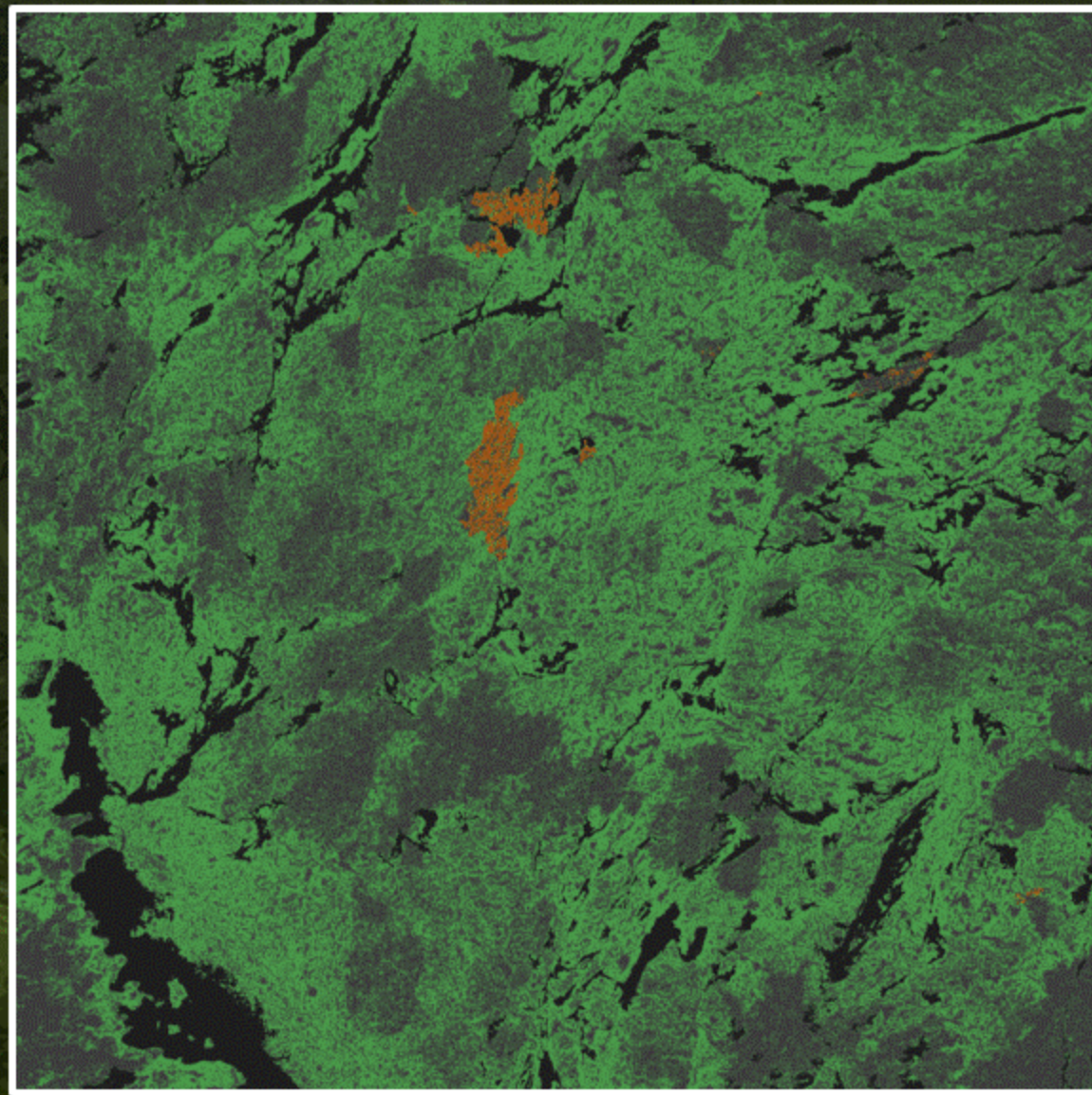
50 km

50 km

Burn Probability (estimated)



Fire locations (NTEMS)



50 km

Burned

Unburned

Non-treed

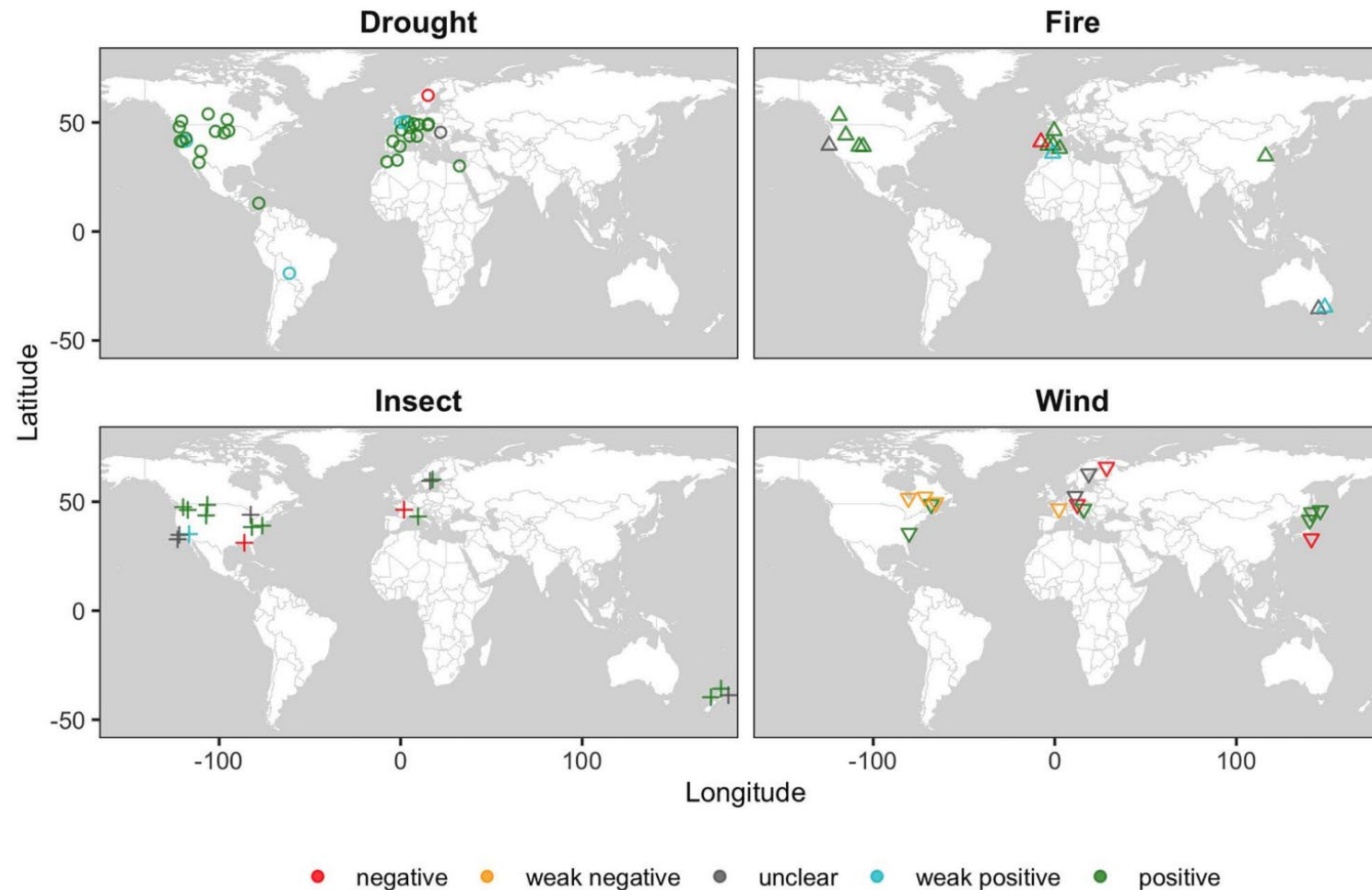
Water

Les coupes partielles



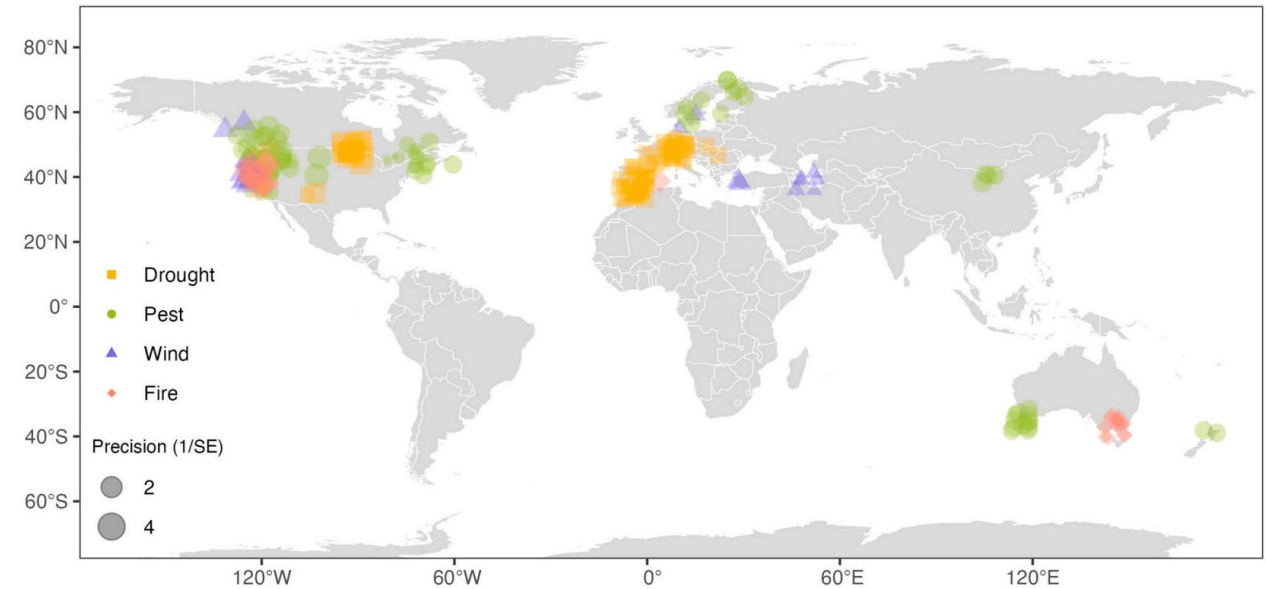
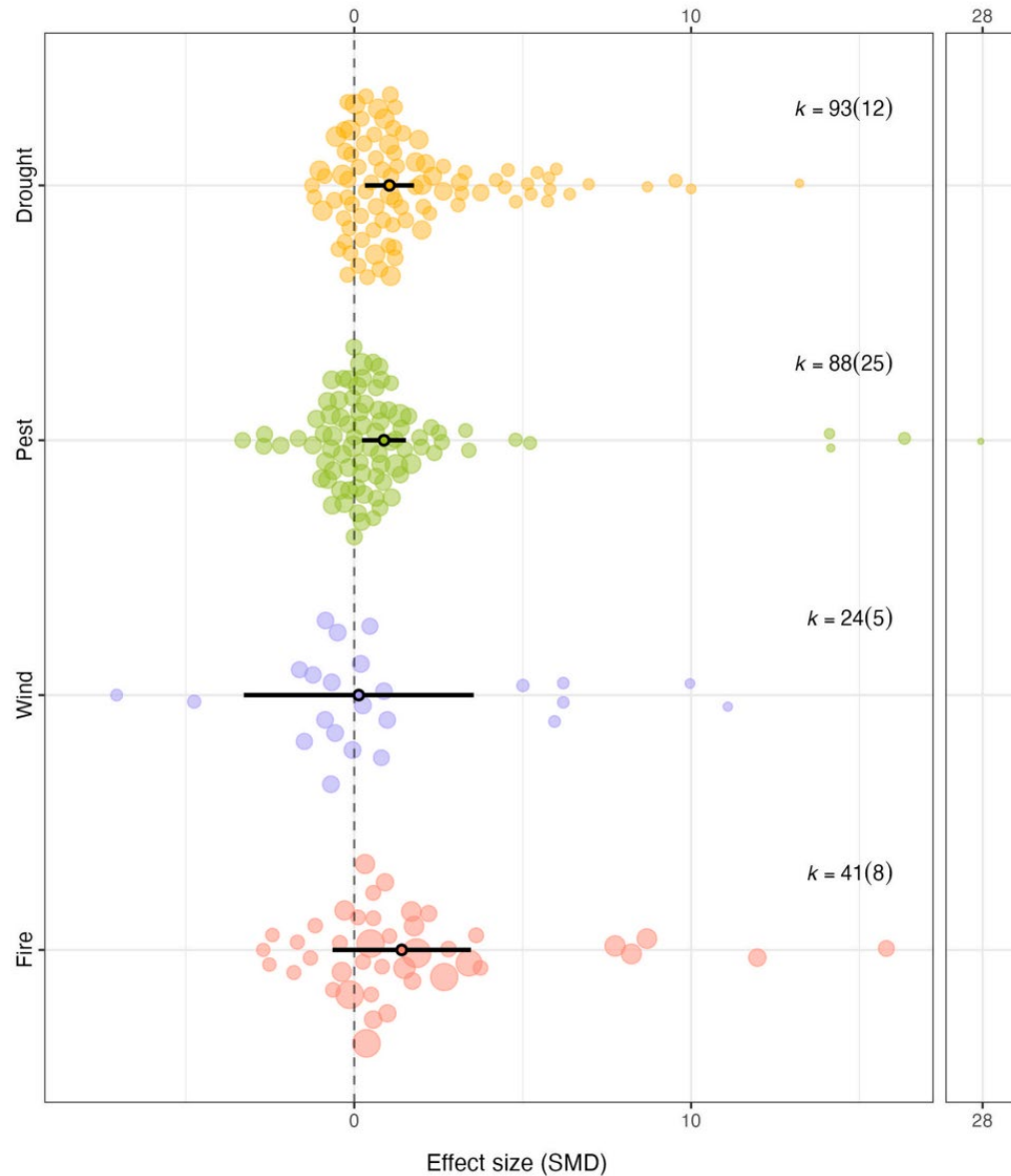
Les coupes partielles face à des risques multiples

Opportunities and limitations of thinning to increase resistance and resilience of trees and forests to global change



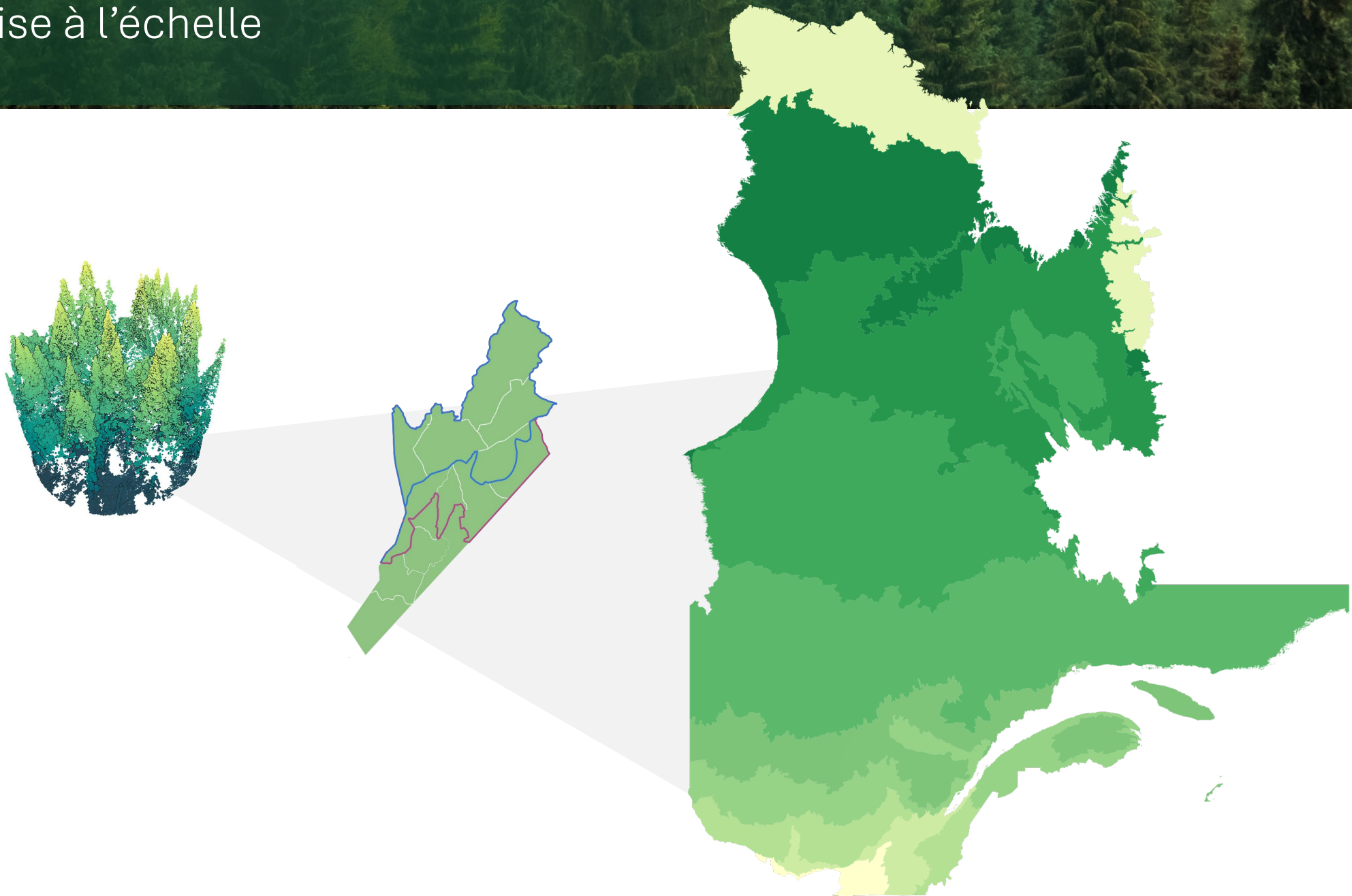
Moreau et al. (2022)
Forestry, 95(5), 595-615.

Les coupes partielles face à des risques multiples

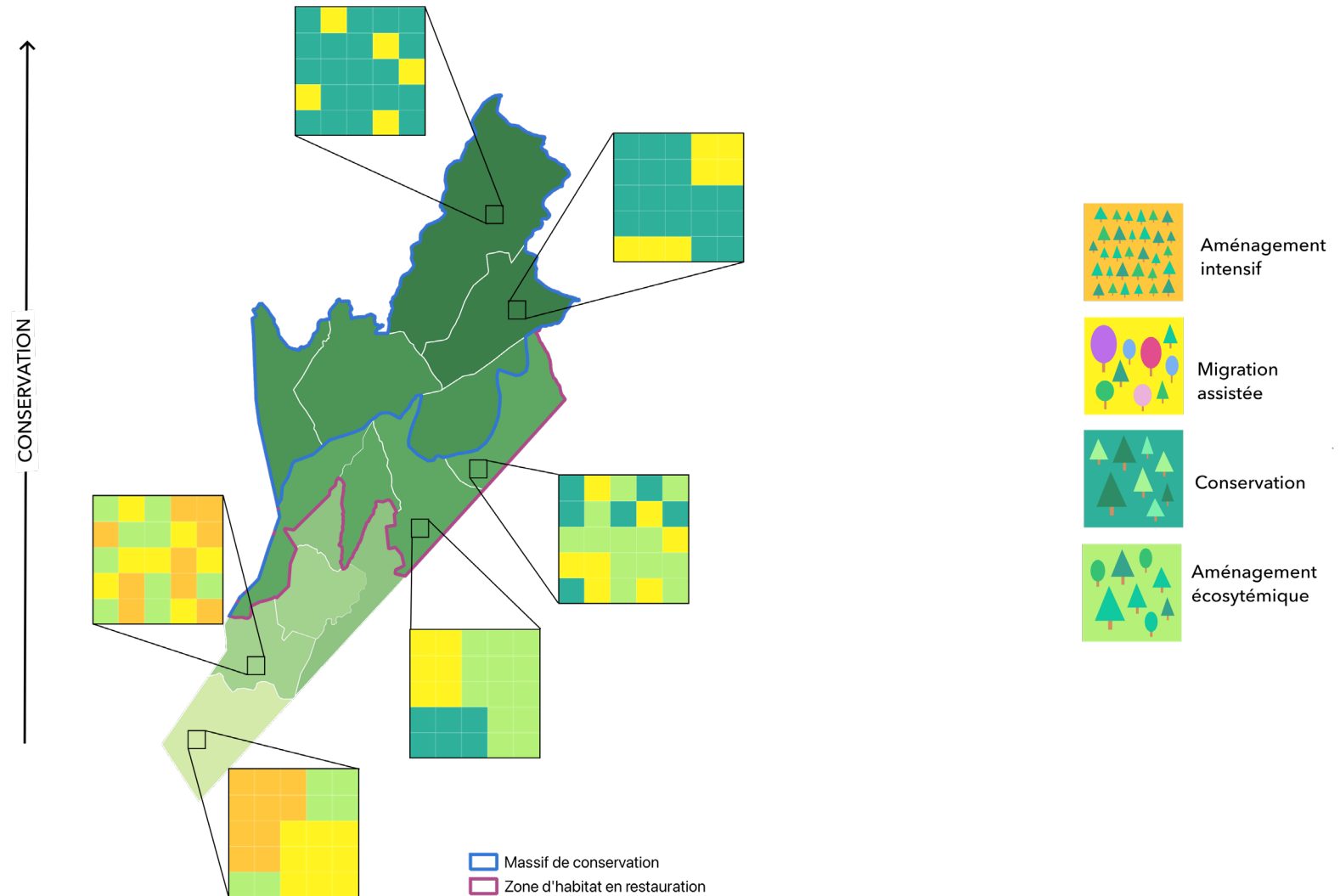


Chagnon et al. (2025)
Forest Ecology and Management 590, 122788

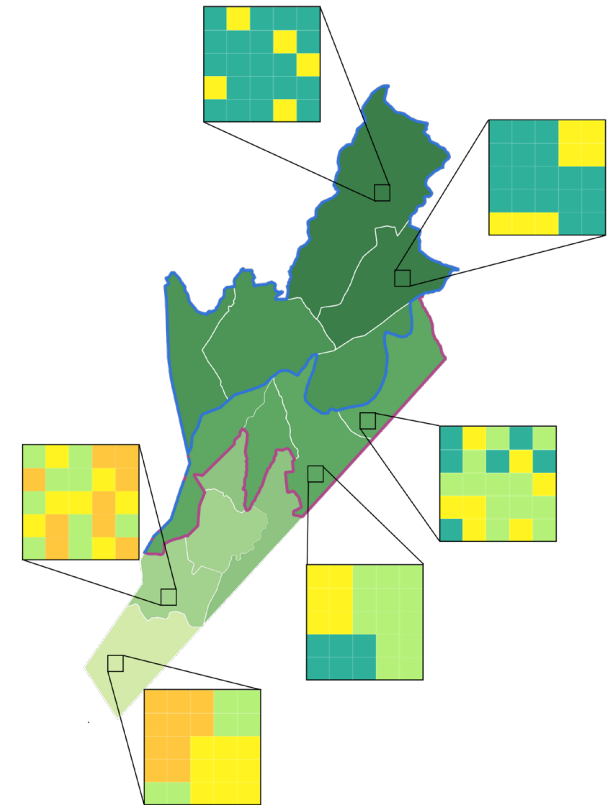
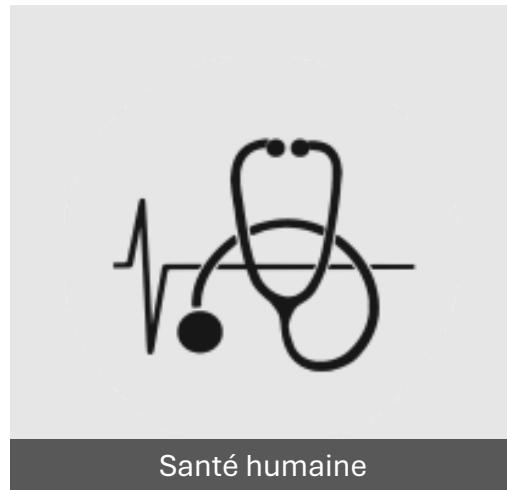
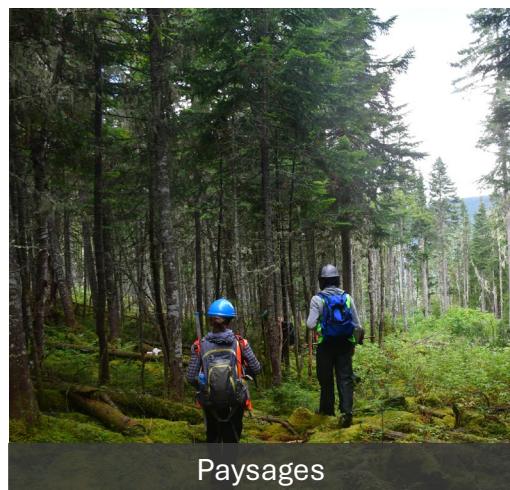
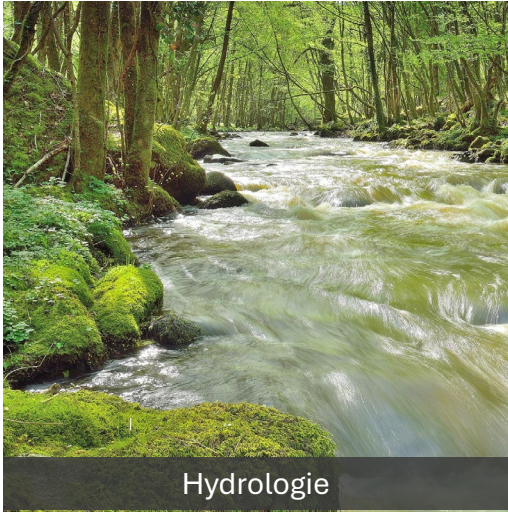
Mise à l'échelle



Une expérience à l'échelle de 40 000 ha



Suivi des effets des modèles d'aménagement sur les valeurs et services



Merci

