



L'aménagement forestier: *un outil pour lutter contre les changements globaux*



Prof. Christian Messier, *Université du Québec à Montréal (UQAM) et (UQO), Chaire du Canada sur la résilience des forêts face aux changements globaux, Directeur scientifique de l'ISFORT*



Institut des Sciences
de la Forêt tempérée

UQÀM
Université du Québec à Montréal

UQO

cef
Centre d'étude de la forêt

En commençant par la fin!

- La forêt est menacée par les incertitudes climatiques et biotiques
- L'aménagement forestier actuel va trop souvent à l'encontre d'une bonne gestion des risques climatique et biotique!
- Mais la foresterie pourrait devenir partie prenante de la solution si elle opère un changement MAJEUR de paradigme

Plan de la présentation

- **La forêt menacée**
- **Des nouveaux concepts**
- **La foresterie... pour sauver la forêt**

Plan de la présentation

- **La forêt menacée**

Des nouveaux concepts

La foresterie... pour sauver la forêt

La forêt menacée

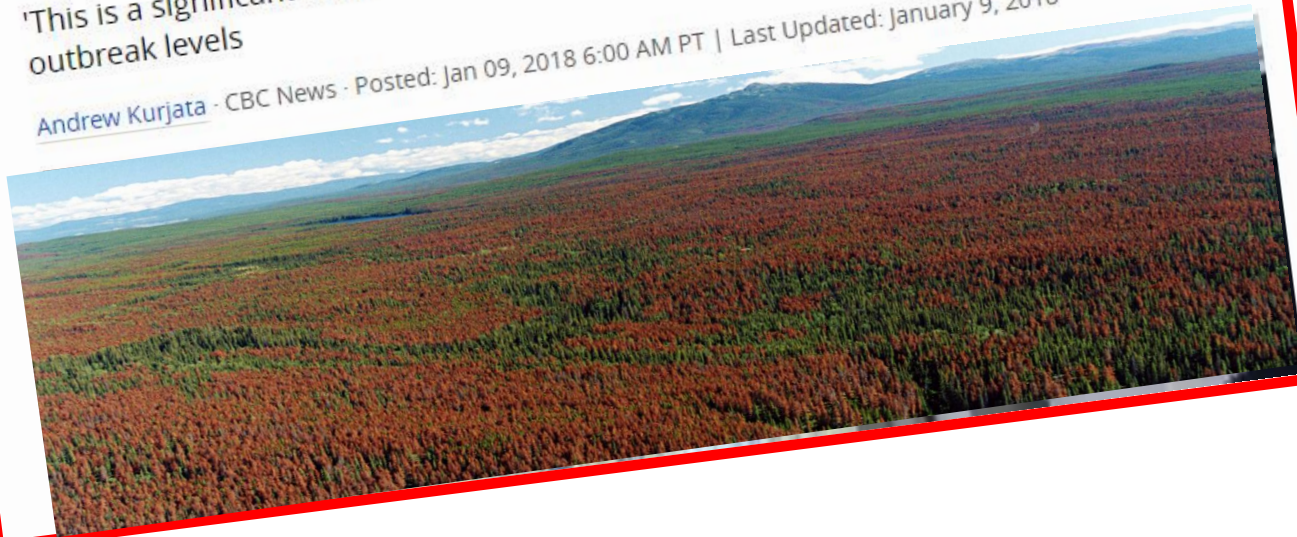
British Columbia

B.C. spruce beetle outbreak now largest in recorded history



'This is a significant concern,' entomologist says as infestation grows to 45 times pre-outbreak levels

[Andrew Kurjata](#) - CBC News - Posted: Jan 09, 2018 6:00 AM PT | Last Updated: January 9, 2018



La forêt menacée

TOP STORIES

NEWS

Germany's forests on the verge of collapse, experts report

Germany's parched forests are nearing ecological collapse, foresters and researchers warn. More than 1 million established trees have died since 2018 as a result of drought, winter storms and bark beetle plagues.



IUCN Publication

The Brussels Times

BRUSSELS

BELGIUM

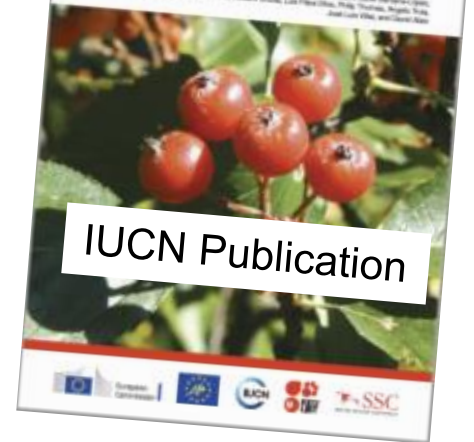
SPORTS

POLITICS

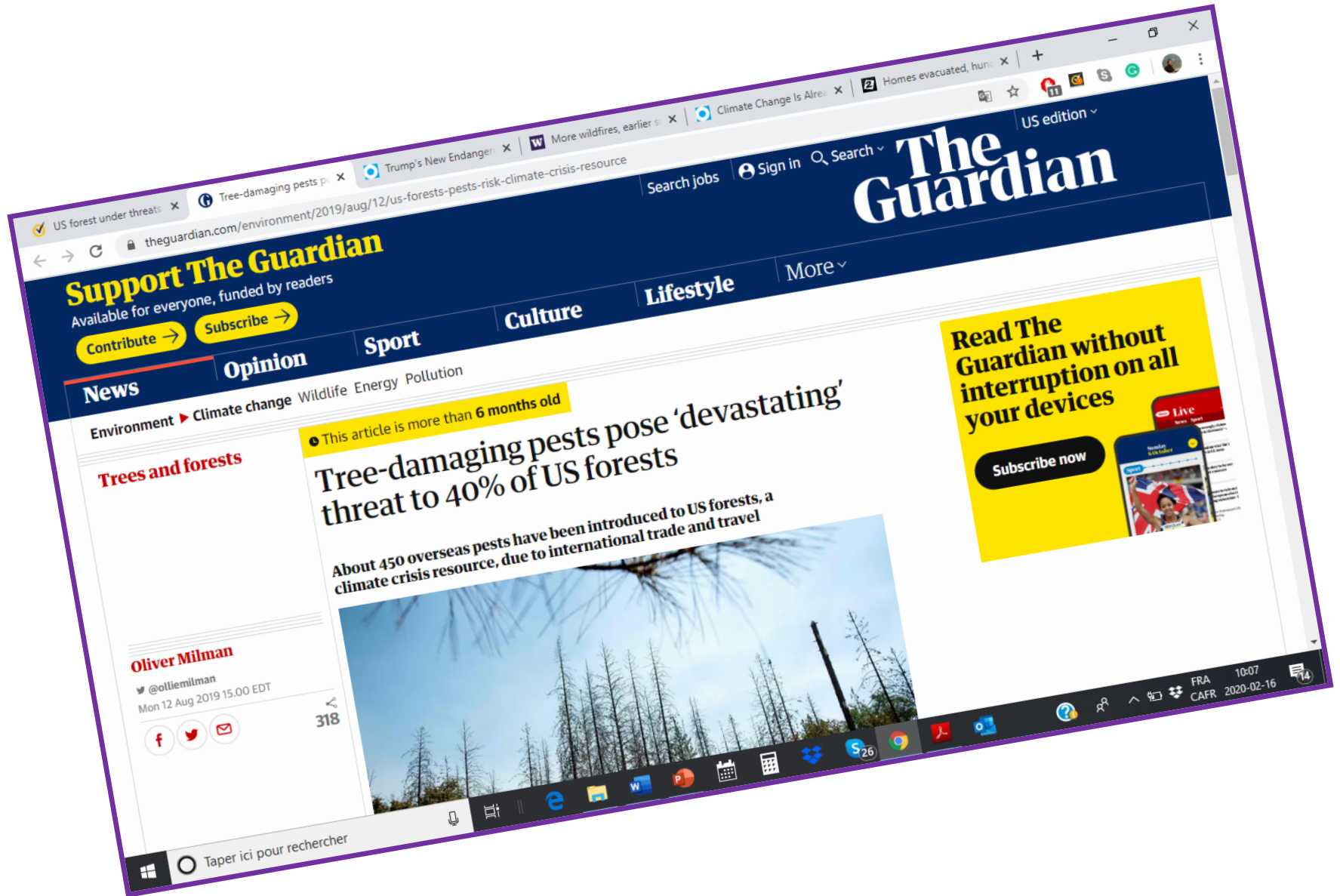
Friday, 27 September 2019



IUCN Publication

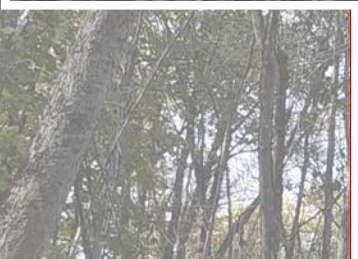
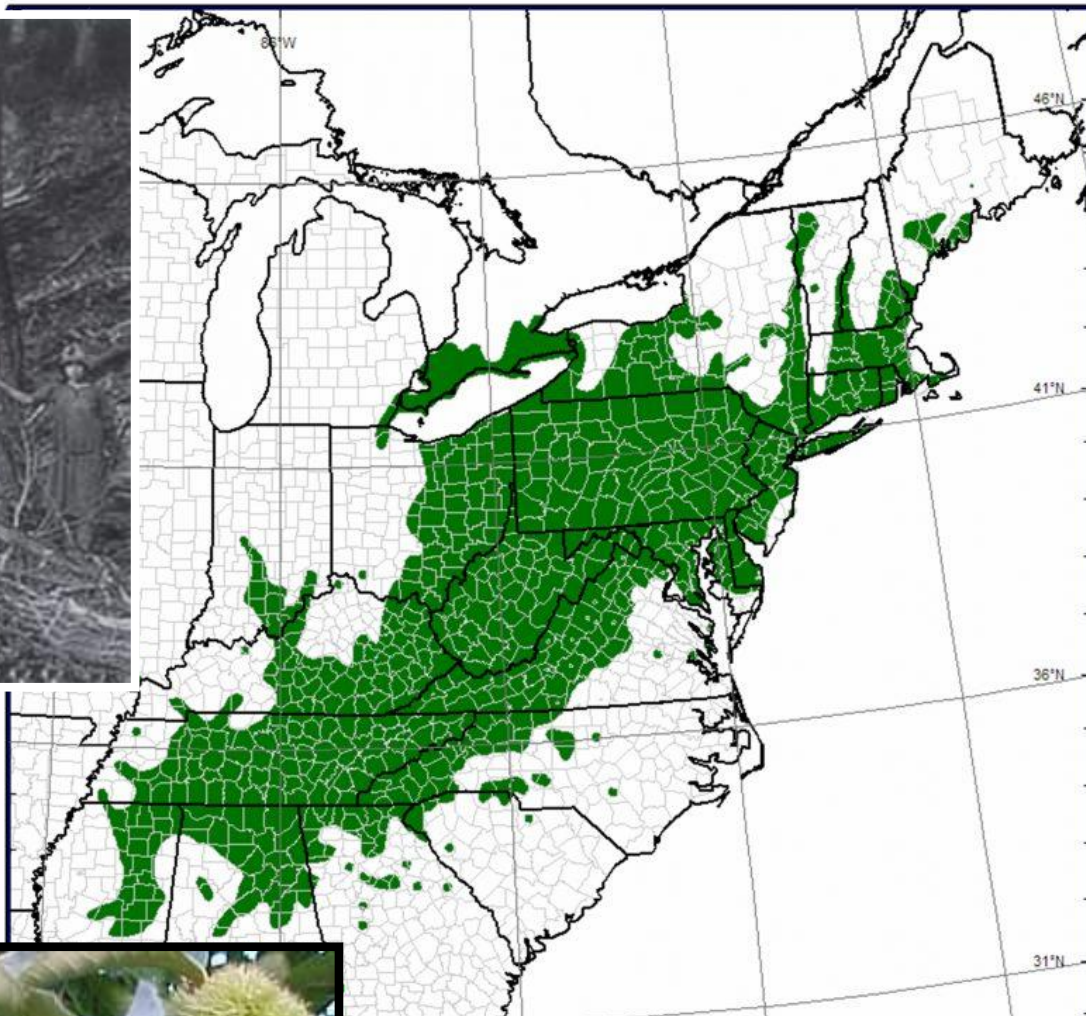


La forêt menacée



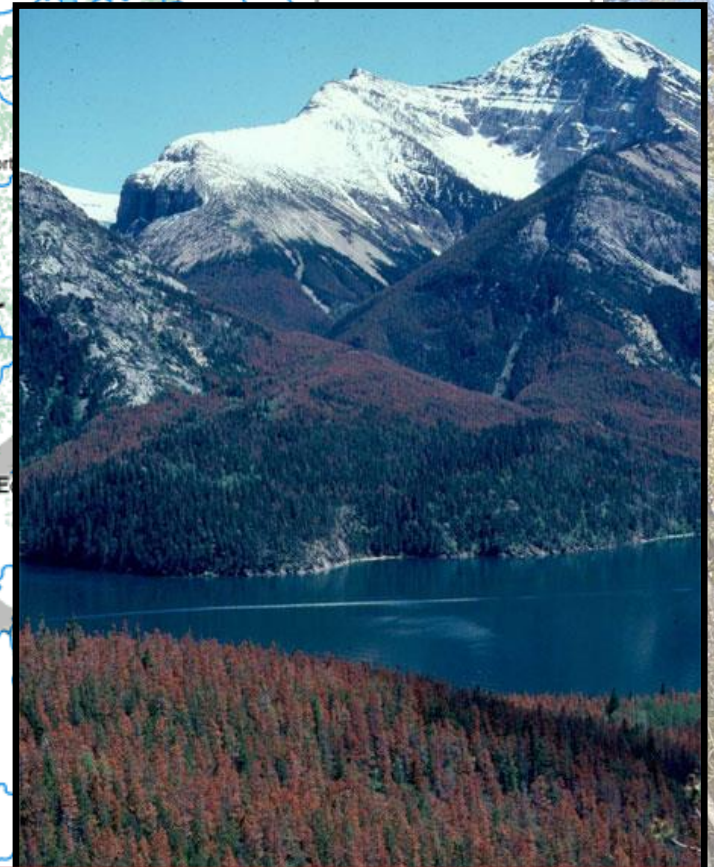
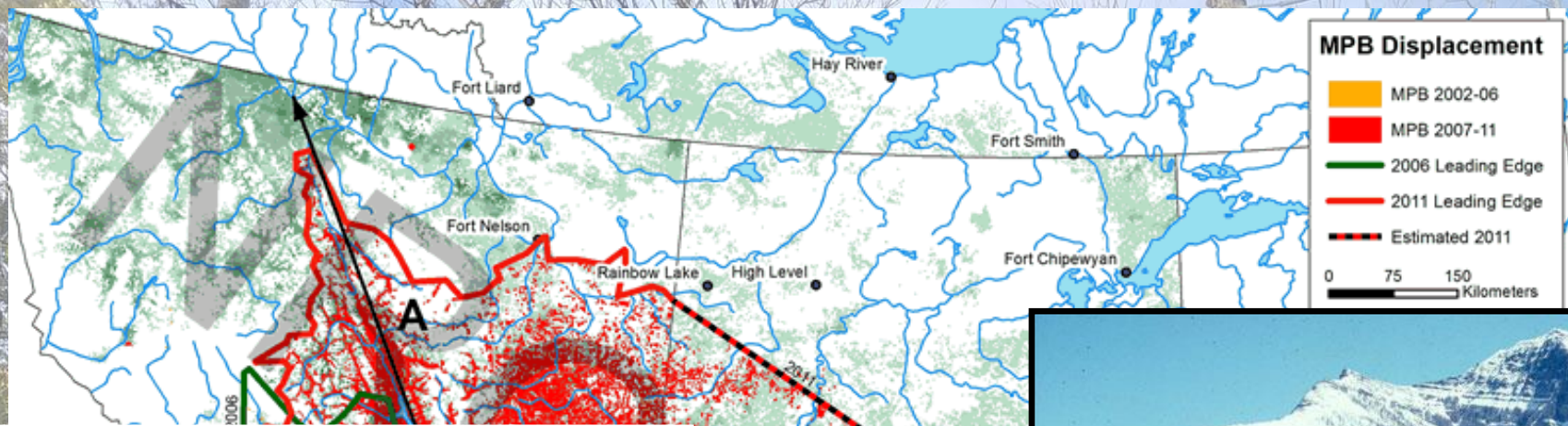
La forêt menacée





La disparition du chataîgnier
(*Castanea dentata*) par un
champignon venant d'Asie
apparu en 1904

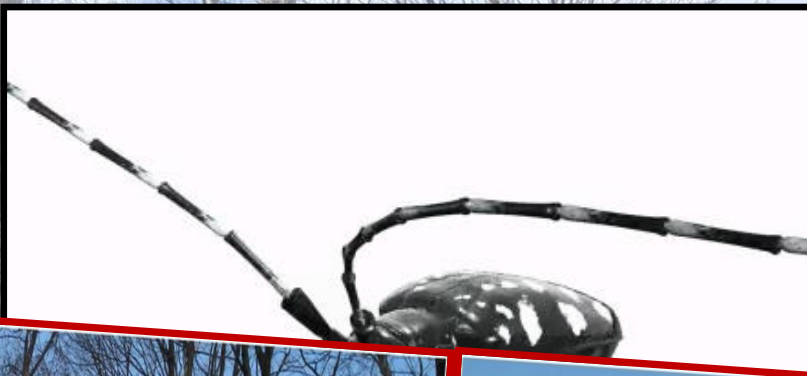




La menace qui vient de l'Ouest: **le dendroctone du pin**



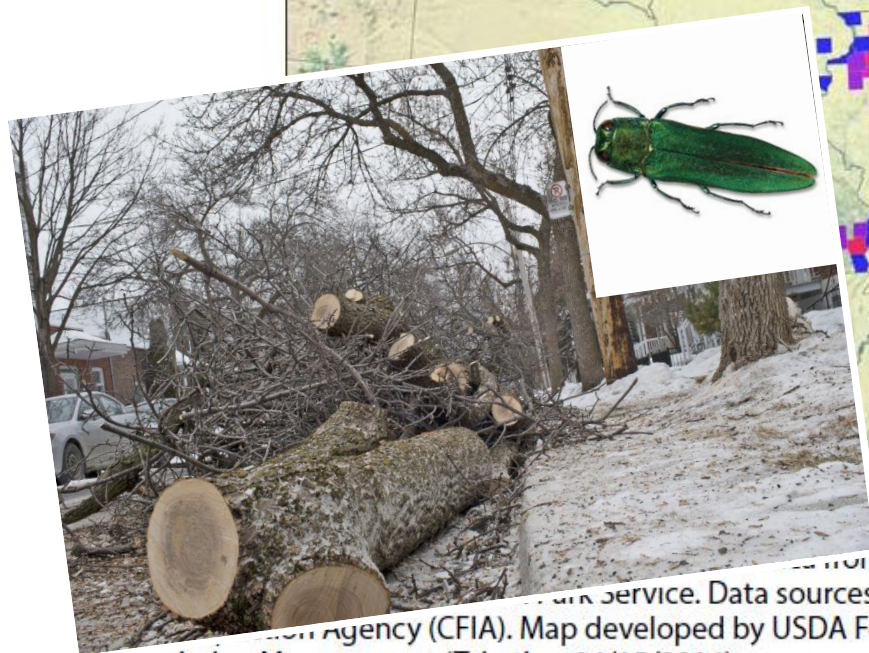
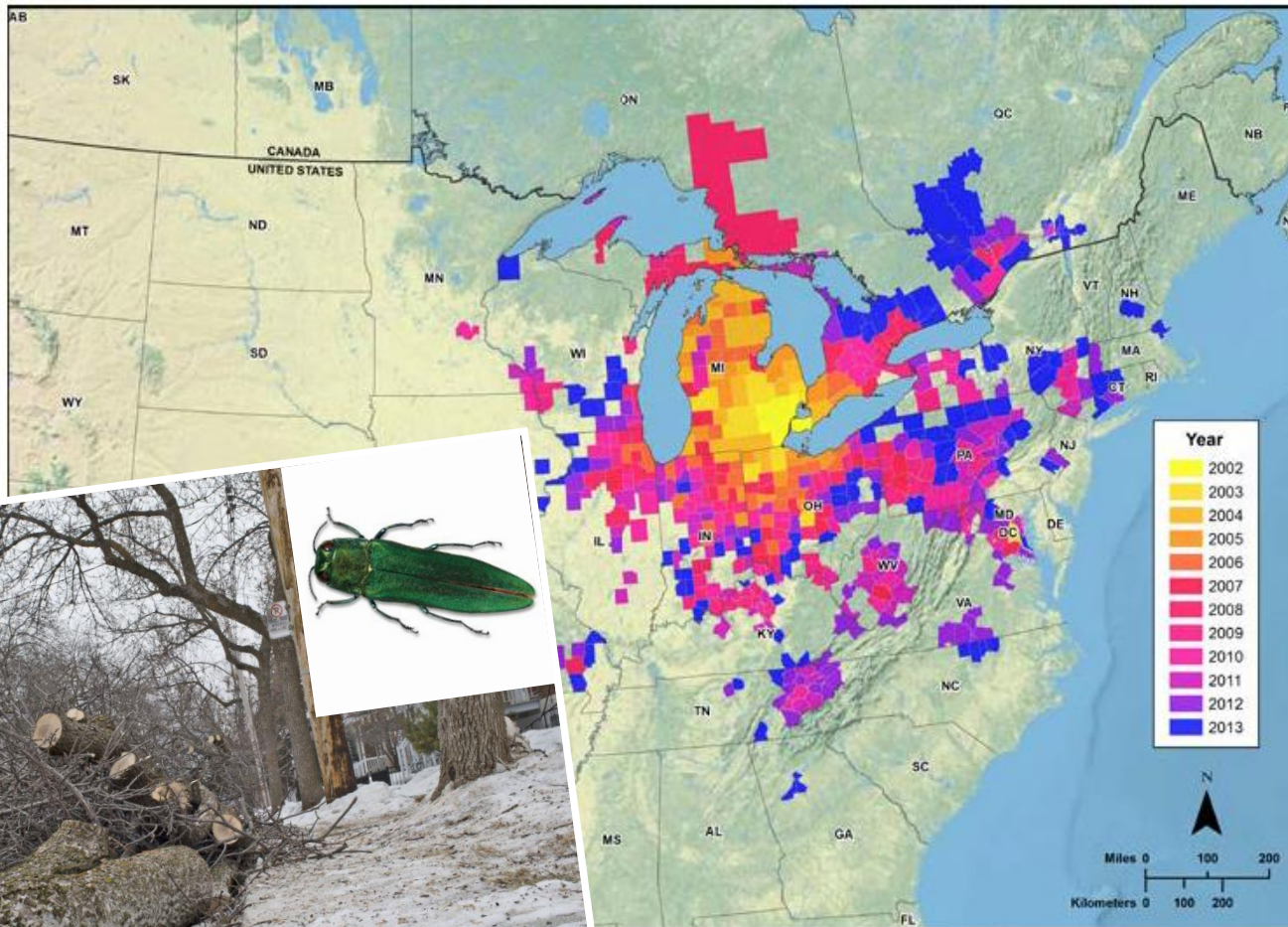
**La mort annoncée de la pruche:
le puceron lanigère de la pruche**



Connecticut

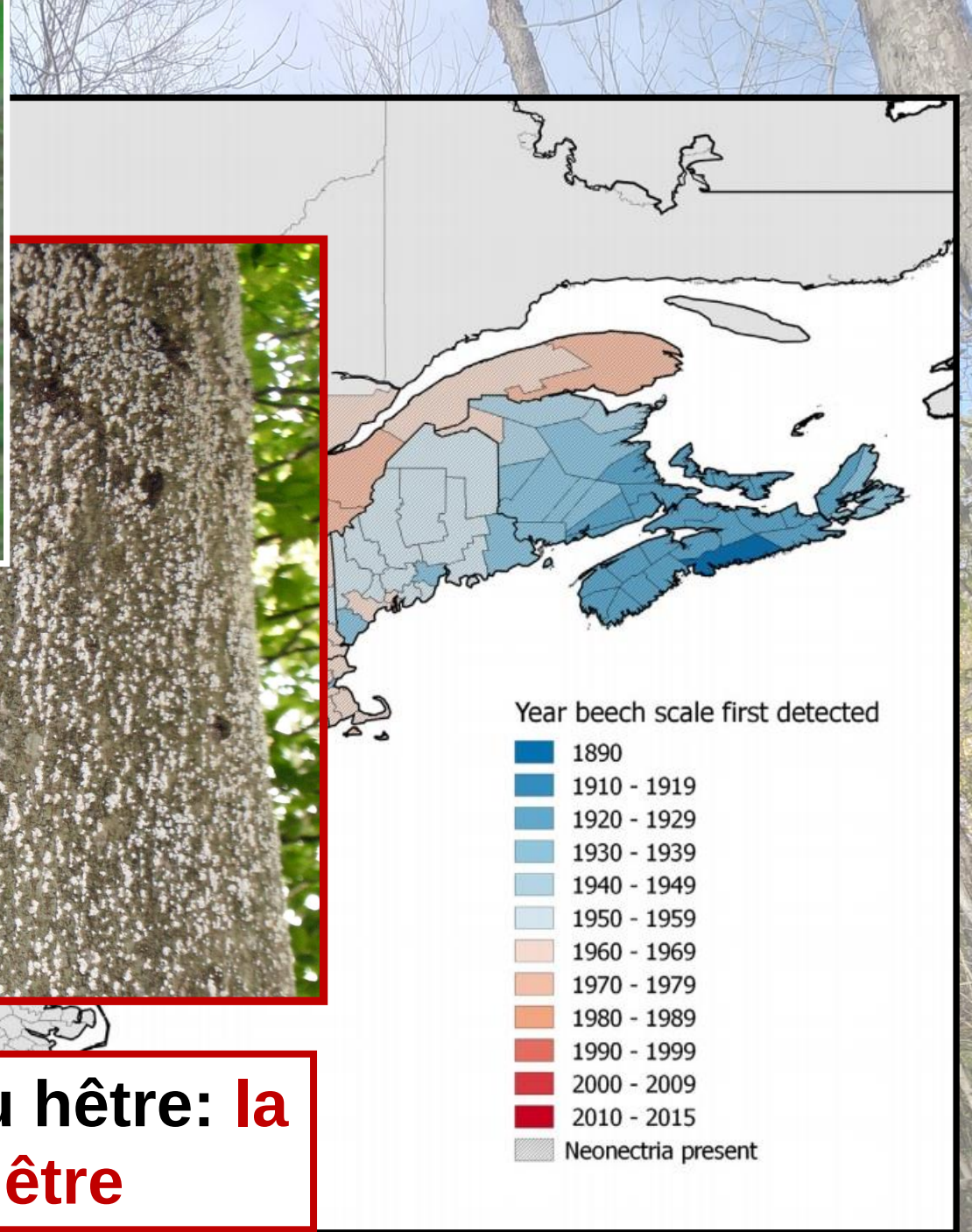


**La menace du longicorne asiatique:
un risque pour nos érables**



... from 2002 through 2013 as determined by year of first detection.
 ... work service. Data sources: USDA Animal & Plant Health Inspection Service (APHIS), Canadian
 ... Agency (CFIA). Map developed by USDA Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry, Office of
 knowledge Management (T. Luther 04/15/2014).

**Nos frênes sont en train de tous y
passer: l'agrile**

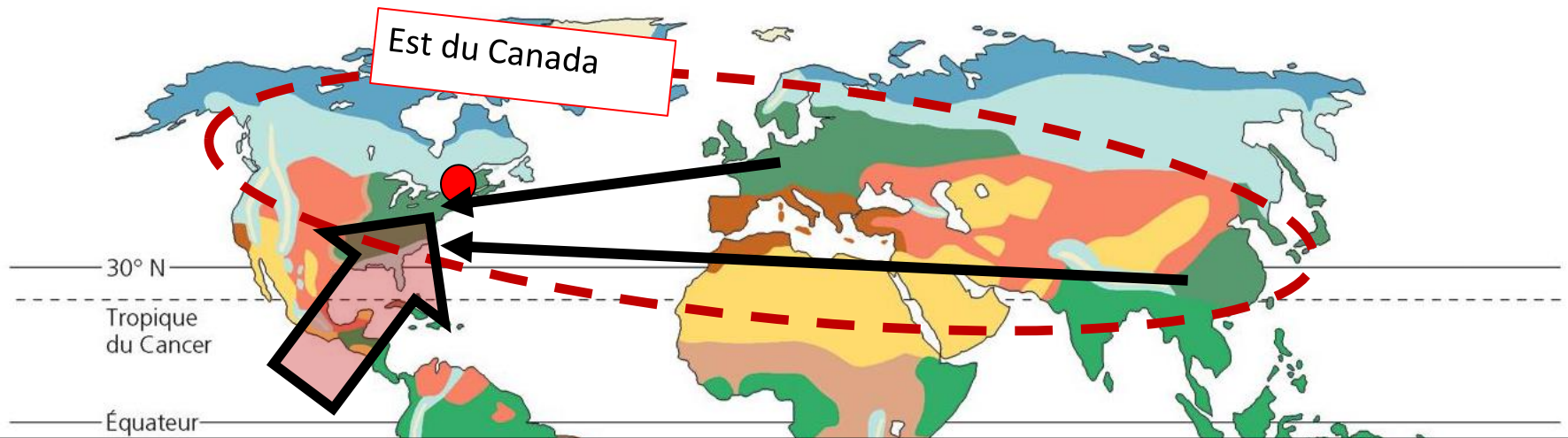


La lente disparition du hêtre: la maladie corticale du hêtre



La lente disparition du noyer
cendré: **Le chancre du noyer
cendré**

Les insectes et maladies exotiques



Ecological Applications, 26(5), 2016, pp. 1437–1455

© 2016 The Authors *Ecological Applications* published by Wiley Periodicals, Inc. on behalf of Ecological Society of America

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs License, which permits use and distribution in any medium, provided the original work is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

Nonnative forest insects and pathogens in the United States: Impacts and policy options

KATH
R

Plus de 25 insectes et maladies exotiques sont présents et risquent de fortement affecter plus de 30 espèces d'arbres du Québec dans les 50 prochaines années

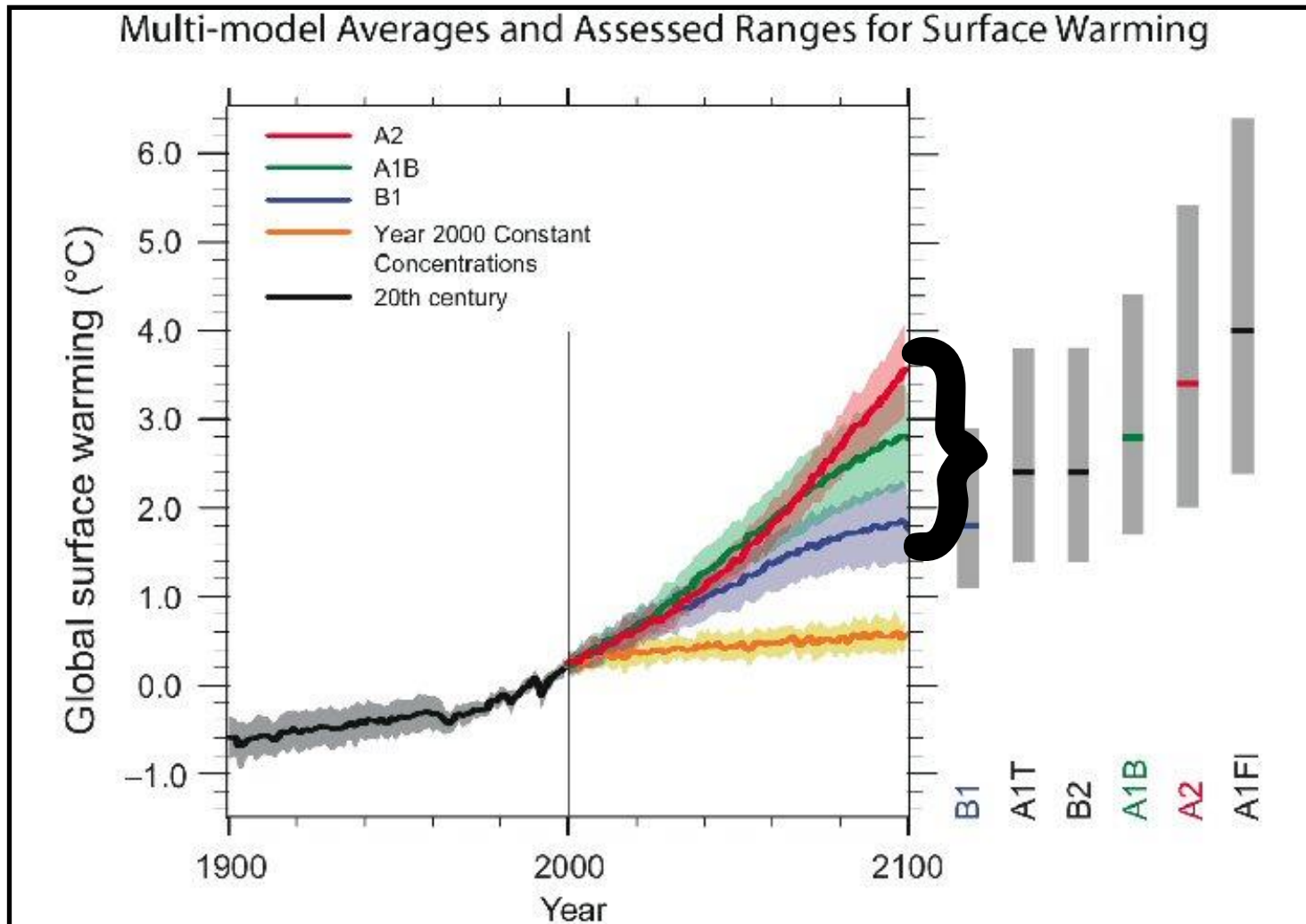
6

ILLOUGH,⁹
,¹ AND

947

(pine)

Le réchauffement climatique



Plan de la présentation

- La forêt menacée
- **Des nouveaux concepts**
- La foresterie... pour sauver la forêt

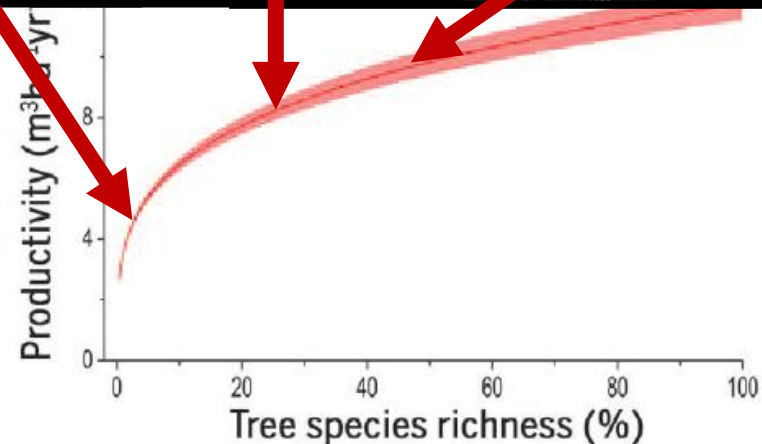
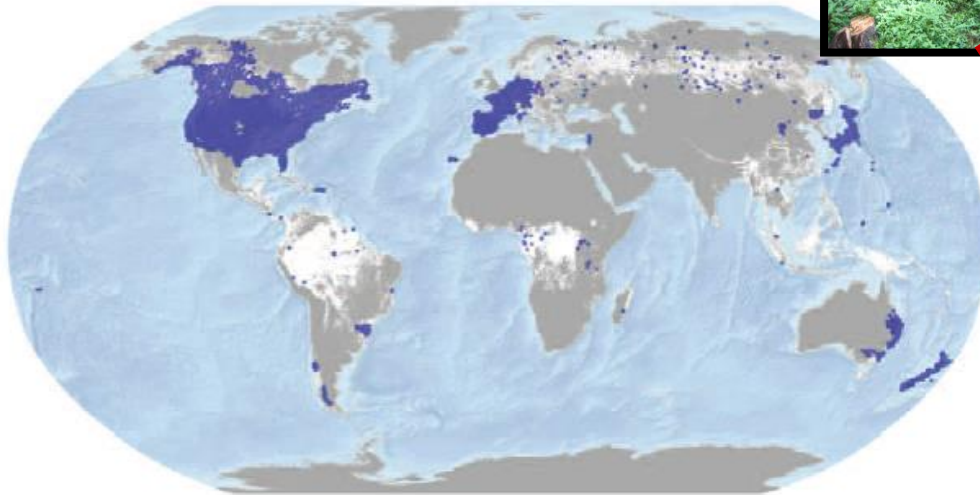
L'effet de la diversité des espèces d'arbres sur la productivité

SCIENCE sciencemag.org

14 OCTOBER 2016 • VOL 354 ISSUE 6309 aaf8957-1

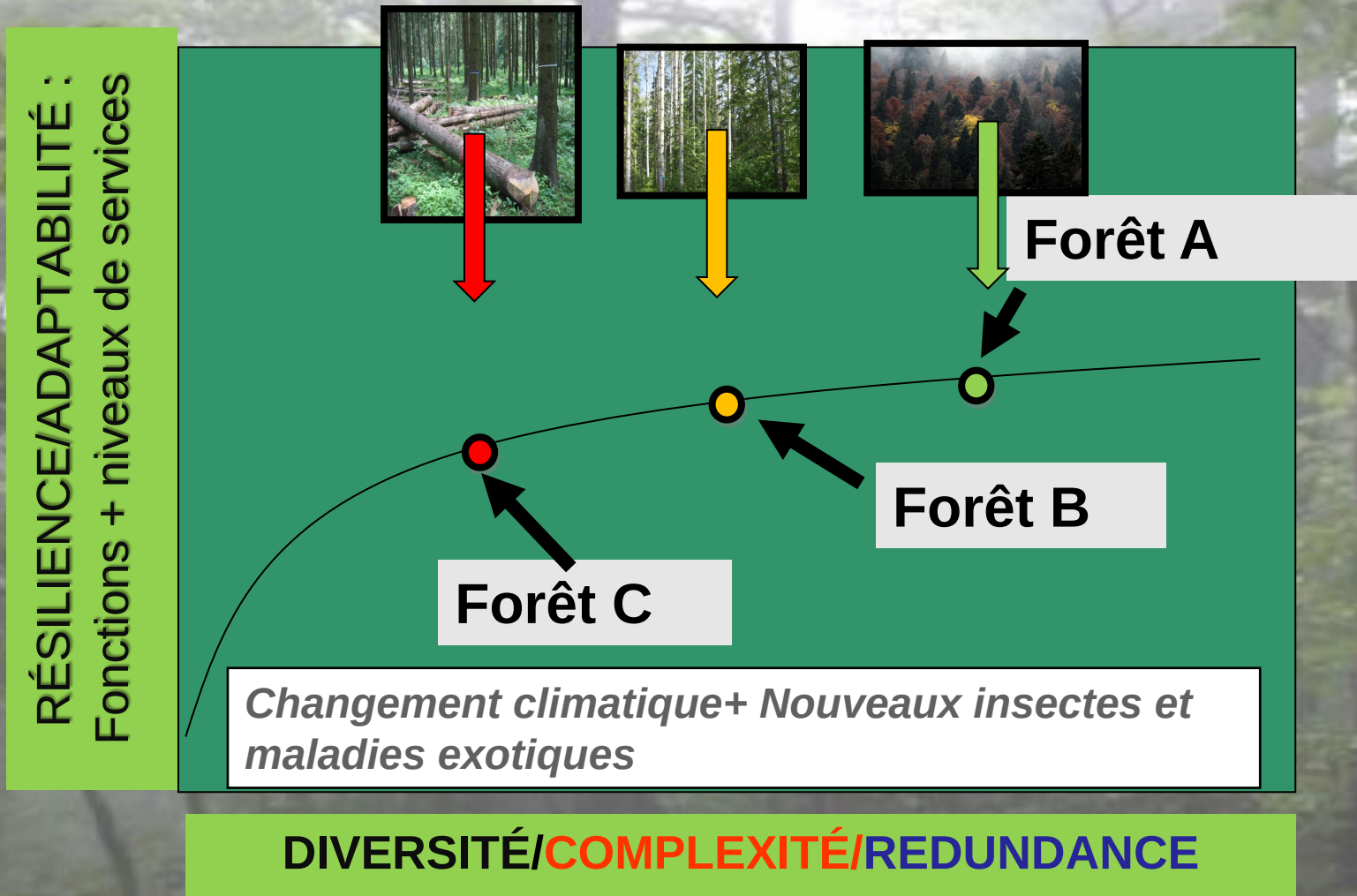
Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests

Jingjing Liang,^{1*} Thomas W. Crowther,^{2,3†} Nicolas Picard,⁴ Sergio
Giorgio Alberti,⁶ Ernst-Detlef Schulze,⁷ A. David McGuire,⁸ Fabian
Hans Pretzsch,¹⁰ Sergio de-Miguel,^{11,12} Alain Paquette,¹³ Bruno
Michael Scherer-Lorenzen,¹⁵ Christopher B. Barrett,¹⁶ Henry



Global effect of tree species diversity on forest productivity. Ground-sourced data from 777,126 global forest biodiversity permanent sample plots (dark blue dots, left) which cover a substantial portion

RÉSILIENCE / ADAPTABILITÉ

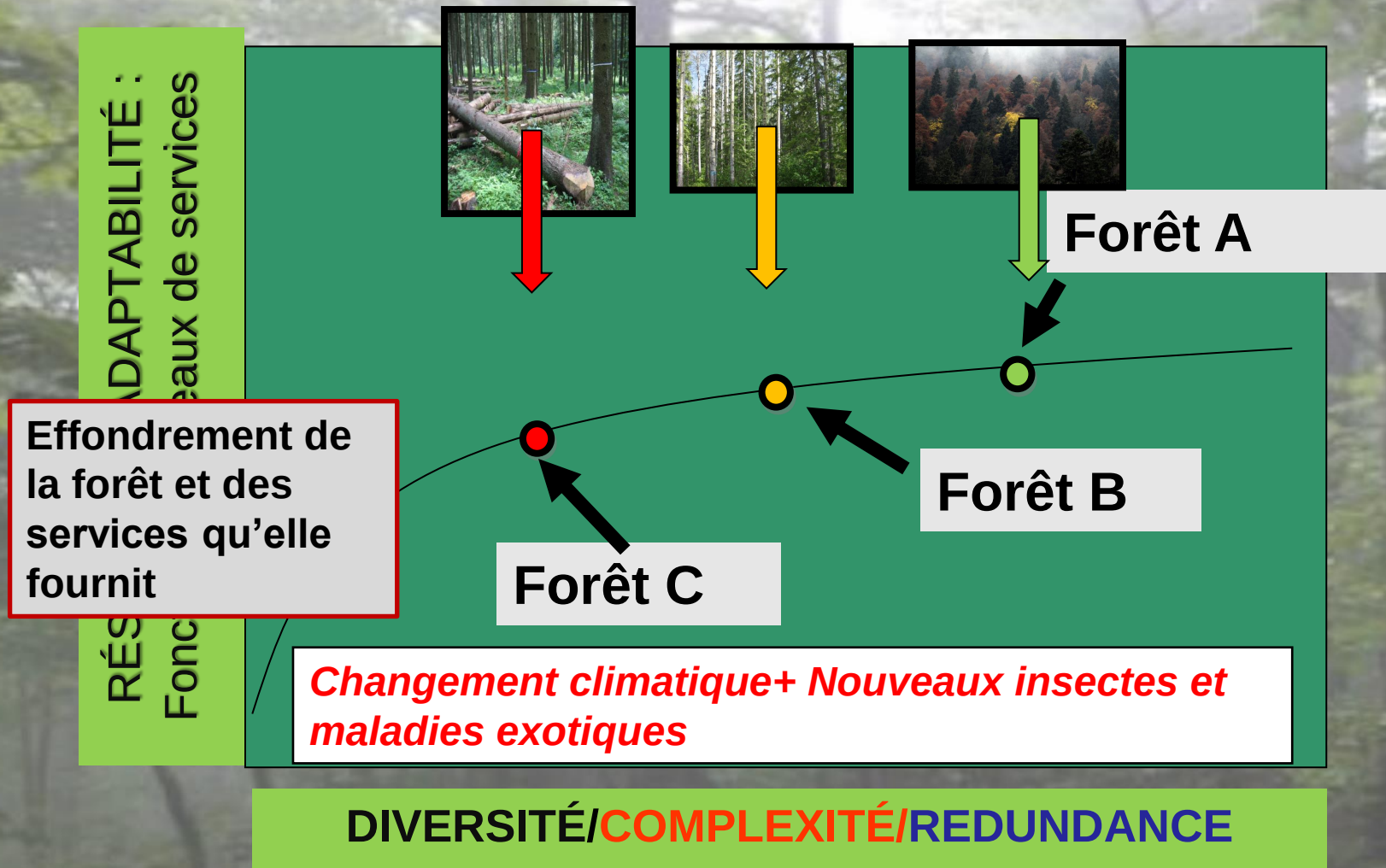


Adapté de: Loreau, M., S. Naeem, and P. Inchausti, eds. 2002. *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Qu'est-ce que la résilience?

La capacité d'un système à **résister**, **recupérer** rapidement ou s'**adapter** suite à une ou des perturbations ou stress de façon à ce que le système conserve sa structure et ses fonctions. (adapté de Gunderson & Holling 2002).

RÉSILIENCE / ADAPTABILITÉ

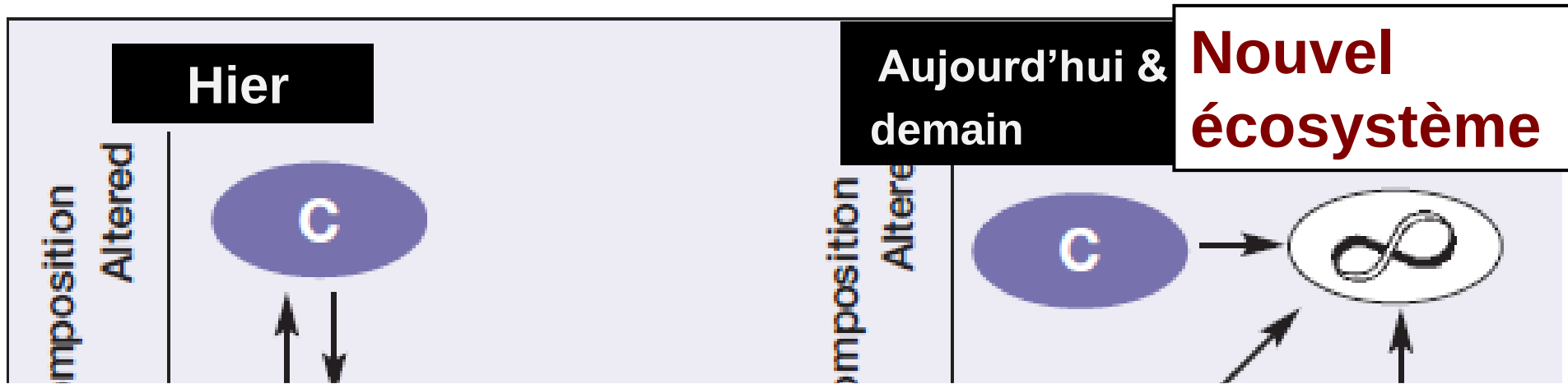


Adapté de: Loreau, M., S. Naeem, and P. Inchausti, eds. 2002. *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Concept de nouvel écosystème

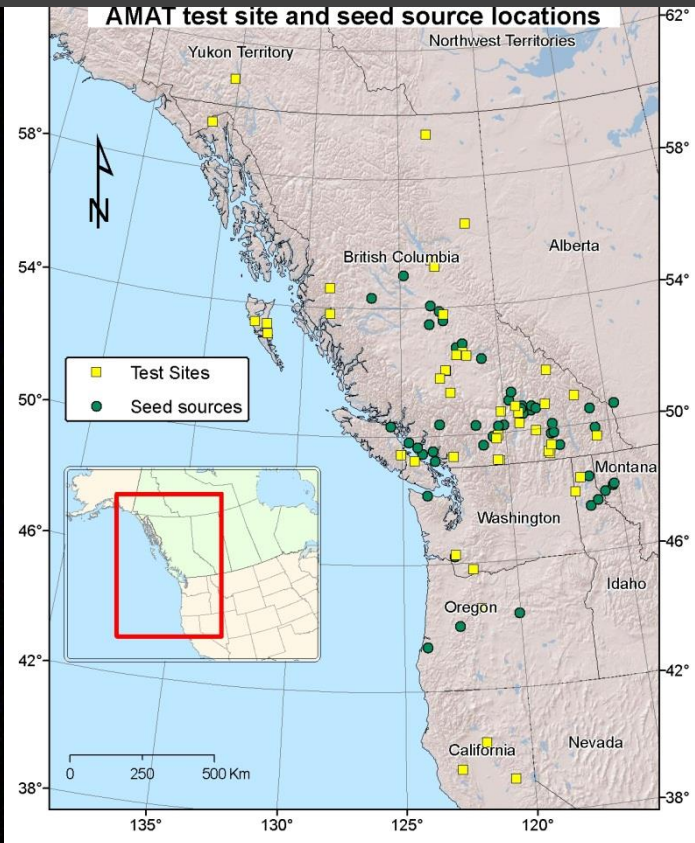
Management of novel ecosystems: are novel approaches required?

Timothy R Seastedt^{1*}, Richard J Hobbs², and Katharine N Suding³



- *Donc, il ne faut pas baser nos interventions seulement sur nos connaissances du passé, mais **intervenir en fonction des conditions futures changeantes et incertaines***

Concept de migration assistée



- *On peut donc commencer à adapter nos forêts pour le future en modifiant **la composition génétique (provenance) et spécifique (nouvelles espèces) de celles-ci***

The portfolio concept in ecology and evolution

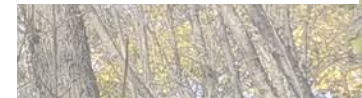
Daniel E Schindler^{1*}, Jonathan B Armstrong², and Thomas E Reed³

Biological systems have similarities to efficient financial portfolios; the emergent properties of aggregate systems are often less volatile than the individual components. The dynamics of system components are often less volatile than the individual components. The “portfolio” concept provides a framework for understanding how ecosystems are organized, how they respond to change, and how they can be managed. It also helps identify appropriate scales for development and management. It also helps identify appropriate scales for development and management. It also helps identify appropriate scales for development and management.

Front Ecol Environ 2015; 13(1): 1-11



diversifi-
integrity



- Comme pour vos investissements, **il faut DIVERSIFIER intelligemment les espèces d'arbres dans votre forêt pour réduire les risques...**

La notion de diversité **fonctionnelle**



Ou comment les différentes espèces agissent dans l'écosystème et comment ils répondent aux perturbations

- Propriétés des feuilles
- Type de dispersion
- Profondeur d'enracinement
- Distance de dispersion
- Type de mycorhize
- Densité du bois
- Épaisseur de l'écorce
- Capacité de rejet
- Etc.

Plan de la présentation

- La forêt menacée
- Des nouveaux concepts
- **La foresterie... pour sauver la forêt**

POLICY PERSPECTIVES

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

C. Messier^{1,2}, K. Puettmann³, R. Chazdon⁴, K.P. Andersson⁵, V.A. Angers⁶, L. Brotons⁷, E. Filotas^{8,9}, R. Tittler¹⁰, L. Parrott¹¹, & S.A. Levin¹²

La “ré-éducation” du forestier

¹ Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, Unit 3043, 75 North Eagleville Road, Storrs, CT, USA, 06269-3043

“Éduque” la forêt
pour produire du
bois



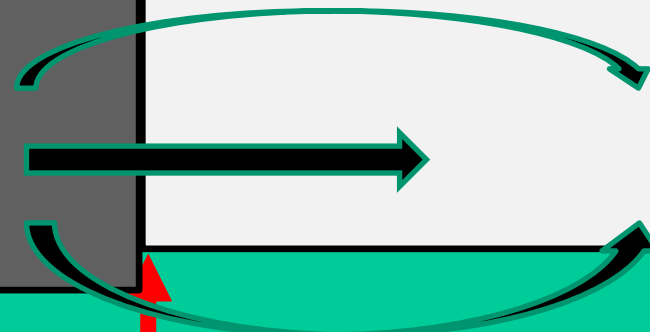
On s’ “éduque”
de la forêt



On “prépare” la
forêt pour un future
incertain

1990

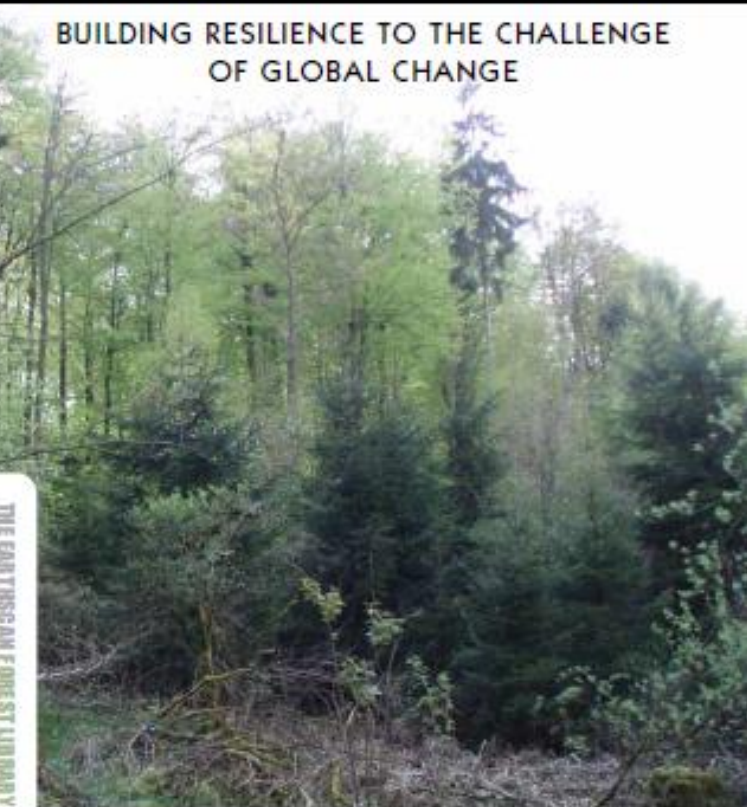
Aujourd’hui?



CRITIQUE of SILVICULTURE

Managing Forests as
Complex Adaptive Systems

BUILDING RESILIENCE TO THE CHALLENGE
OF GLOBAL CHANGE



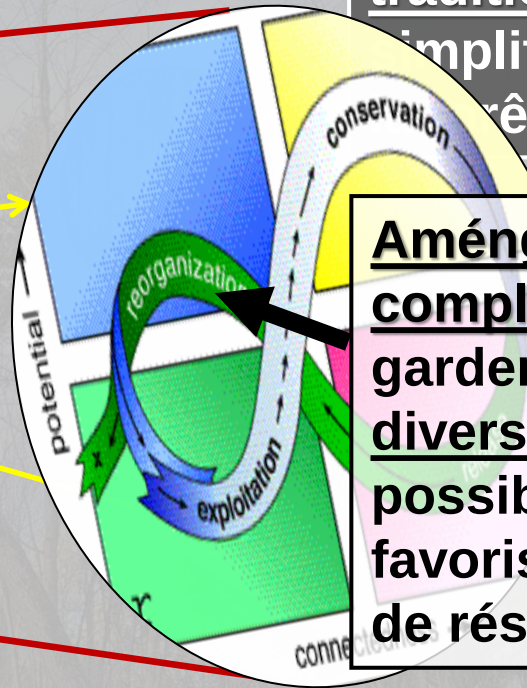
EDITED BY
CHRISTIAN MESSIER,
KLAUS J. PEUTTMANN
AND K. DAVID COATES

edrihtscon
from Routledge

e paradigme en foresterie

Aménagement
traditionnel vise à
simplifier et contrôler
le forêt

Aménagement pour la
complexité vise à
garder la forêt la plus
diverse et connectée
possible afin de
favoriser une diversité
de résultats possibles



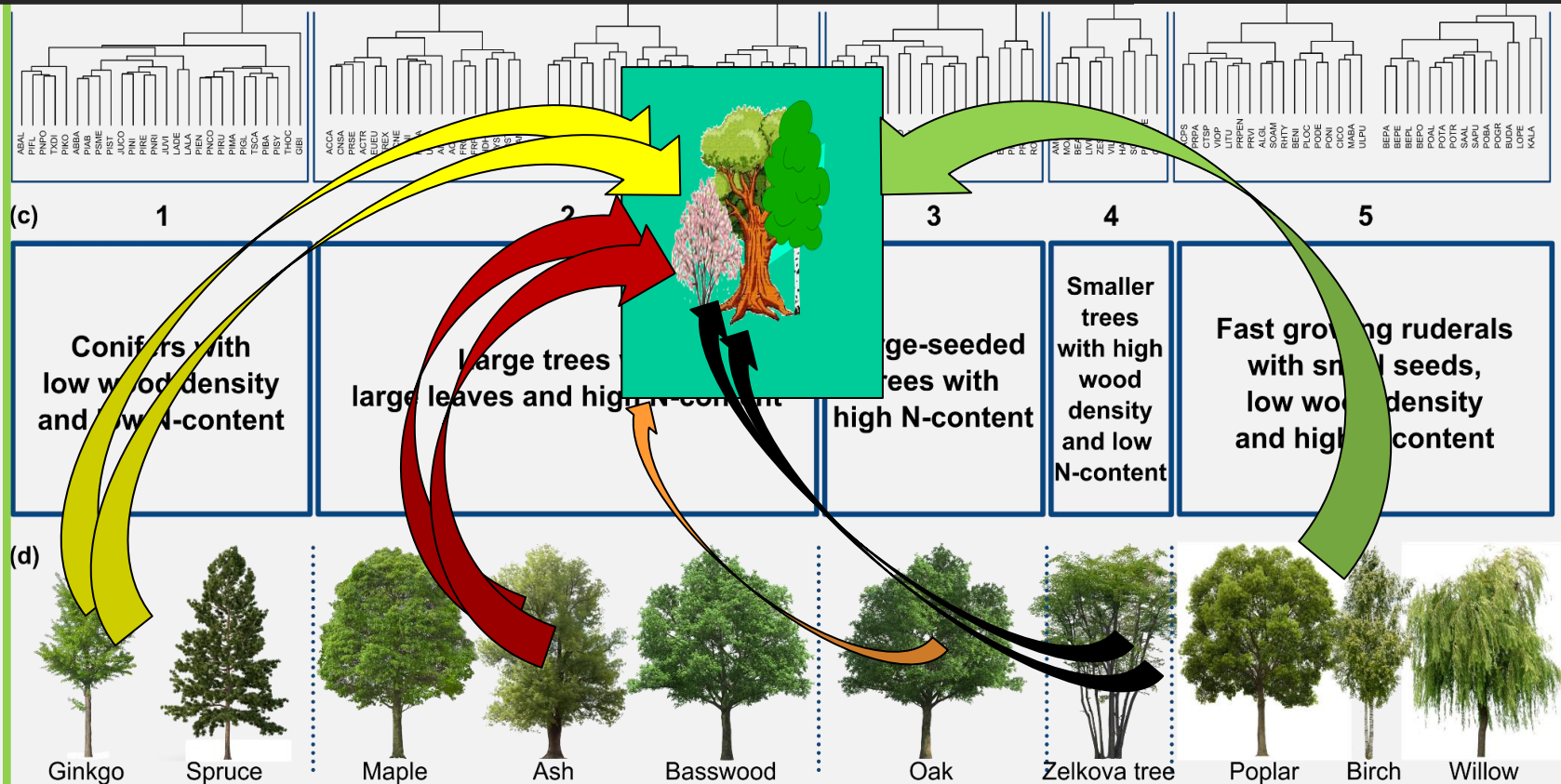
mps (année)

(1) Maximise la diversité fonctionnelle

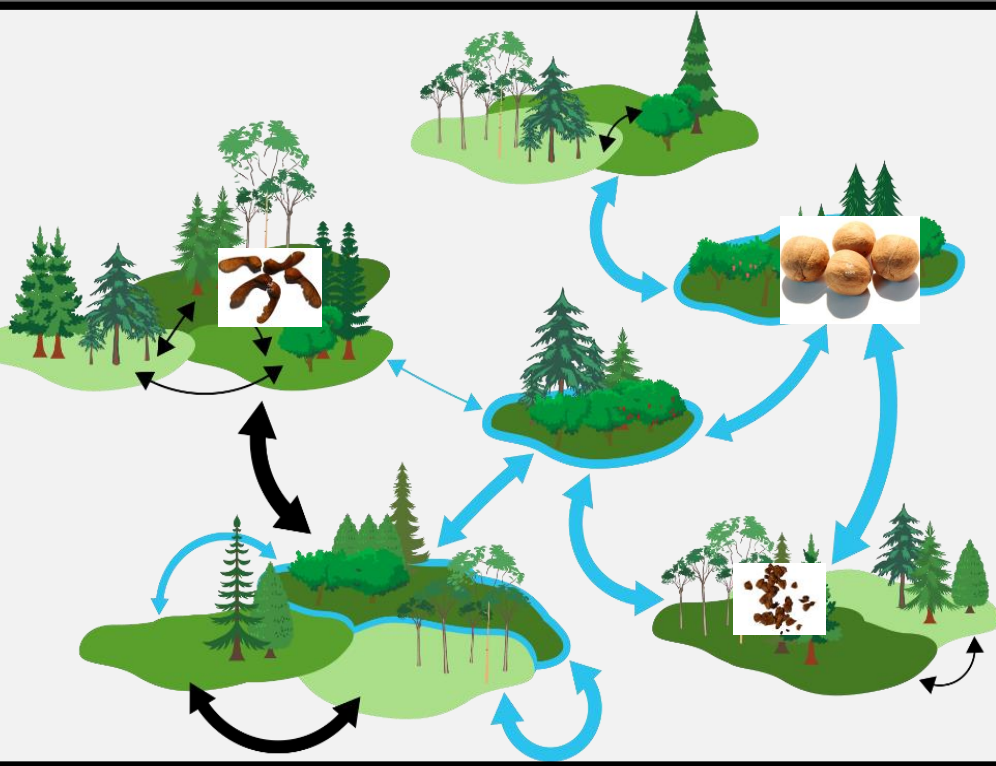
(a)



PAQUETTE, SOUSA-SILVA, MAURE, CAMERON, BELLUAU & MESSIER. 2021.
Praise for diversity: A functional approach to decrease risk in urban forests.
(Accepté dans **Urban Forestry and Urban Greening**)



(2) Maximise la connectivité fonctionnelle

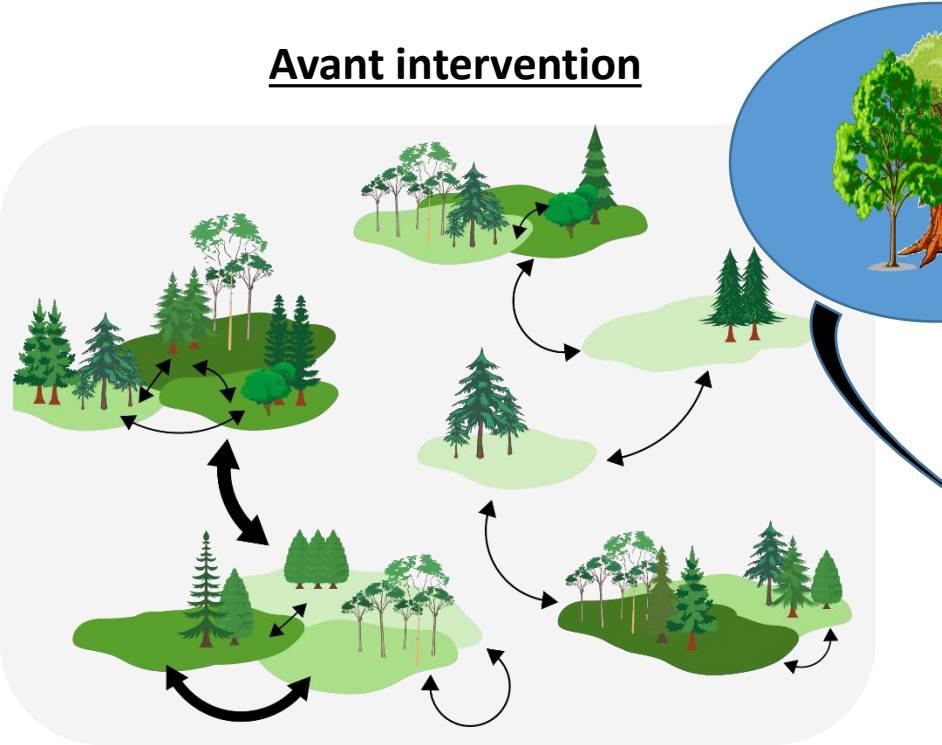


Forest Ecosystems

CONNECTIVITÉ FONCTIONNELLE: Niveau d'échange possible des propagules des arbres (mesuré en terme de traits fonctionnels pouvant être transférés) entre peuplements/propriétés forestières

(2) Maximise la connectivité fonctionnelle

Avant intervention



DF= 2,7

CF= 1,8

Diversité fonctionnelle



Faible

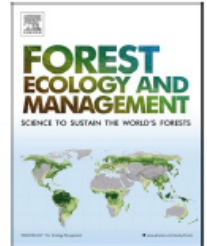
Forte



Contents lists available at ScienceDirect

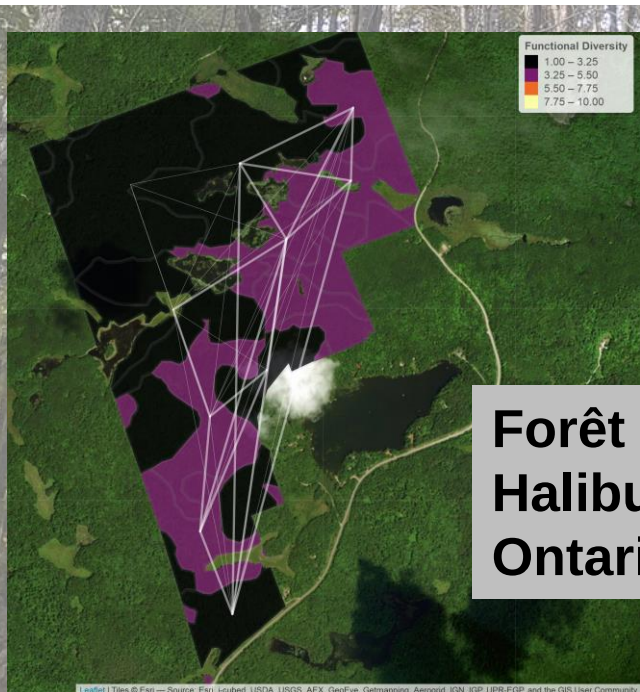
Forest Ecology and Management

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

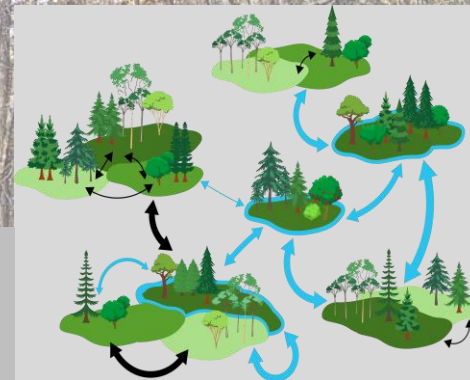


A simple-to-use management approach to boost adaptive capacity of forests to global uncertainty

Núria Aquilué^{a,b,*}, Christian Messier^{a,c}, Kyle T. Martins^d, Véronique Dumais-Lalonde^d, Marco Mina^a



**Forêt privée
Haliburton en
Ontario**



Managing the Unexpected – Resilient Forest Landscapes to Novel Climate and Insect Outbreak Disturbance Regimes

IALE-NA Annual Meeting

April 12, 2021

Marco Mina



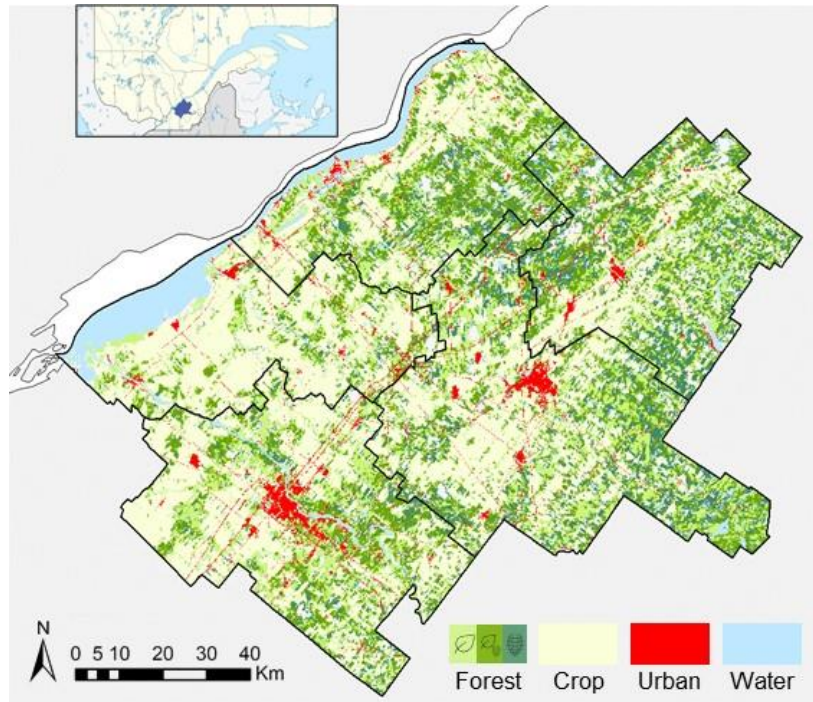
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
À MONTRÉAL



CENTER FOR FOREST
RESEARCH

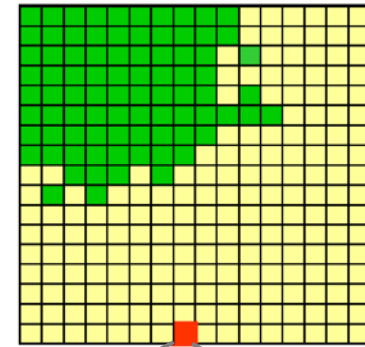
Regional landscape

Centre-du-Quebec



Simulation Model

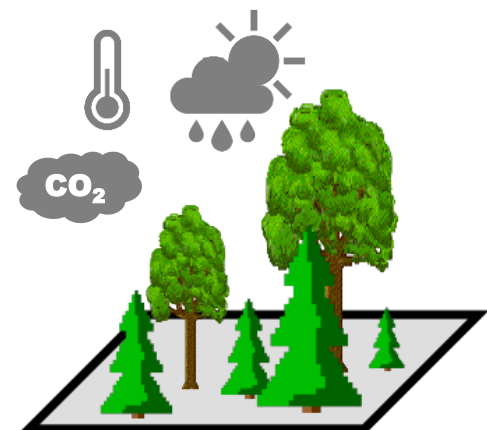
LANDIS-II



Scheller et al. (2007)

1 hectare

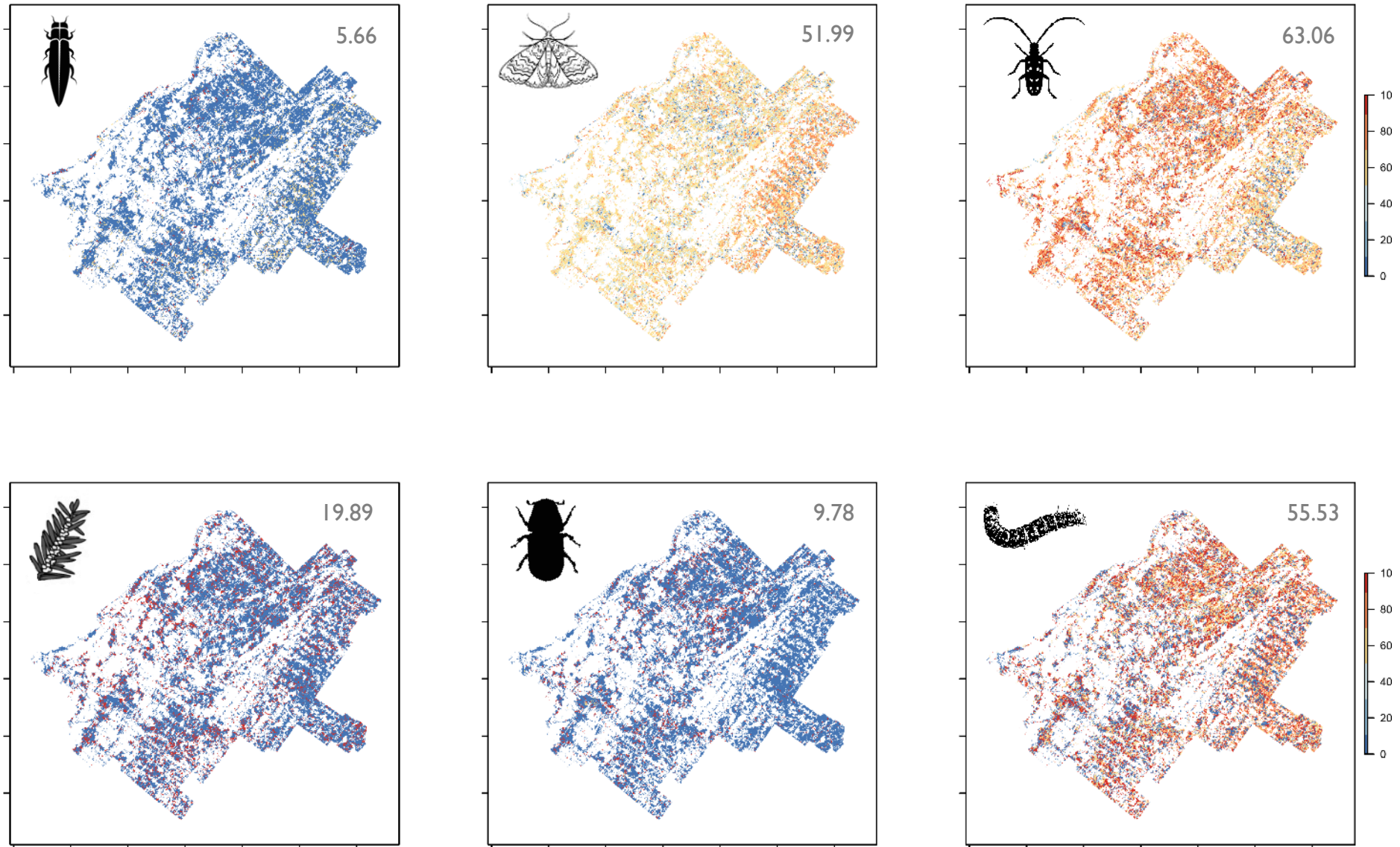
PnET-Succession



de Bruijn et al. (2014)

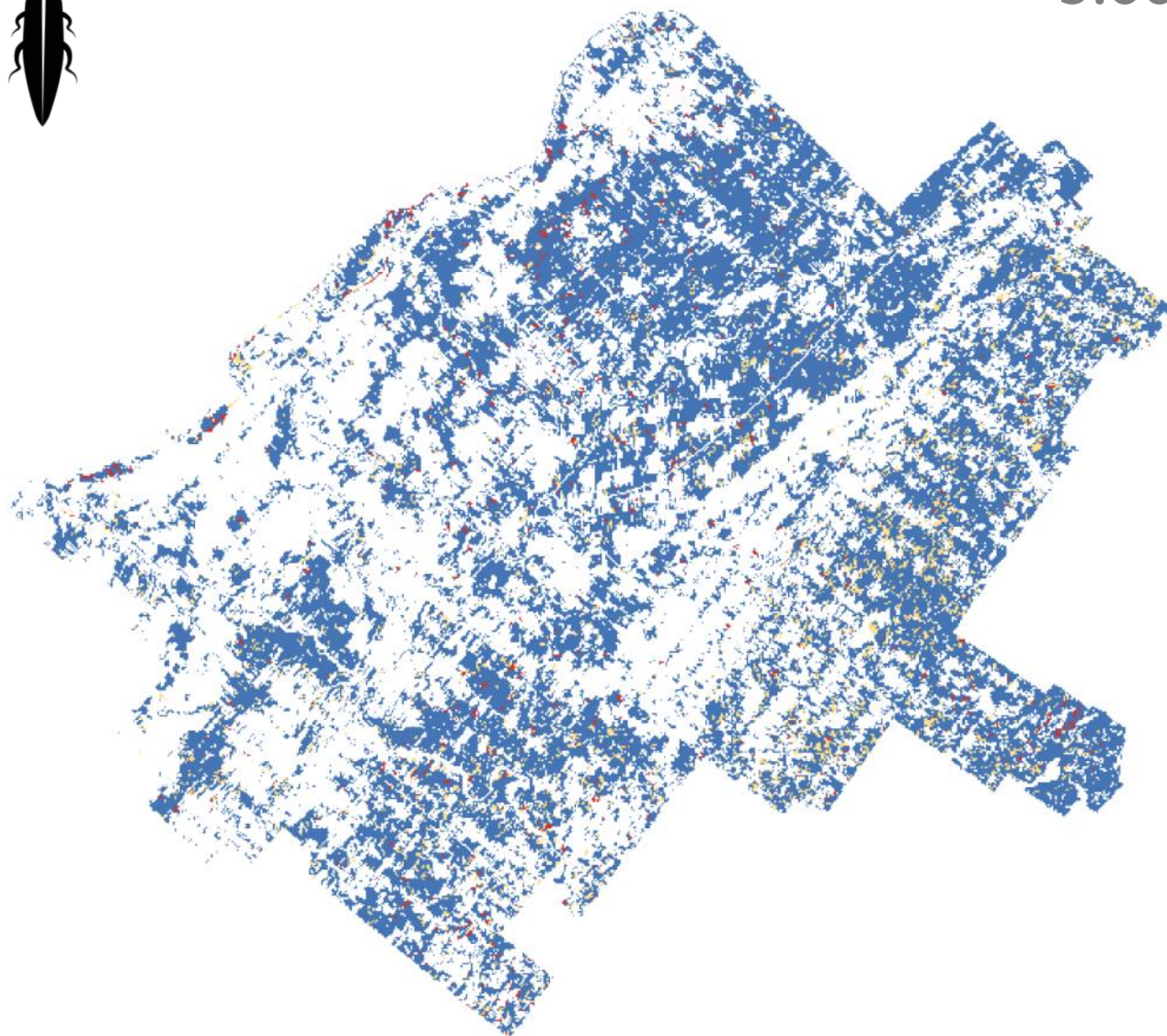
Current Susceptibility of the Landscape

Site Resource Dominance



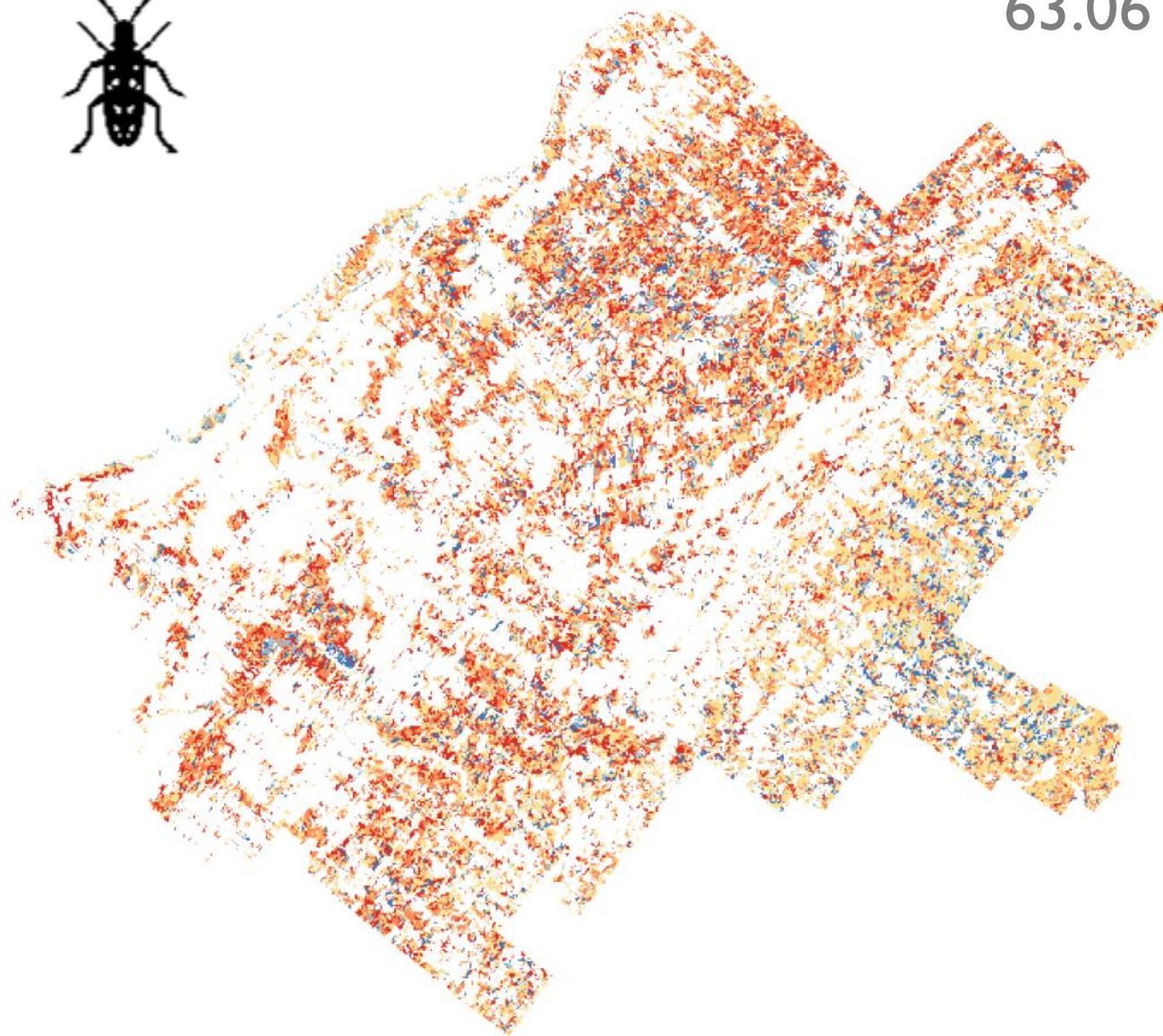


5.66



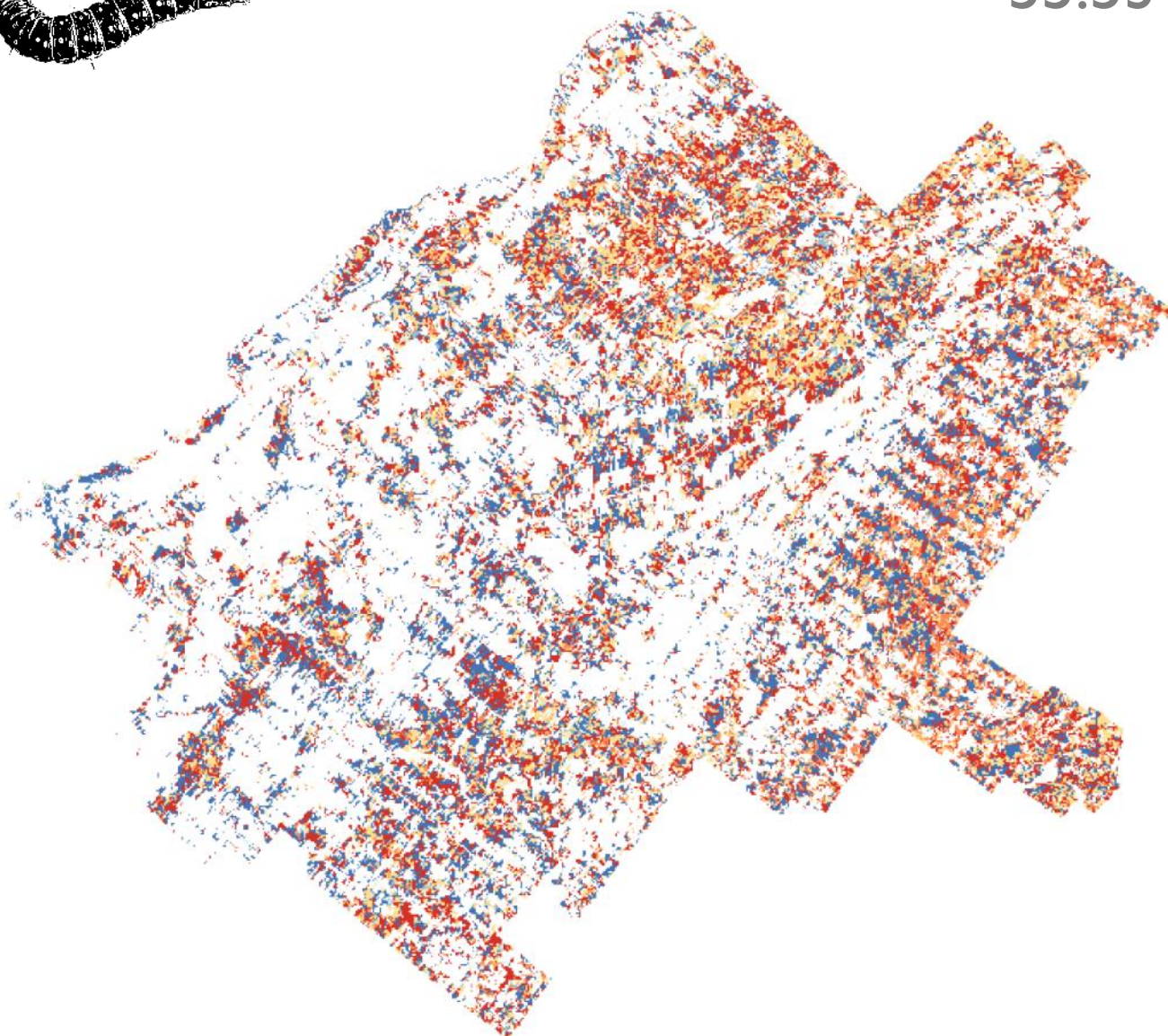


63.06

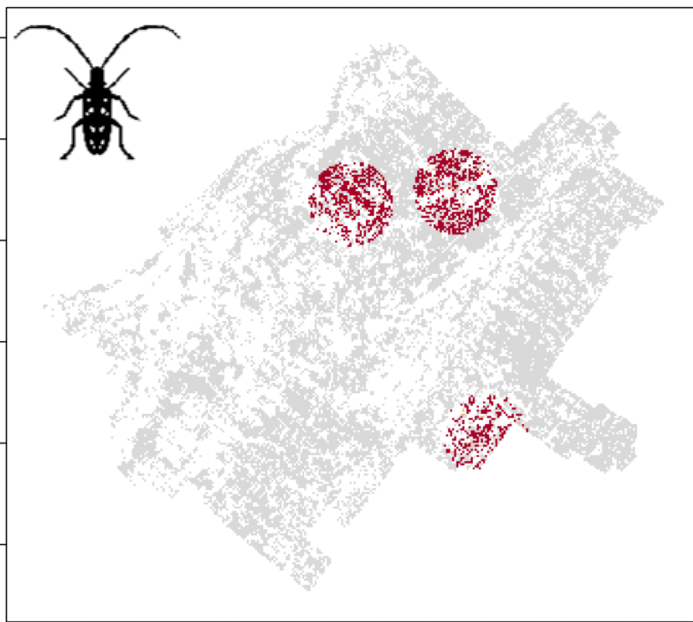




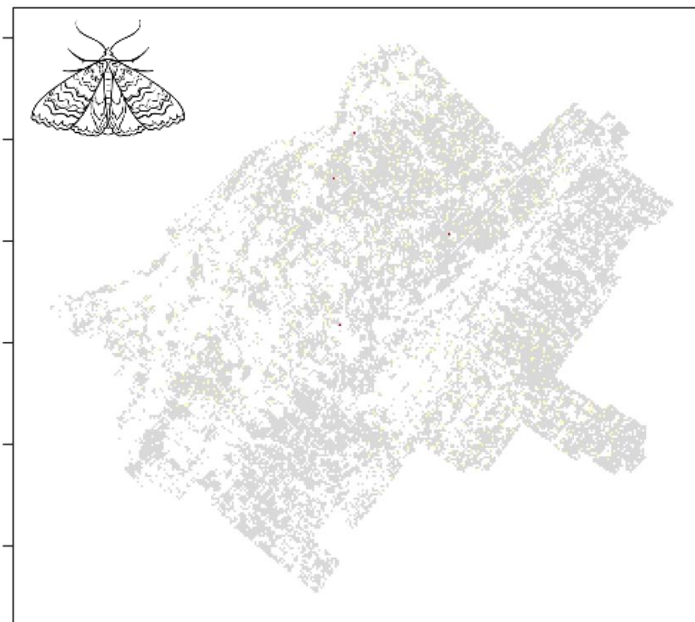
55.53



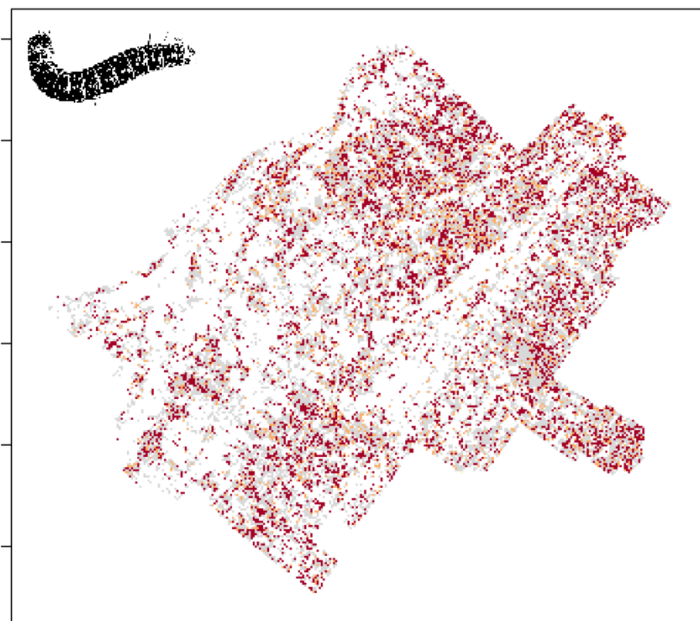
AsianLonghornedBeetle_Severity_30



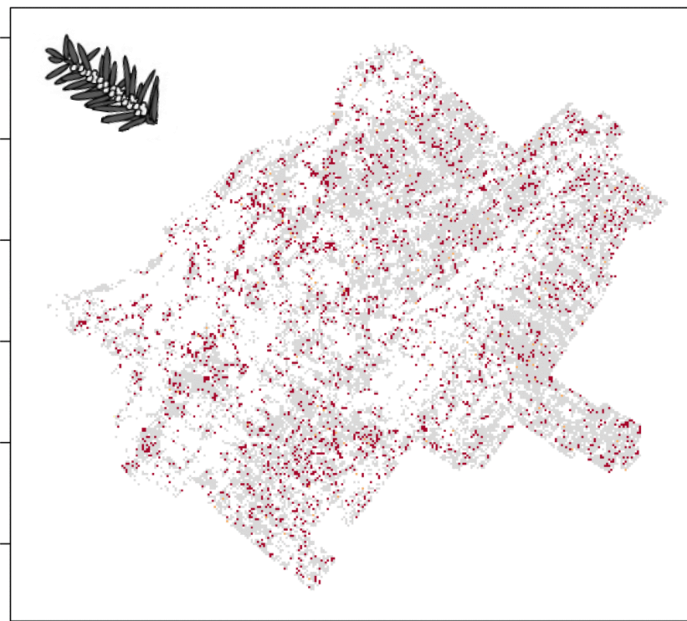
GypsyMoth_Severity_20



SpruceBudWorm_Severity_40

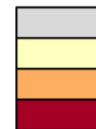


HemlockWoollyAdelgid_Severity_30



Severity

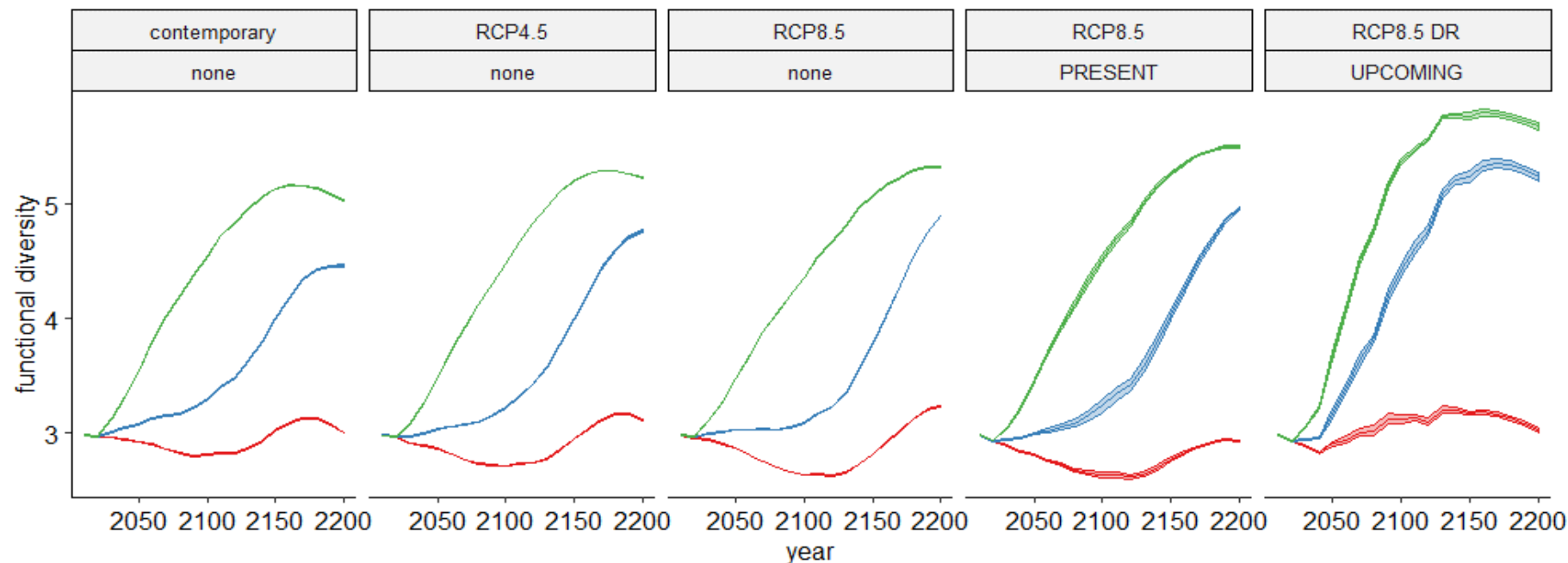
NonDist
Low
Medium
High



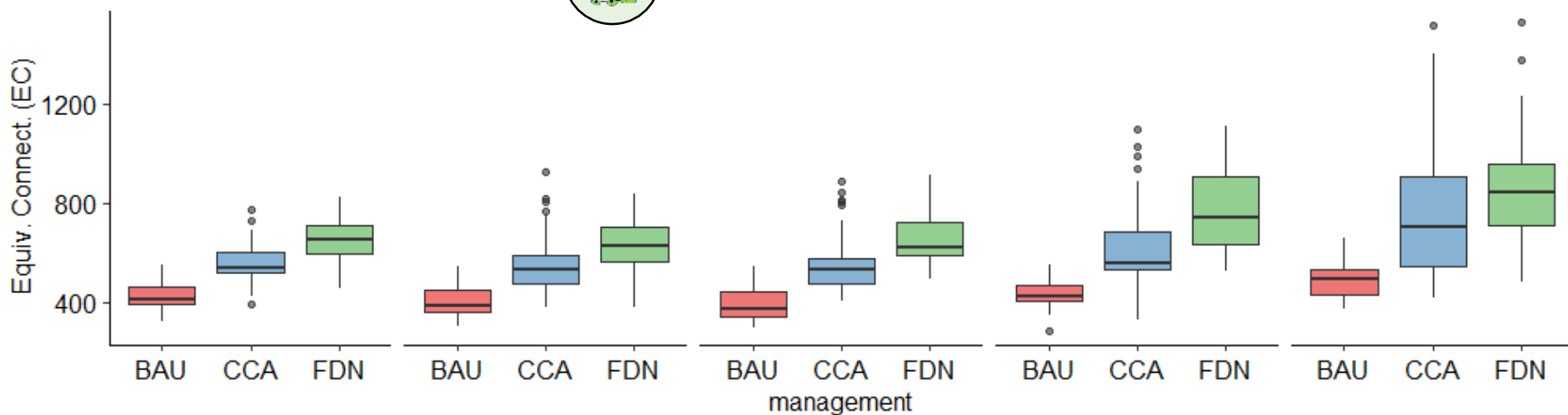
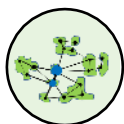
Functional diversity



mgmt BAU CCA FDN



Functional Connectivity



Comment on fait cela dans la vrai vie?



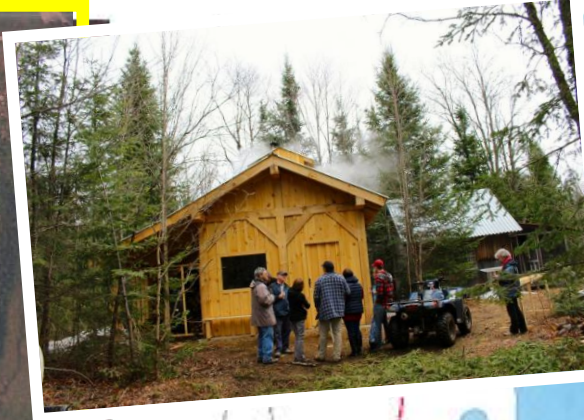


CARTOGRAPHIE

Numéro de la carte forestière : 31 G15 NO

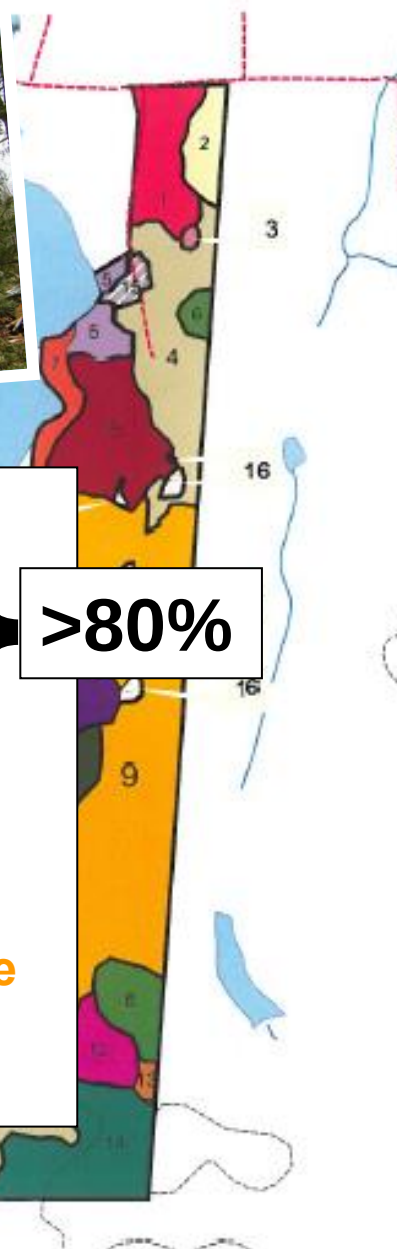
Échelle : 1 cm : 80 m 1 po : 667 pi

Localisation des peuplements



Sapin
Peupliers
Érable à sucre
Érable rouge
Bouleau jaune
Bouleau blanc
Tilleul
Pruche
Cerisier d'automne
Pin blanc
Chêne rouge

>80%



Application: SylvForêt

Cet outil permet de déterminer:

- La diversité fonctionnelle des peuplements
- La connectivité fonctionnelle entre les peuplements
- Le niveau de vulnérabilité des peuplements
- Le niveau de résilience des peuplements

Groupes 2, 3 & 4



Il propose d'intervenir pour **maximiser la résilience** au moindre coût.



Peuplement

P1 P8 P9 P14



Conifères ① Tolérants à l'ombre ② Arbres frugifères ③ Tolérants à la sécheresse ④ Tolérance à l'inondation ⑤

Diversité fonctionnelle

Faible Forte





INCERTITUDES CLIMATIQUES ET BIOTIQUES :

COMMENT RENDRE NOTRE ÉRABLIÈRE PLUS RÉSILIENTE FACE À CES MENACES?

Dans le contexte actuel des changements globaux qui s'accroissent, tous les êtres vivants font face au besoin de s'adapter à ces nouvelles conditions, et les arbres et les forêts n'y font pas exception.

**CHRISTIAN MESSIER, ING. F., PROFESSEUR D'ÉCOLOGIE FORESTIÈRE, UQAM, UQO, ISFORT, CEF ET ASSOCIÉ CHEZ ECO2URB, ET
FANNY MAURE, BIOL., ASSISTANTE DE RECHERCHE À L'UQAM ET CHARGÉE DE PROJET CHEZ ECO2URB**

Outre un climat changeant — caractérisé par des événements météorologiques extrêmes — la composition ou peut changer de composition et de structure afin de



Tableau 1. Comparaison des espèces d'arbres selon leur groupe fonctionnel et leur proportion dans le peuplement, et recommandations d'interventions sylvicoles visant à augmenter la diversité fonctionnelle (DF) dans une érablière sucrière et une érablière aménagée ou pas pour la production de bois ayant des climats et des sols semblables

ESSENCES PRÉSENTES	GROUPE FONCTIONNEL (FIGURE 2)	ÉRABLIÈRE SUCRIÈRE (A) AVEC UNE DF TRÈS FAIBLE AVANT INTERVENTION SYLVICOLE		ÉRABLIÈRE AMÉNAGÉE OU PAS (B) AVEC UNE DF MODÉRÉE AVANT INTERVENTION SYLVICOLE	
		Proportion des essences avant intervention	Recommandations d'interventions sylvicoles afin d'augmenter la DF	Proportion des essences avant intervention	Recommandations d'interventions sylvicoles afin d'augmenter la DF
Sapin	1A	1%	Maintenir à 1%	5 %	Réduire à 2,5%
Épinette blanche	1A	1%	Maintenir à 1%	2,5%	Maintenir à 2,5 %
Pin blanc	1B	1%	Augmenter à 5 %	2,5%	Augmenter à 10%
Érable à sucre	2A	75 %	Diminuer à 50 %	35 %	Réduire à 25 %
Érable rouge	2B	20 %	Diminuer à 10 %	10 %	Réduire à 5 %
Tilleul	2A	<1%	Augmenter à 5 %	10 %	Maintenir à 10 %
Cerisier tardif	3B	(<1%)	Augmenter à 5 %	10 %	Maintenir à 10 %
Chêne rouge	4	(<1%)	Augmenter à 5 %	(<1%)	Augmenter à 10 %
Peuplier à grandes dents	5	(<1%)	Augmenter à 2,5 %	5 %	Maintenir à 5 %
Bouleau blanc	5	(<1%)	Augmenter à 2,5 %	10 %	Réduire à 5 %
Chêne à gros fruits	4	0%	Augmenter à 5 %	0 %	Augmenter à 5 %
Caryer	4	0%	Augmenter à 5 %	0 %	Augmenter à 5 %

Les changements de composition en espèces proviennent soit d'actions d'interventions sylvicoles visant à régénérer naturellement une espèce déjà présente ou via la plantation de nouvelles espèces d'arbre (espèces surlignées en gris dans le bas du tableau).

Tableau 2. Indices de diversité avant et après l'application des recommandations dans deux érablières

INDICES DE DIVERSITÉ	ÉRABLIÈRE SUCRIÈRE (A)		ÉRABLIÈRE AMÉNAGÉE OU PAS (B)	
	Avant aménagement	Après l'application des recommandations	Avant aménagement	Après l'application des recommandations
Richesse (nombre d'espèces)	10	12	10	12
Équitabilité	0,1	0,3	0,3	0,6
Fonctionnelle	1,1	2,3	1,9	3,3

EN CONCLUSION

- La forêt est menacée par les changements climatiques ET AUSSI par un nombre grandissant de facteurs biotiques
- La foresterie POURRAIT être utilisée pour aider la forêt à s'adapter ET réduire les risques face aux incertitudes biotiques et abiotiques futures
- Mais il faut s'affranchir du paradigme actuel de la foresterie vieux de 300 ans *qu'il faut simplifier la forêt afin d'augmenter la croissance et proportion de certaines espèces déterminées*

Merci

