



NATURAL RESOURCES CANADA - INVENTIVE BY NATURE

De l'aménagement écosystémique à l'adaptation au changement climatique en forêt boréale: parcours d'une chercheure gouvernementale

Sylvie Gauthier

Conférence du CEF, Mai 2016



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

Contexte

Le CEF... est le seul regroupement au Québec à avoir pour mission centrale la formation avancée et la recherche sur la forêt.

En grande partie ses étudiants



The plans:

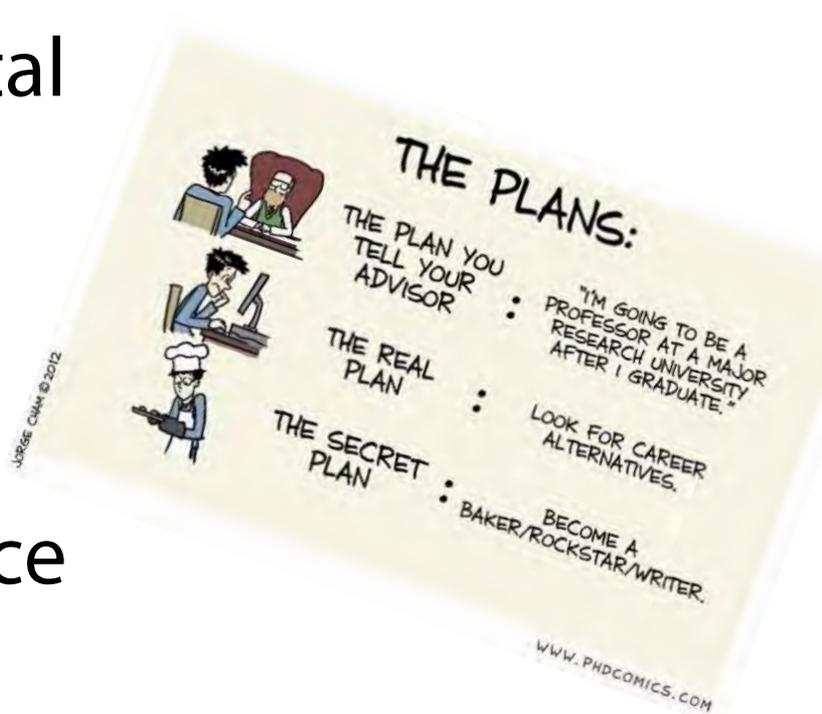
CEF

En par
étudi



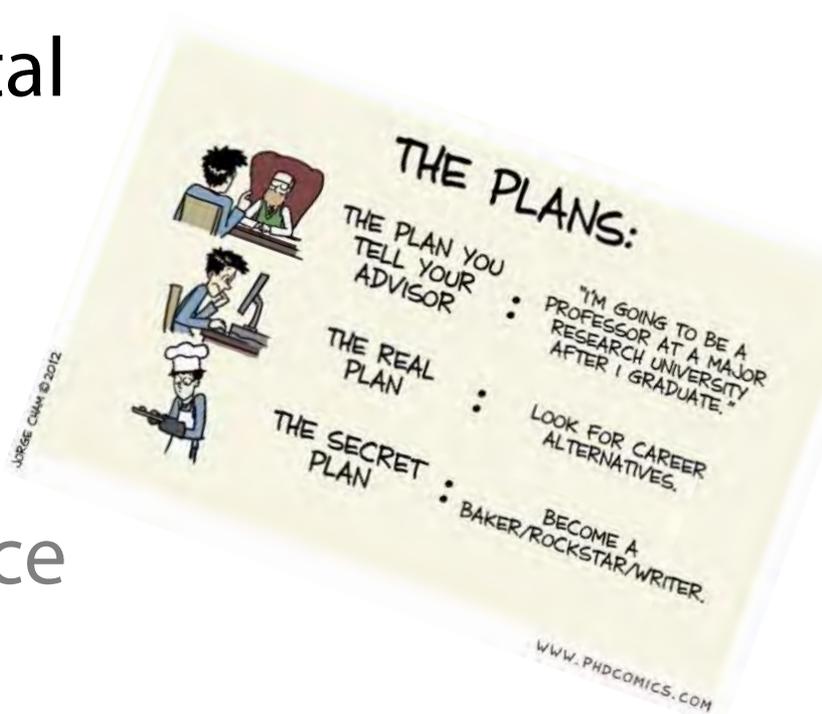
The real plan

- Professeur chercheur universitaire
- Chercheur gouvernemental
- Chercheur industriel
- Décideur/ poste d'influence



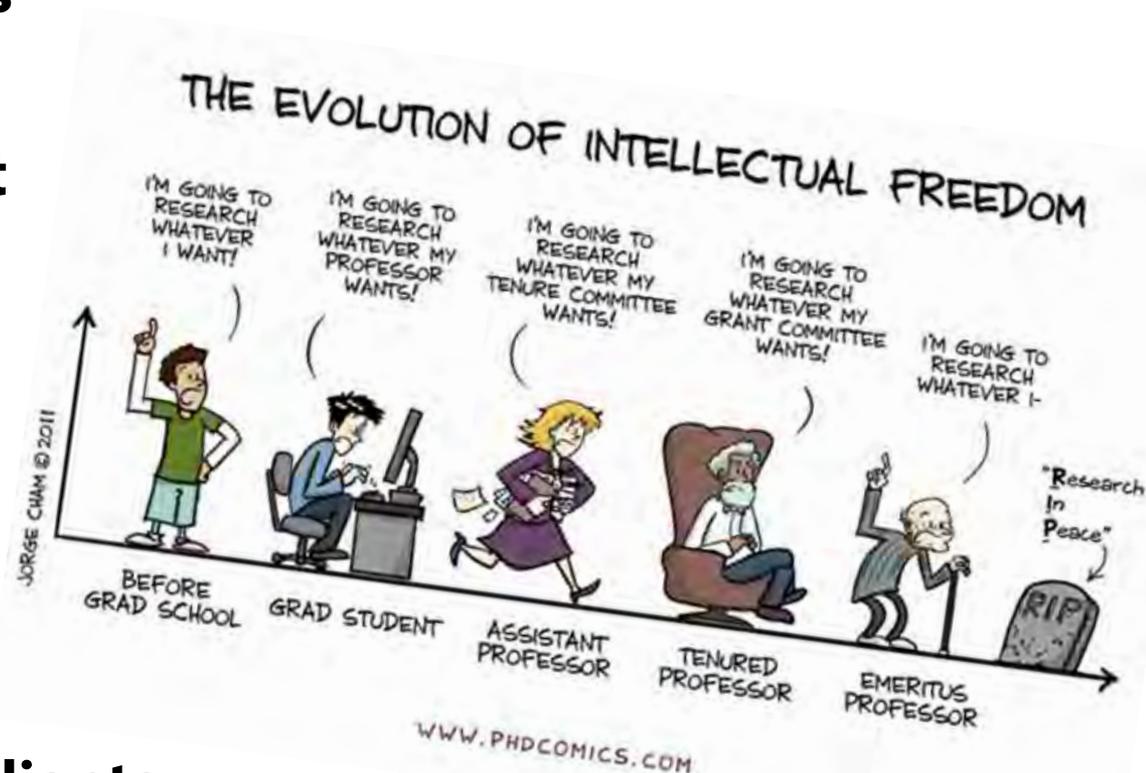
The real plan

- Professeur chercheur universitaire
- Chercheur gouvernemental
- Chercheur industriel
- Décideur/ poste d'influence



Le chercheur gouvernemental

- Travaux plus dirigés
- Mandat d'intérêt
- Scientifique/ expert
- Devoir de réserve
- Travail d'équipe multi-disciplinaire
- Éducation/ Enseignement/ Vulgarisation
- Encadrement d'étudiants



Contexte du chercheur gouvernemental

- Chercheure à RNCAN
- Plus spécifiquement au Service canadien des forêts (SCF) qui compte environ 120 chercheurs



Le SCF

- 5 centres de recherche:
 - Victoria
 - Edmonton
 - Sault Ste Marie
 - Québec
 - Fredericton (Corner Brooke)



Le SCF

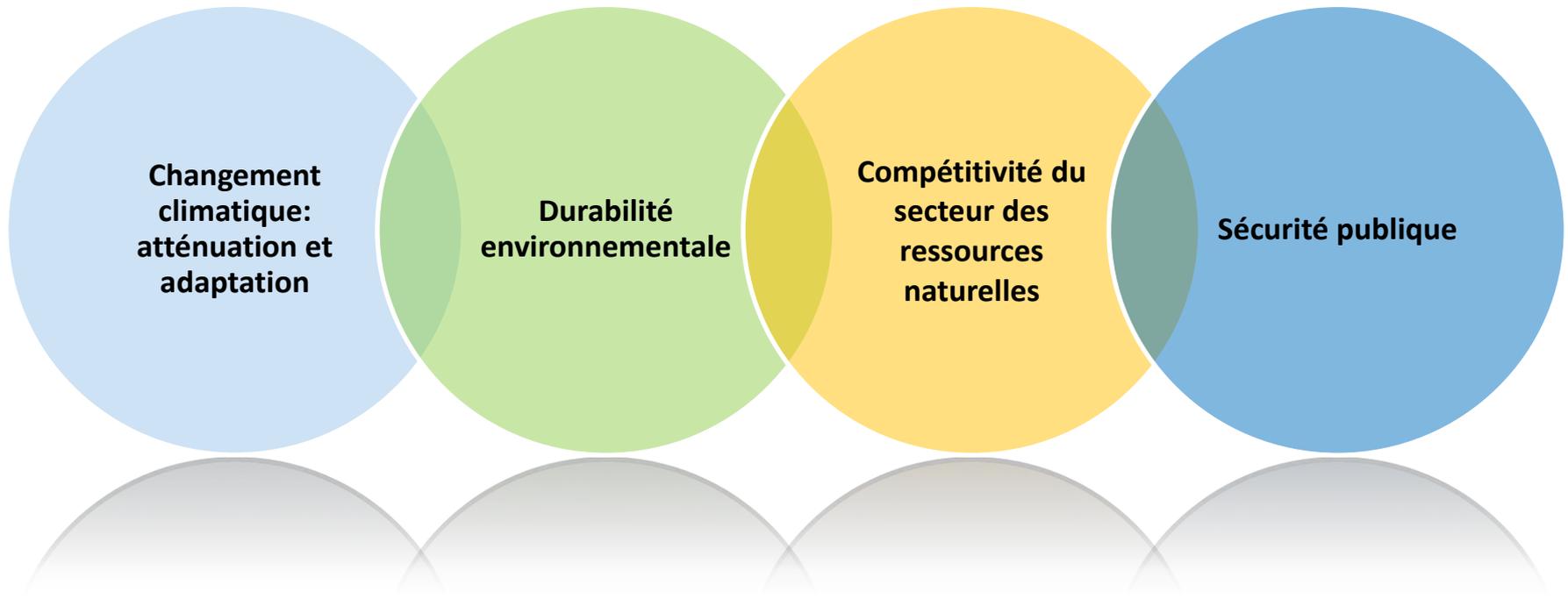
Recherche sur:

- Feux de forêts,
- Insectes et pathogènes,
- Processus des écosystèmes,
- Inventaire forestier national,
- Carbone,
- Bioénergie,
- Génomique,
- etc.



Contexte du chercheur gouvernemental

- Objectifs stratégiques de RNCan



Contexte du chercheur gouvernemental

Au SCF je participe surtout :

Durabilité des pratiques et compétitivité de l'industrie: *Intégrité des écosystèmes forestiers*

Atténuation et adaptation aux CC et sécurité publique: *Risques liés au changement climatique*



Le parcours en trois temps



De 2007 à maintenant
Intégrité des écosystèmes



Le parcours en trois temps



De 2010 à maintenant
Risques liés au changement
climatique



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

Le parcours en trois temps



REVIEW

Boreal forest health and global change

S. Gauthier,^{1*} P. Bernier,¹ T. Kuuluvainen,² A. Z. Shvidenko,³ D. G. Schepaschenko³

The boreal forest, one of the largest biomes on Earth, provides ecosystem services that benefit society at levels ranging from local to global. Currently, about two-thirds of the area covered by this biome is under some form of management, mostly for wood production. Services such as climate regulation are also provided by both the unmanaged and managed boreal forests. Although most of the boreal forests have retained the resilience to cope with current disturbances, projected environmental changes of unprecedented speed and amplitude pose a substantial threat to their health. Management options to reduce these threats are available and could be implemented, but economic incentives and a greater focus on the boreal biome in international fora are needed to support further adaptation and mitigation actions.

2015:
Les risques pour
la santé
de la forêt
circumboréale



Temps 1) Intégrité des écosystèmes

Aménagement écosystémique en forêt boréale



Sous la direction de
Sylvie Gauthier
Marie-A. Vaillancourt
Alain Leduc
Louis De Grandpré
Daniel Kneeshaw
Hubert Morin
Pierre Drapeau
Yves Bergeron

Presses
de l'Université
du Québec

Définition d'attributs clés
Dynamique des forêts boréales mixtes et conifériennes
Régimes de perturbations

Gauthier, S., MA. Vaillancourt, A. Leduc,
L. De Grandpré, D. Kneeshaw, H. Morin,
P. Drapeau, Y. Bergeron. 2008.
Aménagement écosystémique en forêt boréale.
Presses de l'Université du Québec, 568 p.



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

Intégrité des écosystèmes

RESEARCH COMMUNICATIONS

Forest management is driving the eastern North American boreal forest outside its natural range of variability

Dominic Cyr¹, Sylvie Gauthier², Yves Bergeron³, and Christopher Carcaillat⁴

Fire is fundamental to the natural dynamics of the North American boreal forest. It is therefore often suggested that the impacts of anthropogenic disturbances (eg logging) on a managed landscape are attenuated if the patterns and processes created by these events resemble those of natural disturbances (eg fire). To provide forest management guidelines, we investigate the long-term variability in the mean fire interval (MFI) of a boreal landscape in eastern North America, as reconstructed from lacustrine (lake-associated) sedimentary charcoal. We translate the natural variability in MFI into a range of landscape age structures, using a simple modeling approach. Although using the array of possible forest age structures provides managers with some flexibility, an assessment of the current state of the landscape suggests that logging has already caused a shift in the age-class distribution toward a stronger representation of young stands with a concurrent decrease in old-growth stands. Logging is indeed quickly forcing the studied landscape outside of its long-term natural range of variability, implying that substantial changes in management practices are required, if we collectively decide to maintain these fundamental attributes of the boreal forest.

Front Ecol Environ 2008, 7(10): 639-646. doi:10.1007/s11528-008-9111-1

Quantité de vieilles forêts
Dynamique des vieilles forêts

SILVA FENNICA

Silva Fennica 45(5) review articles

www.metla.fi/silvafennica ISSN 0027-3309

The Finnish Society of Forest Science • The Finnish Forest Research Institute

Variability and Dynamics of Old-Growth Forests in the Circumboreal Zone: Implications for Conservation, Restoration and Management

Ekaterina Shorohova, Daniel Kneeshaw, Timo Kuuluvainen and Sylvie Gauthier

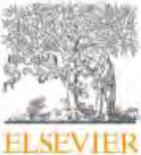
Shorohova, E., Kneeshaw, D., Kuuluvainen, T. & Gauthier, S. 2011. Variability and dynamics of old-growth forests in the circumboreal zone: implications for conservation, restoration and management. *Silva Fennica* 45(5): 785-806.

Shoulin
Sylvie Gauthier
Marie-A. Van
Alain Leduc
Louis De Goo
Daniel Kneeshaw
Hubert Morin
Pierre Drapeau
Yves Bergeron

Gauthier, S., Morin, H.,
L. De Grandpré, D. Kneeshaw, H. Morin,
P. Drapeau, Y. Bergeron. 2008.

Aménagement écosystémique en forêt boréale.
Presses de l'Université du Québec, 568 p.

Intégrité des écosystèmes



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Forest Ecology and Management

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

Prescribed burning after clearcut limits paludification in black spruce boreal forest

Sébastien M. Renard^{a,*}, Sylvie Gauthier^b, Nicole J. Fenton^a, Benoit Lafleur^c, Yves Bergeron^{a,d}

RESEARCH COMMUNICATIONS RESEARCH COMMUNICATIONS

A field experiment to determine the effect of post-fire salvage on seedbeds and tree regeneration

DF Greene¹, S Gauthier², J Noël³, M Rousseau⁴, and Y Bergeron⁵

In North America, Eurasia, and Australia, salvage logging is increasingly being used to mitigate economic losses due to fire, although the effects of this type of intervention are still essentially unknown. In a field experiment in a large recent boreal forest fire in central Quebec, we used 24 paired salvaged and non-salvaged stands to test the effect of salvage on the recruitment of two conifer species possessing an aerial seed bank (*Pinus banksiana* and *Picea mariana*). The seedbeds following salvage were, on average, more hospitable to germination, but, incongruously, engendered far lower regeneration densities. The poor recruitment on salvaged sites was due primarily to the loss of seeds following the immediate post-fire salvage, when cone-bearing branches were removed. The loss of *P. banksiana* seeds was particularly high, and the loss of *P. tremuloides* was relatively low. The loss of *P. banksiana* seeds would retard this trajectory.

Front Ecol Environ 2006; 4(2)



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Ecological Modelling

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

A model of the post-fire recruitment of *Picea mariana* and *Pinus banksiana* as a function of salvage timing and intensity

T.B. Splawinski^{a,*}, D.F. Greene^b, S. Gauthier^c

Impact de pratiques

Amélioration et développement de pratiques forestières qui maintiennent les attributs clés

Intégrité des écosystèmes



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Forest Ecology and Management

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

Prescribed burning after clearcut limits paludification in black spruce boreal forest

Sébastien M. Renard^{a,*}, Sylvie Gauthier^b, Nicole J. Fenton^a, Benoit Lafleur^c, Yves Bergeron^{a,d}

RESEARCH COMMUNICATIONS RESEARCH COMMUNICATIONS

A field experiment to determine the effect of post-fire salvage on seedbeds and tree regeneration

DF Greene¹, S Gauthier², J Noël³, M Rousseau⁴, and Y Bergeron⁵

In North America, Eurasia, and Australia, salvage logging is increasingly being used to mitigate economic losses due to fire, although the effects of this type of intervention are still essentially unknown. In a field experiment in a large recent boreal forest fire in central Quebec, we used 24 paired salvaged and non-salvaged stands to test the effect of salvage on the recruitment of two conifer species possessing an aerial seed bank (*Pinus banksiana* and *Picea mariana*). The seedbeds following salvage were, on average, more hospitable to germination, but, incongruously, engendered far lower regeneration densities. The poor recruitment on salvaged sites was due primarily to the loss of seeds following the immediate post-fire salvage, when cone-bearing branches were removed. *P. banksiana* recruitment was not affected, but *P. mariana* recruitment was reduced. *P. tremuloides* was relatively abundant on salvaged sites, but its presence would retard this trend.

Front Ecol Environ 2006; 4(2)



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Ecological Modelling

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

A model of the post-fire recruitment of *Picea mariana* and *Pinus banksiana* as a function of salvage timing and intensity

T.B. Splawinski^{a,*}, D.F. Greene^b, S. Gauthier^c

Impact de pratiques

Amélioration et développement de pratiques forestières qui maintiennent les attributs clés

Intégrité des écosystèmes

- Demande pour de l'information qui démontre la durabilité des pratiques
- Le financement pour se faire m'est venu:
 - du budget de fonctionnement du SCF
 - de subventions CRSNG- industrie par exemple ou du SFMn
- La production scientifique est un gage que le chercheur maintient son expertise



Comité scientifique chargé d'examiner la limite nordique



Rôle d'expert

- Contraintes du milieu physique
 - André Robitaille, MFFP
- Capacité de production forestière
 - Frédéric Raulier, Université Laval
- Vulnérabilité des forêts face au risque de feu
 - Sylvie Gauthier, Service canadien des forêts
- Biodiversité du milieu
 - Louis Imbeau, UQAT



La vulnérabilité aux feux

Méthode

- 1) Calcul du taux de brûlage et de sa variabilité
- 2) Définition de la probabilité de survivre au feu jusqu'à l'atteinte du seuil de productivité pour chaque peuplement

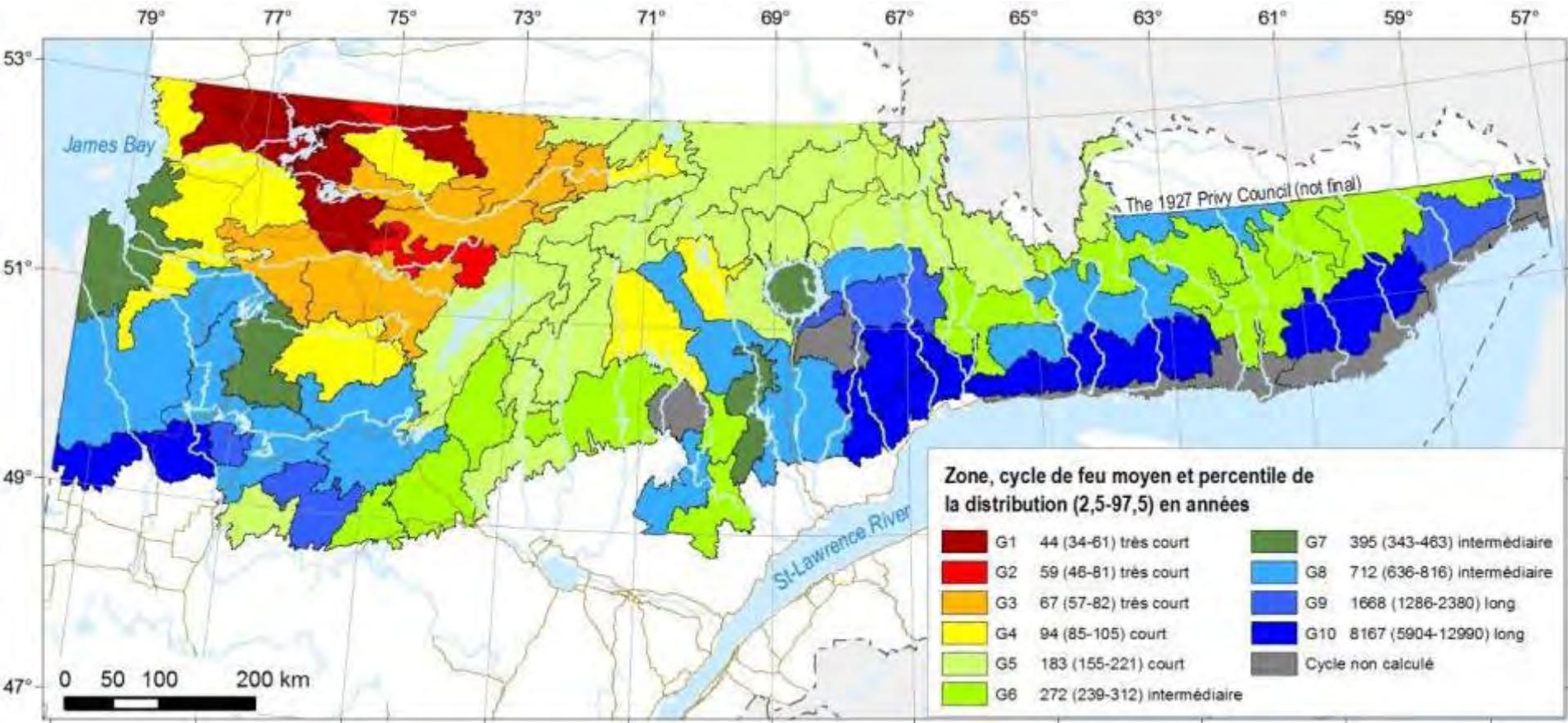


Taux de brûlage (1/ cycle de feu)

Données de 1972-2009;

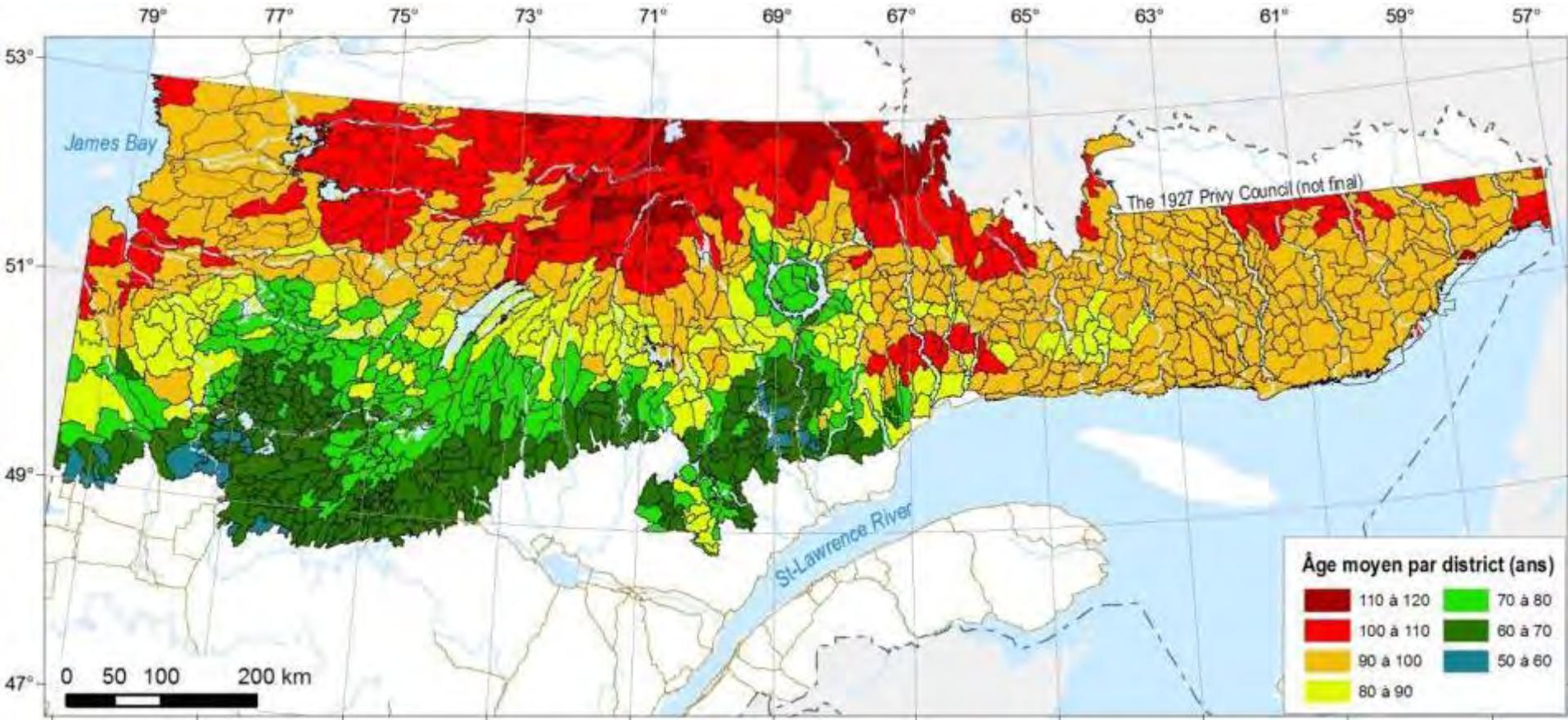
Groupements par unité de paysage (feux trop grands pour qu'on calcule à l'échelle du district);

Moyennes sur 7 ans; Ré-échantillonnage pour calcul de la variabilité.



Exposition au risque de feu

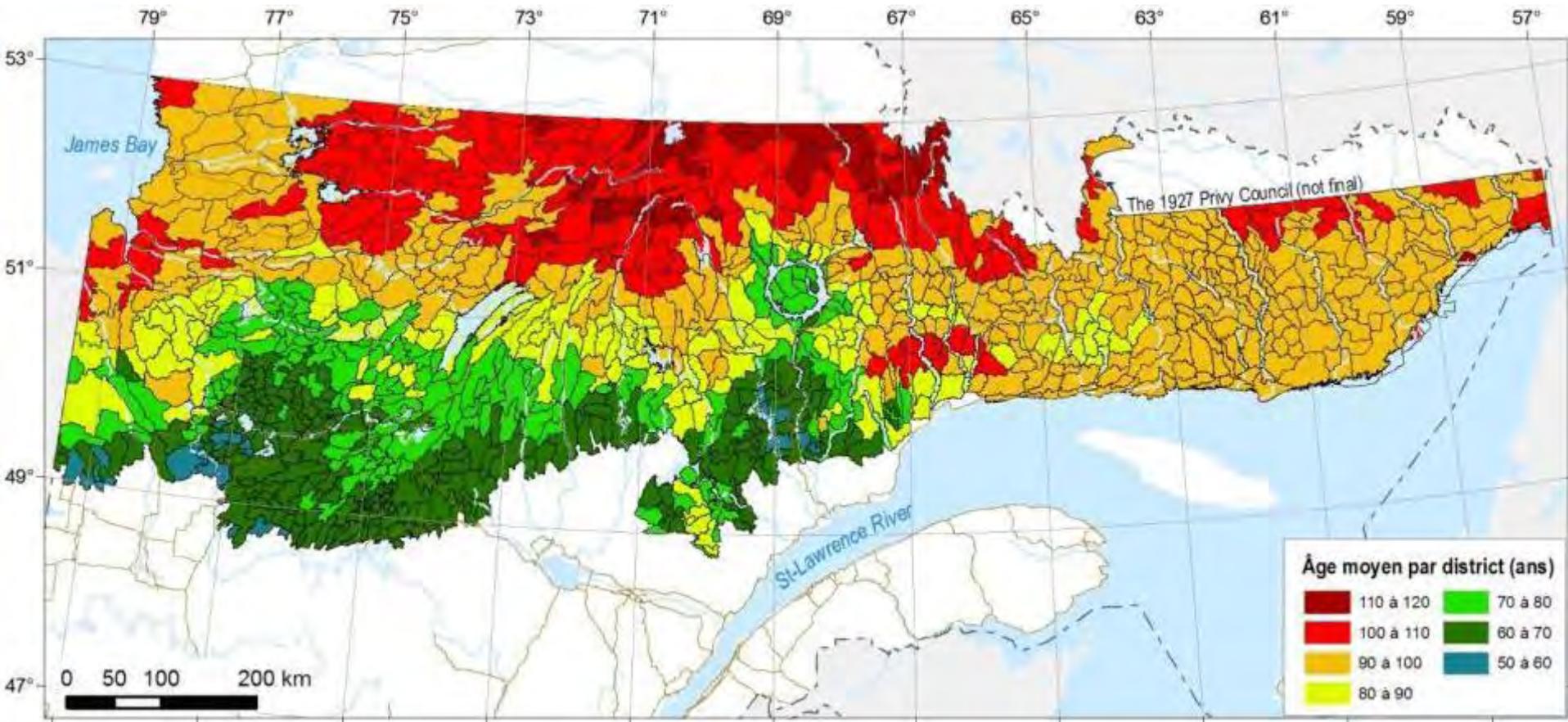
Estimation du **temps moyen requis pour arriver au seuil de productivité**



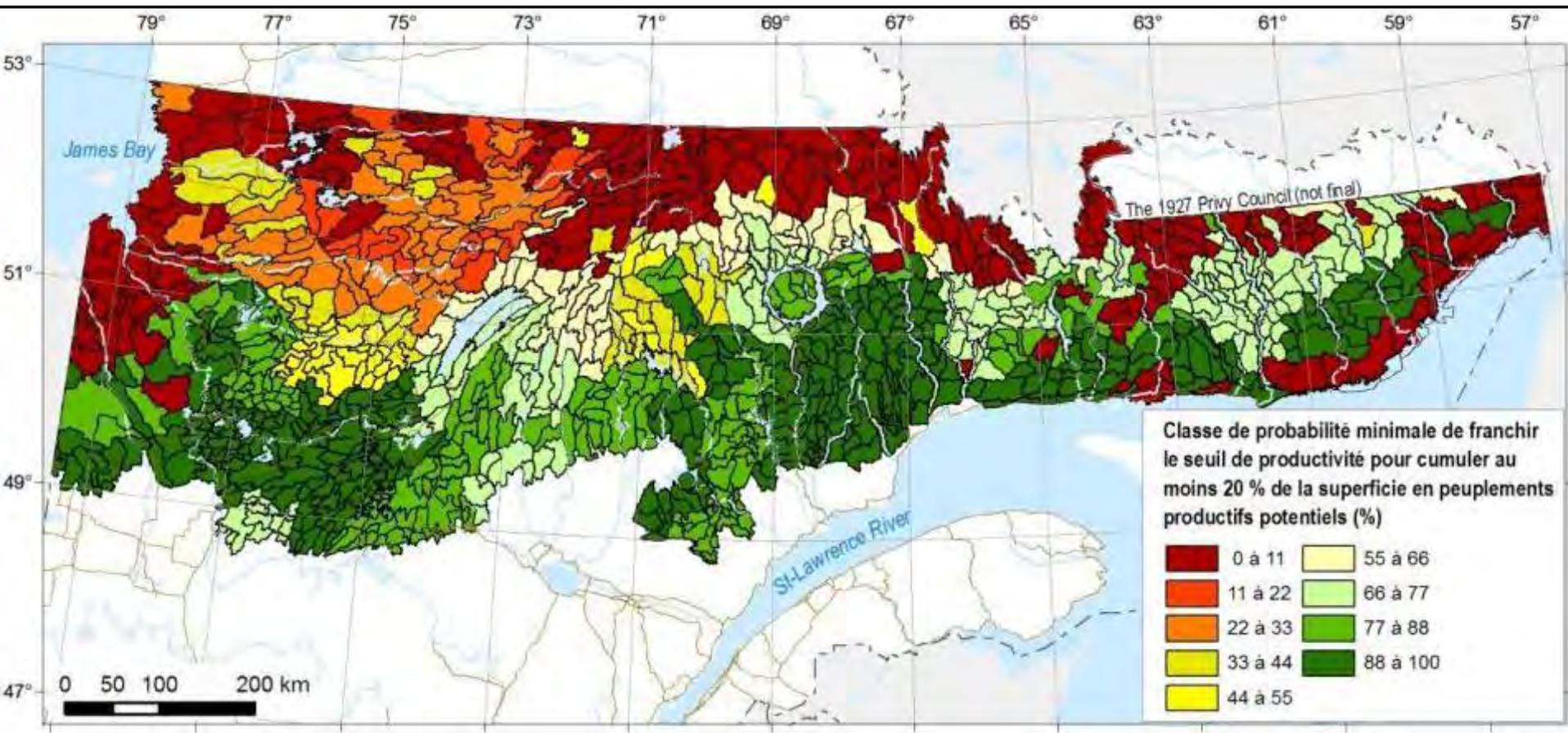
Exposition au risque de feu

Estimation du **temps moyen requis pour arriver au seuil de productivité**

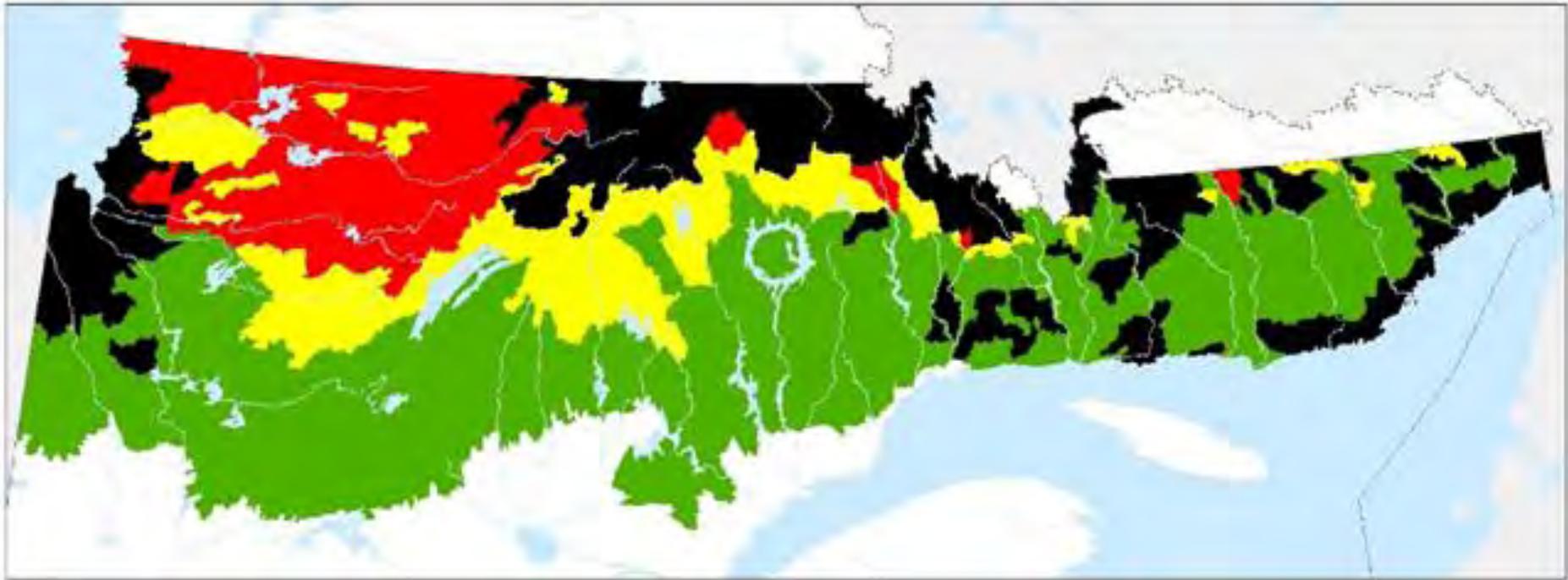
Ça représente le **temps d'exposition au risque de feu**.



Probabilité d'atteindre le seuil



Sensibilité du territoire *-productivité face au risque de feu-*



Rôle d'expert

- Lien entre la productivité forestière et le risque de feu établi (collaboration étroite avec Frédéric Raulier)
- Ce critère a été inclus parmi ceux utilisés pour établir la nouvelle limite
- Équipe multidisciplinaire
- La nouvelle limite a été récemment annoncée mais n'est pas encore statuée



Le parcours en trois temps



De 2010 à maintenant
Risques liés au changement
climatique



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

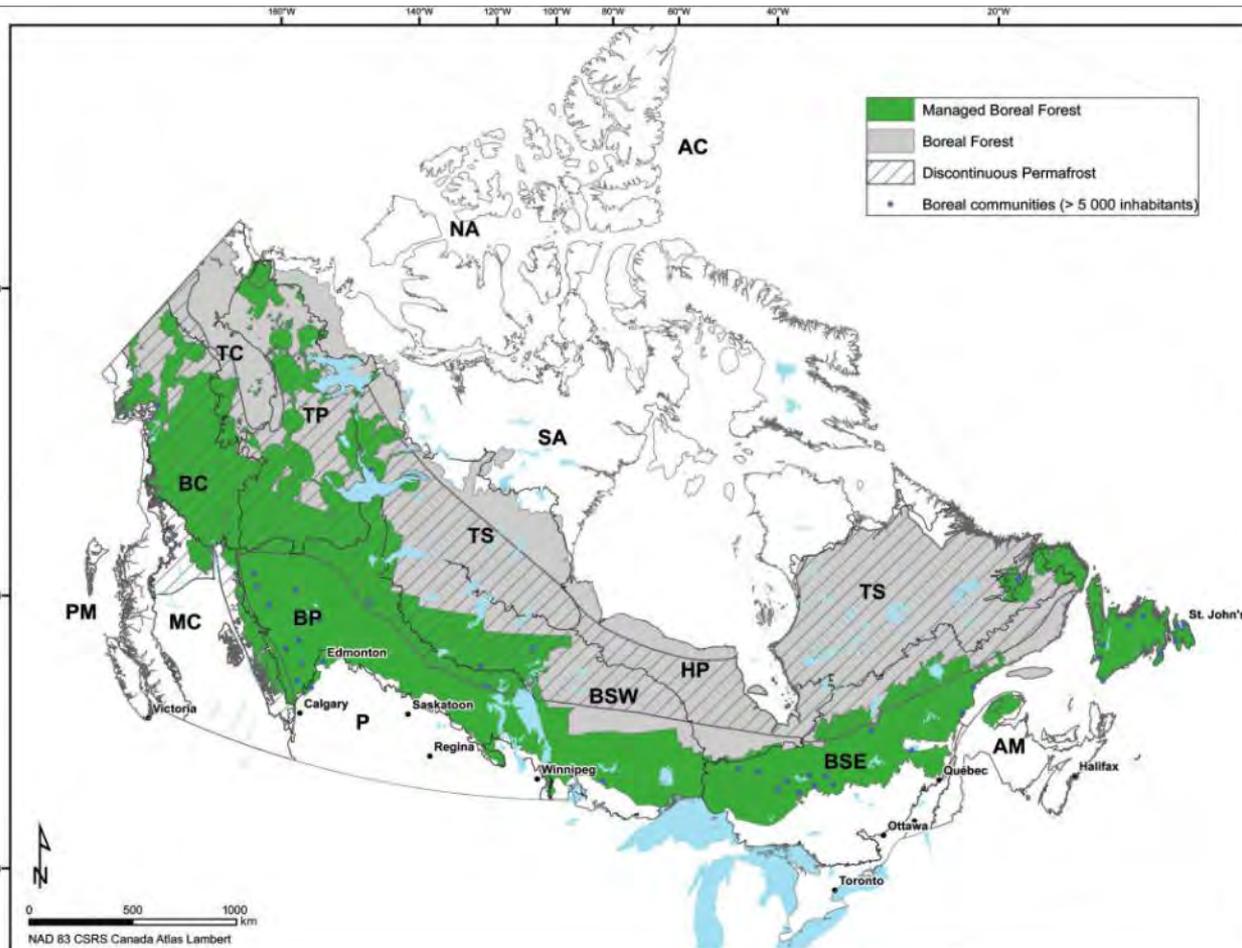
Canada

Temps 2) Risques liés au changement climatique

Dès 2010

Au SCF, la forêt boréale et son aménagement deviennent des enjeux importants

La forêt boréale canadienne est-elle aménagée durablement? Qu'en est-il de sa biodiversité? De son carbone? De sa productivité? Quels risques encourent-elle avec le changement climatique? Y a-t-il assez d'aires protégées?



Le parcours

256


REVIEW

Climate change vulnerability and adaptation in the managed Canadian boreal forest¹

Sylvie Gauthier, Pierre Bernier, Philip J. Burton, Jason Edwards, Kendra Isaac, Nathalie Isabel, Karelle Jayen, Héloïse Le Goff, and Elizabeth A. Nelson

Environ. Rev. 22: 256-285 (2014) dx.doi.org/10.1139/er-2013-0064

Published at www.nrcresearchpress.com/er on 28 March 2014.

Pour répondre à ces questions, le SCF produira une dizaine de synthèses sur la forêt boréale.

Je suis alors **mandatée** par mes supérieurs pour réaliser une synthèse sur la vulnérabilité du secteur forestier canadien au changement climatique



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

Synthèse

- Mandat dirigé reçu en 2012
- Difficile de synthétiser
- Long processus de révision interne

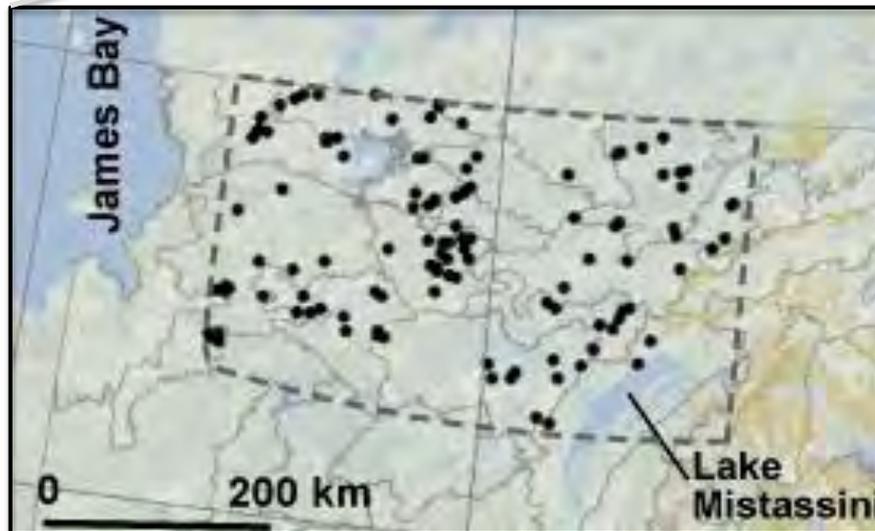
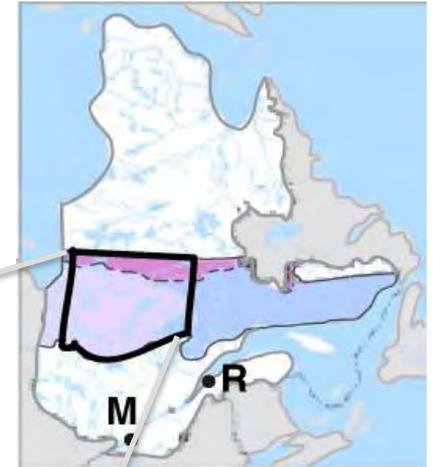


Table 4. Main impacts and potential vulnerabilities identified for the managed boreal forest of Canada.

Component of the forest management system	Boreal impacts and vulnerabilities	Details	Ecozones* affected
Biophysical subsystem	Decrease in forest productivity	Changes in regeneration capacity and growth rate, dieback, and high mortality; due to water limitations	Where water is limiting; drought tolerant species may be favoured
	Changes in forest structure and tree species composition	Pioneer species increase their abundance due to increased disturbance rate and forest management Replacement of black spruce by other species on degraded permafrost	All regions; local changes very likely; regional extirpation unlikely
	Species invasion	Potential for introduction of invasive species; changes in the distribution of native species Possible impact on forest resilience	Unknown
	Forest resilience	Threat to biodiversity: e.g., increasing risk of detrimental effects on species that depend on mature and old-growth ecosystems (e.g. woodland caribou) when combining increased natural disturbance rate with harvesting	Unknown
		Change in forest ecosystem state: change from forest to prairie	Southern fringe of Boreal Plains and Boreal Shield West
		Change in forest ecosystem state: change from black spruce forest to open woodland or wetland	High risk where disturbance frequency is high; occasionally happening due to short intervals between successive disturbances; changes to wetland may happen in areas of permafrost loss
		Decreased health and viability of forest ecosystems due to cumulative impacts of multiple stressors	Unknown
Human subsystem	Change in timber supply quantity and quality	Change in tree growth	Likely to be reduced where water is limiting; Boreal Plains, Taiga Plains, and Boreal Shield West; may increase where temperature was limiting
		Change in regeneration capacity, dieback, and high mortality	Where water is limiting; drought tolerant species may be favoured; where disturbance rate is high
		Change in species composition	All regions / various levels
		Increase in disturbances: high variation in timber supply during tactical planning periods	All regions / various levels
		Increase in salvage logging: type and quality of fibre impacted	All regions / various levels
	Decrease in non-timber forest goods and services	Outdoor recreation activities; increase in summer outdoor recreation opportunities; decrease in winter outdoor recreation opportunities; berries and mushrooms	Unknown
	Limits in accessing the resource	Shorter winter harvest seasons, road washouts, etc.	Various locations across the boreal / already occurring
Constrained access due to fire danger		All regions / various levels	
Increasing cost related to management of disturbances		Fire protection, fill planting, spraying against pests, etc.	All regions / various levels
	Need to redirect activities to salvage logging	All regions / various levels	

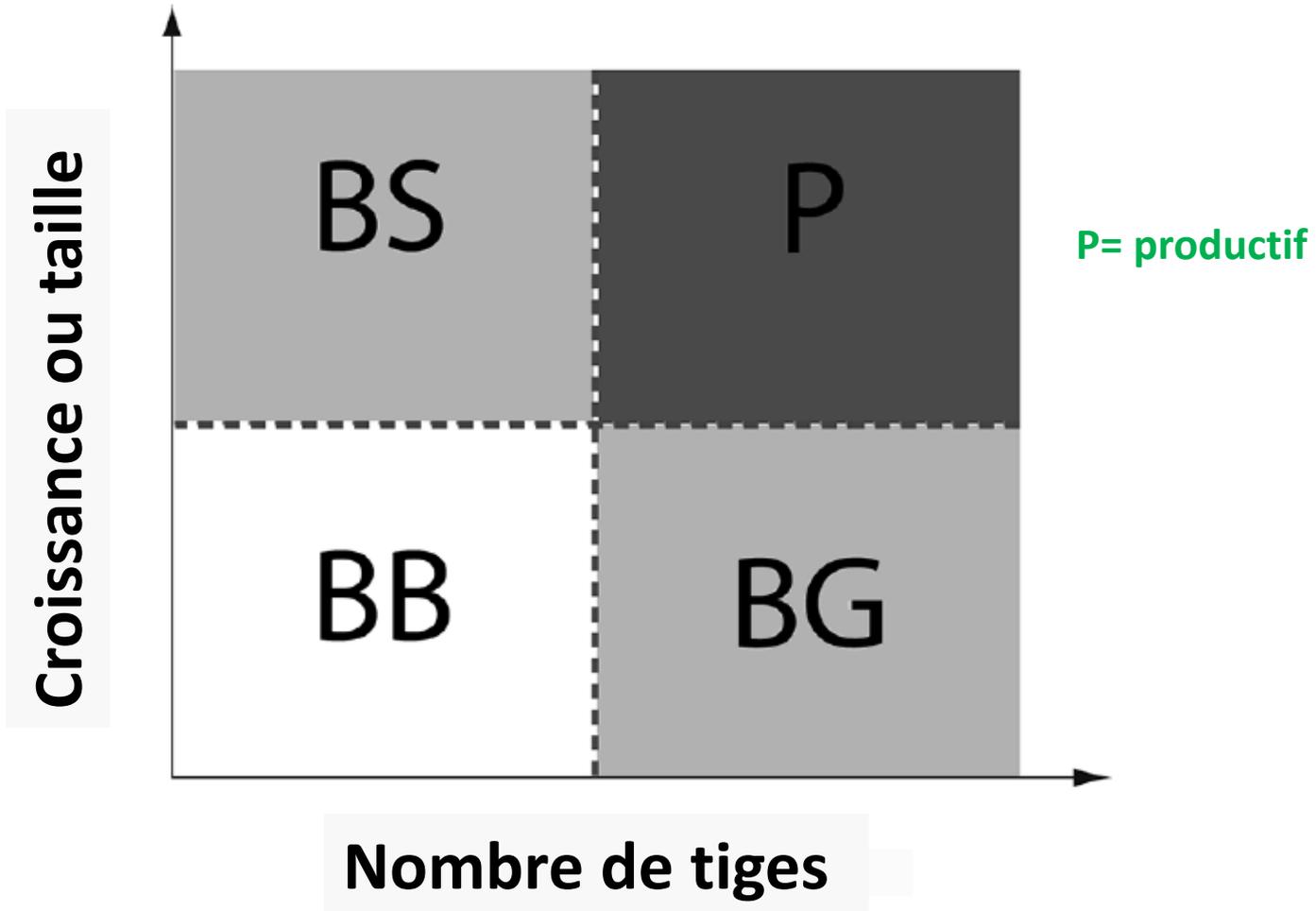
La productivité pour les jeunes peuplements

116 sites de 10-30 ans
après feu



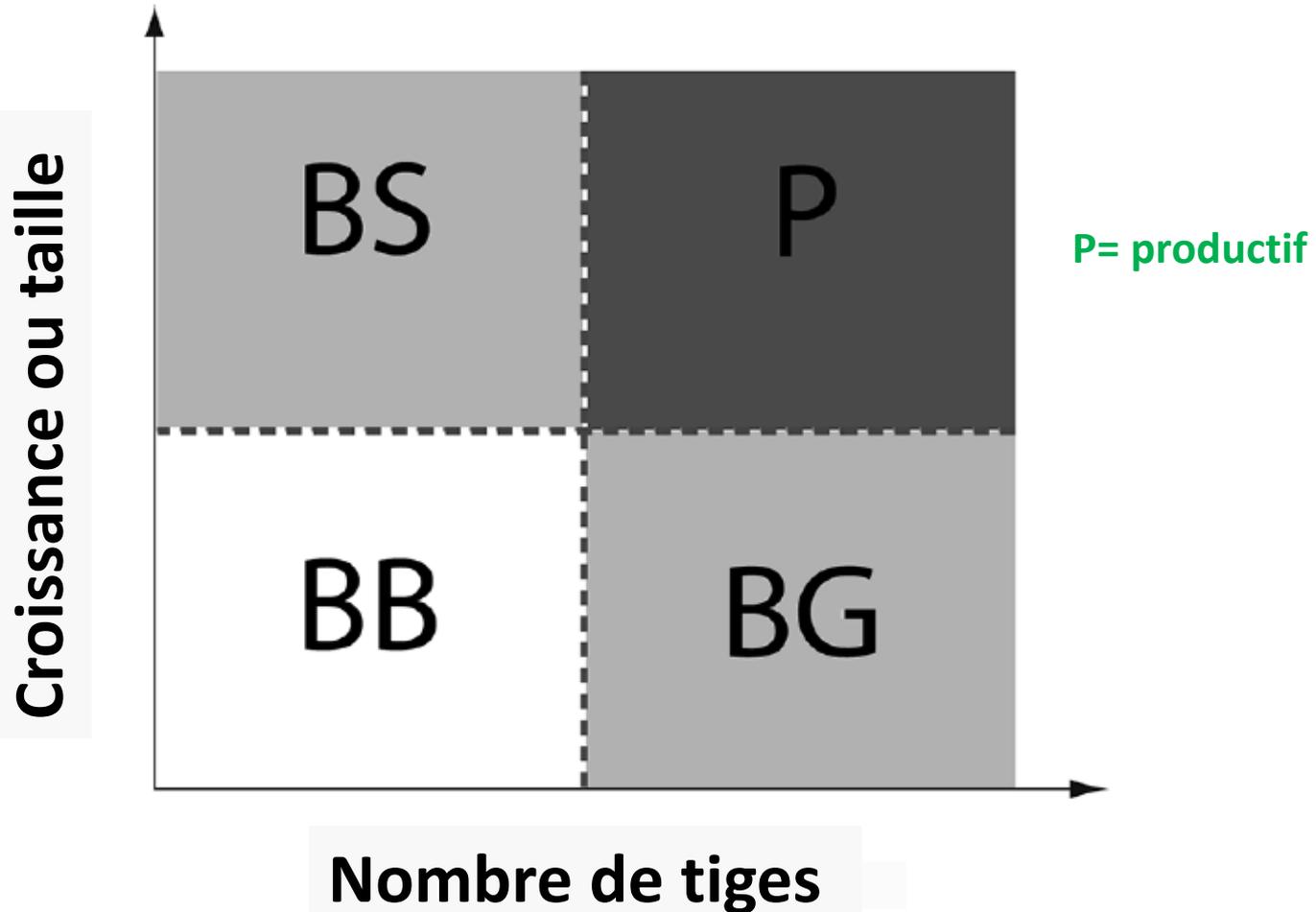
La productivité

Productivité = Nombre de tiges x taille des tiges(volume)



La productivité

Productivité = Nombre de tiges x taille des tiges(volume)



**BB (Bad Bad)=
mauvais
stocking et
mauvaise
croissance**



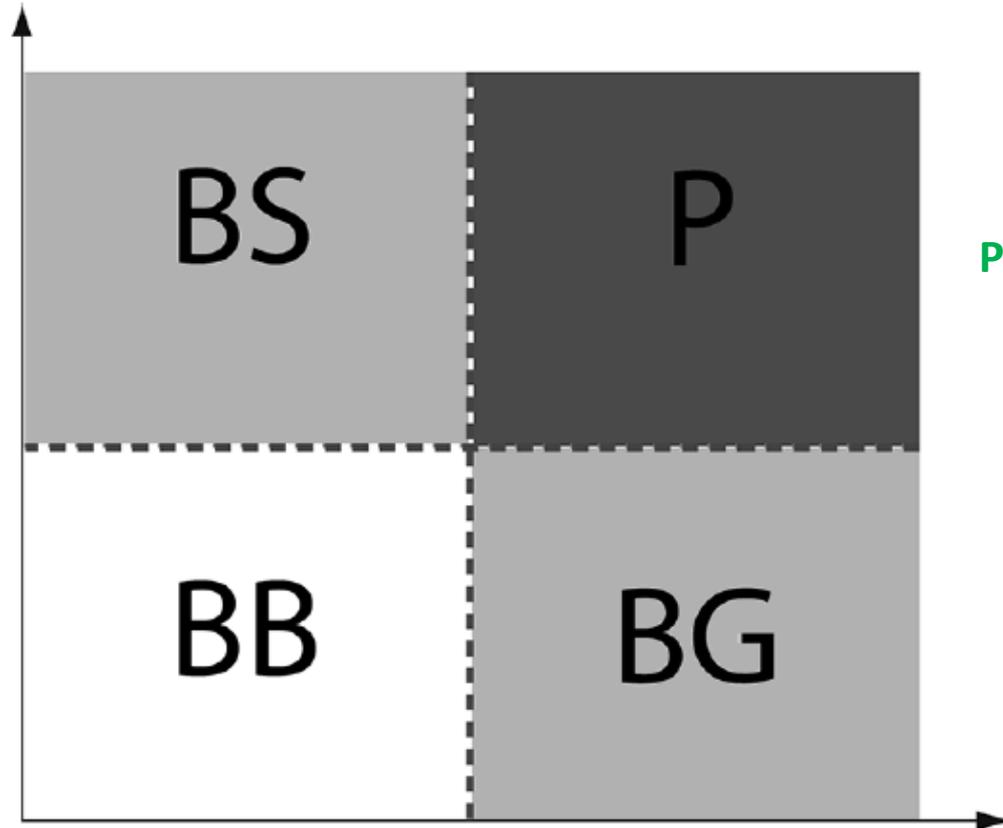
La productivité

Productivité = Nombre de tiges x taille des tiges(volume)

BS= (Bad stocking)
Improductif car **mauvais stocking**

BB (Bad Bad)= mauvais stocking et mauvaise croissance

Croissance ou taille



P= productif

Nombre de tiges



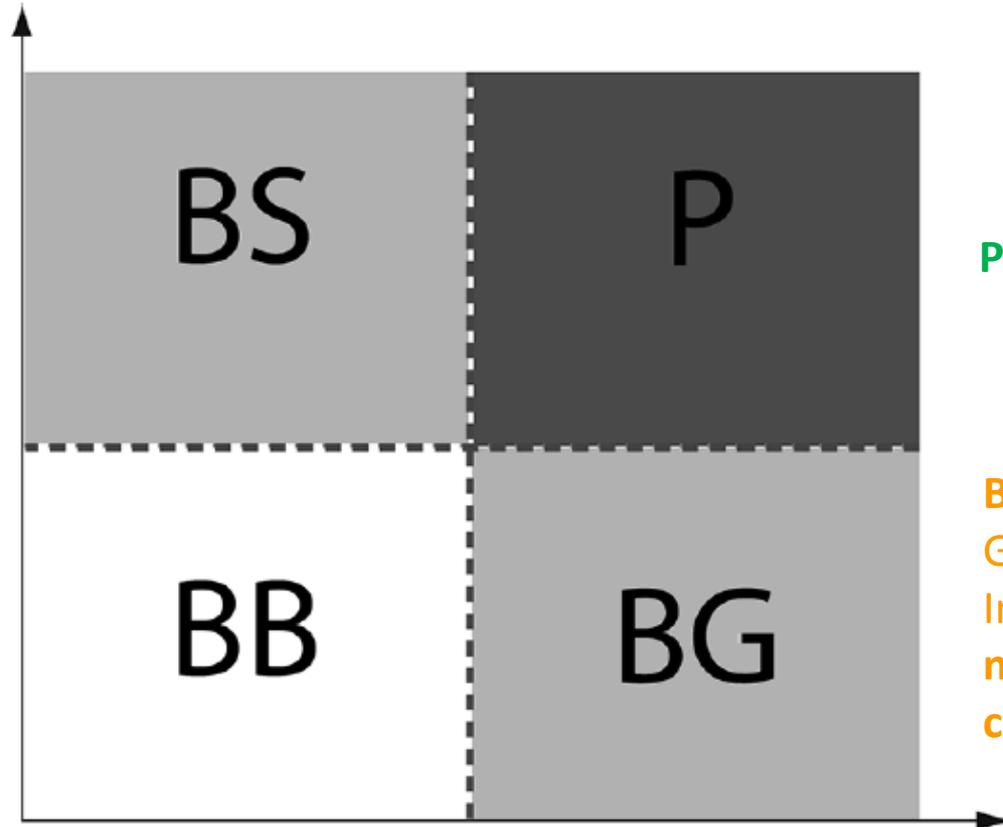
La productivité

Productivité = Nombre de tiges x taille des tiges(volume)

BS= (Bad stocking)
Improductif
car **mauvais stocking**

BB (Bad Bad)=
mauvais stocking et
mauvaise croissance

Croissance ou taille



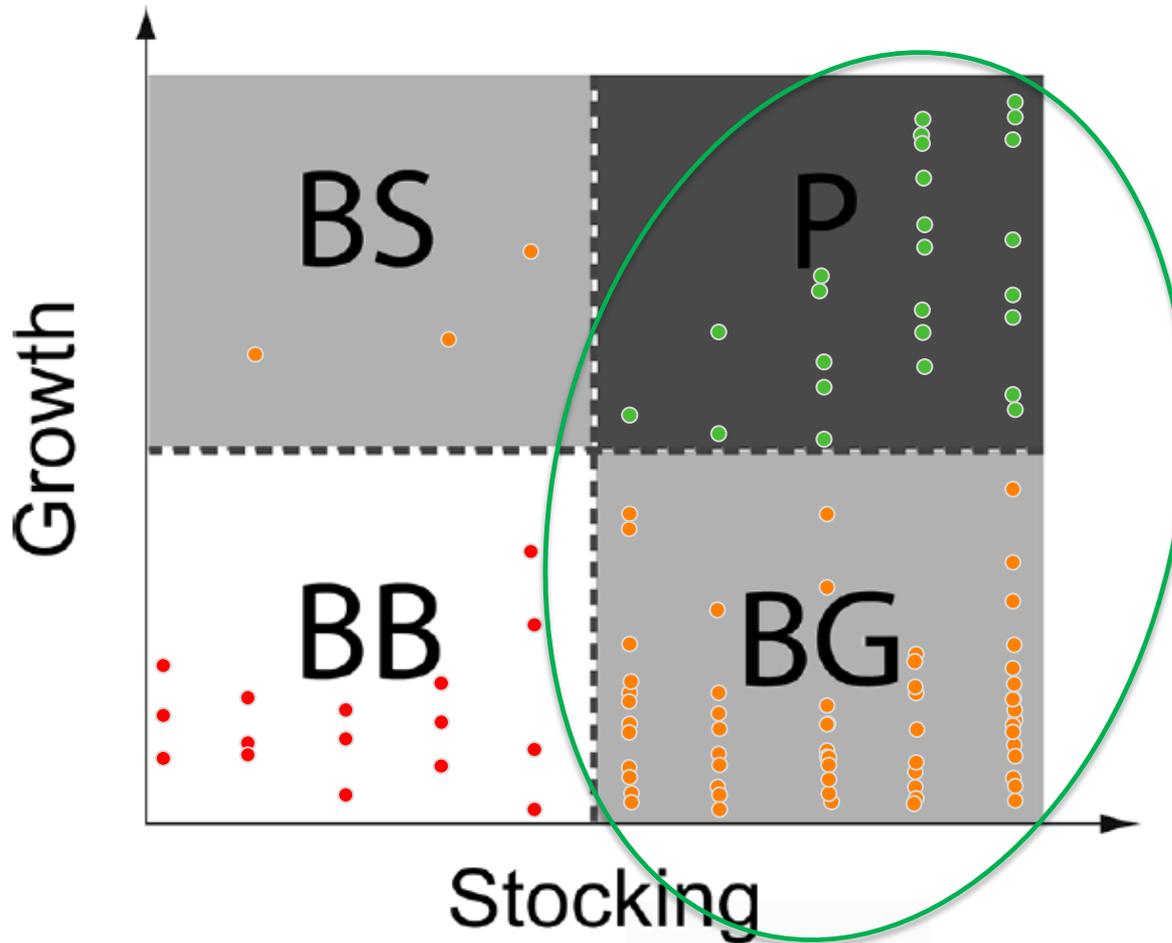
P= productif

BG= (Bad Growth)
Improductif
mauvaise croissance

Nombre de tiges



La productivité pour les jeunes peuplements



Bon stocking
80% tous sites

77% EPN

45% PIG



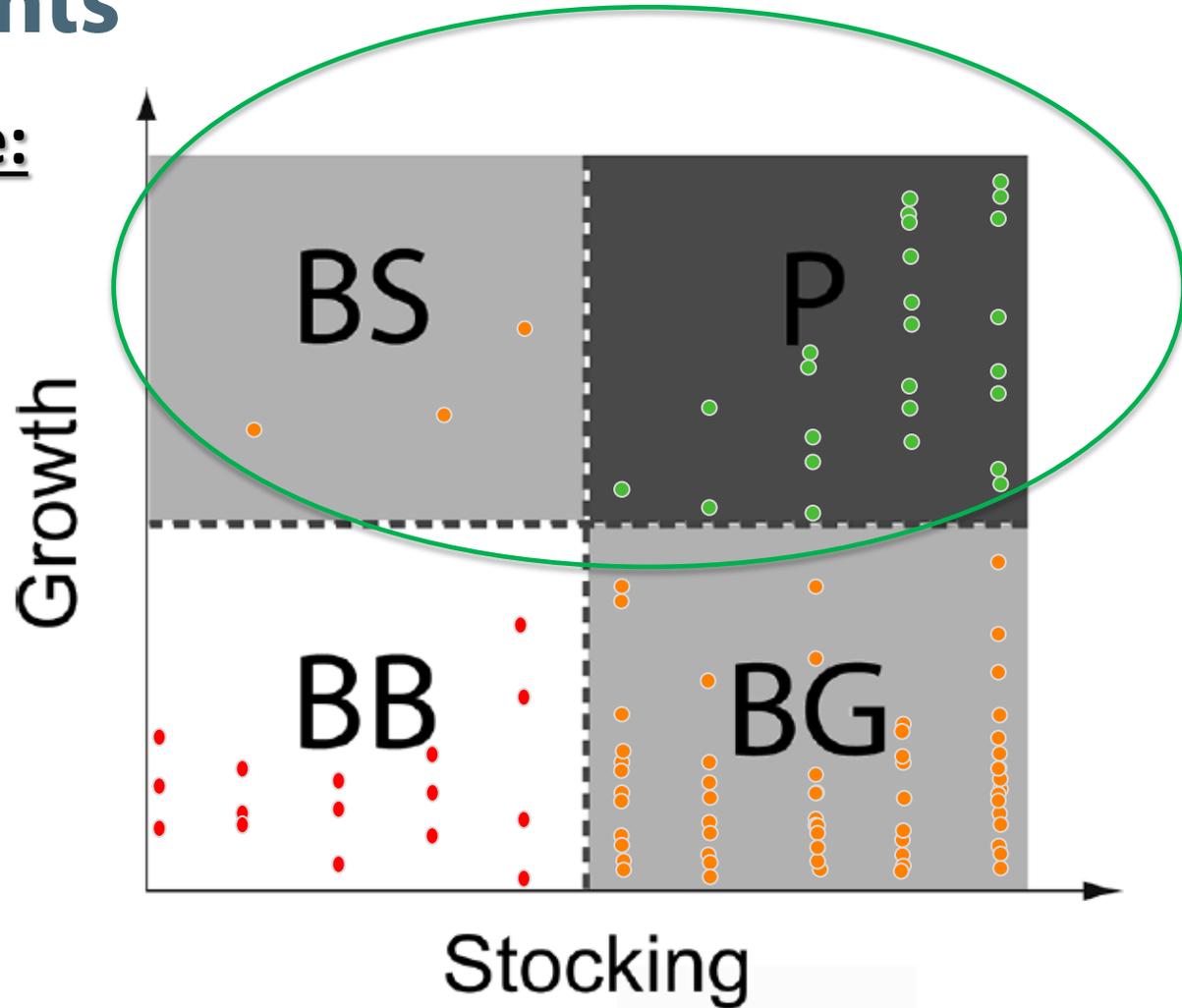
La productivité pour les jeunes peuplements

Bonne croissance:

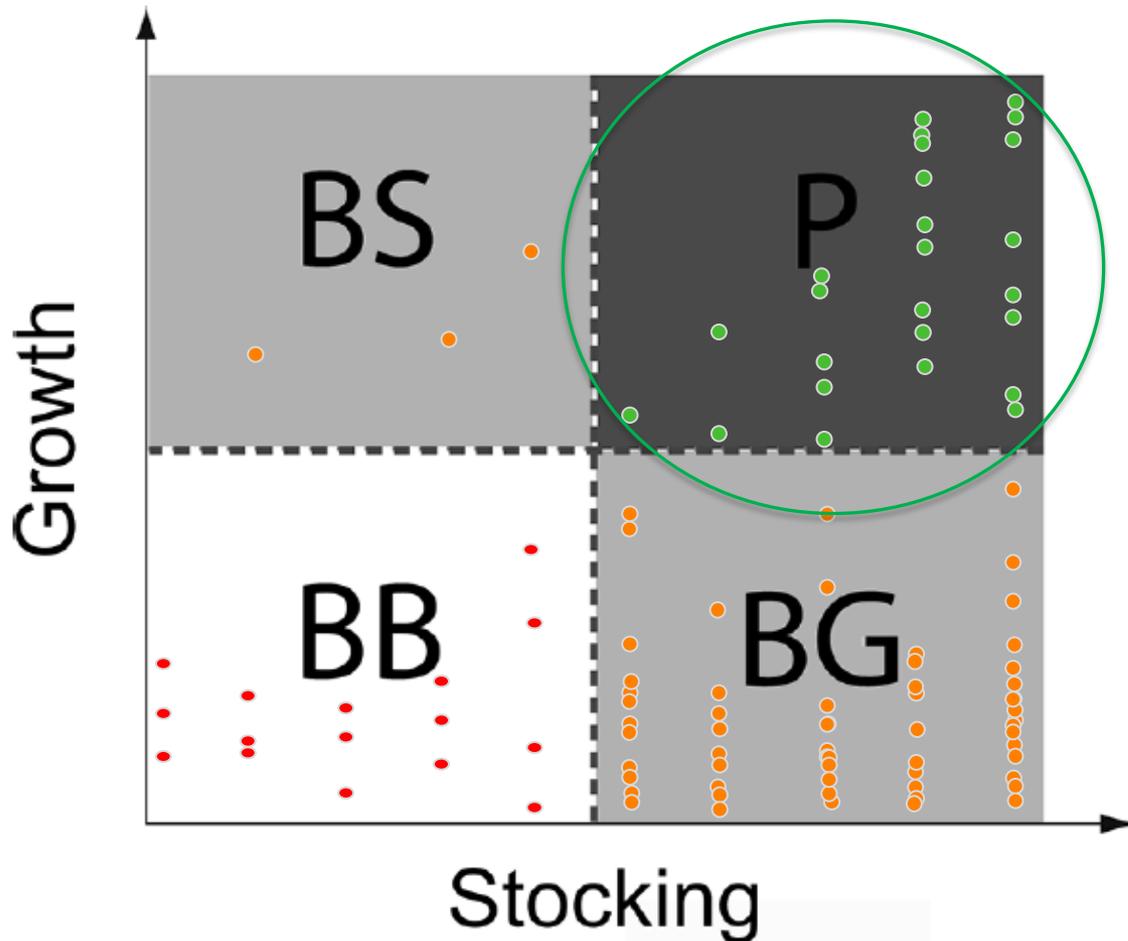
39% (tous sites)

46% EPN

22% PIG



La productivité pour les jeunes peuplements



Productivité

28% (tous sites)

29% EPN

12% PIG



Le pin gris nous est apparu moins résilient que prévu

Seulement 12% des peuplements de pins gris avaient une bonne productivité

Avant feu:

42 sites dominés par PIG

Après, seulement 24 sites!!

10 co-dominés EPN-PIG

5 sont maintenant dominés par EPN

3 n'ont pas d'arbres



En résumé

- 72% des sites (n=85) classés comme improductifs surtout à cause **d'une mauvaise croissance**
- La croissance déficiente semble liée aux conditions climatiques difficiles notamment dans des milieux physiques contraignants (altitude ou dépôt très sec)
- *Le pin gris est peut-être moins résilient que prévu*



Perspectives

- Ouverture du couvert possible: conditions de sécheresse et d'activité des feux qui augmentent
- Projet (financé par CRSNG stratégique) de comparaison de la croissance *in situ* du peuplement pré- et post-feu
- J'ai attiré l'attention sur la problématique des forêts post-perturbations (budget de fonctionnement, et budget de programme spécifique: CBFA)



Temps 2) Risques liés au changement climatique

Changements forestiers 2011-2016 – Programme d'adaptation de RNCan: « *Accroître la compétitivité des secteurs de ressources naturelles dans un contexte de changement climatique* »

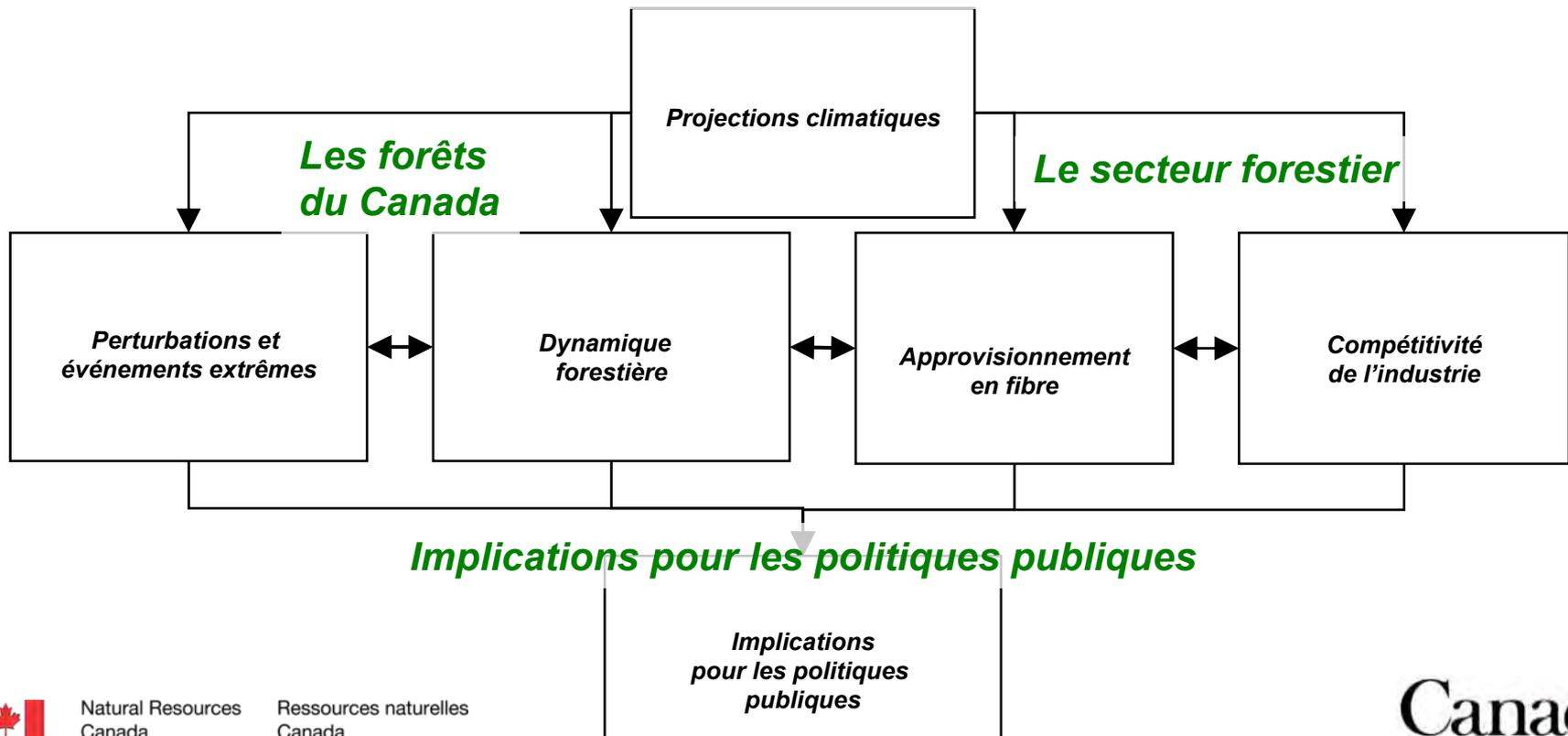
- ✓ **Financement vient du Conseil du trésor (base C)**
- ✓ **Livraison rapide des résultats**



Programme *Changements forestiers*

- Équipe de chercheurs et d'analystes politiques mandatée pour analyser les risques posés par le changement climatique au secteur forestier canadien

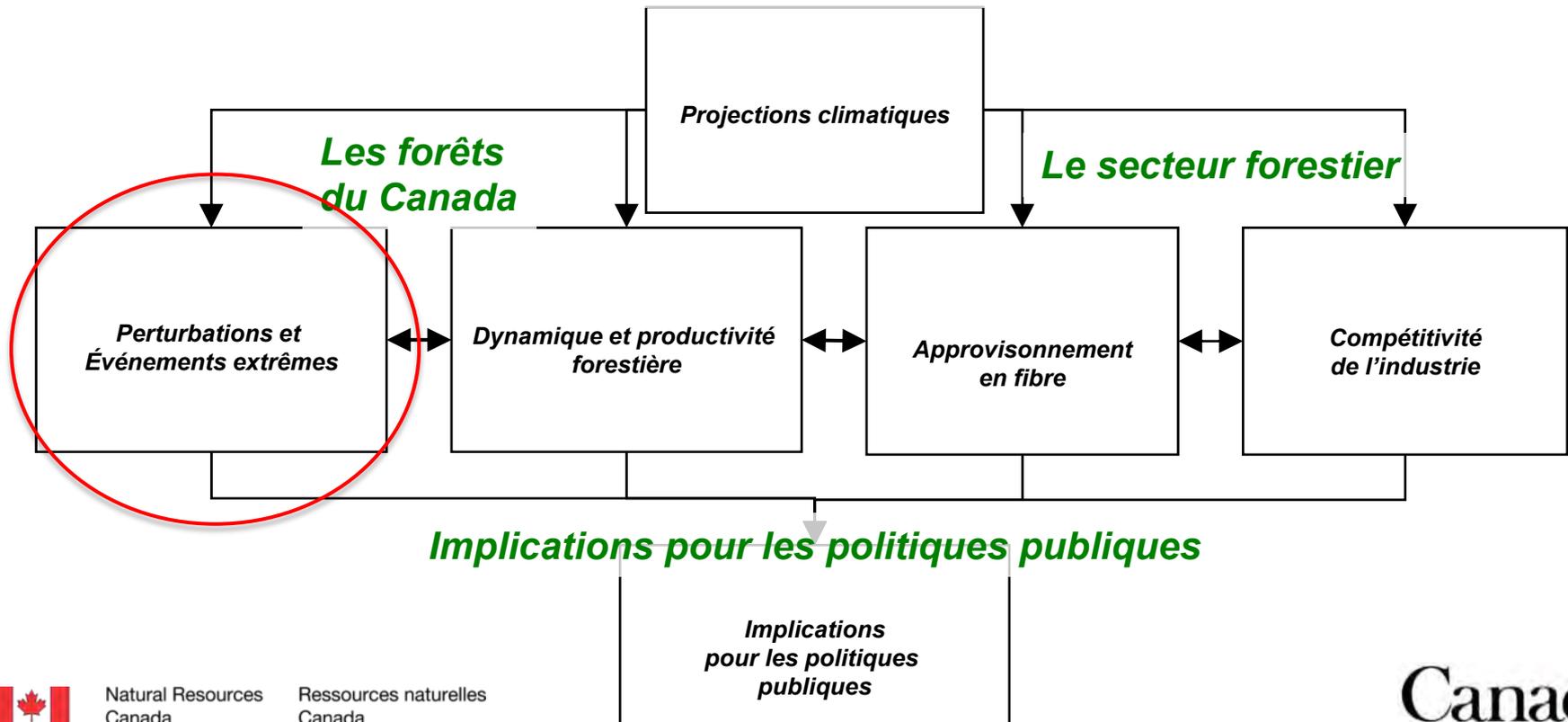
Impact du changement climatique sur



Programme *Changements forestiers*

- Équipe de chercheur et d'analystes politiques mandatée pour analyser les risques posés par les changements climatiques au secteur forestier canadien

Impact du changement climatique sur



Vulnérabilité du taux de récolte au changement dans l'activité des feux

- Les feux et la coupe se produisent sur les mêmes territoires
- Coupe + feu \leq capacité productive de l'unité d'aménagement



Can. J. For. Res. 45:1439-1447.
[doi:10.1139/cjfr-2015-0079](https://doi.org/10.1139/cjfr-2015-0079)

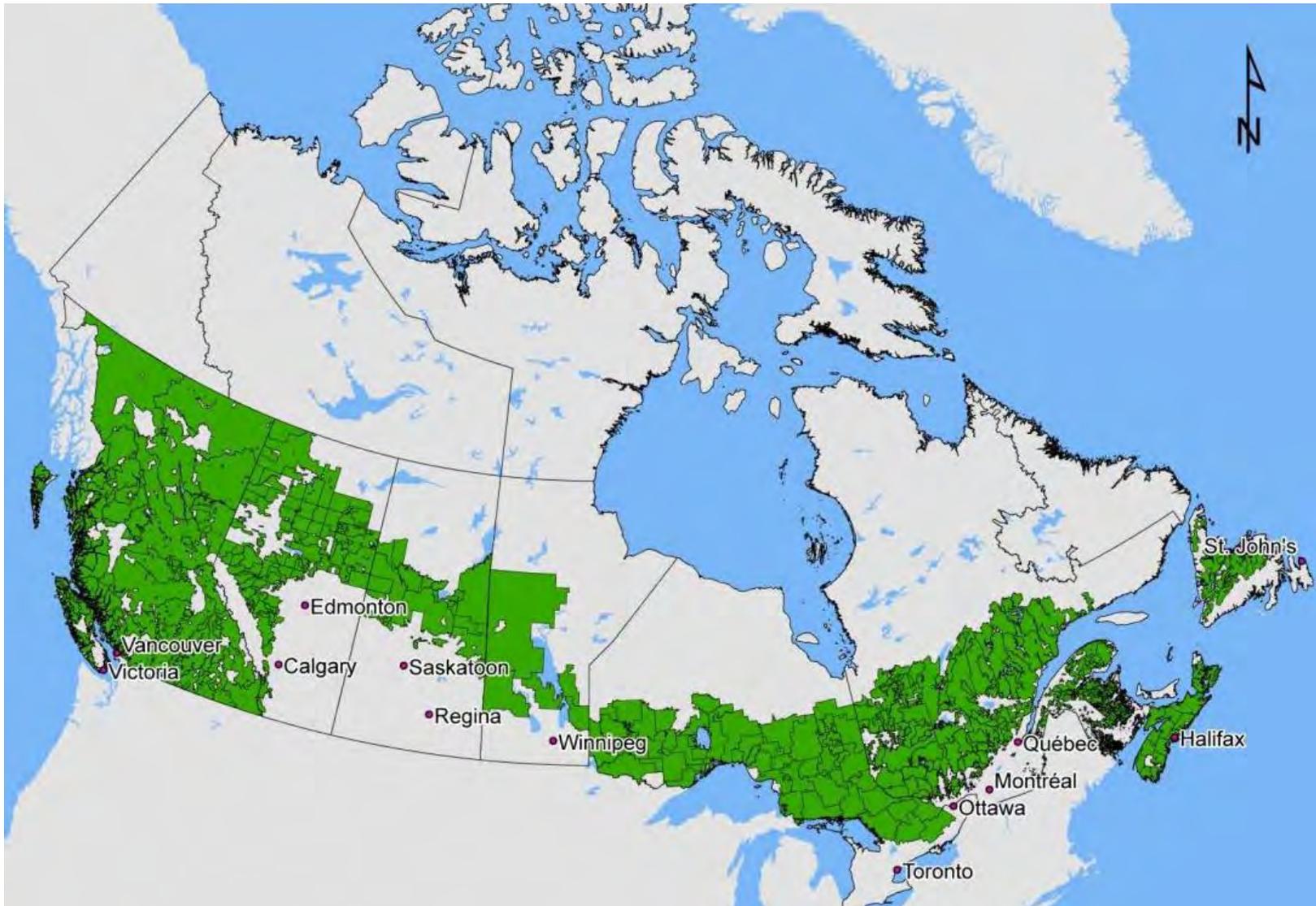


Question

- Comme l'activité des feux devrait augmenter dans le futur, pourra-t-on continuer à maintenir le même taux de coupe ?



Aire d'étude



Étapes

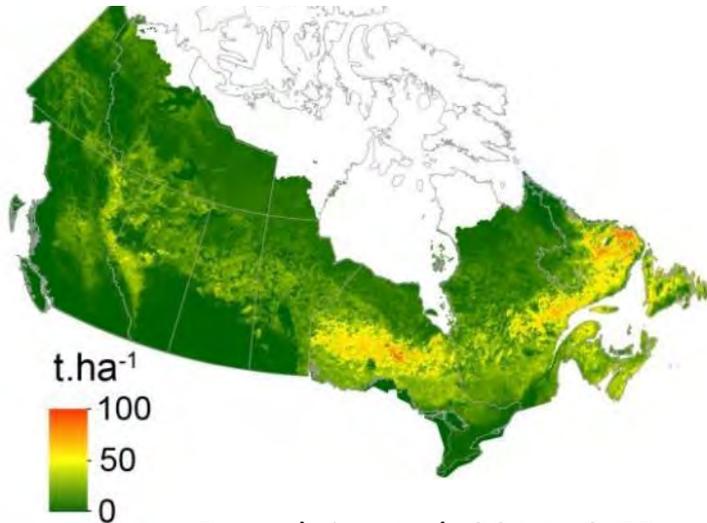
1. Calculer le taux de coupe potentiel en se basant sur la productivité des UAF
2. Comparer le taux de récolte (2001-2010) avec le potentiel
3. Refaire 1 et 2 mais en tenant compte des feux, et faire les projections pour le futur (actuel, 2025, 2055, 2085)
4. Évaluer la sensibilité de nos résultats à un gain (ou une baisse) de croissance



Deux produits développés au SCF-CFL

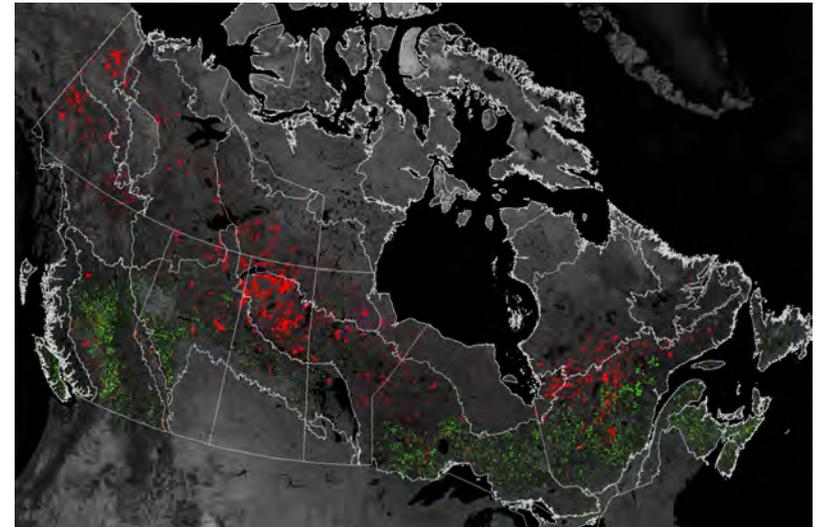
Volume/ âge pour conifères ou feuillus

Information sur des attributs forestiers
clés: espèce, volume, âge, etc. (250 m)



Beaudoin et al. 2014. *CJFR* 44:521-532

Taux de récolte 2001-2010



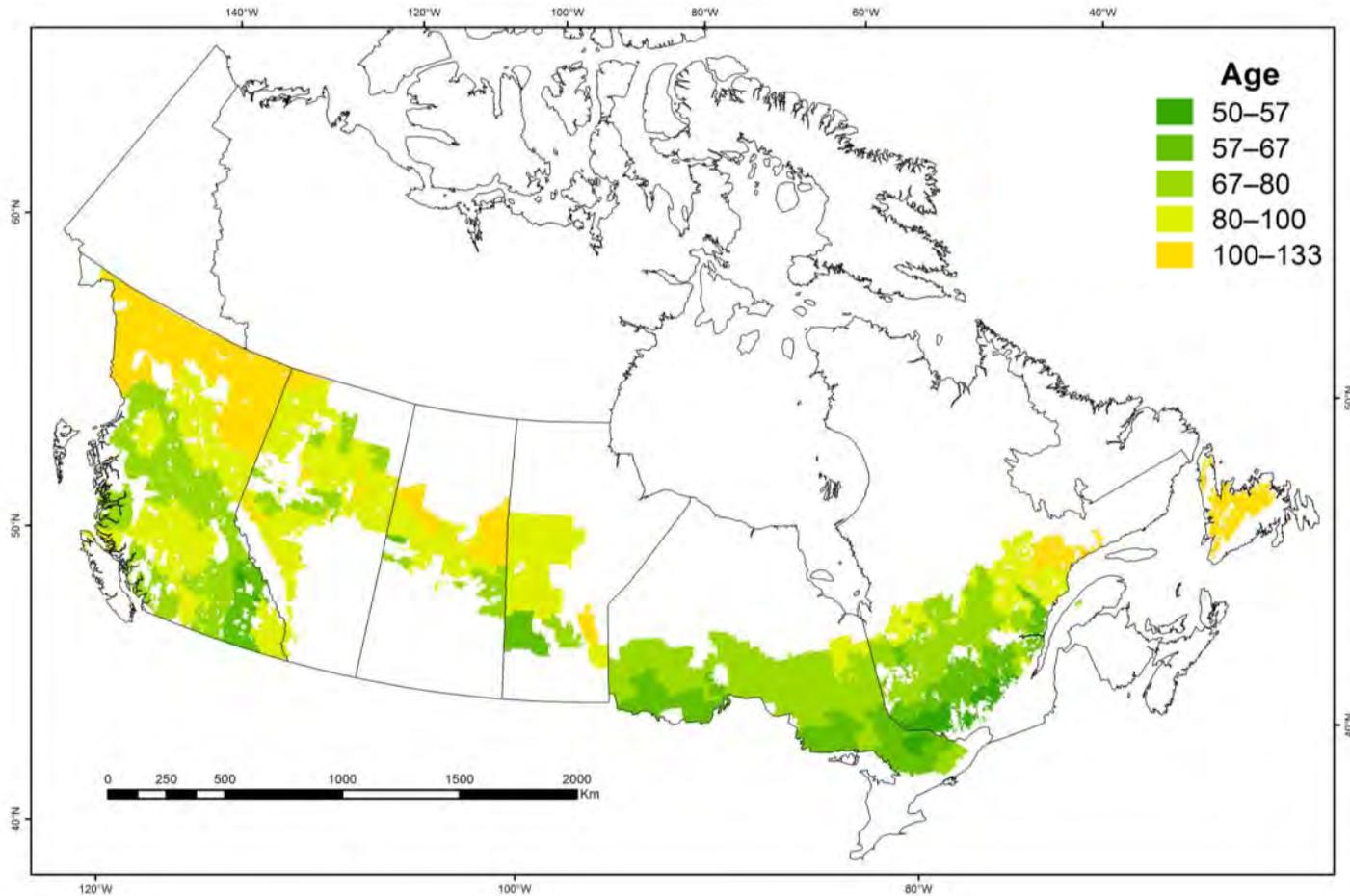
- Fires
- Forest harvesting
- Flooding

Guindon et al. 2014. *CJFR* DOI:
10.1139/cjfr-2014-0229



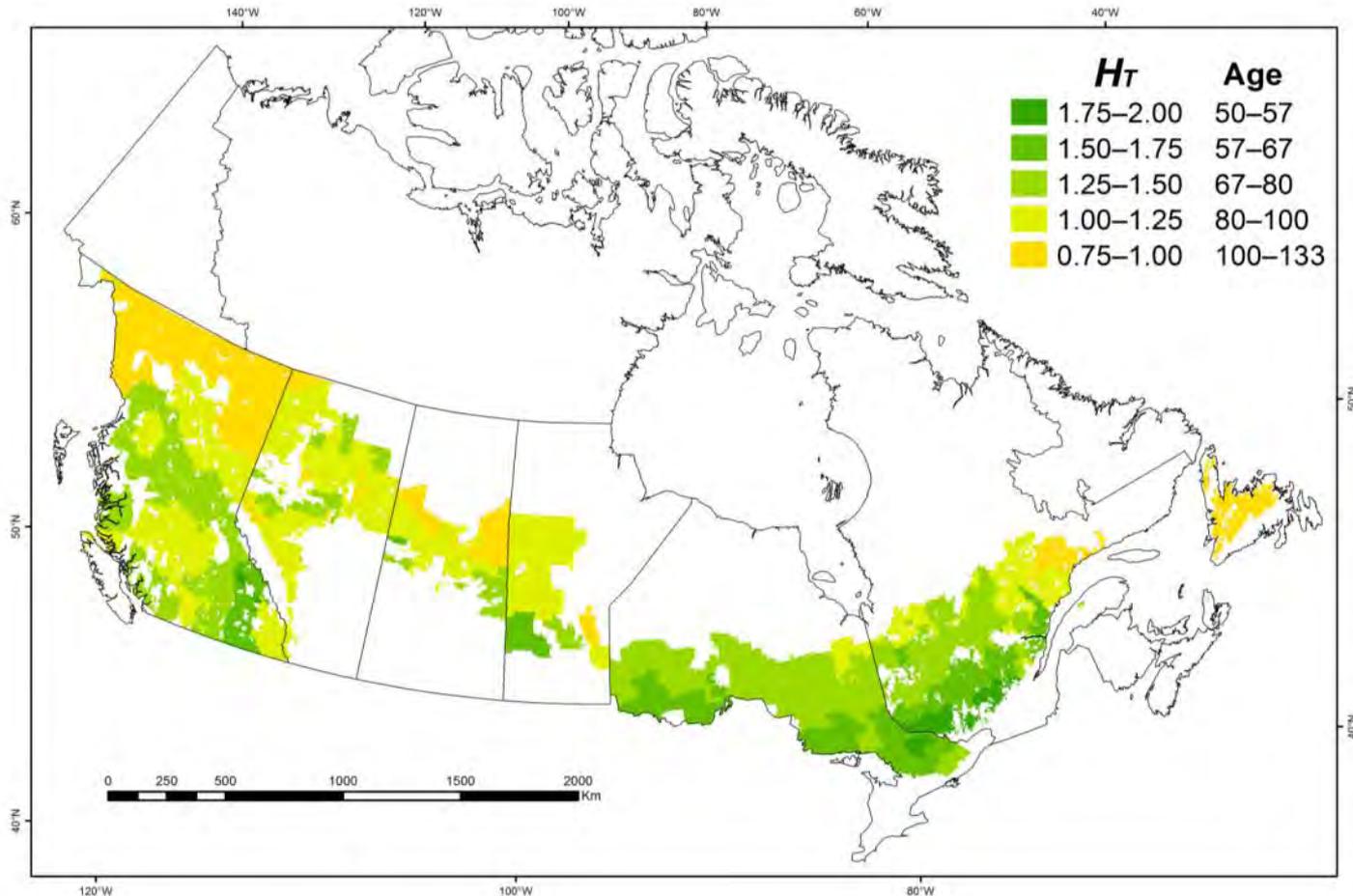
Taux de récolte potentiel

2) Temps moyen (100 m³) par aire commune



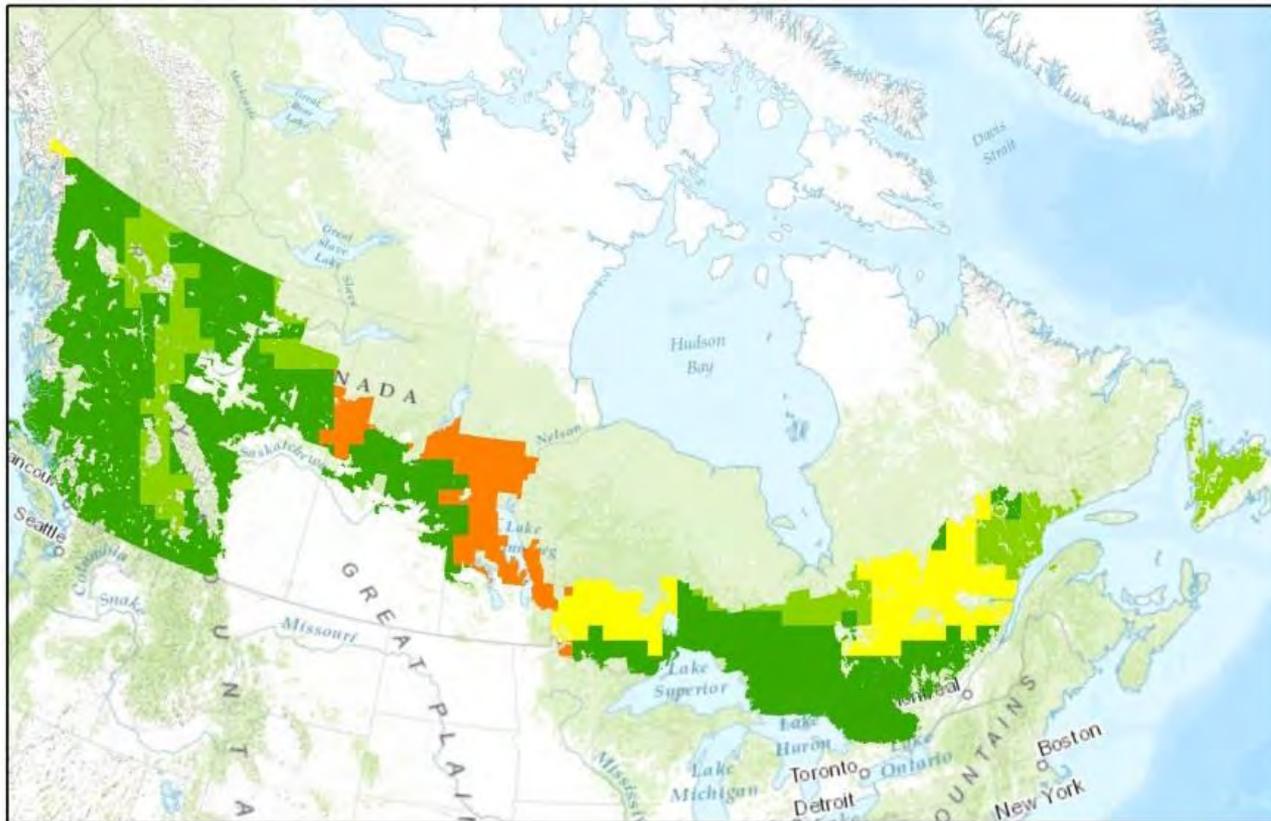
Taux de récolte potentiel

2) Inversion ($1/\hat{\text{age}}$) pour obtenir le taux de coupe potentiel



Tenir compte du feu

Aire brûlée annuelle (%)

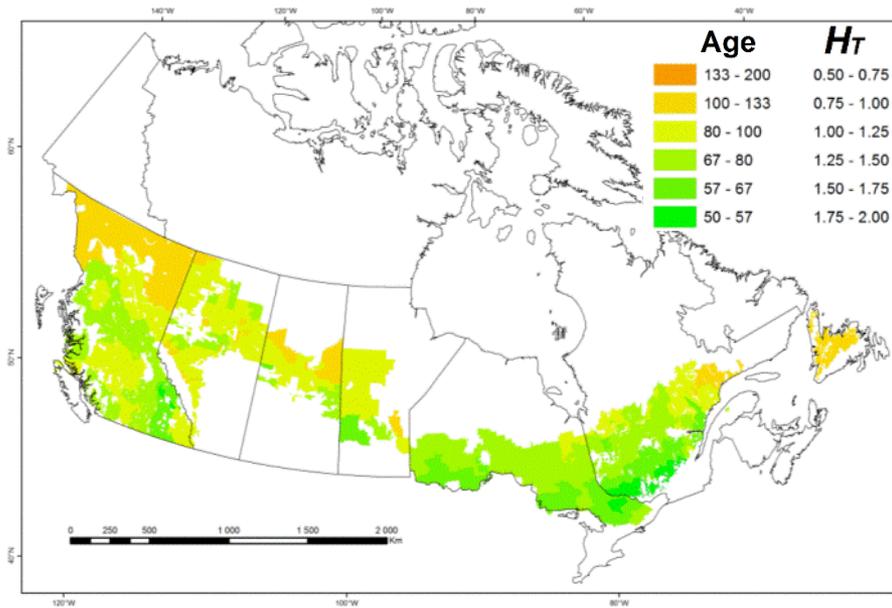


Boulanger et al. 2014. *CJFR* 44:365-376; SCF-CFL

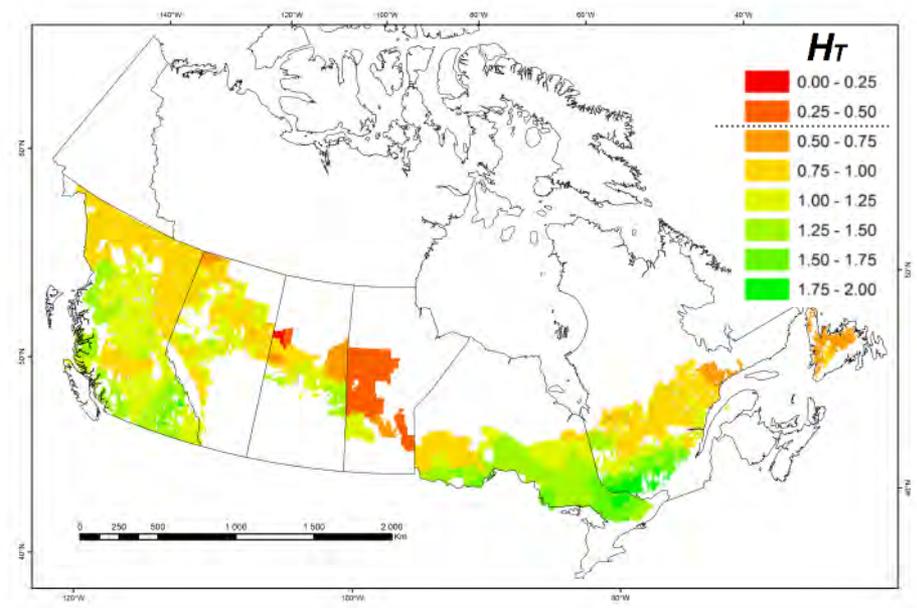


Taux de récolte potentiel

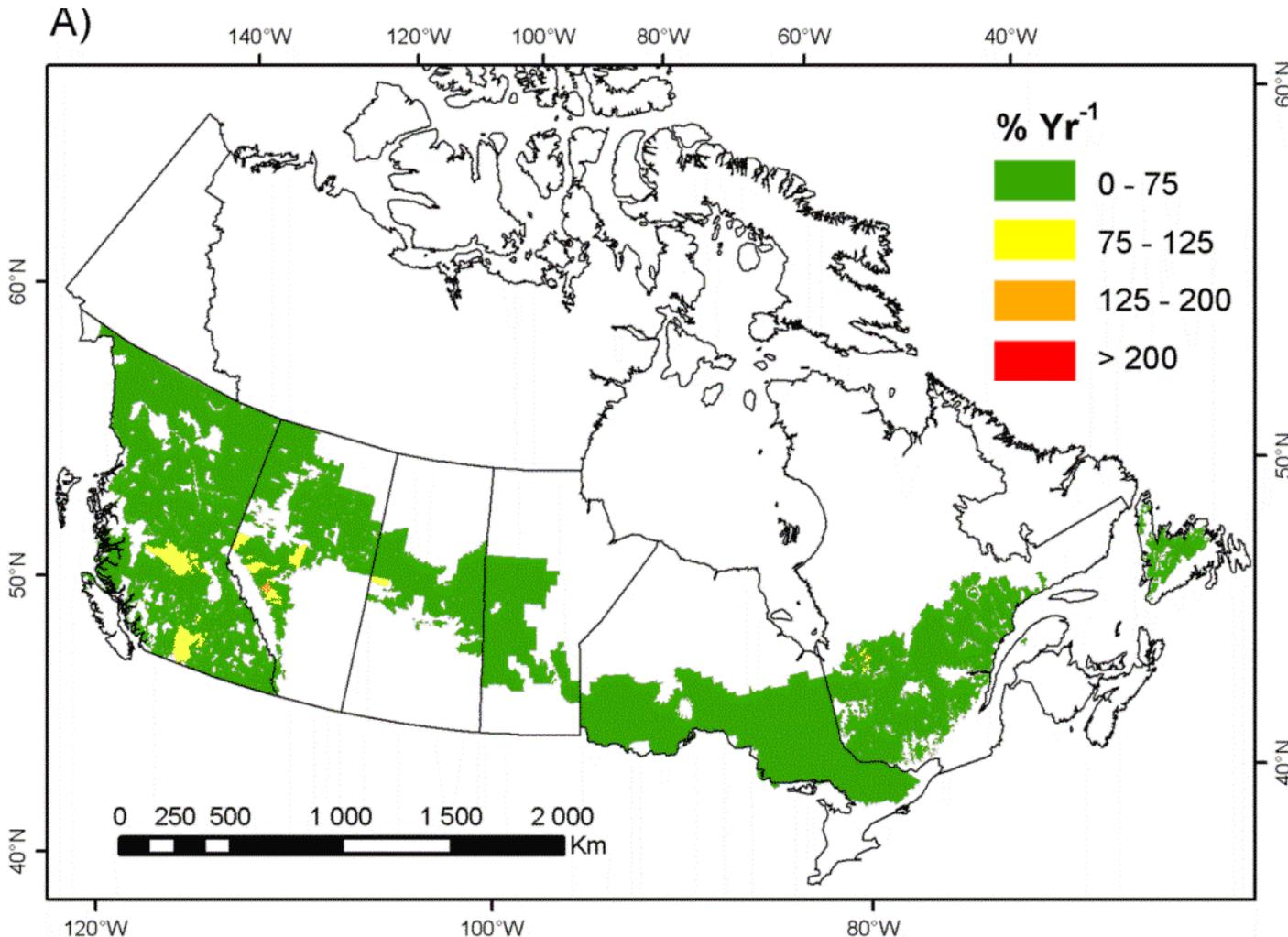
Sans le feu



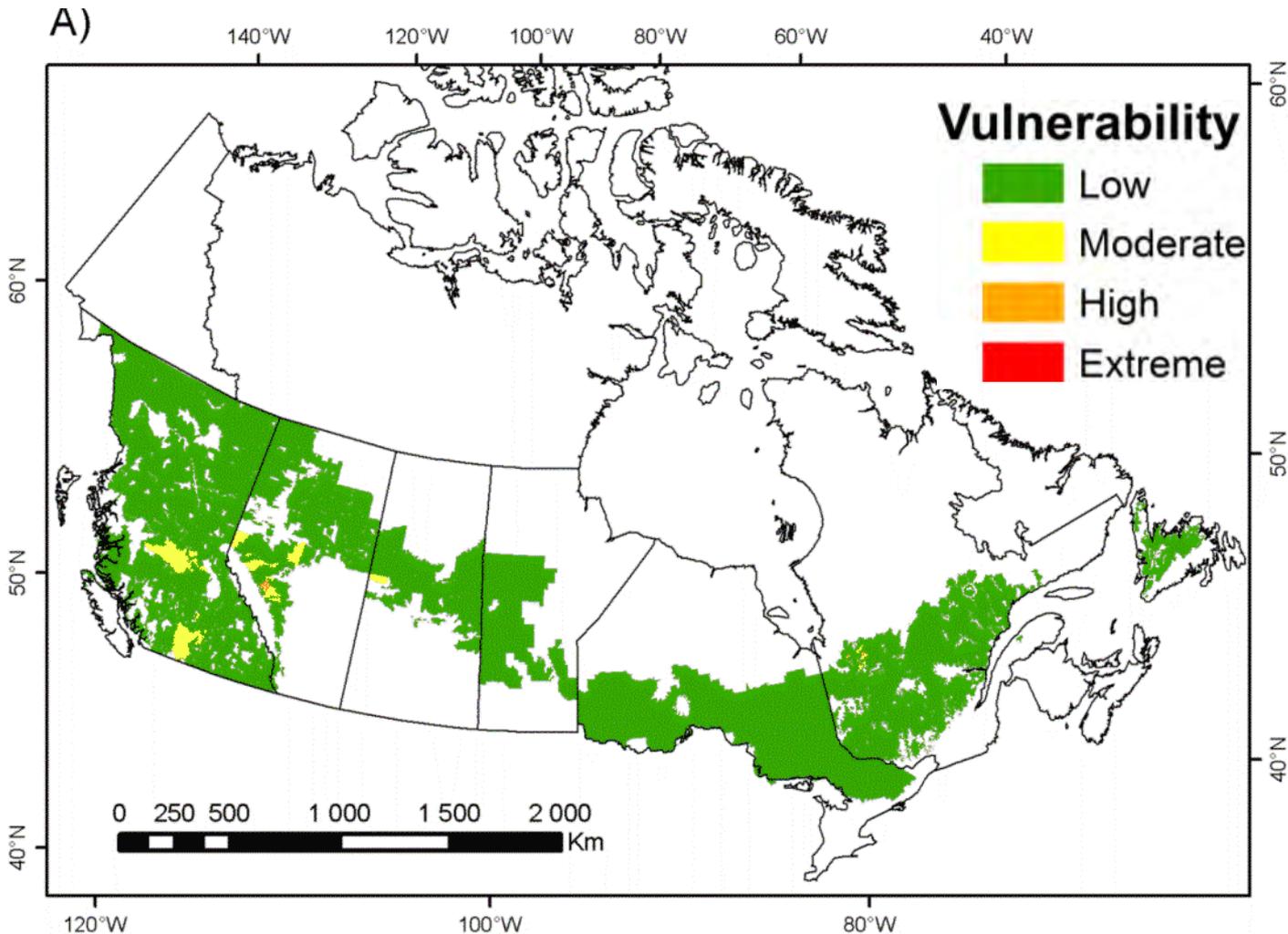
Avec le feu



Taux de coupe relatif ratio actuel (2001-2010)/potentiel compte tenu des feux

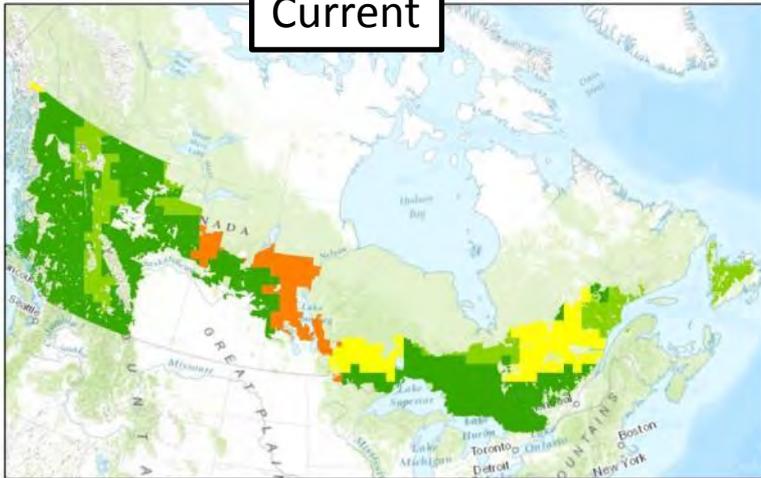


Taux de coupe relatif ratio actuel (2001-2010)/potentiel compte tenu des feux

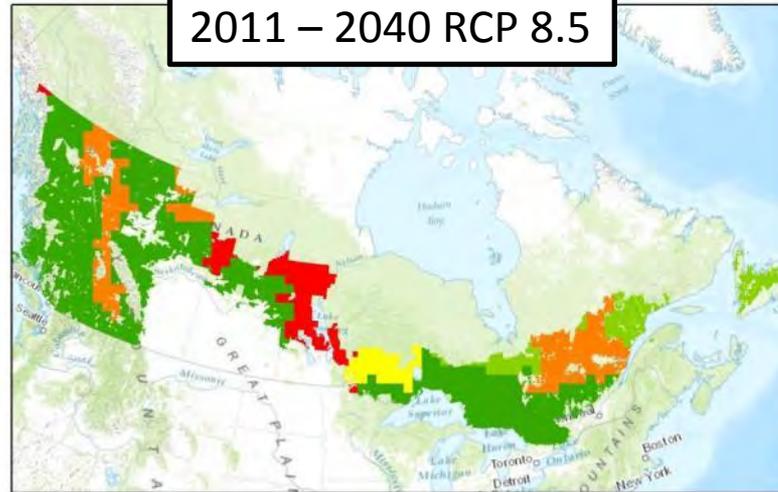


Taux de brûlage futurs (AAB)

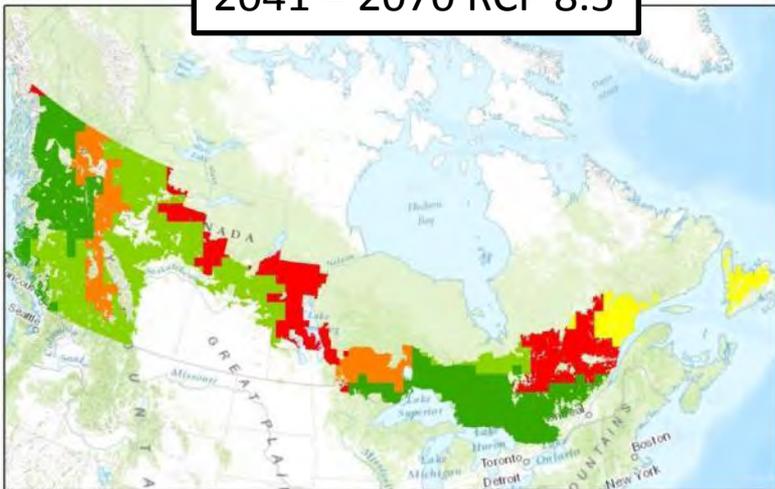
Current



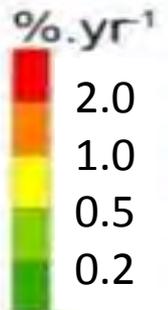
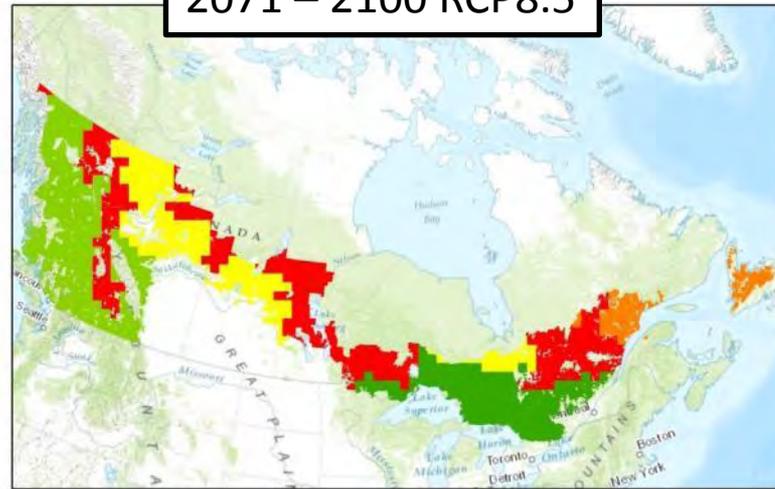
2011 – 2040 RCP 8.5



2041 – 2070 RCP 8.5



2071 – 2100 RCP8.5



Boulanger et al. 2014. *CJFR* 44:365-376; SCF-CFL

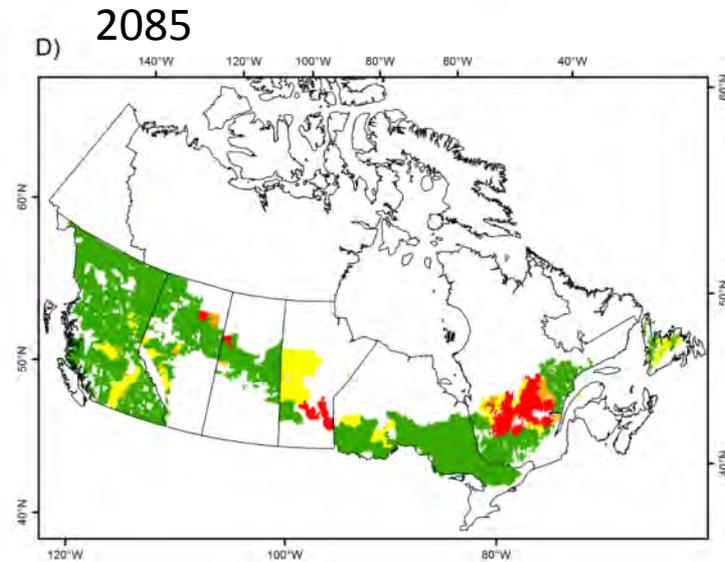
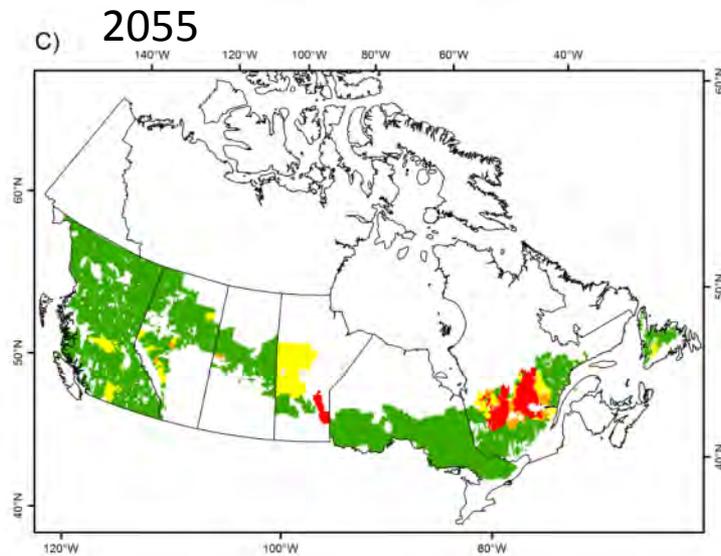
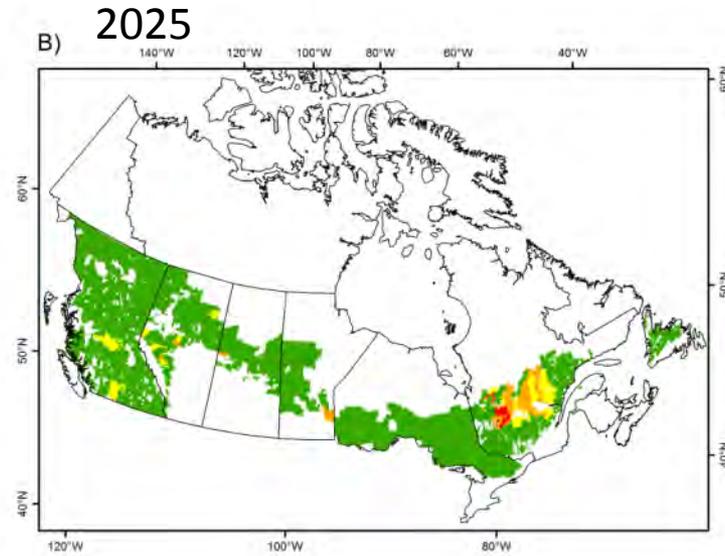
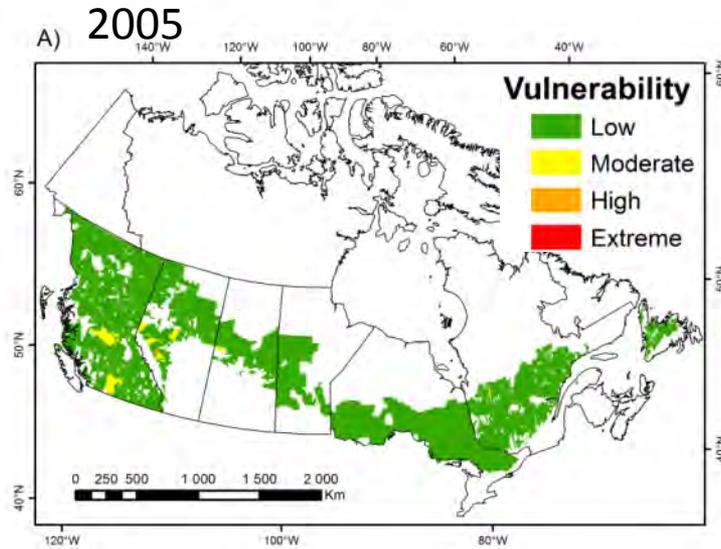


Natural Resources
Canada

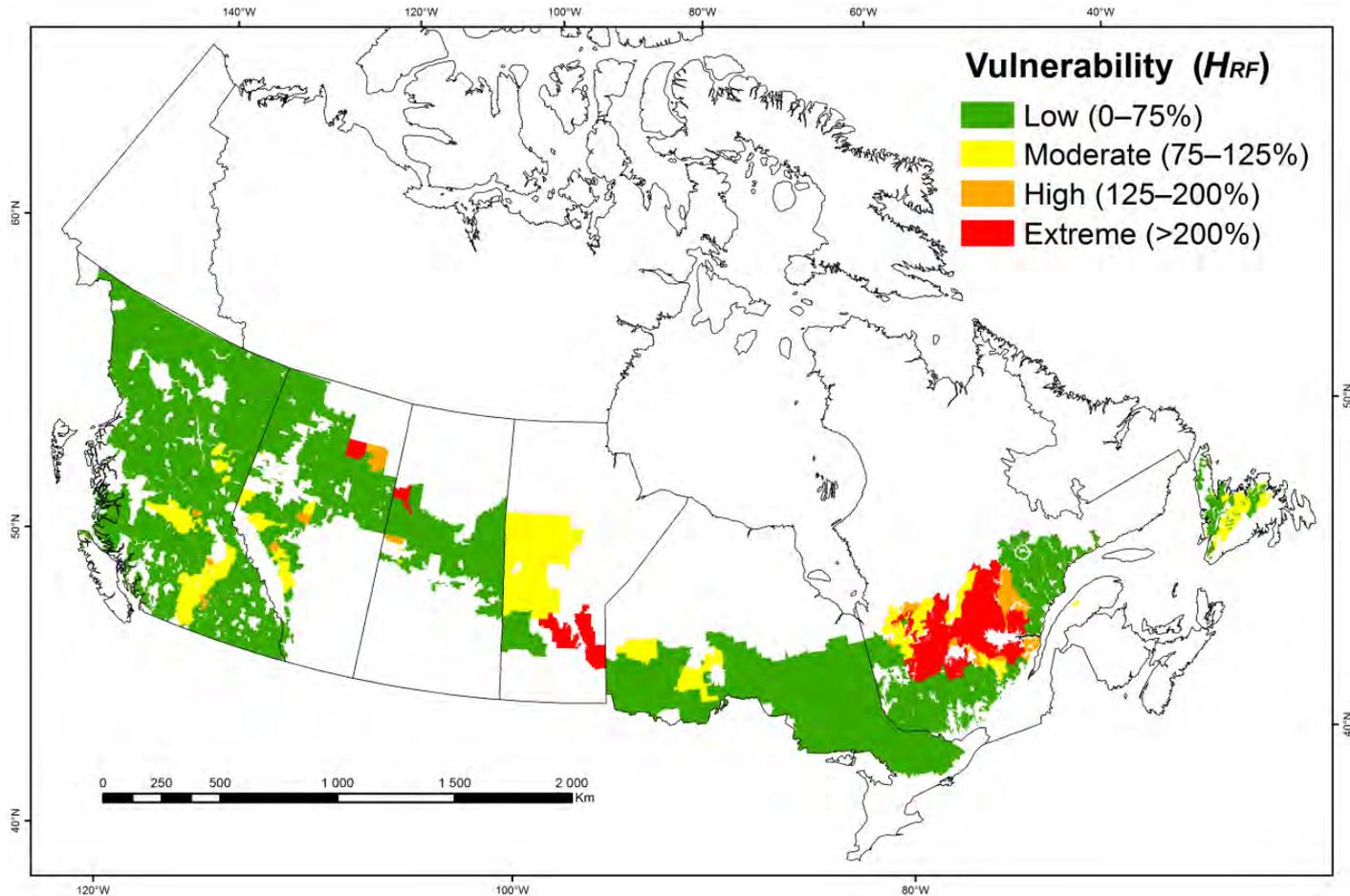
Ressources naturelles
Canada

Canada

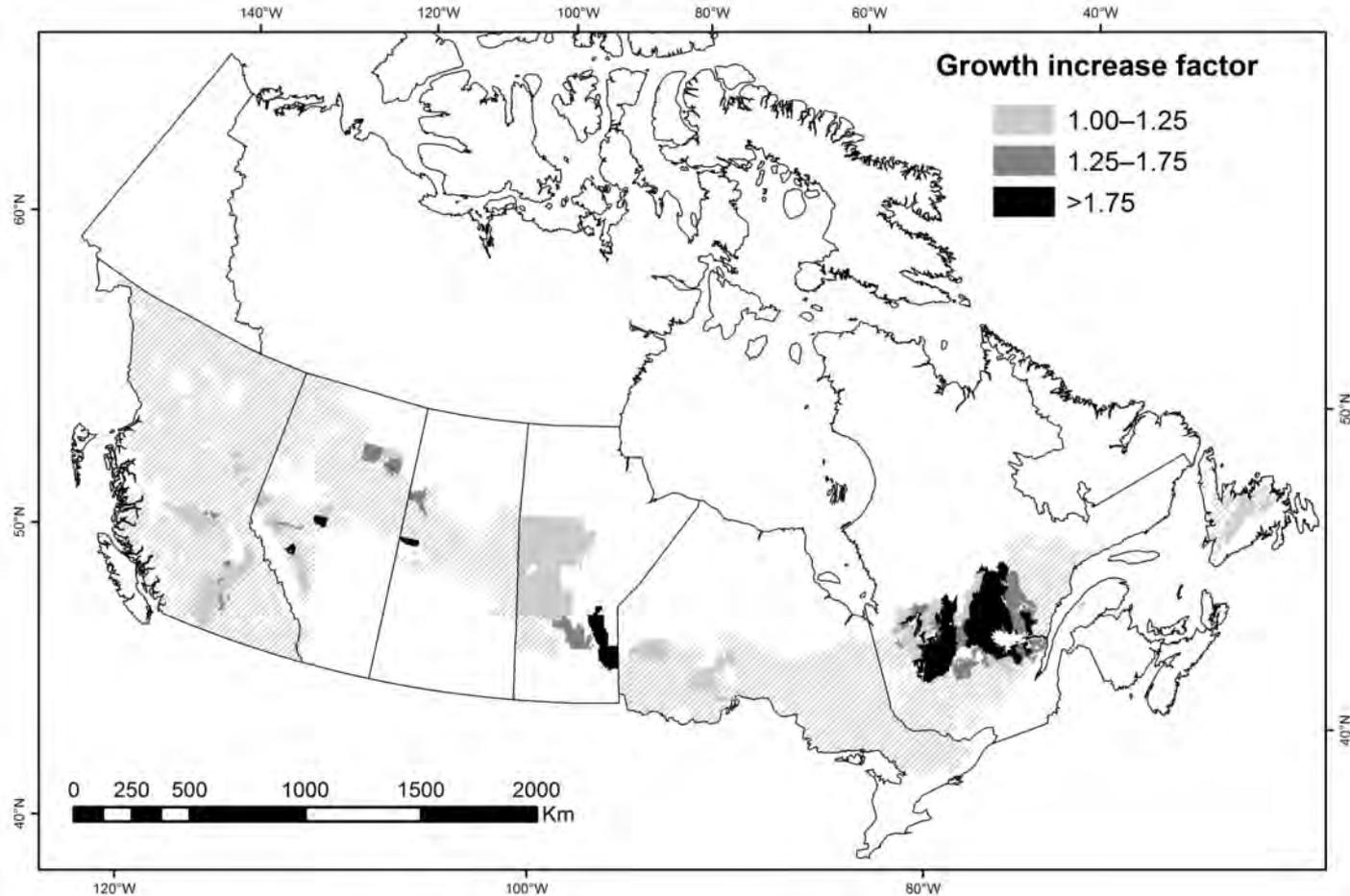
Effet du changement de taux de brûlage dans le futur pour le scénario RCP 8.5



Taux de récolte relatif compte tenu du feu 2071-2100, RCP 8.5



Augmentation de croissance requise pour compenser le taux de feux (2085)



En résumé

- Les taux de coupe actuels dans la majorité des UAF ne sont pas vulnérables aux risques de feux
- Certaines régions pourraient le devenir et ce dans un futur assez proche si les projections de taux de brûlage se réalisent
- Il semble peu probable que des gains de croissance puissent compenser les pertes dues aux feux



En résumé

- D'autres sources d'incertitude ne sont pas tenues en compte, on considère que la forêt serait la même et que le taux de brûlage ne dépend que du climat...
- Moyen de s'adapter afin d'éviter ce futur
- Le suivi des changements réels s'avèrera crucial



Mesures d'adaptation

Forêts

http://scf.rncan.gc.ca/options-dadaptation?lang=fr_CA

Options d'adaptation proposées dans la littérature

Voir les options d'adaptation de chaque référence

Affiche 1 à 10 de 10 entrées (filtré de 147 entrées totales) | Afficher entrées

Filtrer les articles

Sous-système <input type="text" value="↑↓"/>	Objectifs visés de l'adaptation <input type="text" value="↑↓"/>	Vulnérabilité générale <input type="text" value="↑↓"/>	Vulnérabilité spécifique <input type="text" value="↑↓"/>	Option d'adaptation <input type="text" value="↑↓"/>	Références <input type="text" value="↑↓"/>
Biophysique	Réduire la sensibilité	Perturbations	Accroissement de la fréquence et de la sévérité des perturbations forestières	Planter des génotypes ou des espèces qui tolèrent la sécheresse, les insectes, les maladies ou les feux de forêt.	Ogden et Innes 2007 Ogden et Innes 2008 Johnston et coll. 2009 Campbell et coll. 2009
Biophysique	Réduire la sensibilité	Perturbations	Accroissement de la fréquence et de la sévérité des perturbations forestières	Utiliser le brûlage dirigé ou d'autres traitements réduisant le combustible pour diminuer le risque de feux de forêt et le niveau de vulnérabilité aux épidémies d'insectes.	Ogden et Innes 2007 Ogden et Innes 2008 Johnston et coll. 2009 Campbell et coll. 2009 Millar et coll. 2007 Locatelli et coll. 2008 Blate et coll. 2009
Humain	Réduire la sensibilité	Accès aux ressources	Accès interdit à la forêt	Réévaluer les risques reliés aux feux de forêt au niveau régional et prévoir des périodes de diminution des activités de coupe.	Wotton et coll. 2010
Humain	Réduire la sensibilité	Perturbations	Accroissement de la fréquence et de la sévérité des perturbations forestières	Créer des paysages susceptibles de diminuer les risques de feux de forêt autour des communautés; établir des stratégies contre les feux de forêt en milieu périurbain.	Hirsch et coll. 2001



Pour *Changements forestiers*

- Une chef d'équipe (perturbations)
- Une chercheure (feu de forêt et lien avec l'approvisionnement)
- Vulgarisatrice pour transférer l'information
- Partie d'une équipe multidisciplinaire qui répond à des questions intéressantes
- Développement d'outils qui permettent aussi de répondre à de nouvelles questions



Le parcours en trois temps



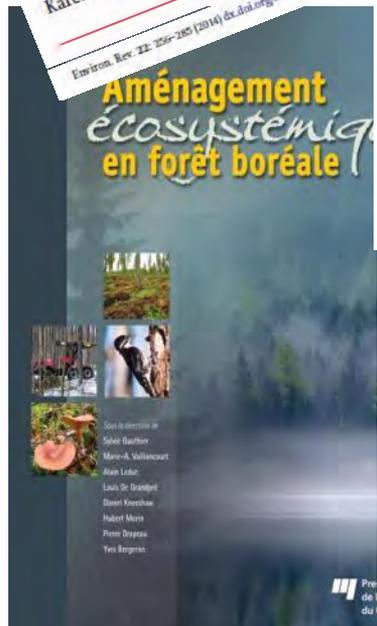
REVIEW

Boreal forest health and global change

S. Gauthier,^{1*} P. Bernier,¹ T. Kuuluvainen,² A. Z. Shvidenko,³ D. G. Schepaschenko³

The boreal forest, one of the largest biomes on Earth, provides ecosystem services that benefit society at levels ranging from local to global. Currently, about two-thirds of the area covered by this biome is under some form of management, mostly for wood production. Services such as climate regulation are also provided by both the unmanaged and managed boreal forests. Although most of the boreal forests have retained the resilience to cope with current disturbances, projected environmental changes of unprecedented speed and amplitude pose a substantial threat to their health. Management options to reduce these threats are available and could be implemented, but economic incentives and a greater focus on the boreal biome in international fora are needed to support further adaptation and mitigation actions.

2015:
Les risques pour
la santé
de la forêt
circumboréale

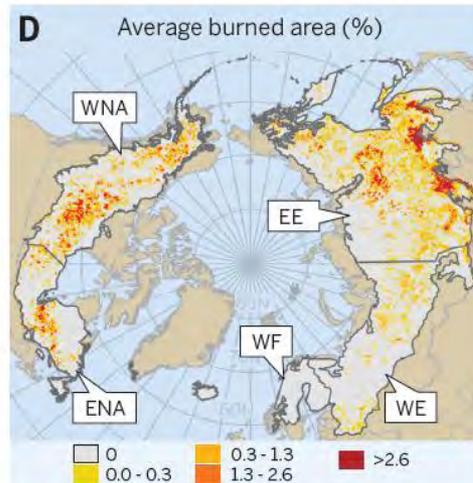
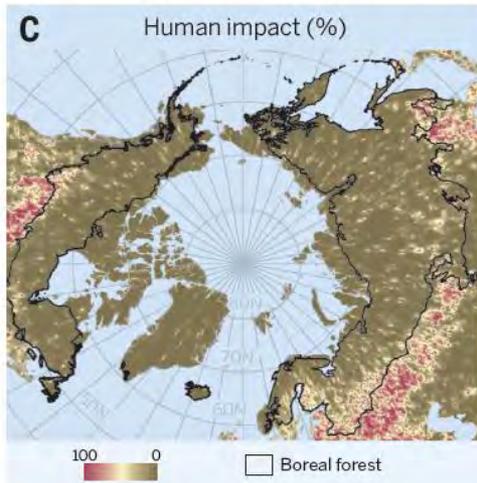
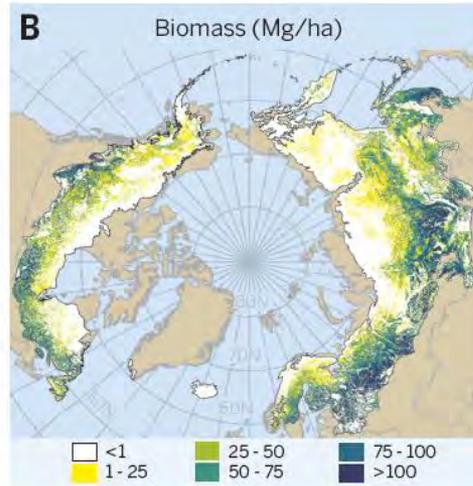
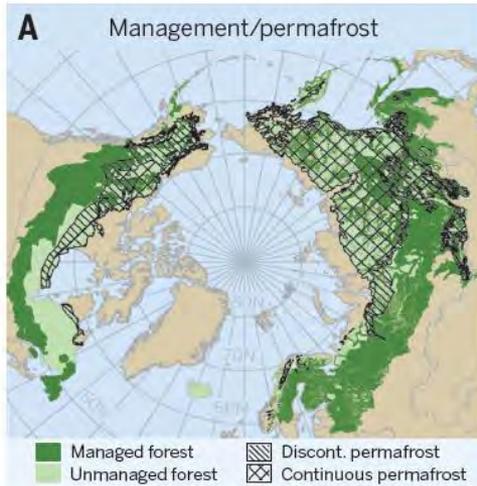


Les risques pour la santé de la forêt circumboréale

- Un matin de février 2015... un courriel avec objet: Review article for Science?

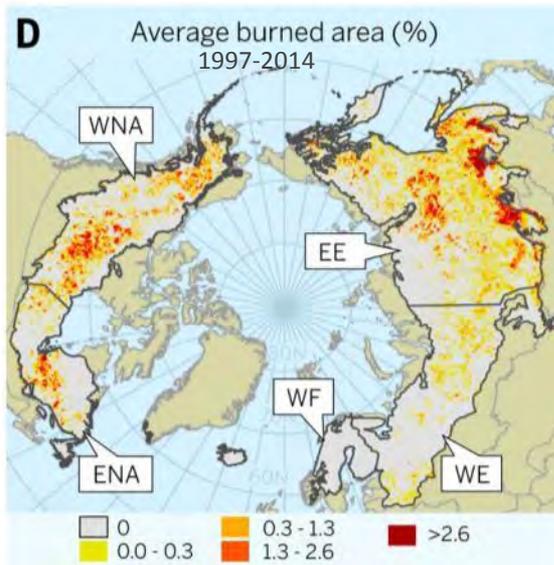


Les risques pour la santé de la forêt circumboréale



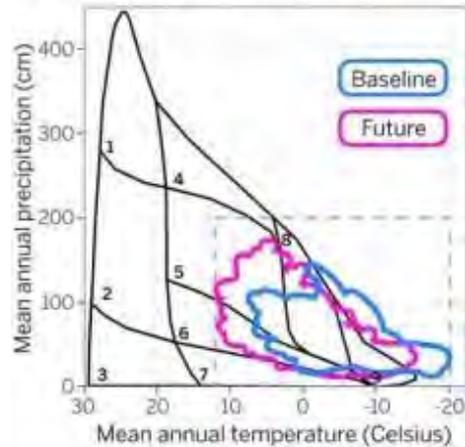
- 30% des forêts du monde
- 33% exportation fibre, 25 % du papier dans le monde
- Plus du 1/3 des stocks de carbone terrestre
- Forêt adaptée aux perturbations
- Diversité importante d'habitats

Les risques pour la santé de la forêt circumboréale



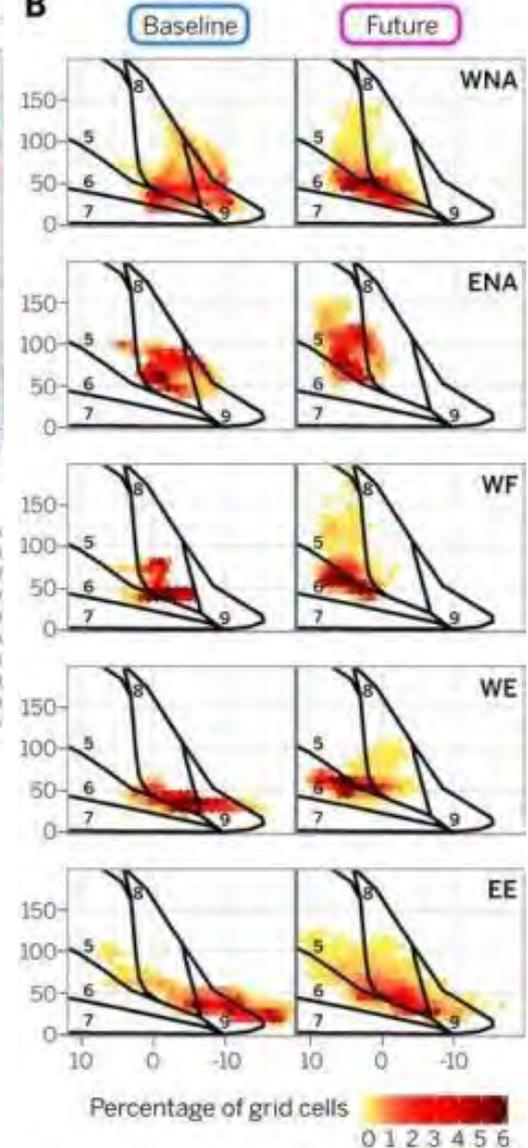
- Forêt à risque avec les ch
globaux
- Climat change rapidement, devient plus sec, perturbations en hausse, pergélisol, carbone

A Climate space of terrestrial biomes



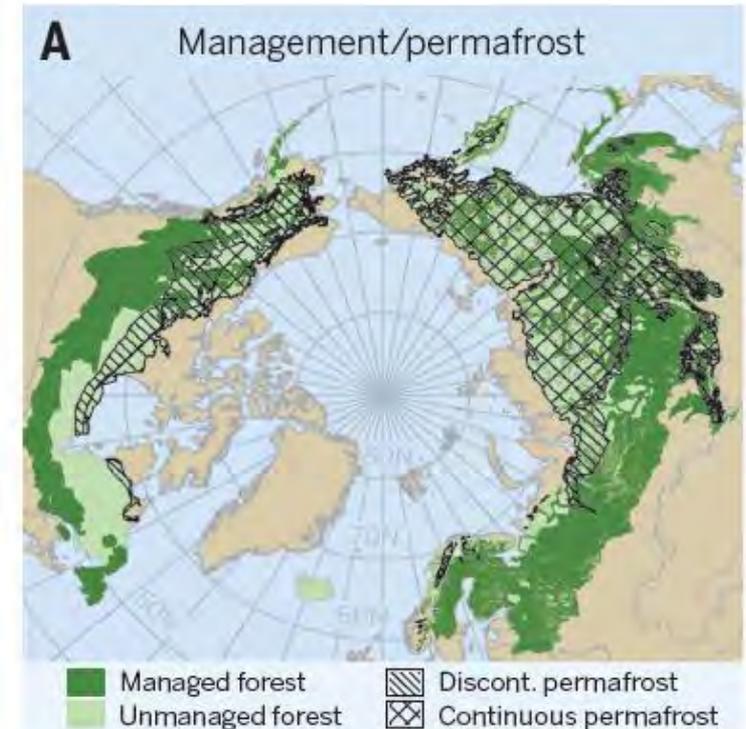
1. Tropical rain forest
2. Tropical seasonal forest/savanna
3. Subtropical desert
4. Temperate rain forest
5. Temperate seasonal forest
6. Woodland/shrubland
7. Temperate grassland/desert
8. Taiga
9. Tundra

B



Les risques pour la santé de la forêt circumboréale

- C'est une forêt qu'on aménage en grande partie, développement de pratiques à couvert continue
- Surveillance pour maintenir la résilience (notamment les stades post-perturbations et les zones de pergélisol)



Les risques pour la santé de la forêt circumboréale

The health of the immense and seemingly timeless boreal forest is presently under threat, together with the vitality of many forest-based communities and economies. On the larger scale, the long-term provisioning of vital ecosystem services such as global climate regulation is at risk.

Our vast knowledge of boreal forests can inform solution development, but current international agreements and regional market mechanisms fail to provide incentives or opportunities to fully implement the existing options (7, 8). To support critical and timely action across the boreal forest, global discussions on sustainable development, biodiversity conservation, and climate change mitigation need to place a greater focus on this vast biome.

- Ce biome mérite plus d'attention dans les forums internationaux sur le développement durable, la conservation de la biodiversité et l'atténuation du changement climatique
- Suite à Paris 2015, ca semble possible notamment dans les discussions sur l'atténuation des changements climatiques



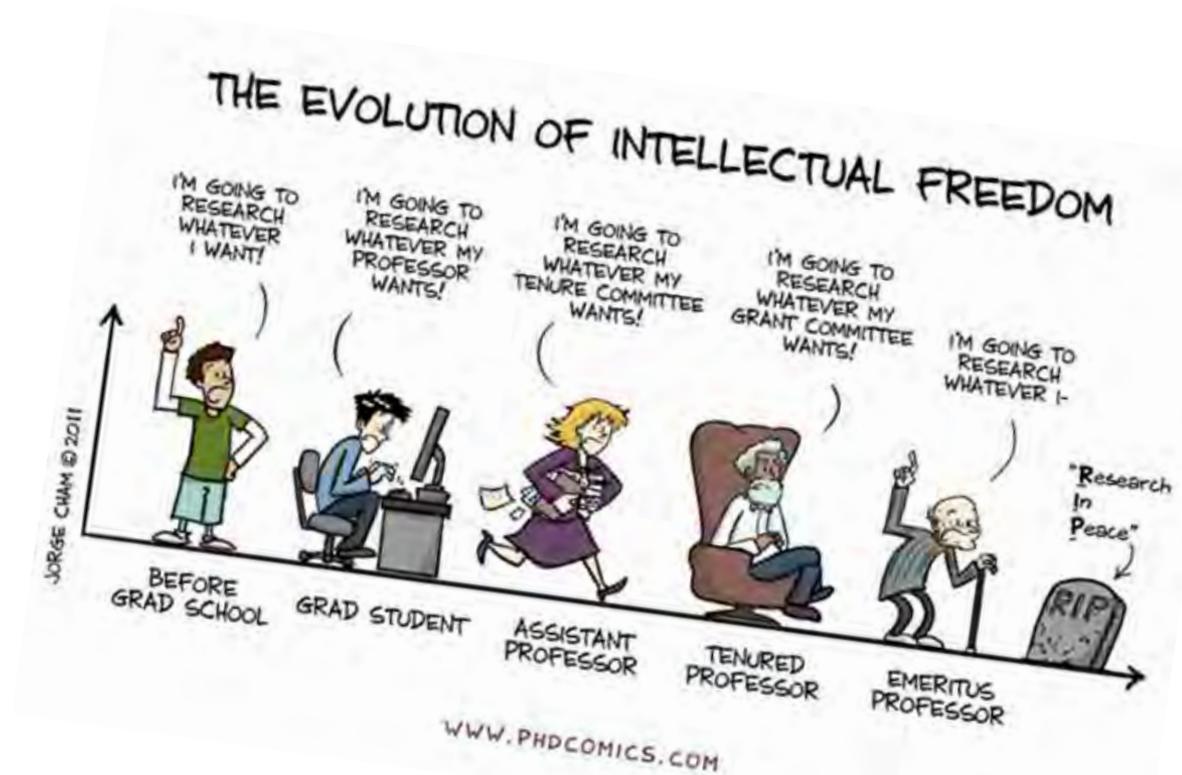
Face à ces risques (aménagement et CC)

- Recherche pour mieux comprendre divers processus
- Suivi des effets réels et développement de mesures d'adaptation
- Information pour aider les décideurs



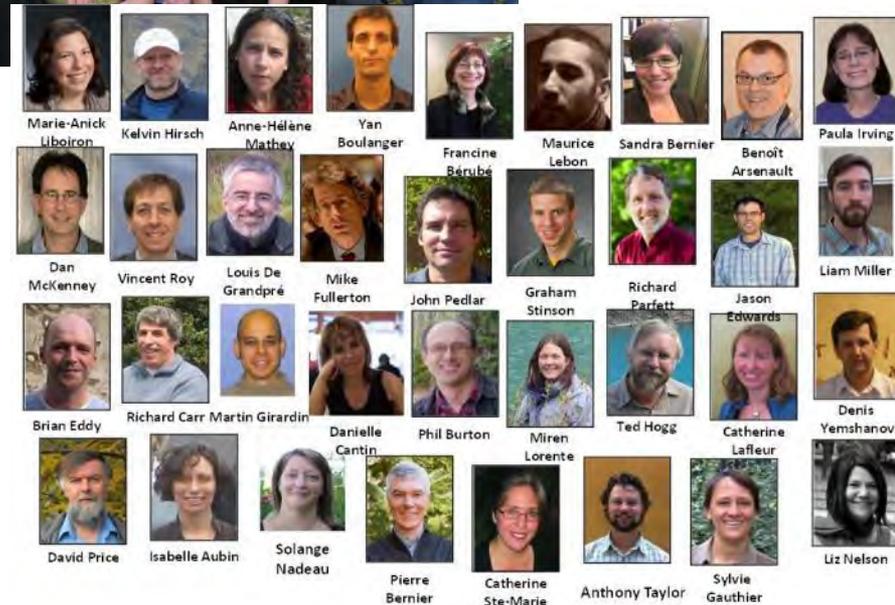
Le chercheur gouvernemental

- Travaux plus dirigés
- Scientifique/ expert
- Devoir de réserve



Le chercheur gouvernemental

- Travail d'équipe multi-disciplinaire
- Mandat d'intérêt
- Éducation/ Enseignement/ Vulgarisation
- Encadrement d'étudiants



**Merci à tous mes collaborateurs du SCF,
et du CEF notamment mes étudiants et
post-docs**

contact: sylvie.gauthier2@canada.ca





Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

Risques liés aux changements climatiques

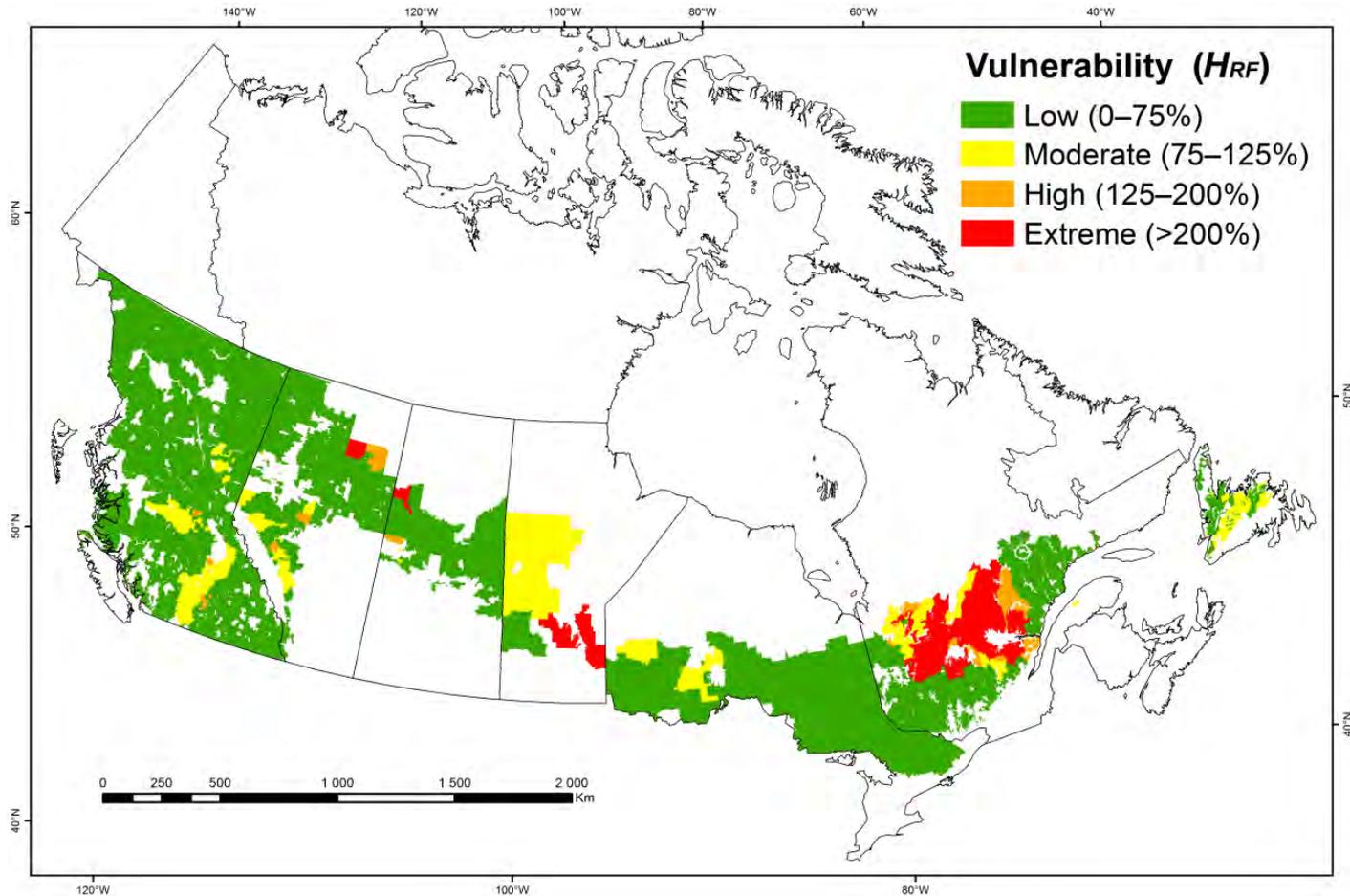
climatiques

Vulnérabilité des taux de coupe aux feux

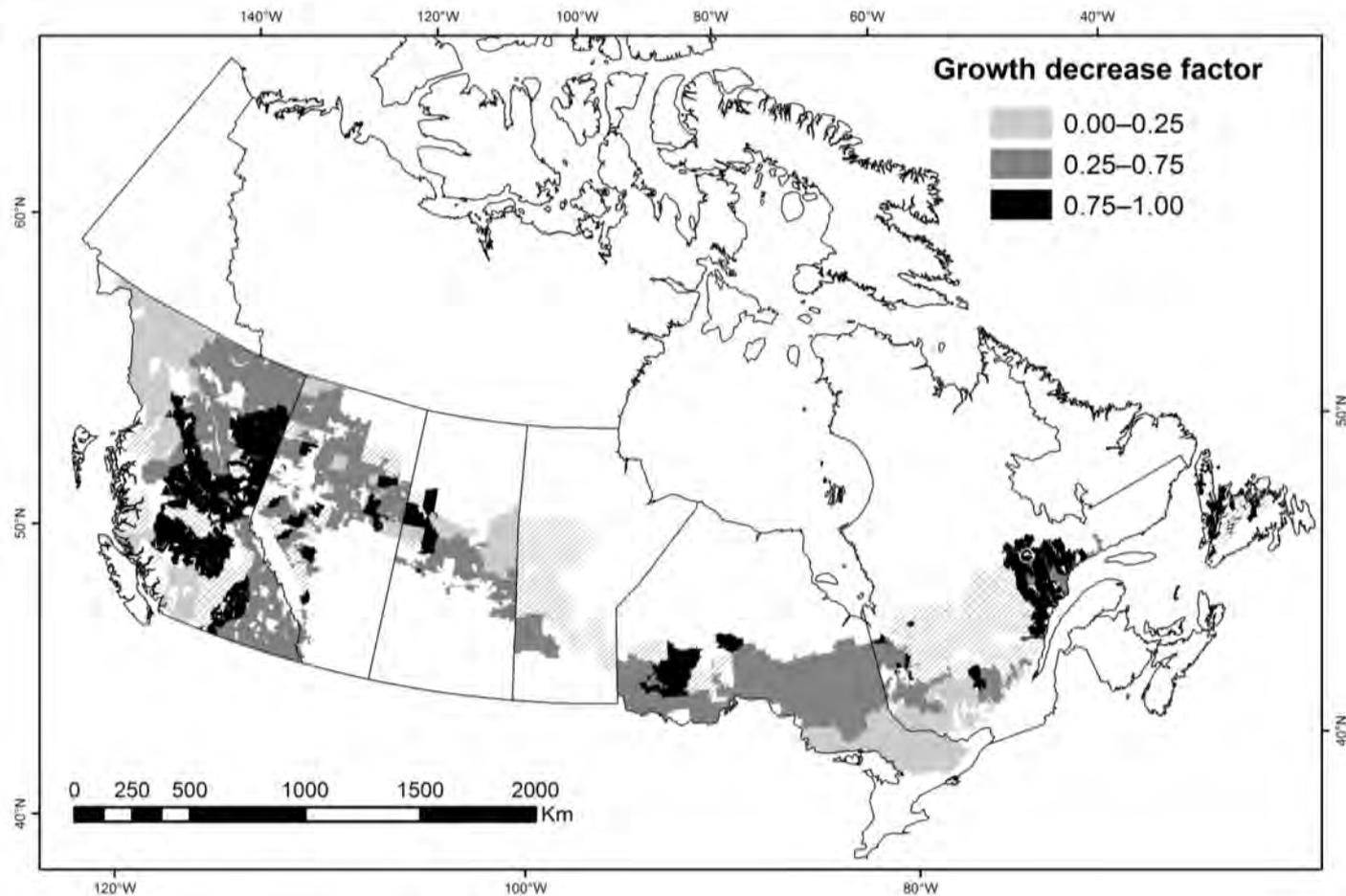
Analyse intégrée des risques au secteur forestier



Taux de récolte relatif compte tenu du feu 2071-2100, RCP 8.5



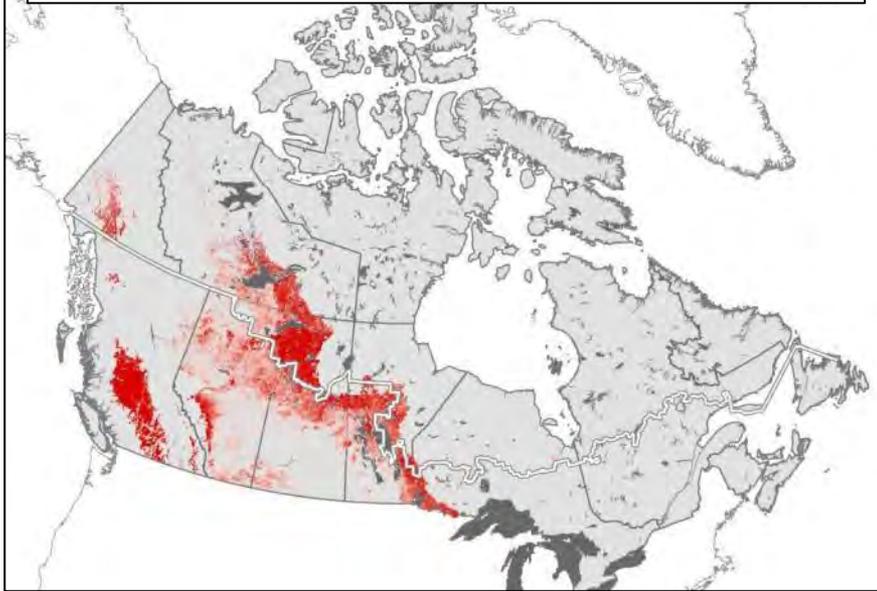
Réduction de croissance qui rendrait les unités d'aménagement vulnérables au feu (2085)



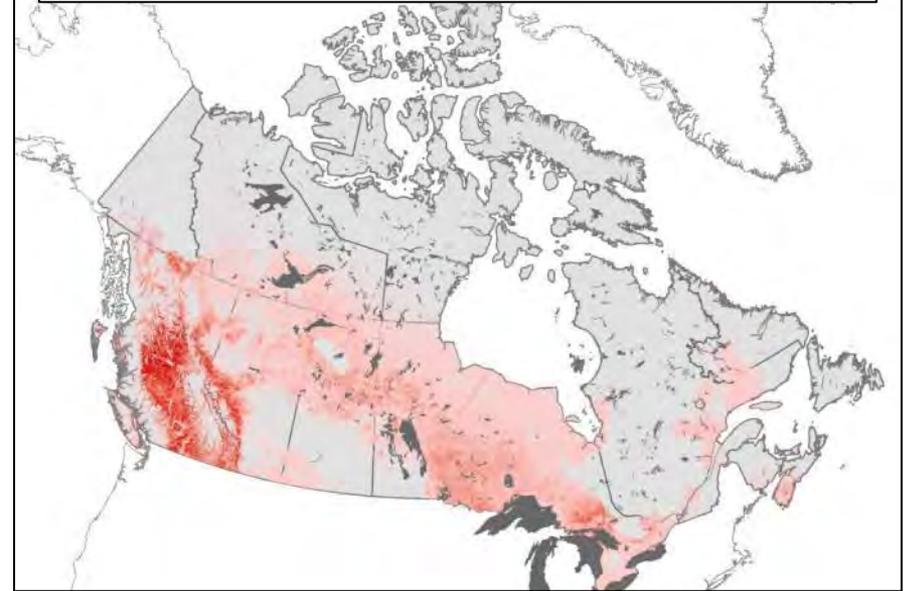
Comment calculer le risque ?

- Certaines perturbations sont spécifiques
- Deux perturbations peuvent affecter le même hôte

Volume de pin exposé à la
sécheresse 2071 – 2100, RCP 8.5



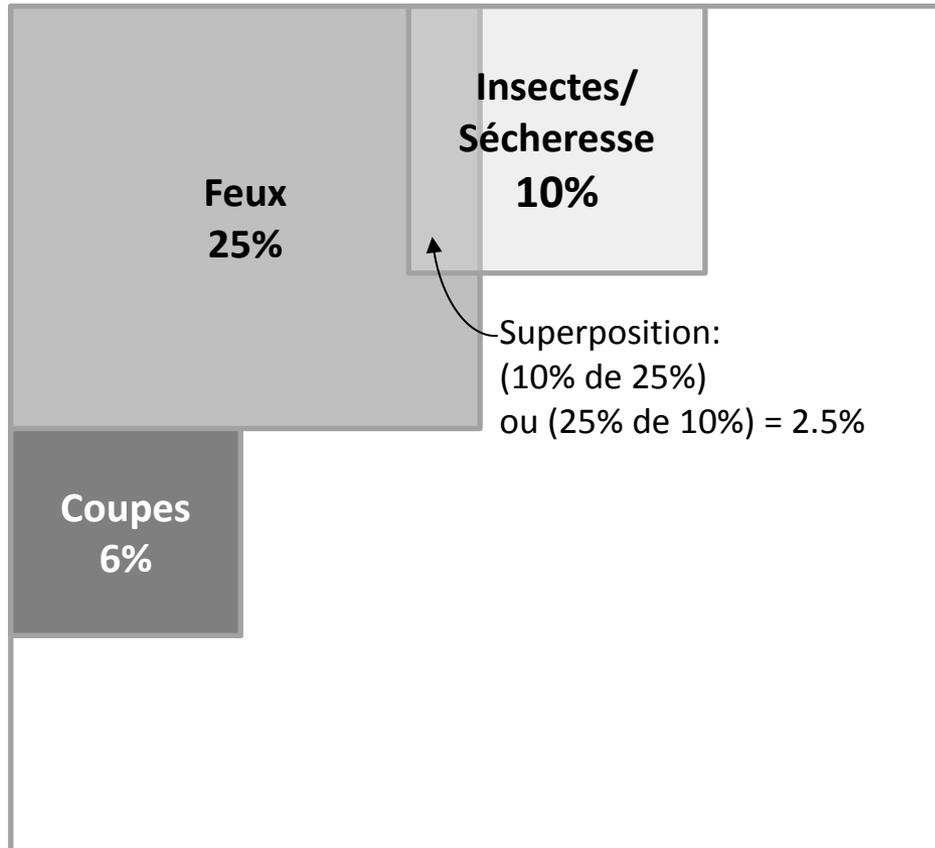
Volume de pin exposé au
dendroctone 2071 – 2100, RCP 8.5



→ donc $2 + 2 \neq 4...$

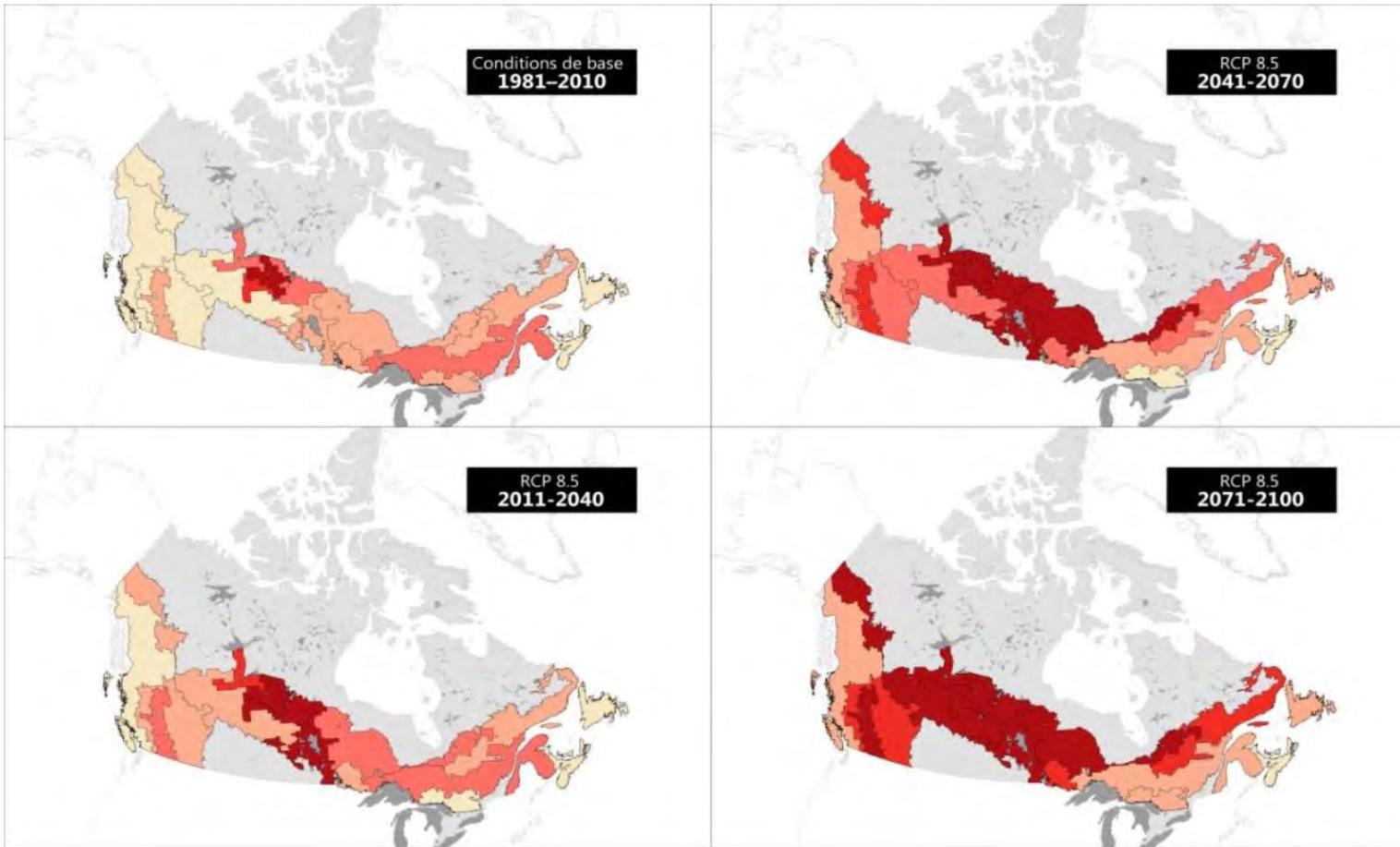


Comment calculer le risque ?



- Végétation telle qu'en 2001;
- Récolte moyenne 2001-2010;
- Projections pour les autres perturbations
- Estimation pour chacune des conditions des 3 périodes

Volume à risque sous conditions engendrées selon RCP 8.5

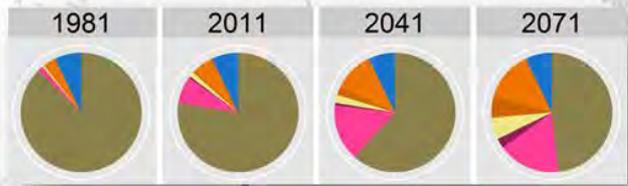


Volume de bois à risque (en %)



Ouest

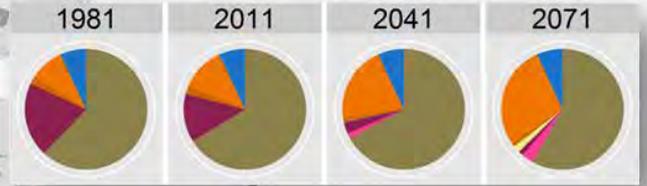
Augmentation des feux, de la sécheresse et du dendroctone



- Volume non à risque
- Dendroctone ou sécheresse
- Tordeuse ou sécheresse
- Sécheresse
- Feux ou insectes ou sécheresse
- Feux
- Coupes

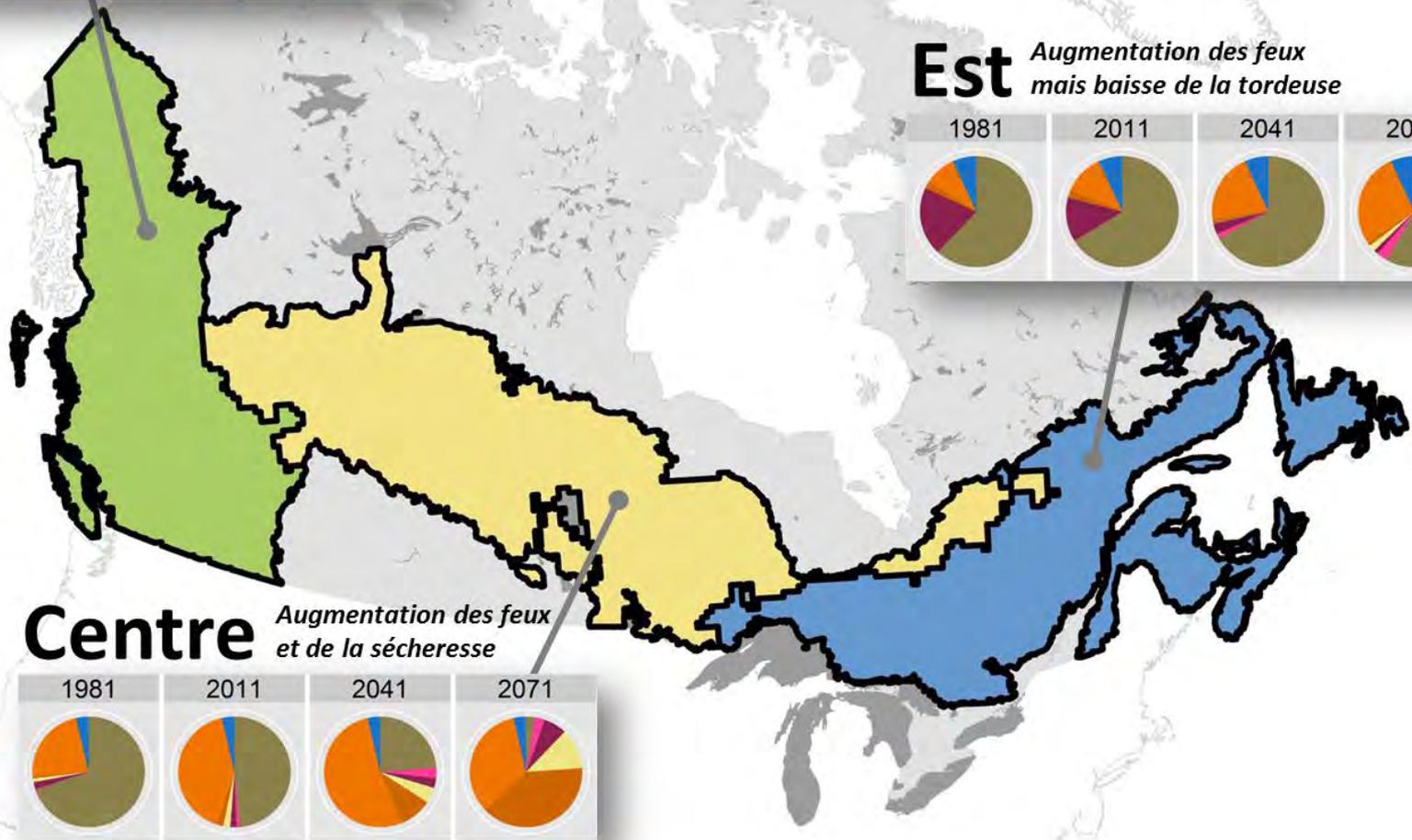
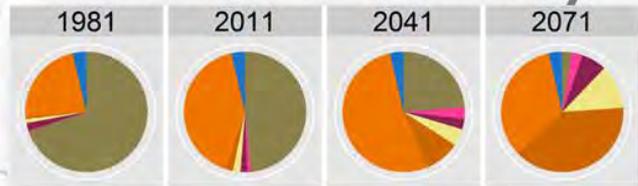
Est

Augmentation des feux mais baisse de la tordeuse



Centre

Augmentation des feux et de la sécheresse



En résumé

- Le volume à risque face aux perturbations s'accroîtrait dans le futur
- La répartition spatiale, la nature et le timing varient d'une région à l'autre



Exemples de mesures d'adaptation

- Stratégies qui visent le maintien de la résilience forestière

Exemples selon les risques anticipés :

- 1) Favoriser des espèces moins favorables aux feux, notamment près des communautés et d'autres valeurs à risque
- 2) Favoriser des espèces/génotypes tolérantes à la sécheresse
- 3) Réduire la connectivité entre des peuplements vulnérables au DP ou de la TBE

