



FOREST CHANGE



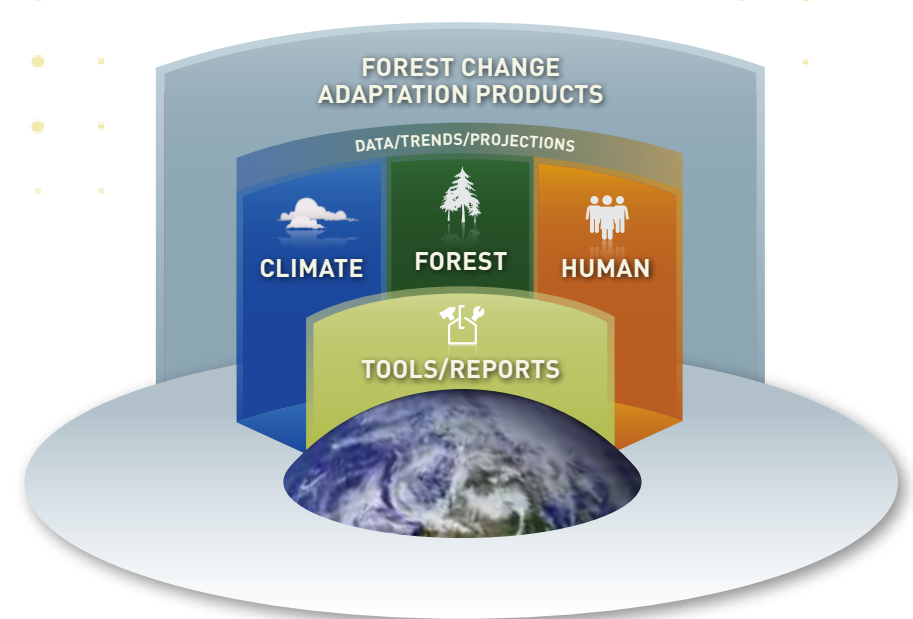
CHANGEMENTS FORESTIERS

The Adaptation Program of Natural Resources Canada's Canadian Forest Service

Catherine Ste-Marie, Pierre Bernier, Yan Boulanger, Brian G. Eddy, Jason Edwards, Sylvie Gauthier, Miren Lorente, Anne-Hélène Mathey, Dan McKenney, Richard Parfett, John Pedlar, David Price, and/et Graham Stinson

Le programme d'adaptation du Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada

Under the adaptation theme of the Government of Canada's Clean Air Agenda, the Canadian Forest Service (CFS) receives \$1 million a year for five years (2011–2016) to support adaptation to climate change in Canada's forest sector by helping maximize opportunities and minimize risks associated with climate change.



Forest Change has three main deliverables:

- a tracking system that uses a cohesive set of relevant indicators to document past trends and provide projections of forest change across Canada;
- an adaptation toolkit to provide actionable scientific information for the forest sector including maps, decision support systems, syntheses of information, and adaptation options; and
- an integrated assessment of the implications of climate change for Canada's forests and forest sector under a range of future climate scenarios.

Since its initiation in September 2011, and building on existing CFS capacity, Forest Change has generated a wide range of information and knowledge exchange activities such as workshops and webinars. In the last 16 months of the current program, several knowledge products will be finalized and made easily accessible on the Forest Change website.

FOREST CHANGE TRACKING SYSTEM

The report *Tracking climate change effects: potential indicators for Canada's forests and forest sector* published in August 2014 is aimed at informing future initiatives in monitoring, reporting, and projecting climate change impacts. It documents two complementary initiatives that were undertaken to identify potential indicators:

- a broad consultation within the CFS and with a group of more than 100 forest sector representatives; and
- a comprehensive literature review and web scan of indicators currently used, or being developed, to track climate change effects on forests and the forest sector in other jurisdictions worldwide (more than 500 documents and websites).

The report provides a comprehensive list of potential climate change indicators and a framework to prioritize them.

Establishment of CFS tracking system of climate change impacts

From the list of approximately 150 indicators proposed in the report, 13 were selected (see Table 1 below) based on their sensitivity to climate change and monitoring feasibility. Indicators of changes in the climate system, forest system, and human system were identified. For each indicator, past trends and projections of change across Canada over time are being generated. The tracking system will be live on Natural Resources Canada's (NRCan) CFS website by March 2016. A beta version of the website is currently being reworked with new projections and standardized maps.

Table 1. Climate change indicators for the CFS Forest Change tracking system.

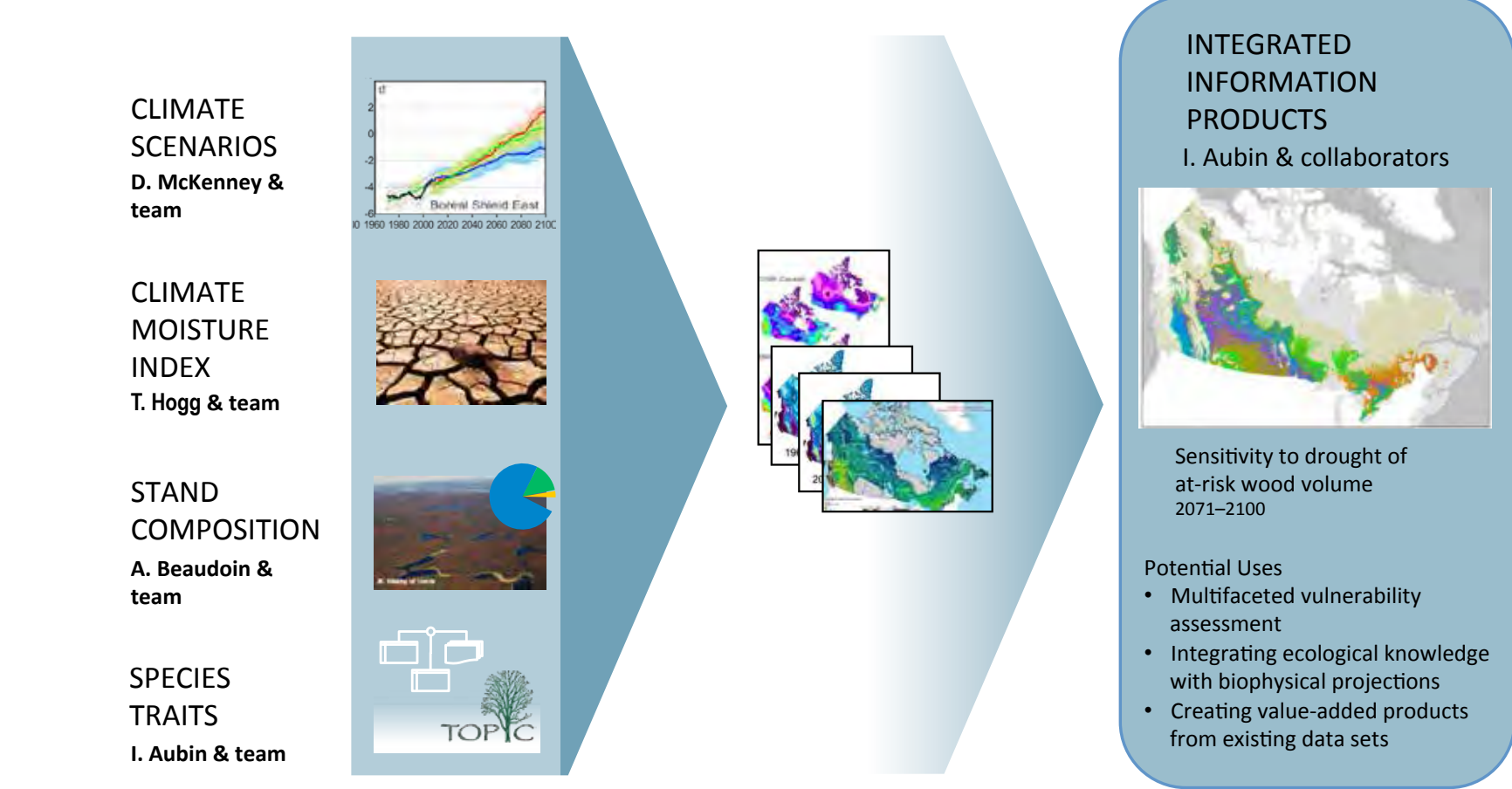
INDICATOR	SYSTEM	COMMENTS
Drought (CMI, SMI, and Palmer Index)	Climate	The information for these indicators is being edited to be included in the CFS website.
Start of fire season	Forest	
Distribution of major tree species		
Area burned	Human	
Tree mortality		
Wildfire evacuations	Forest	These indicators will be available by March 2016. Key milestones include:
Cost of fire protection		
Pest species distribution	Human	<ul style="list-style-type: none"> • maps projecting insect activity are available for spruce budworm (<i>Choristoneura fumiferana</i>) and gypsy moth (<i>Lymantria dispar</i>);
Percentage of young forest		
Freeze-thaw cycles	Forest	<ul style="list-style-type: none"> • tree regeneration data are being extracted from national maps; • existing data and methodology on freeze-thaw cycles are being investigated; and • WUI is being developed by overlaying maps of forest properties, disturbance regimes, and the ecumene.
Wildland-Urban Interface (WUI)		
Timing of budburst	Forest	
Radial growth (dendrochronology)		

FOREST CHANGE ADAPTATION TOOLKIT

Forest Change uses scientific research to produce tools such as maps, databases, information syntheses, and decision support systems to support forest sector adaptation to climate change.

Mapping forest vulnerabilities

Traits of Plants in Canada (TOPIC): Species functional traits are integrated with biophysical projections such as biomass mapping and drought to create maps showing vulnerability to climate change.



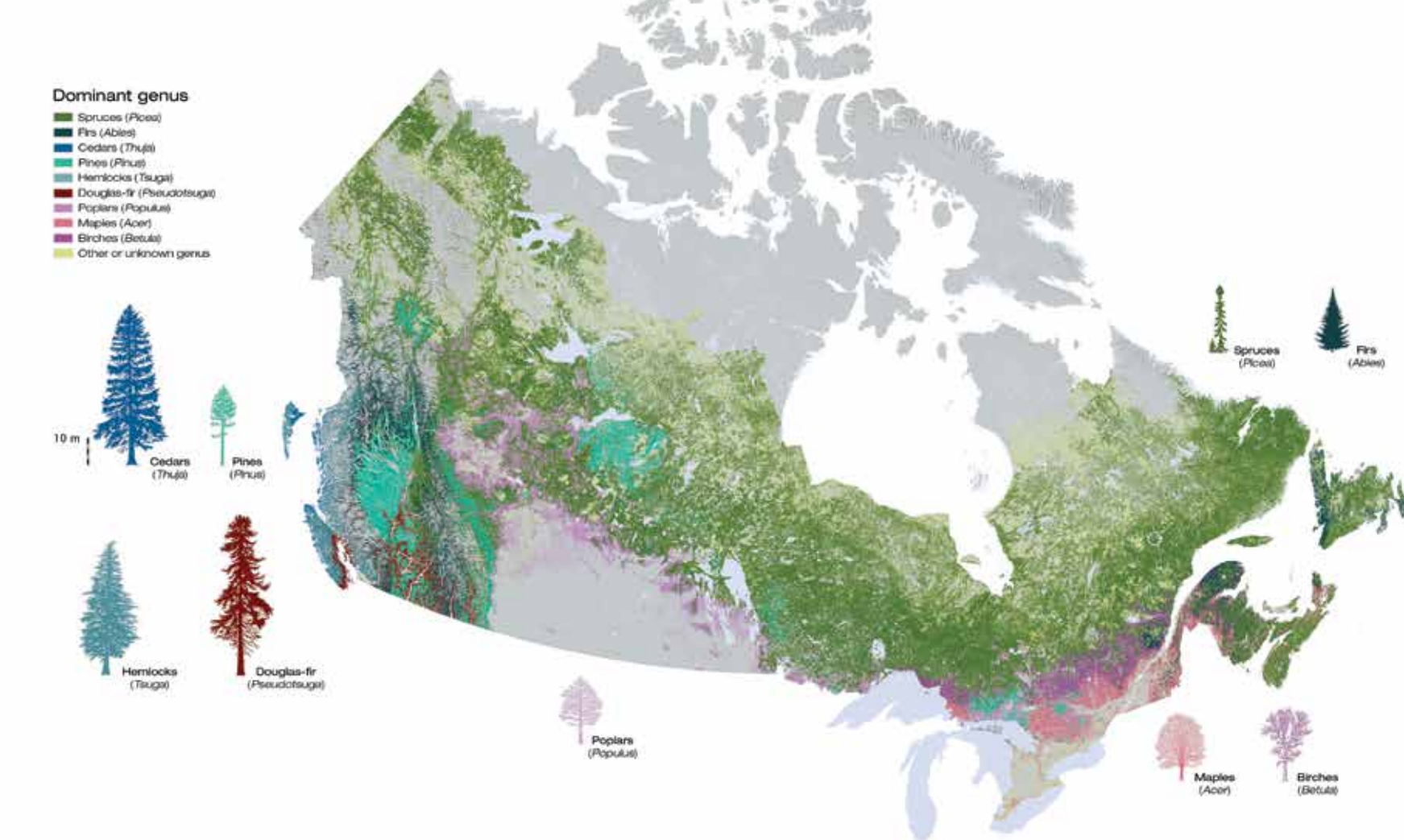
Climate modeling and climate envelope projections

- The AR5 models have been downscaled and thousands of other climate maps and data sets are available on the NRCan website Regional, national, and international climate modeling.
- Canada's plant hardiness zones have been updated and the web-based climate envelope projection tool has been modified to make it more user-friendly (Canada's plant hardiness site).
- Seedwhere, a web-based climate similarity mapping tool that guides forest regeneration decisions, is undergoing final revision and will be released publicly by March 2015. Beta versions of the product are already being used by provincial resource agencies.

Mapping forest properties and disturbances

- National maps of forest properties such as biomass and forest composition at 250-m resolution have been produced. These maps, generated with the kNN statistical interpolation of National Forest Inventory (NFI) measurements with MODIS remote-sensing information, are available by request through the NFI website.
- National maps showing the area disturbed by fire, harvesting, and flooding have been produced for 2000–2011.
- Projections of area burned (2011–2040, 2041–2070, 2071–2100) and fire occurrence for homogeneous fire regime zones in Canada were produced.

Forest composition across Canada

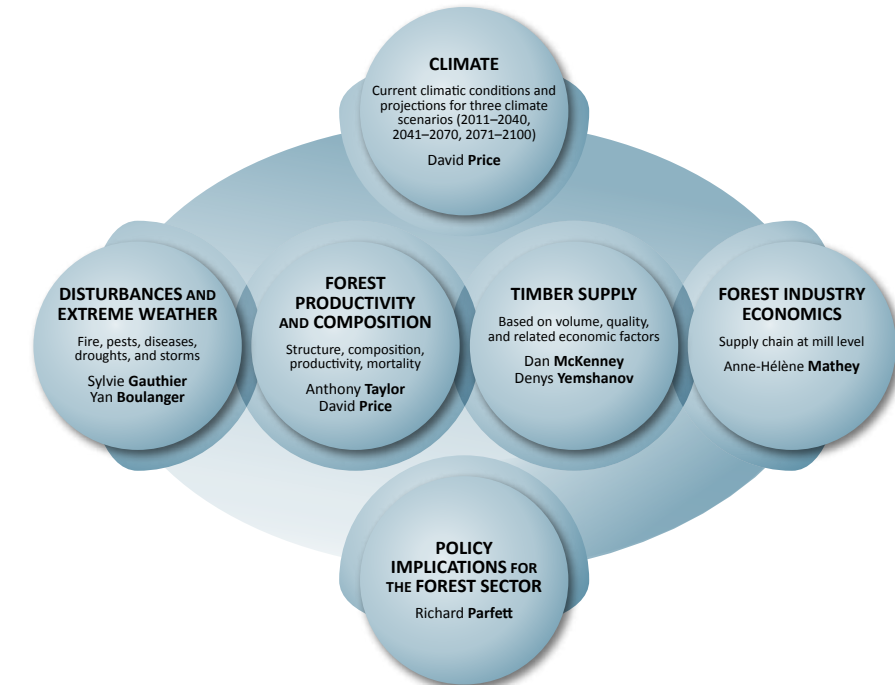


FOREST CHANGE INTEGRATED ASSESSMENT

A multidisciplinary team of CFS scientists across Canada is currently building the biophysical data layers to undertake a pan-Canadian risk/vulnerability integrated analysis of forest changes under a changing climate to identify potential implications for the forest sector.

The integrated assessment of the climate change impacts on fiber supply and potential economic effects on the Canadian forest sector uses an integrated modeling approach to project the impacts for three radiative forcing scenarios (RCP 2.6, 4.5, 8.5) at three time periods (2011–2040, 2041–2070, 2071–2100) for a range of variables.

Although the focus of the assessment is economic, the integrated modeling framework and the multidisciplinary capacity established can be applied to answer a broad range of policy relevant questions, including those related to carbon science and climate change mitigation.



Modeling and analysis framework of Forest Change integrated assessment.

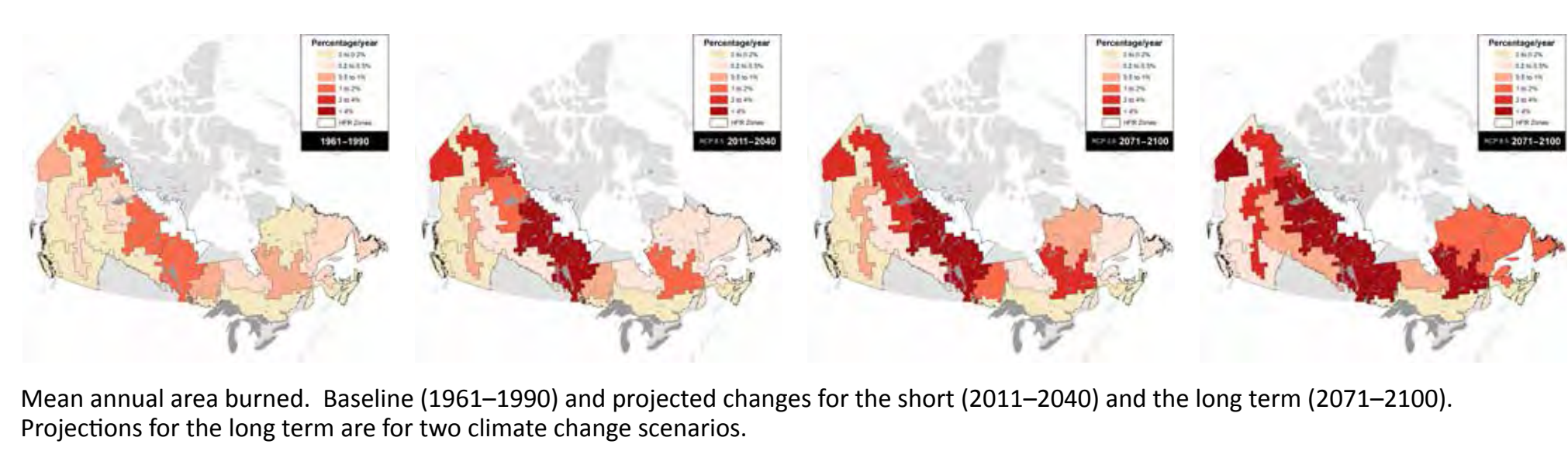
baseline (1961–1990) period and the three future time periods. Wind frequency modeling is under way.

Productivity and abundance—Eight quadrats selected from across Canada for modeling the changes in forest composition. Three models were used independently (Can-IBIS, LANDIS, and PICUS for coarse-, intermediate-, and fine-scale analyses, respectively).

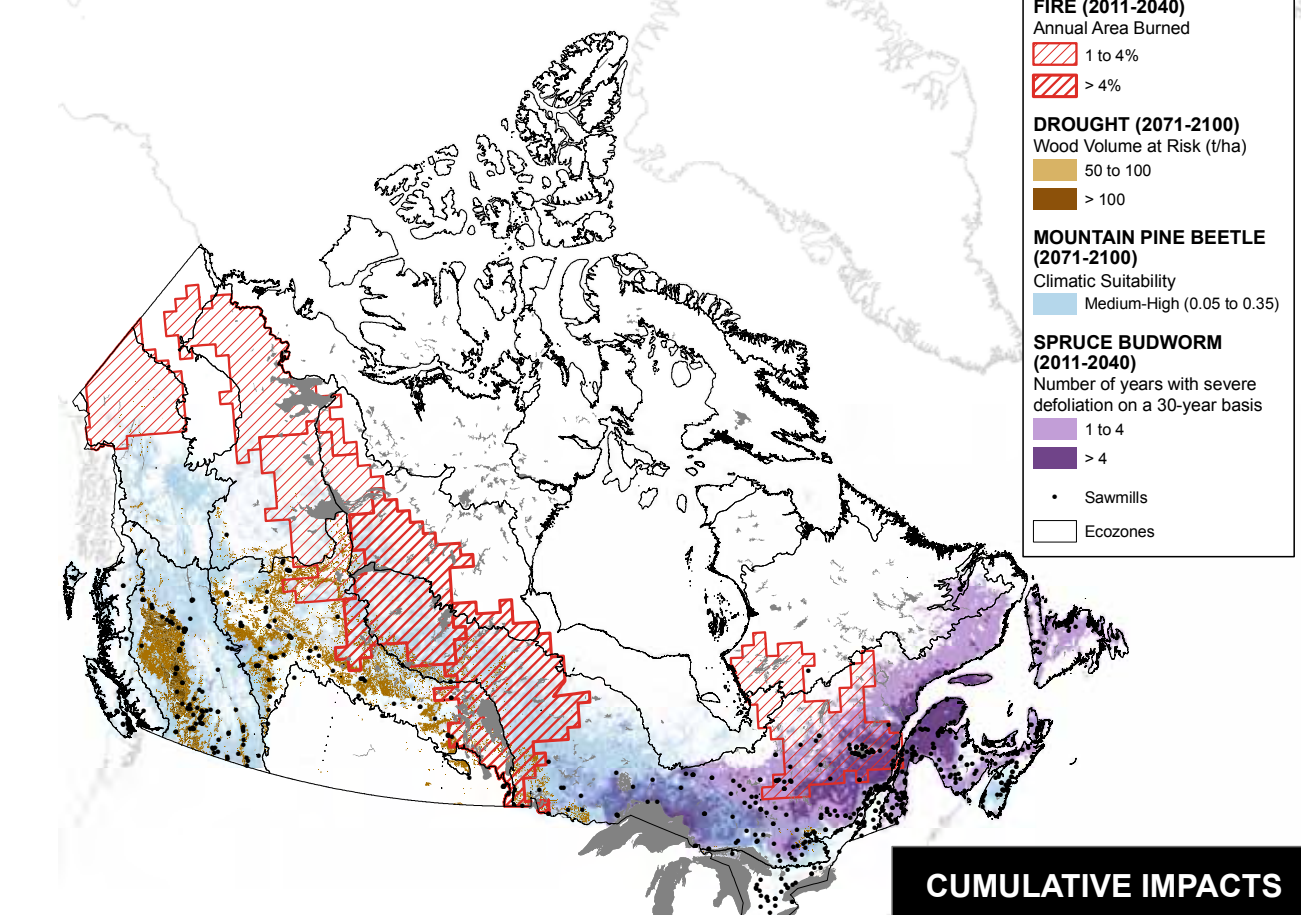
Timber supply—Climate signal integrated in yield curves for all tree species groups. Percentage of the timber supply available and timber supply cost increase were calculated for each sawmill in Canada for three time periods.

Supply chain—Feedstock distribution (quantity and quality) among individual economic units was simulated. For each simulated period, economic statistics from various activities (e.g., transportation costs) were identified and projected.

Community sensitivity—Canada's forest ecumene created using labor force data and used to explore the climate change impacts on forest sector employment and income in communities, notably the degree of sensitivity to changes in the forest industry.

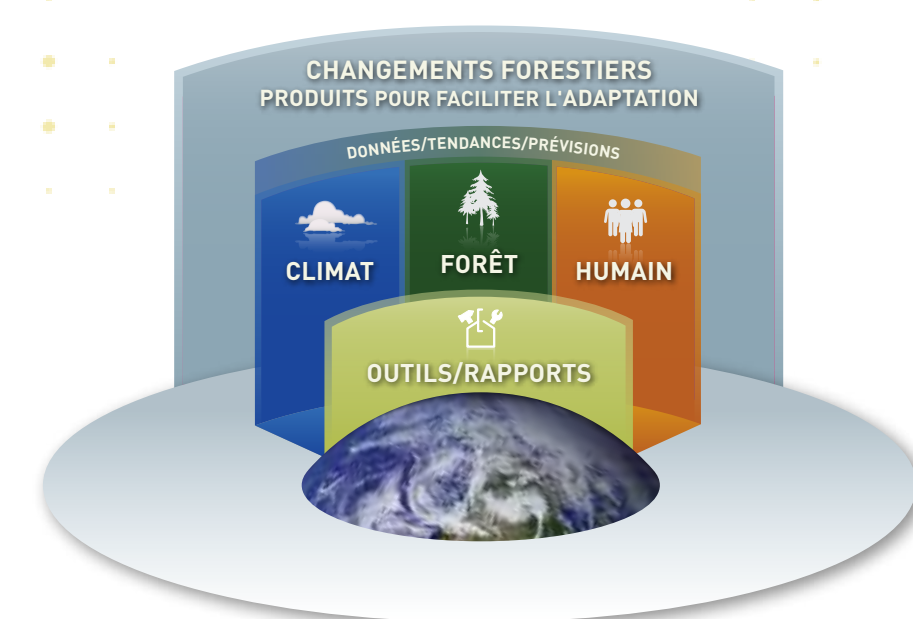


Mean annual area burned. Baseline (1961–1990) and projected changes for the short (2011–2040) and the long term (2071–2100). Projections for the long term are for two climate change scenarios.



Preliminary map showing the vulnerability of Canada's forest and industry to drought, fire, and pest outbreaks (mountain pine beetle (*Dendroctonus ponderosae*) and spruce budworm (*Choristoneura fumiferana*) under future climate change.

En vertu du volet Adaptation du *Programme sur la qualité de l'air* du gouvernement du Canada, un million de dollars par année sur cinq ans (2011–2016) est octroyé au Service canadien des forêts (SCF), en vue de favoriser l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur forestier canadien, en optimisant les occasions et en limitant les risques associés aux changements climatiques.



Changements forestiers comprend trois principaux produits livrables :

- un système de suivi pour tenir compte des tendances antérieures, et faire des prévisions sur l'évolution des forêts au Canada, à l'aide d'un ensemble cohérent d'indicateurs pertinents;
- une trousse d'information sur l'adaptation afin de fournir de l'information scientifique applicable au secteur forestier, y compris des cartes, des systèmes d'aide à la décision, des synthèses d'information et des options d'adaptation;
- une évaluation intégrée de la façon dont les changements climatiques influent sur les forêts et le secteur forestier du Canada selon divers scénarios climatiques.

Depuis son lancement en septembre 2011, en misant sur la capacité existante du SCF, le programme *Changements forestiers* a permis d'organiser une série d'ateliers et de webinaires permettant de transmettre beaucoup d'information et de connaissances. Dans les 16 derniers mois de l'actuel programme, plusieurs produits d'information seront finalisés et rendus facilement accessibles dans le site Web de *Changements forestiers*.

LE SYSTÈME DE SUIVI DE CHANGEMENTS FORESTIERS

Le rapport *Suivi des effets des changements climatiques—Indicateurs potentiels pour les forêts et le secteur forestier du Canada*, publié en août 2014, vise à orienter les futures initiatives, en vue de faire le suivi, de rendre compte et d'établir des prévisions quant aux répercussions des changements climatiques. Il présente deux initiatives complémentaires entreprises pour cerner des indicateurs potentiels:

- une consultation d'envergure au sein du SCF et auprès de plus de 100 représentants du secteur forestier;
- une analyse documentaire et de sites Web sur les indicateurs actuellement étudiés ou en observation, en vue de cerner la façon dont les changements climatiques influent sur les forêts et le secteur forestier ailleurs dans le monde (plus de 500 documents et sites Web).

Ce rapport dresse une liste complète des indicateurs potentiels des changements climatiques et démontre comment les prioriser.

Fonder, au SCF, un système de suivi des incidences des changements climatiques

Des quelque 150 indicateurs présentés dans ce rapport, 13 d'entre eux (voir le tableau 1) ont été choisis en fonction de leur sensibilité aux changements climatiques et de la possibilité de les surveiller. Des indicateurs de changements dans les systèmes, tant climatique, forestier qu'humain, ont été cernés. Des données sur les tendances antérieures et sur les changements à prévoir au Canada au fil du temps sont actuellement recueillies. Le système de suivi sera ajouté au site Web de Ressources naturelles Canada (NRCan) en mars 2016. On est en train de modifier une version bêta du site Web, en y ajoutant de nouvelles prévisions et des cartes normalisées.

Tableau 1. Les indicateurs des changements climatiques du système de suivi du programme *Changements forestiers* du SCF.

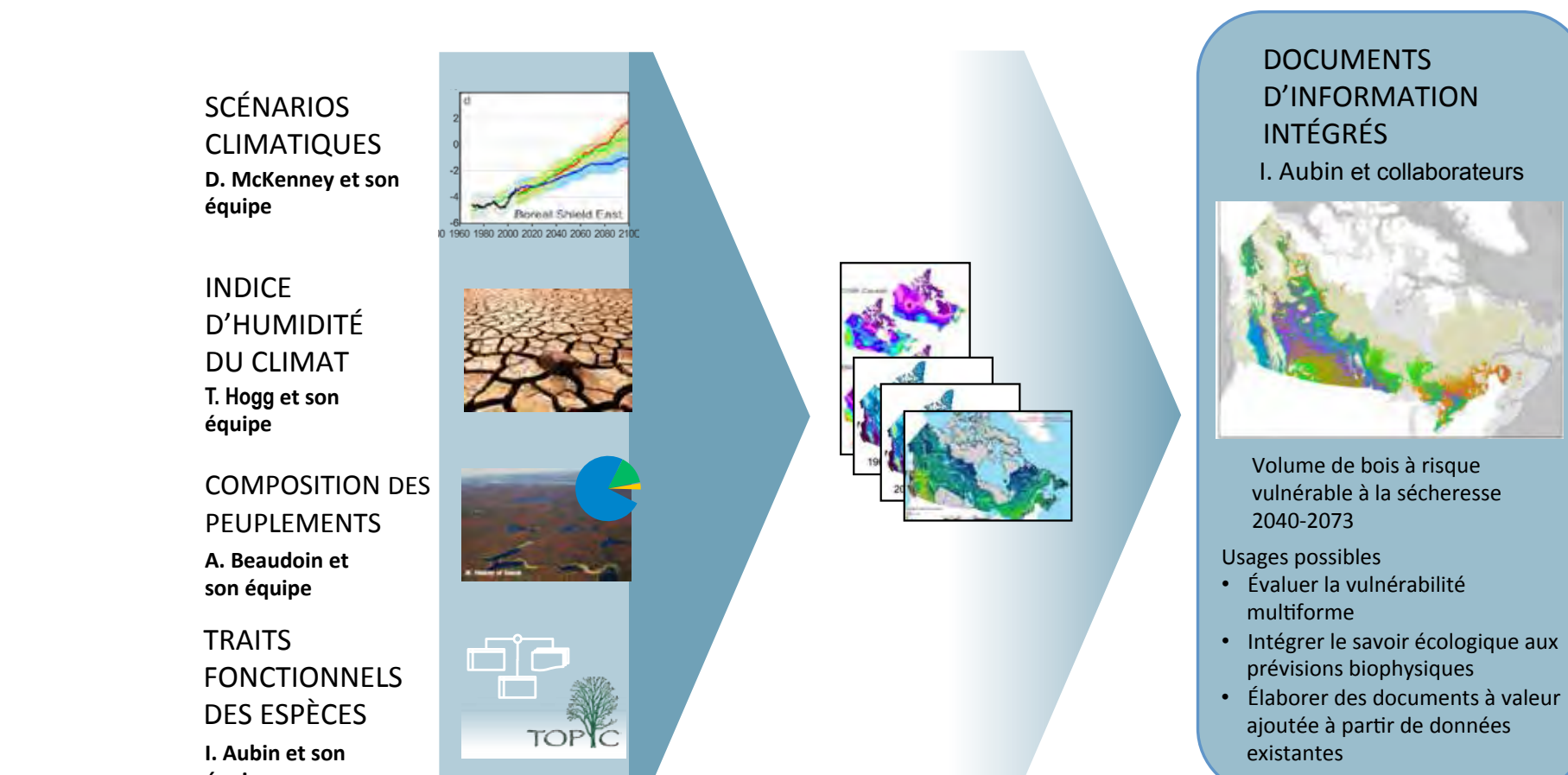
INDICATEUR	SYSTÈME	COMMENTAIRES
Sécheresse (l'IHC, l'IMS et l'index de Palmer)	Climatique	On est en train de réviser l'information sur ces indicateurs, en vue de l'inclure dans le site Web du SCF.
Début de la saison des feux	Forestier	
Répartition des principales essences d'arbres		
Superficie brûlée	Humain	
Mortalité des arbres		
Évacuations pour cause de feu	Forestier	Ces indicateurs seront disponibles en mars 2016. Les principaux repères comprennent :
Coûts associés à la protection contre les feux		
Répartition des ravageurs	Humain	<ul style="list-style-type: none"> • l'existence de cartes estimant la présence de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (<i>Choristoneura fumiferana</i>) et de la spongieuse (<i>Lymantria dispar</i>); • l'extraction des données sur la régénération des arbres des cartes nationales; • l'examen des données et des méthodologies existantes sur les cycles de gel-dégel; • le développement du milieu périurbain en superposant des cartes des propriétés forestières, du régime des perturbations et de l'écumène.
Cycles de gel-dégel		
Milieu périurbain	Forestier	
Date de débournement		
Croissance radiale (dendrochronologie)		

TROUSSE D'INFORMATION SUR L'ADAPTATION DU PROGRAMME CHANGEMENTS FORESTIERS

Dans le cadre de *Changements forestiers*, on a recouru à la recherche scientifique pour dresser des cartes, développer des bases de données, synthétiser de l'information et constituer des systèmes d'aide à la prise de décisions, en vue de favoriser l'adaptation aux changements climatiques.

Cartographie de la vulnérabilité des forêts

Traits fonctionnels des plantes au Canada (TOPIC) : on intègre les traits fonctionnels des plantes aux prévisions biophysiques, comme la cartographie de la biomasse et des sécheresses, pour créer des cartes démontrant leur vulnérabilité aux changements climatiques.



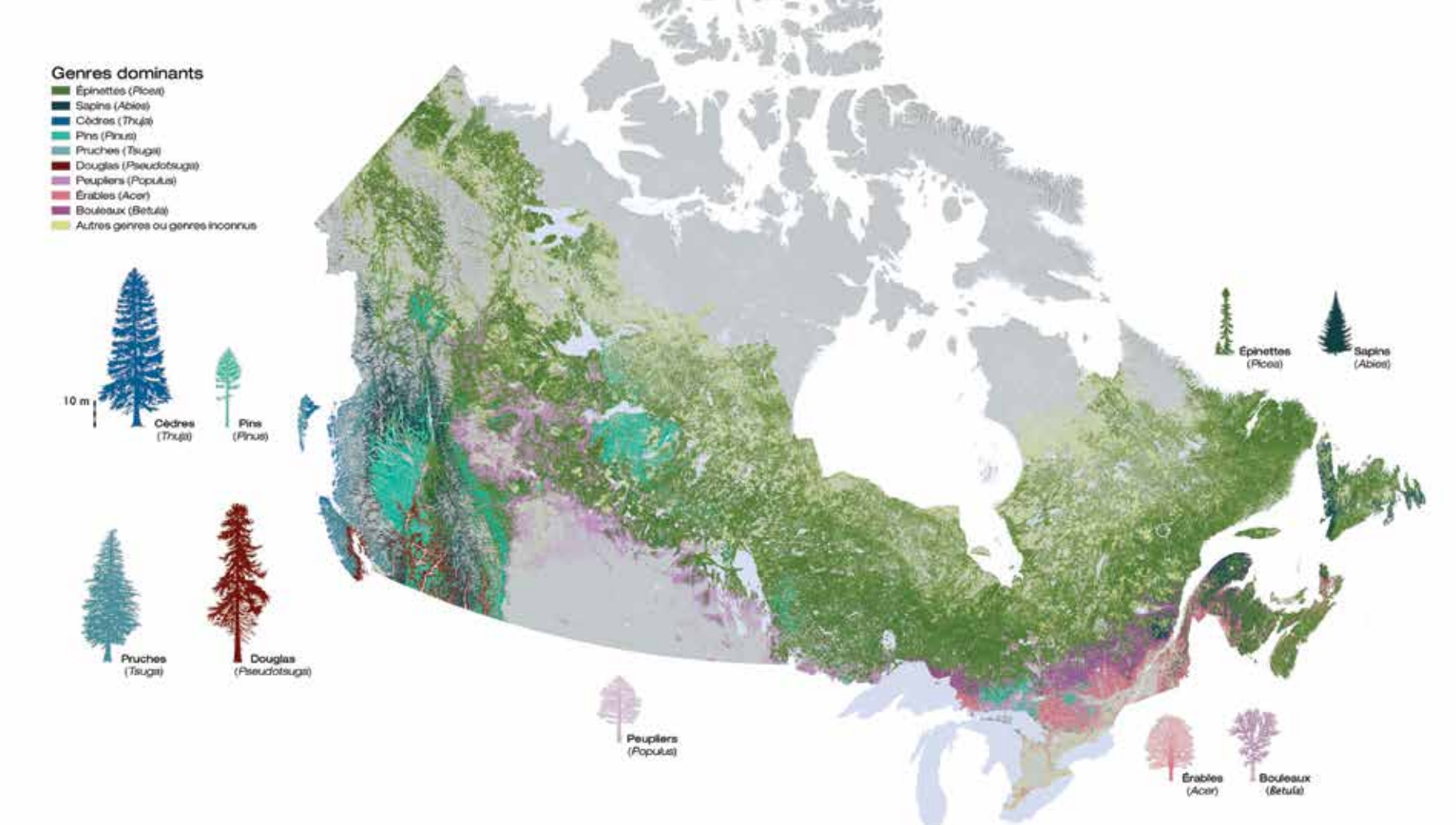
Modélisation du climat et prévisions quant à l'enveloppe climatique

- Les modèles du AR5 (5^e rapport du GIEC) ont été simplifiés et des milliers d'autres cartes climatiques et ensembles de données se trouvent sous Modélisation du climat à l'échelle régionale, nationale et internationale du site Web de NRCan.
- Les cartes de zones de rusticité des plantes du Canada ont été actualisées, et l'application Web permettant de faire des prévisions quant à l'enveloppe climatique a été rendue plus conviviale (Site Web de la rusticité des plantes du Canada).
- L'application Seedwhere, un outil cartographique en ligne permettant de simuler le climat, en vue d'orienter la prise de décisions sur la régénération forestière, fait l'objet d'une révision finale et sera rendue publique en mars 2015. Des versions bêta sont déjà utilisées dans des organismes provinciaux.

Cartographie des propriétés forestières et des perturbations

- Des cartes nationales des propriétés forestières, comme la biomasse et la composition des forêts, à une résolution de 250 mètres, ont été dressées. Réalisées par l'interpolation statistique kNN, à l'aide des mesures de l'Inventaire forestier national du Canada (IFN), avec des informations de télédétection MODIS, ces cartes sont disponibles sur demande dans le site Web de l'IFN.
- Des cartes nationales démontrant les régions touchées par le feu, l'exploitation forestière et les inondations ont été dressées pour la période de 2000 à 2011.
- Des prévisions des superficies brûlées (2011–2040, 2041–2070, 2071–2100), et de l'occurrence de feux pour des zones de régime de feux homogènes au Canada ont été réalisées.

Composition des forêts du Canada

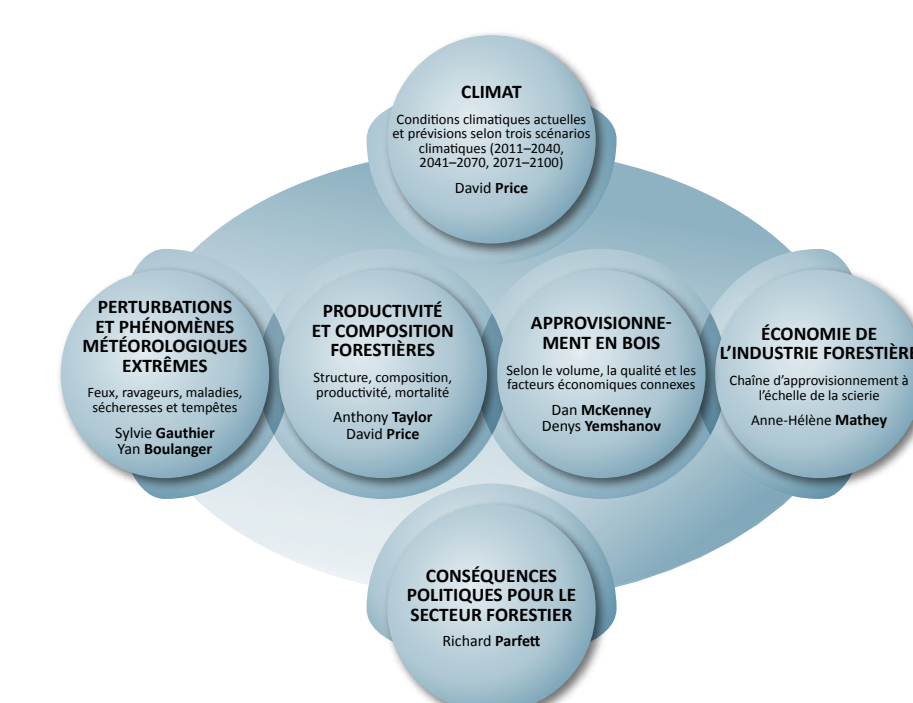


ÉVALUATION INTÉGRÉE DANS LE CADRE DE CHANGEMENTS FORESTIERS

En vue d'établir les éventuelles conséquences pour le secteur forestier, une équipe de chercheurs multidisciplinaire du SCF de partout au pays, est actuellement en train de créer des couches de données biophysiques, afin de faire une analyse intégrée pancanadienne des risques et de la vulnérabilité des changements forestiers dans un climat en évolution.

L'évaluation intégrée de la façon dont les changements climatiques influent sur l'approvisionnement en fibre, et sur les éventuelles répercussions économiques sur le secteur forestier canadien, laisse prévoir les répercussions pour trois scénarios de forçage radiatif (RCP 2.6, 4.5, 8.5) pour trois périodes (2011–2040, 2041–2070 et 2071–2100) pour une série de variables en utilisant une approche de modélisation intégrée.

Même si l'évaluation est axée sur le volet économique, la capacité multidisciplinaire et le cadre de modélisation intégré établis peuvent permettre de répondre à une vaste gamme de questions stratégiques pertinentes, y compris celles qui touchent la science du carbone et l'atténuation des changements climatiques.



Cadre de modélisation et d'analyse de l'évaluation intégrée dans le cadre de Changements forestiers

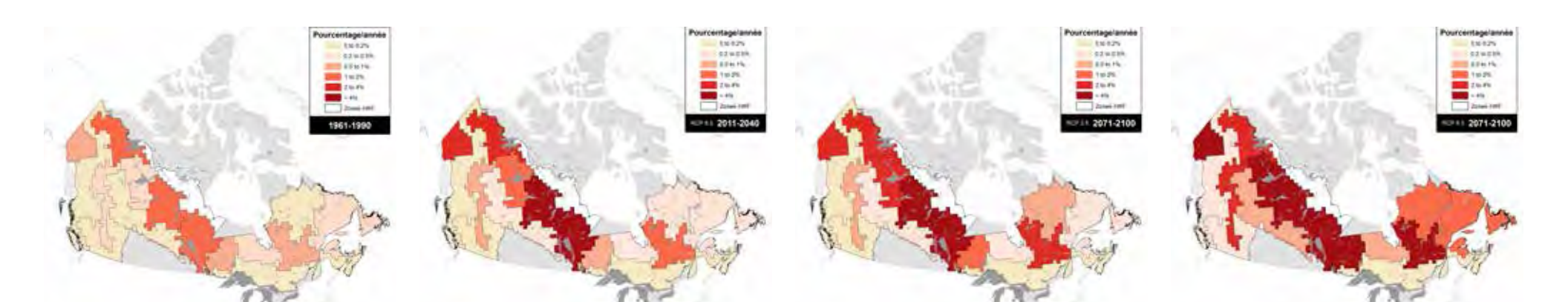
Les thèmes suivants ont été modélisés :

- Le climat :** on a créé des quadrillages de 10 km pour tout le Canada pour six variables (la température minimale, la température maximale, les précipitations, la vitesse du vent, la tension de vapeur et le rayonnement solaire) pour la période historique (1850–2005) et trois périodes futures. Les données de base et les prévisions ont été calculées pour l'IHC et l'IMS.
- Les perturbations :** les perturbations forestières (les feux, la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*C. fumiferana*), le dendroctone du pin ponderosa (*Dendroctonus ponderosae*), la livrée des forêts (*Malacosoma distria*) et la spongieuse (*L. dispar*) ont été modélisées pour toutes les régions forestières du Canada pour la période de référence (1961–1990) et pour les trois périodes futures. La modélisation de la fréquence des vents est en cours.
- La productivité et l'abondance :** on a sélectionné huit quadrats dans tout le Canada pour modéliser les changements dans la composition des forêts. Trois modèles ont été utilisés indépendamment (le Can-IBIS, le LANDIS et le PICUS) pour des analyses à grande, à moyenne et à petite échelle respectivement.
- L'approvisionnement en bois :** on a intégré un signal climatique aux courbes de rendement des trois groupes d'espèces. On a calculé le pourcentage du bois disponible et l'augmentation du coût de l'approvisionnement en bois pour chaque scierie du Canada pour trois périodes de temps.
- La chaîne d'approvisionnement :** on a simulé la répartition des matières premières (quantité et qualité) entre chacune des unités économiques. Des statistiques économiques pour diverses activités (p. ex., le coût du transport), ont été déterminées ou proposées pour chaque période simulée.
- La sensibilité des collectivités :** l'écumène forestier canadien a été déterminé à l'aide des données sur la population active et utilisé pour mesurer la façon dont les changements climatiques influent sur le domaine des emplois dans le secteur forestier et sur les revenus au sein des communautés, notamment la façon dont les changements dans l'industrie forestière influent sur le degré de sensibilité.

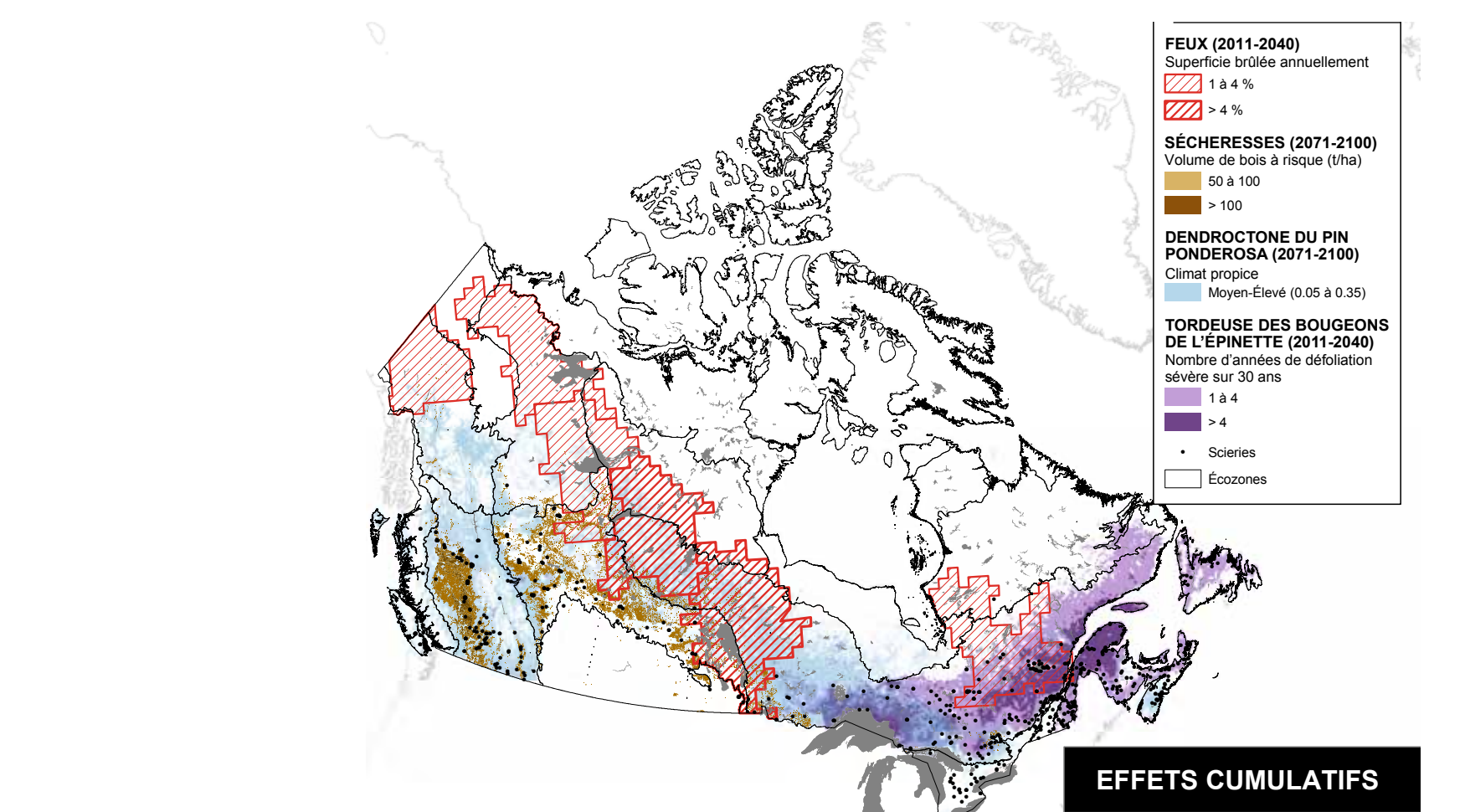
de référence (1961–1990) et pour les trois périodes futures. La modélisation de la fréquence des vents est en cours.

La chaîne d'approvisionnement : on a simulé la répartition des matières premières (quantité et qualité) entre chacune des unités économiques. Des statistiques économiques pour diverses activités (p. ex., le coût du transport), ont été déterminées ou proposées pour chaque période simulée.

La sensibilité des collectivités : l'écumène forestier canadien a été déterminé à l'aide des données sur la population active et utilisé pour mesurer la façon dont les changements climatiques influent sur le domaine des emplois dans le secteur forestier et sur les revenus au sein des communautés, notamment la façon dont les changements dans l'industrie forestière influent sur le degré de sensibilité.



Moyenne des superficies brûlées annuellement. Référence historique (1961–1990) et changements prévus à court (2011–2040) et à long terme (2071–2100). Deux scénarios climatiques sont prévus à long terme.



Exemple de carte en préparation démontrant la vulnérabilité des forêts et de l'industrie forestière canadiennes face aux feux, aux sécheresses et aux infestations d'insectes (dendroctone du pin ponderosa et tordeuse des bourgeons de l'épinette) dans un contexte de changements climatiques