

La mise en place de l'approche
« *Vulnérabilité et Adaptation* » :
vers une stratégie d'aménagement forestier robuste
aux changements globaux



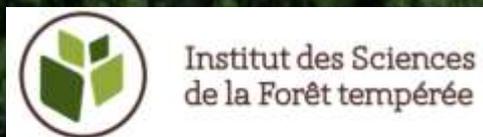
**FORÊTS ET
CHANGEMENTS
CLIMATIQUES 2016**

SCIENCE ET PRATIQUES D'ADAPTATION

15 - 16 novembre 2016, Hôtel Plaza Québec, Québec



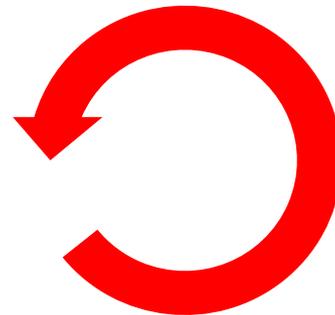
*Frédéric Doyon, PhD
Professeur, UQO*



Changement globaux

« Un c
déco
l'env

hène
qui modifie

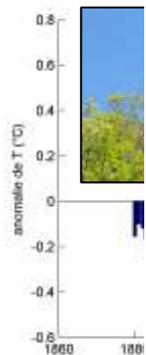


Vitousek et al. (1992)

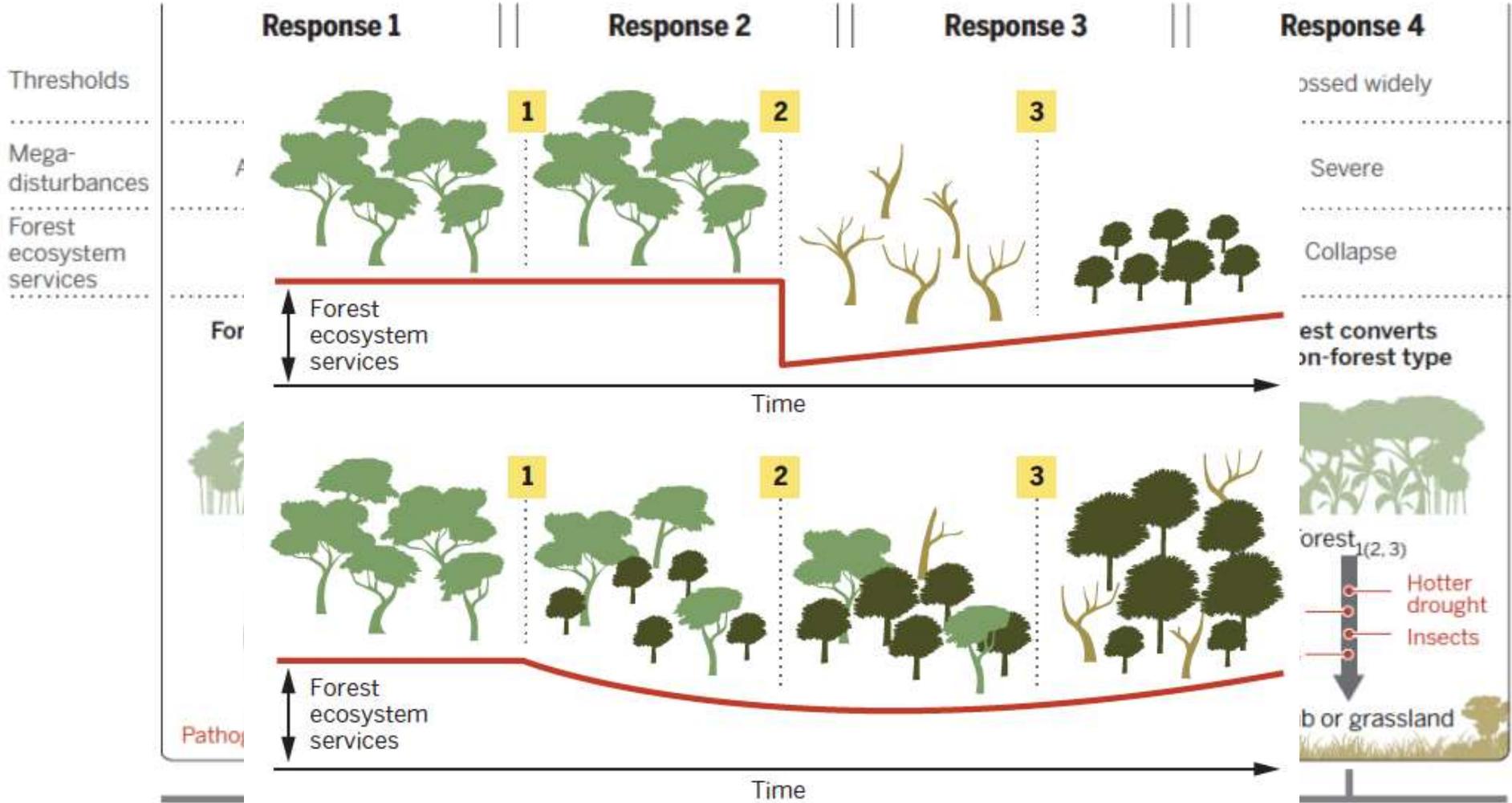
Les forçages biophysiques et biologiques risquent d'occasionner des modifications dans la composition, la structure et les fonctions jouées par ces écosystèmes, mettant en péril leur intégrité écologique et les services

Aménagement forestier de l'adaptation

écologiques de manière à réduire les effets négatifs du changement global sur les forêts.

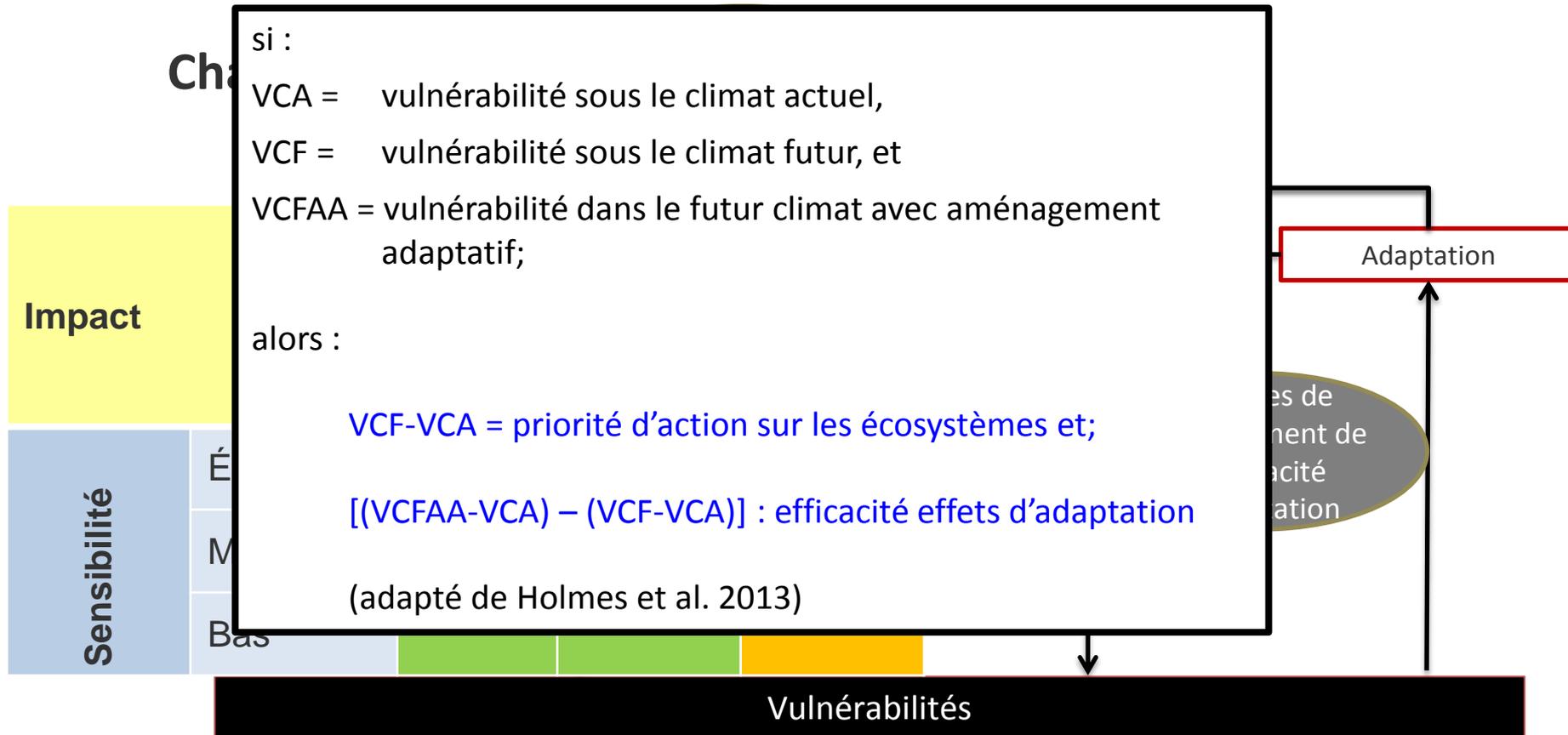


Aménagement forestier de l'adaptation



Millar & Stephenson 2015

Vulnérabilités & Adaptation (IPCC 2007)

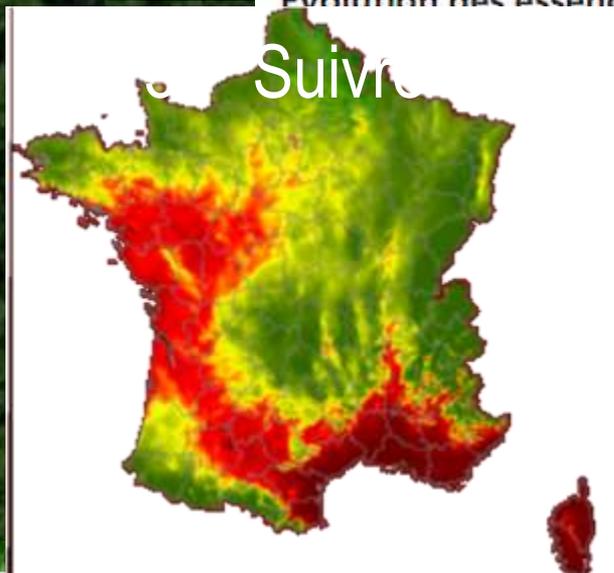


Smit, B. and Pilifosova, O., 2001. Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity, in: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability— Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 877–912.

L'adaptation des forêts en France

- Principes d'adaptation en AF
 1. Diagnostiquer la vulnérabilité;
 2. Faire évoluer la composition des peuplements;
 3. Dynamiser la sylviculture;

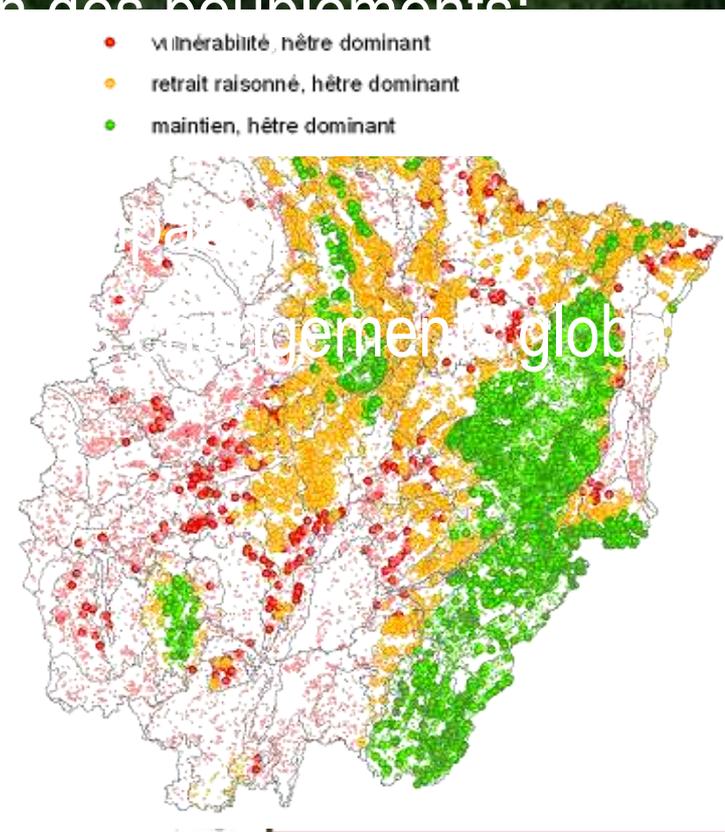
Chêne pédonculé les risques Chêne sessiflor



Suivre



Le réseau RENECOFOR



Engagement global

L'adaptation des forêts aux États-Unis

Passage de l'AE à l'AR (Restauration pour la Résilience);



Principes

*“The aim is to **reestablish and retain ecological resilience** of National Forest System lands and associated resources to achieve **sustainable management and provide a broad range of ecosystem services**.*

1. Les *Healthy, resilient landscapes will have greater capacity to survive natural disturbances and large scale threats to sustainability, especially under changing and uncertain future environmental conditions, such as those driven by climate change and increasing human uses.”*
2. La
3. La

~ USDA 2011

conditions actuelles et souhaitables, des projections des changements climatiques et des utilisations humaines est fondamentale pour planifier les activités de restauration.

4. L'aménagement adaptatif, le suivi et l'évaluation sont essentiels à la restauration écologique.

L'adaptation des forêts aux États-Unis



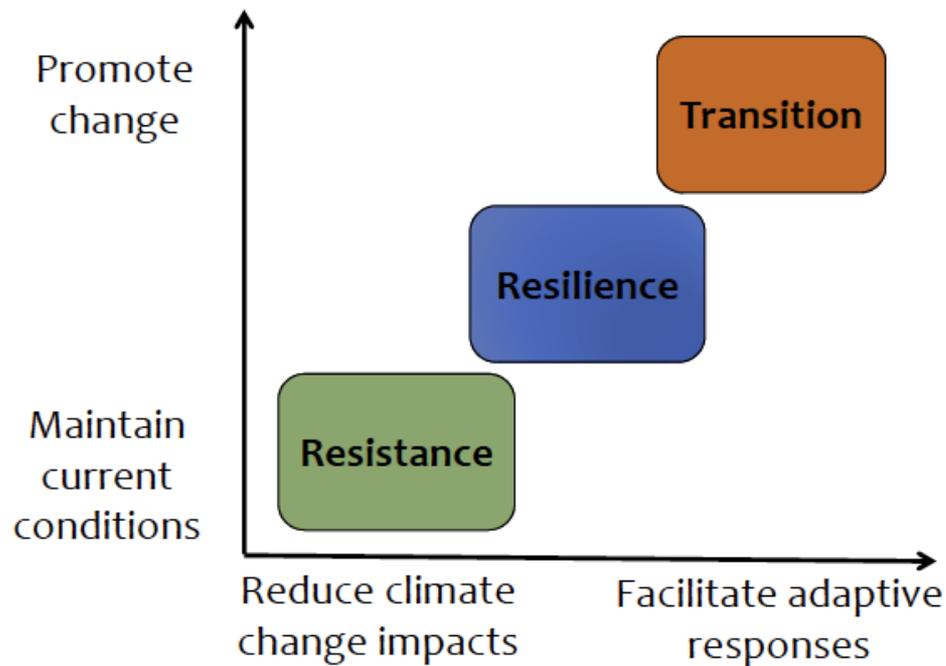
Principes d'adaptation en AFR (*adapté de Swantson et Jonowiak 2012*)

1. *Priorité des actions d'adaptation*: Selon la vulnérabilité et l'efficacité présumée de l'action;
2. *Aménagement adaptatif flexible*: Cadre scientifique flexible et continuellement informé pour la prise de décision;
3. *Décision « Sans regrets »* : Actions d'adaptation peu risquées menant à plusieurs bénéfices sous différents scénarios;
4. *Précaution*: À vulnérabilité élevée, agir à court terme malgré l'incertitude (risque d'irréversibilité);
5. *Variabilité et incertitude*: Envisager une plage étendue de risques liés aux extrêmes du climat;
6. *Intégrer l'atténuation*: L'adaptation peut être complémentaires l'atténuation et vice-et-versa;
7. *Gestion des stress multiples*: Les perturbations écologiques seront souvent multiples, soit concomitantes, ou entraînées l'une par l'autre. La gestion des écosystèmes pour la résilience à ces forçages combinés est probablement un point de démarrage justifié.

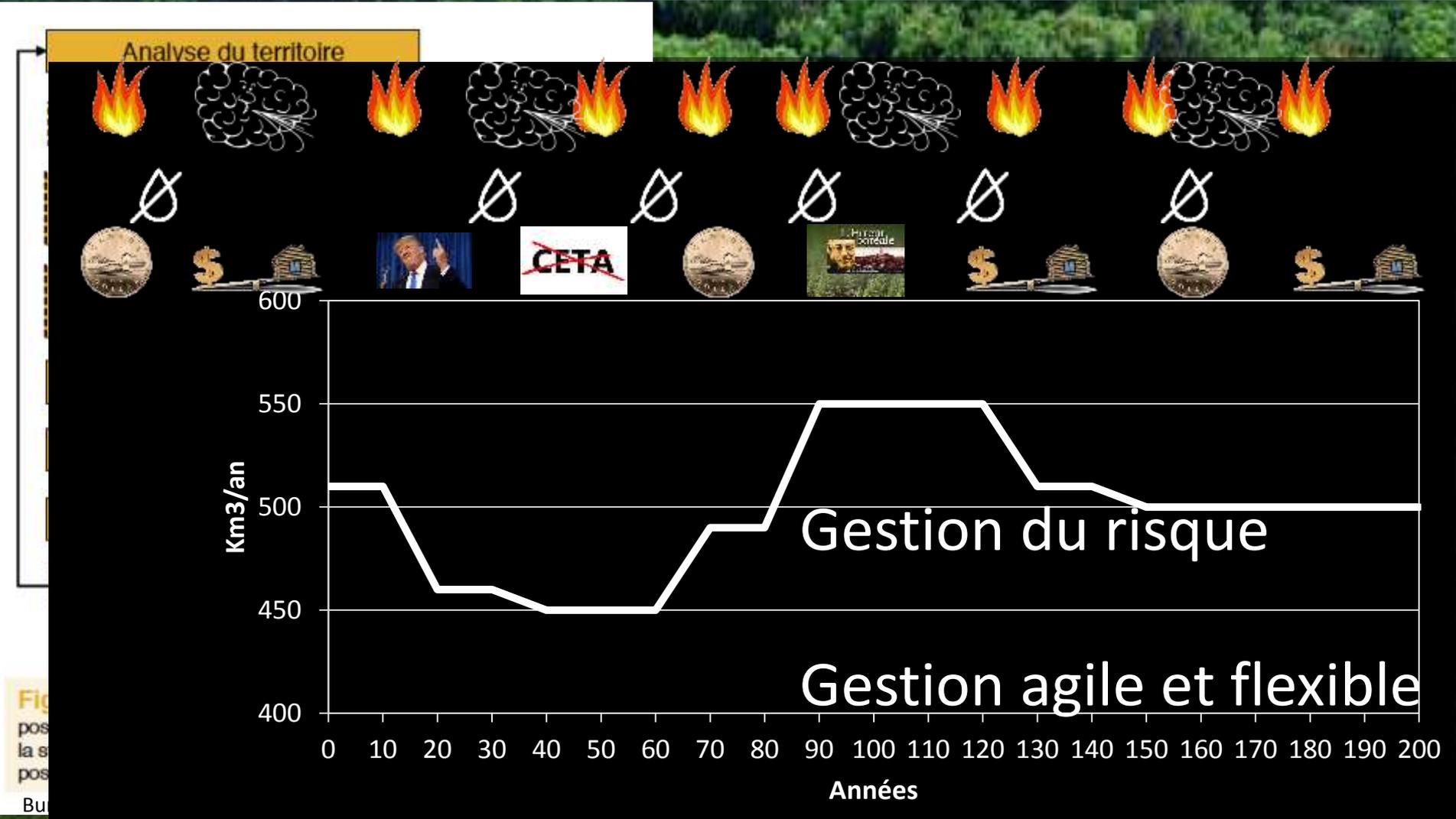
“To be effective in mitigation, forests will have to adapt to climate change” - Innes et al. 2009*

Adaptive Silviculture for Climate Change (ASCC)

Adaptation options occupy a continuum of management goals related to their levels of desired change in ecosystem attributes and their mechanism for coping with climate change



La planification stratégique et les CC



Vulnérabilités de la planification stratégique

Impact

Activités de
planification
stratégique

Vulnérabilité

Mesures d'adaptation

Barrières
potentielles

The Forestry Chronicle 2015, VOL. 91, NO. 4 :395-406

Climate change and the forest sector: Perception of principal impacts and of potential options for adaptation

by Mathieu B. Morin¹, Daniel Kneeshaw², Frédéric Doyon³, Héroïse Le Goff⁴,
Pierre Bernier⁵, Véronique Yelle⁶, Anne Blondlot⁷ and Daniel Houle^{8,9}

Environmental Review 2014, 22: 256–285

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, Héroïse Le Goff, and Elizabeth A. Nelson

Vulnérabilités de la planification stratégique

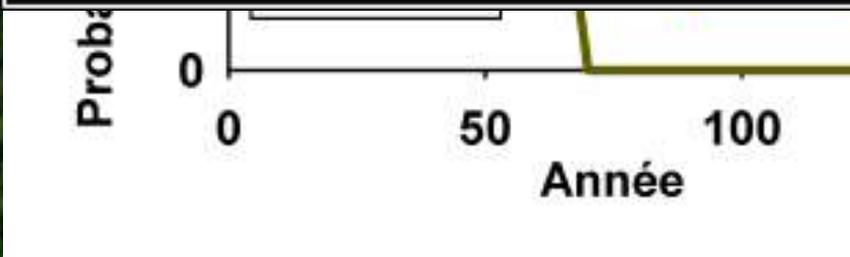
Impact	Activités de planification stratégique	Vulnérabilité	Mesures d'adaptation	Barrières potentielles
Stresseurs multiples des impacts cumulés	Planification régionale	Baisse de résilience	Intégration des activités dans la planification	Fragmentation administrative
Fragmentation	Stratégie de répartition spatiale	Baisse de connectivité	Limiter la fragmentation Remember les massifs Corridors Sud-Nord Réduire la densité de chemins	Empreinte paysagère Sacrifice d'exploitabilité
↑ de la fréquence et de l'intensité des sécheresses	Détermination des possibilités	Mortalité accrue et diffuse	Maintien du couvert + de trt ^{mnt} d'éducation Plantations sous couvert Rotation plus courte	Coûts Coûts
↑ de la fréquence et de l'intensité des crues printanières	Réseau routier	Accès au territoire	Redesign du réseau Ajustement des traverses de cours d'eau Opération hivernales Protection des sols	Coûts Coûts
↑ Espèces invasives	Détermination des possibilités	Perte de superficies productives	Analyse de sensibilité	Procédures Connaissances
↑ incertitude	Détermination des possibilités Harmonisation des SÉ	Maladaptation Retard dans la réponse Non-atteinte des objectifs	Aménagement adaptatif Gestion agile Gestion du risque Programme de suivi Ajustement des attentes Diversifier le portfolio des SÉ	Procédures Procédures Connaissances Coûts Communication Connaissances

La gestion du risque (et des opportunités!)

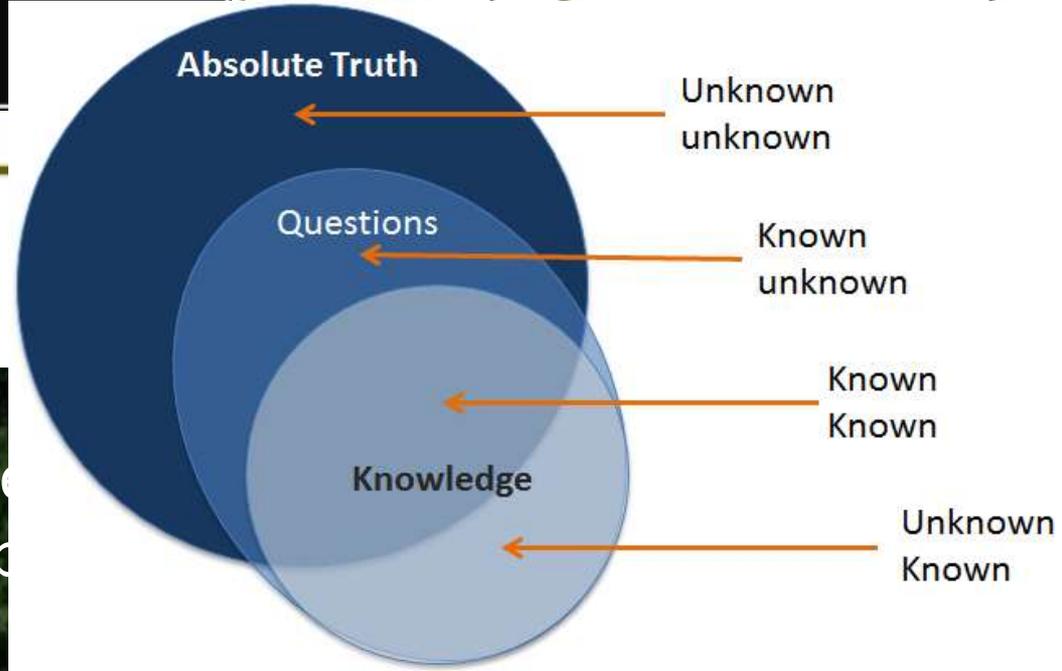
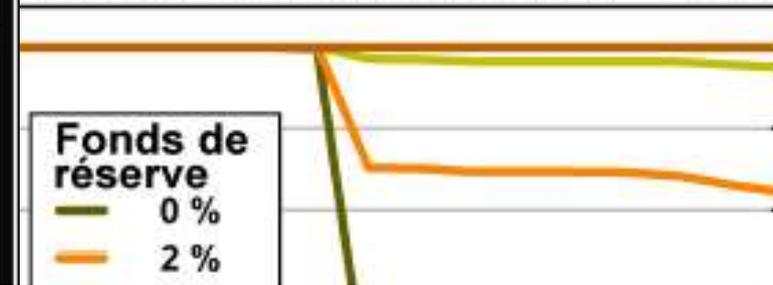


There are known knowns. These are things we know that we know. There are known unknowns. That is to say, there are things that we know we don't know. But there are also unknown unknowns. There are things we don't know we don't know.

(Donald Rumsfeld)



Tolérance à la fluctuation = 20 %

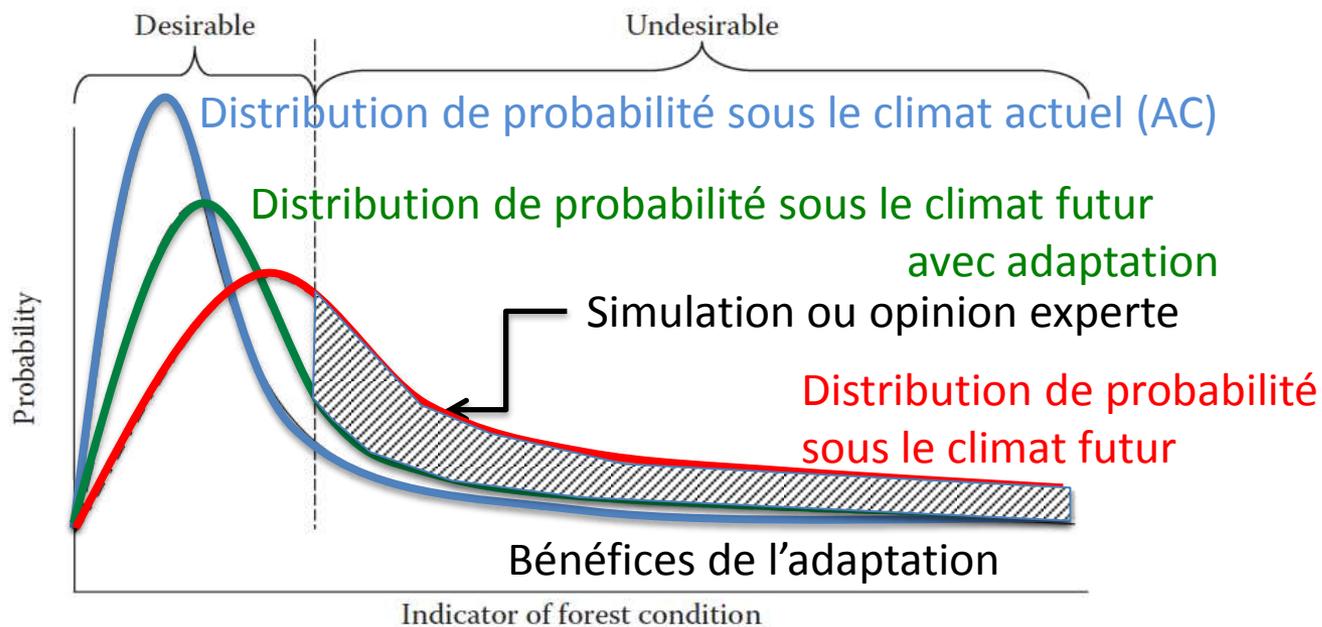


La criticité d'un risque résulte de (de son effet ou gravité) et de la probabilité

Mesures de gestion du risque

- 1- Prévention:** Empêcher que l'événement redouté se produise;
- 2- Réduction du risque:** Diminuer les conséquences de l'événement redouté
- 3- Transfert:** Transformer l'aléatoire en sur-coût déterminé (internalisation/mutualisation du coût)
- 4- Acceptation:** Le risque est trop faible pour justifier le coût d'une réduction

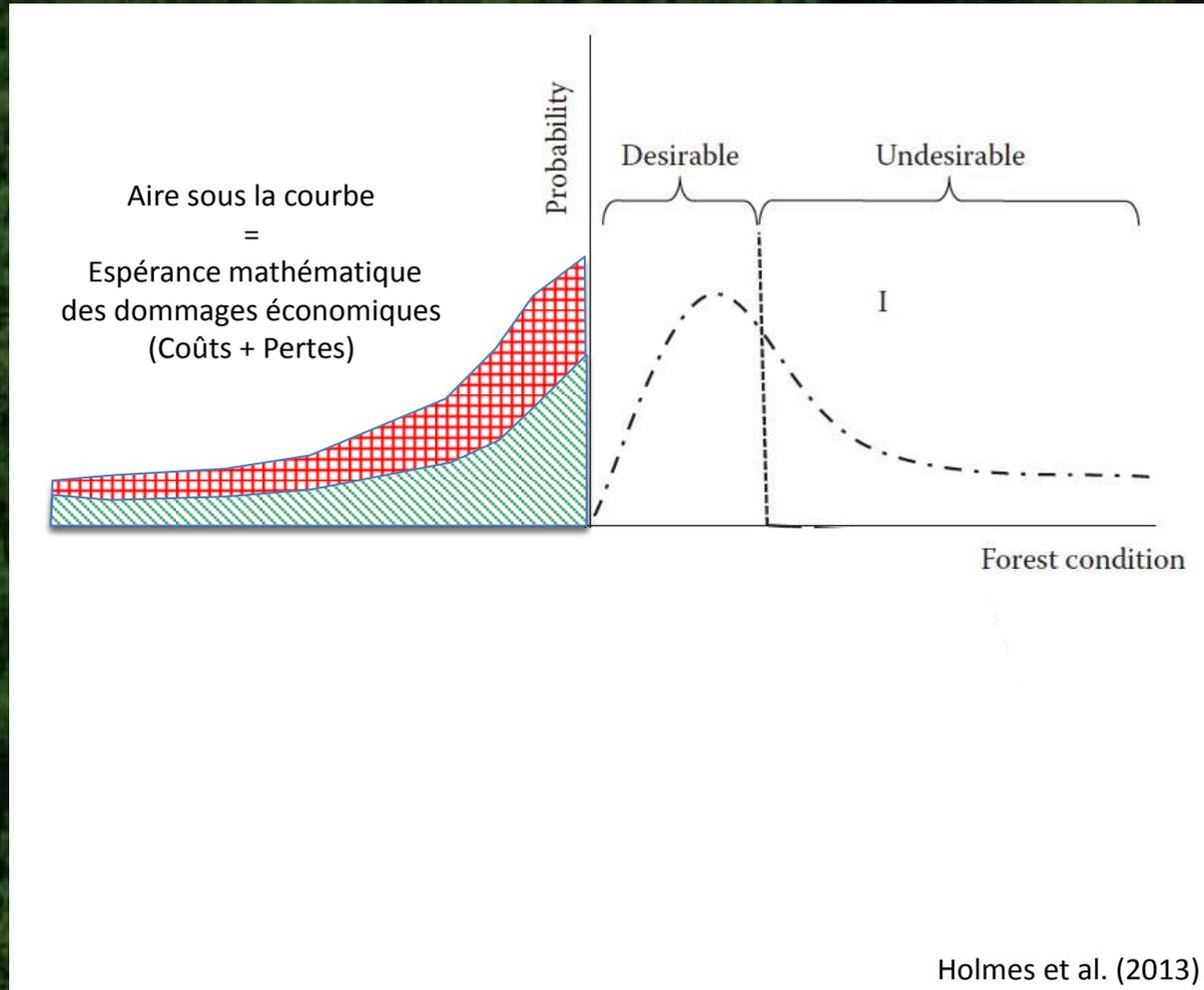
Gestion du risque en adaptation



- Baseline forest conditions where most observations represent conditions desired by society and the system rarely transitions into the range of undesirable conditions
- - - - - Conditions of an altered system where undesirable conditions are experienced with greater frequency because the system is managed with a status quo approach
- - - - - An altered system where fewer undesirable conditions are experienced because of adaptive management
- Economic damage threshold
- Benefit of adaptive management

Holmes et al. (2013)

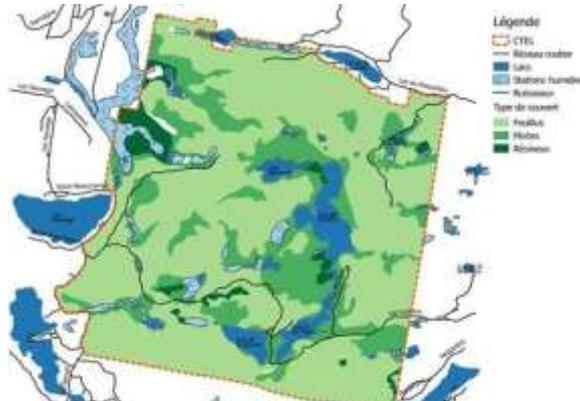
Cadre analytique conceptuel de l'adaptation



Le CTEL: une étude de cas

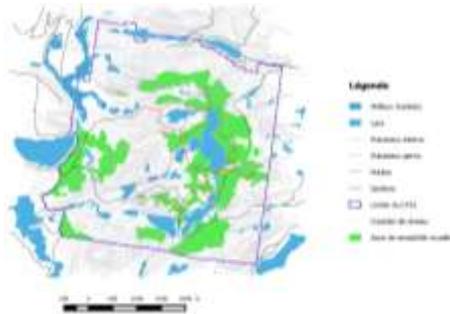


PARC ECO
TOURISTIQUE
de la **MRC DES LAURENTIDES**
Centre touristique et éducatif des Laurentides (CTEL)



Indicateurs d'aménagement forestier durable

Qualité esthétique des paysages
(Équivalent coupes totales dans les bassins d'encadrement visuel; MIN=30%)



Profits (\$) (Ventes – Coûts; MIN=0)



Rendement soutenu (variation en volume récolté sur 150 ans; MIN=5%)



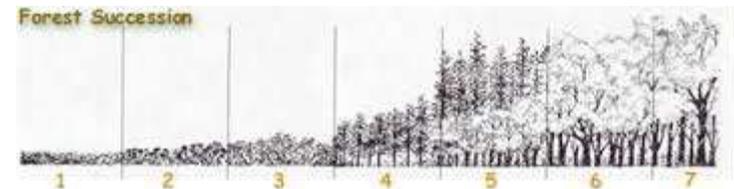
Qualité de l'eau des lacs
(Équivalent coupes totales dans les bassins hydrographiques; MIN=30%)



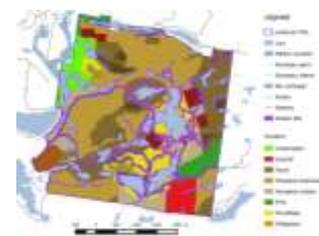
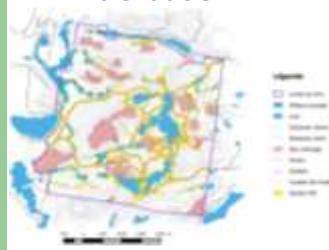
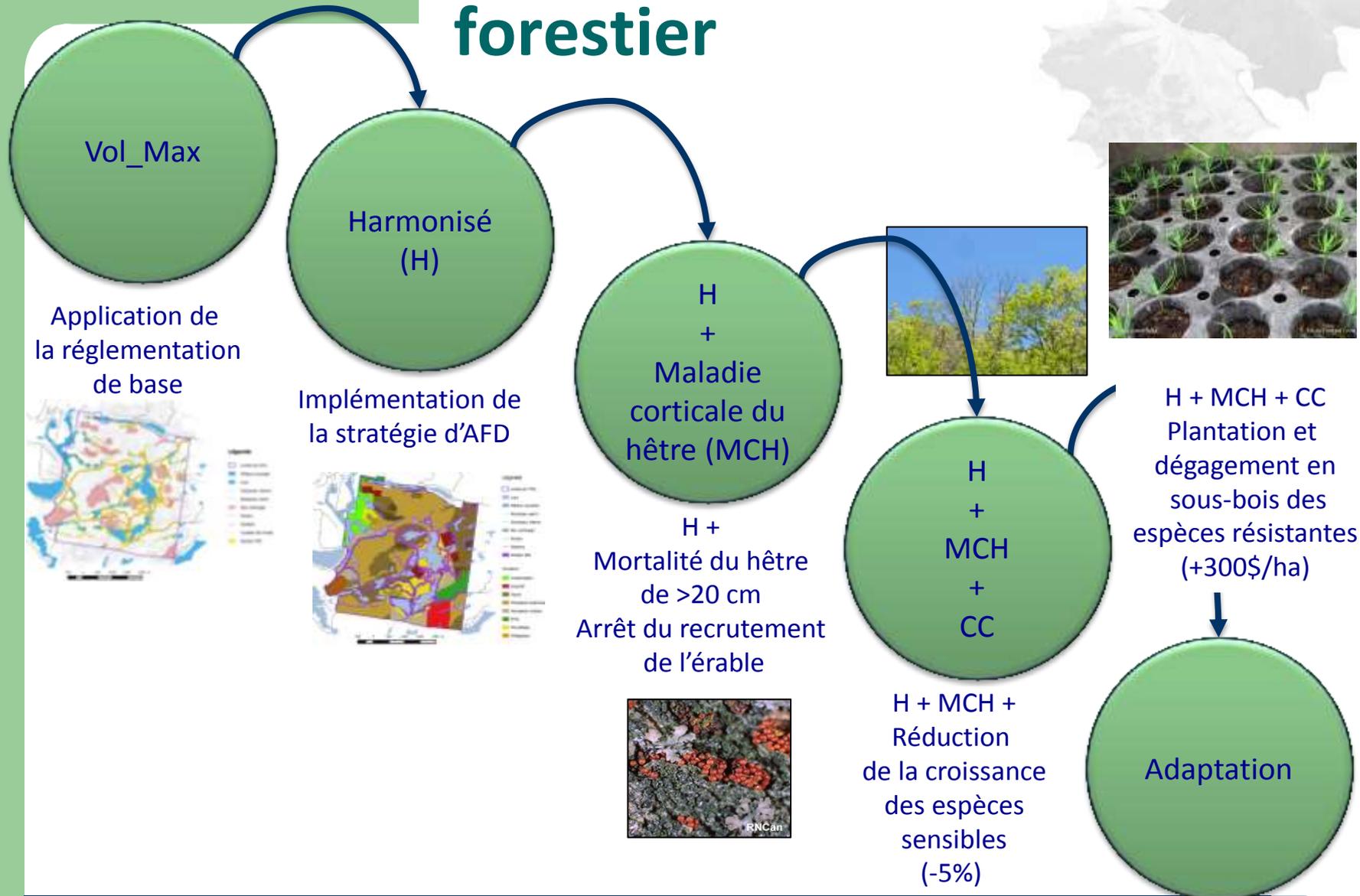
Qualité de l'habitat du Grand Pic (St de DHP ≥ 40 cm)



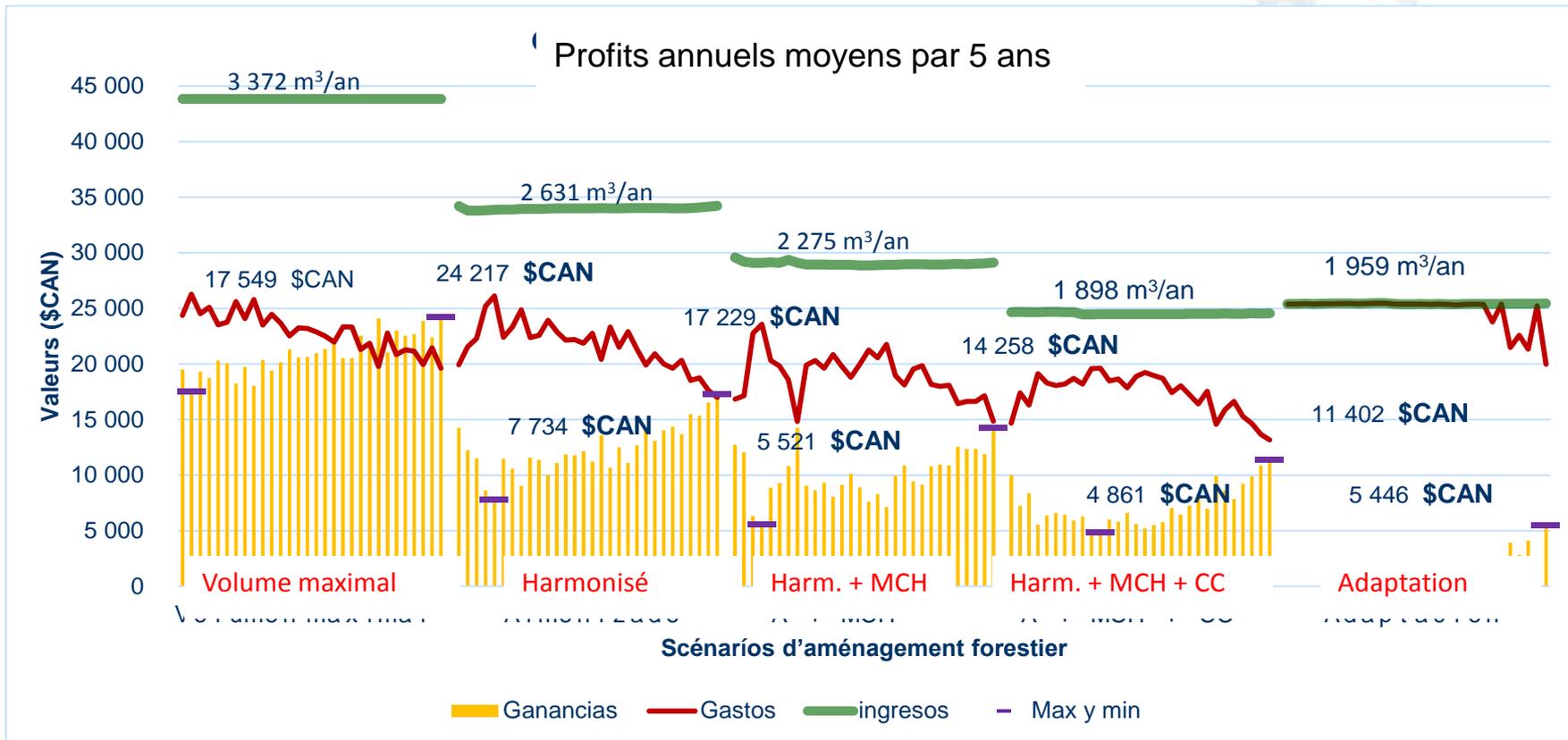
Intégrité écologique (représentativité de stages de succession par type de forêt (F-M-R))



Scénarios d'aménagement forestier



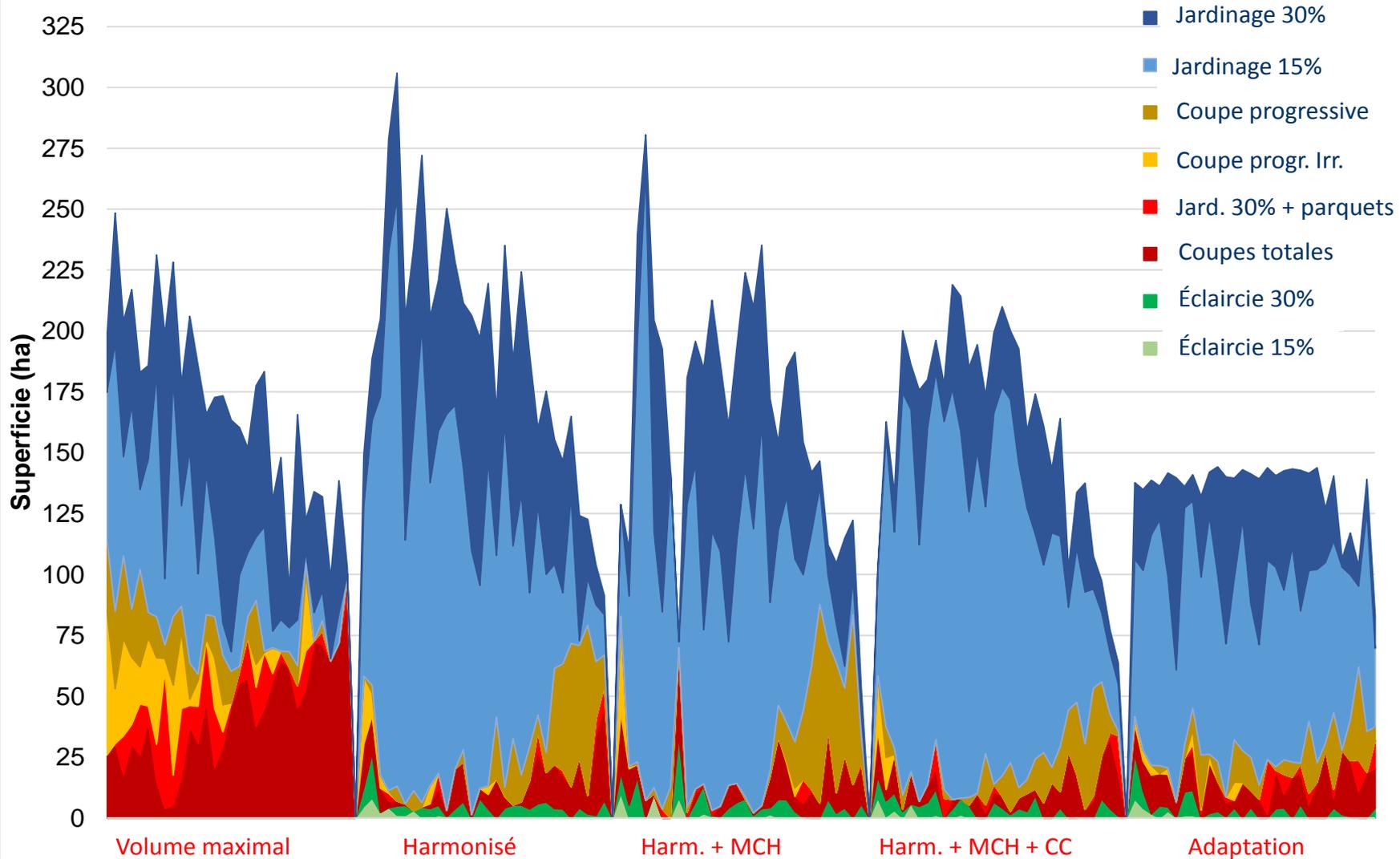
Profits (\$)



Traitements sylvicoles



Superficies traitées par périodes de 5 ans



Conclusions

Comment les changements globaux affectent les services rendus par la forêt?

Plus ou moins importants selon les processus écologiques et la stratégie d'AFD appliqués. Dans notre cas:

MCH ↓ Habitat du grand pic → ↓ Grand fût

Dans l'incertitude causée par les changements globaux, comment développer une stratégie d'AFD qui puisse harmoniser les services écologiques?

Analyse de sensibilité – plusieurs scénarios → **Évaluation de la robustesse de la stratégie**

Les fonctions de compromis sont-elles différentes sous changements globaux?

Oui. Peuvent être vraiment différentes. Parfois plus tendues, parfois plus relaxes.

Quelles mesures d'adaptation peuvent être mises en œuvre pour réduire les impacts des changements climatiques?

Changer la composition et la structure des forêts prend plusieurs décennies. Les contraintes économiques nous obligent à prendre du retard dans les progrès des changements globaux. À moins d'être spécifiquement désignées pour cette fonction, les activités forestières progresseront plus lentement que les changements globaux.

Conclusion / Recommandations

Aménagement robuste

- Optimisation (environnement déterministe) mais + incertitudes
- Analyse de sensibilité + multiples scénarios

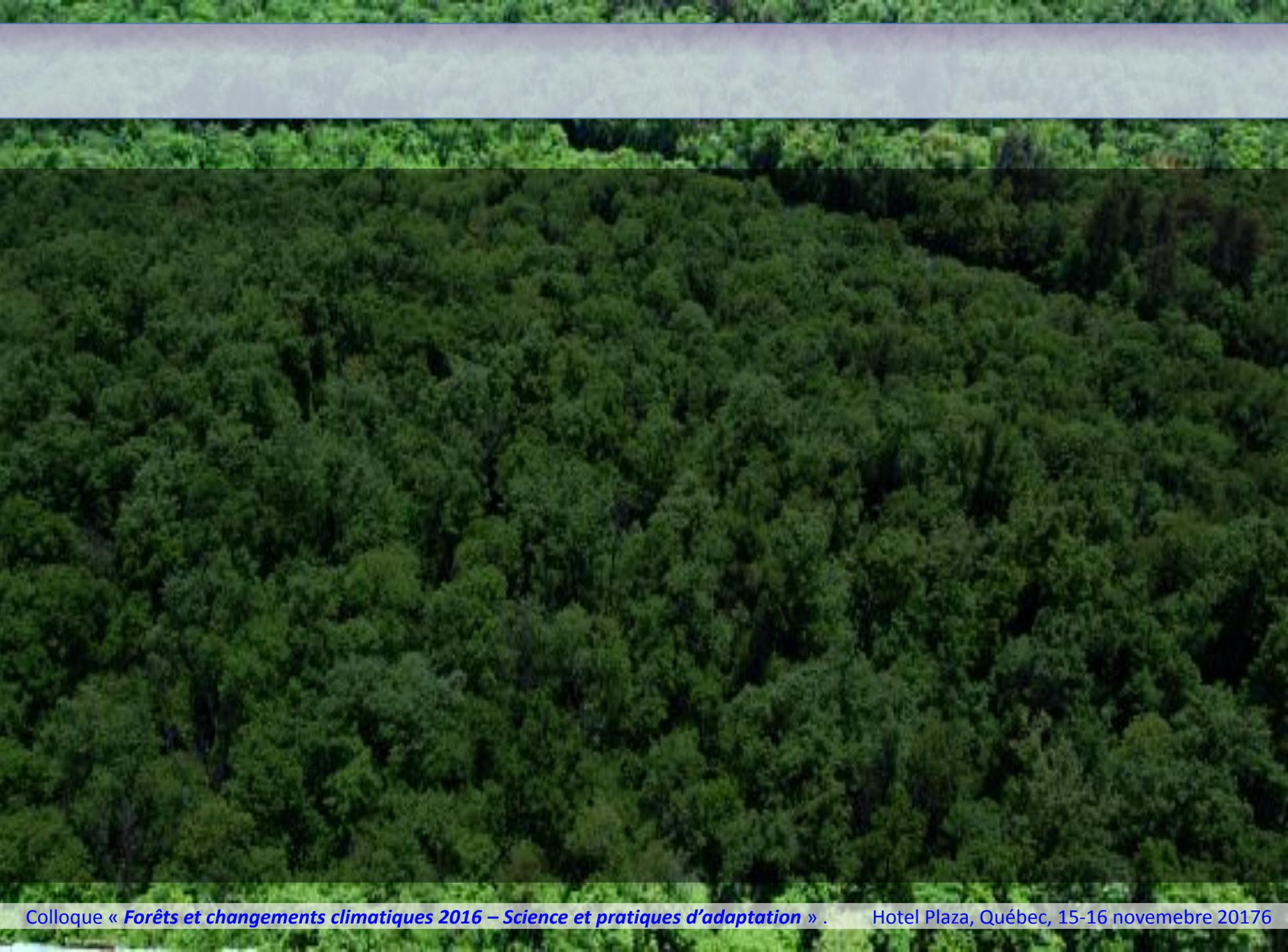
Aménagement adaptatif

- « ACTIF »
- Replanification en continu;
- Partenariats avec la recherche
- Suivi et évaluations
- Gestion agile

Pour faire face au CG nous avons besoin d'une nouvelle foresterie

- D'adaptation (basée sur une évaluation des vulnérabilités et des opportunités)
- De restauration
- Actuarielle (gestion du risque)
- Socio-écologique
- Basé sur un rendement durable des services écosystémiques (A-R-C-S)

FORÊTS ADAPTÉES AUX
CHANGEMENTS CLIMATIQUES



Approche PORTFOLIO du projet *Forêt s'Adapter*

Exposition
Sensibilité
Capacité
d'adaptation



Traits fonctionnels Traits fonctionnels Traits fonctionnels Traits fonctionnels



Sylviculture



Résilience Résistance Facilitation
Résilience Résistance Facilitation
Résilience Résistance Facilitation

ROBUSTESSE!

FORÊT



SITE

CONVERGENCE?

USDA FRM Policy

1. All resource management programs have a responsibility for ecological restoration including, but not limited to, management of vegetation, water, wildland fire, wildlife, and recreation. Management activities may range from monitoring resource conditions to manipulation of terrestrial and aquatic ecosystems to regulation of human uses.
2. Establish ecological restoration goals and objectives in strategic plans to maintain the adaptive capacity of ecosystems - recognizing uncertainty related to climate change. Identify opportunities to sustain ecological refugia that may serve as vital sources of ecological diversity. Develop goals and objectives within the framework defined by laws, Indian treaties, and regulations, collaboratively developed public and Indian tribal values and desires, historical conditions, current and likely future ecological capabilities, a range of climate change projections, the best available scientific information, and technical and economic feasibility--to achieve desired conditions (FSM 1905) for National Forest System lands.
3. Ecological restoration activities should be planned, implemented, monitored, and evaluated in consideration of current and desired conditions and the potential for future changes in environmental conditions, including climate change.
4. Where appropriate, integrate resource management programs and projects to achieve complementary or synergistic results contributing to ecological restoration.
5. Collaborate across ownerships and jurisdictions to achieve landscape restoration objectives.
6. Within existing authorities, revenue from commercial uses of natural resources may be used to help fund restoration activities.

Définitions

RÉSILIENCE: La capacité d'un système social ou écologique à absorber les perturbations tout en conservant la même structure de base et modes de fonctionnement, la capacité d'auto-organisation et la capacité de s'adapter au stress et au changement.

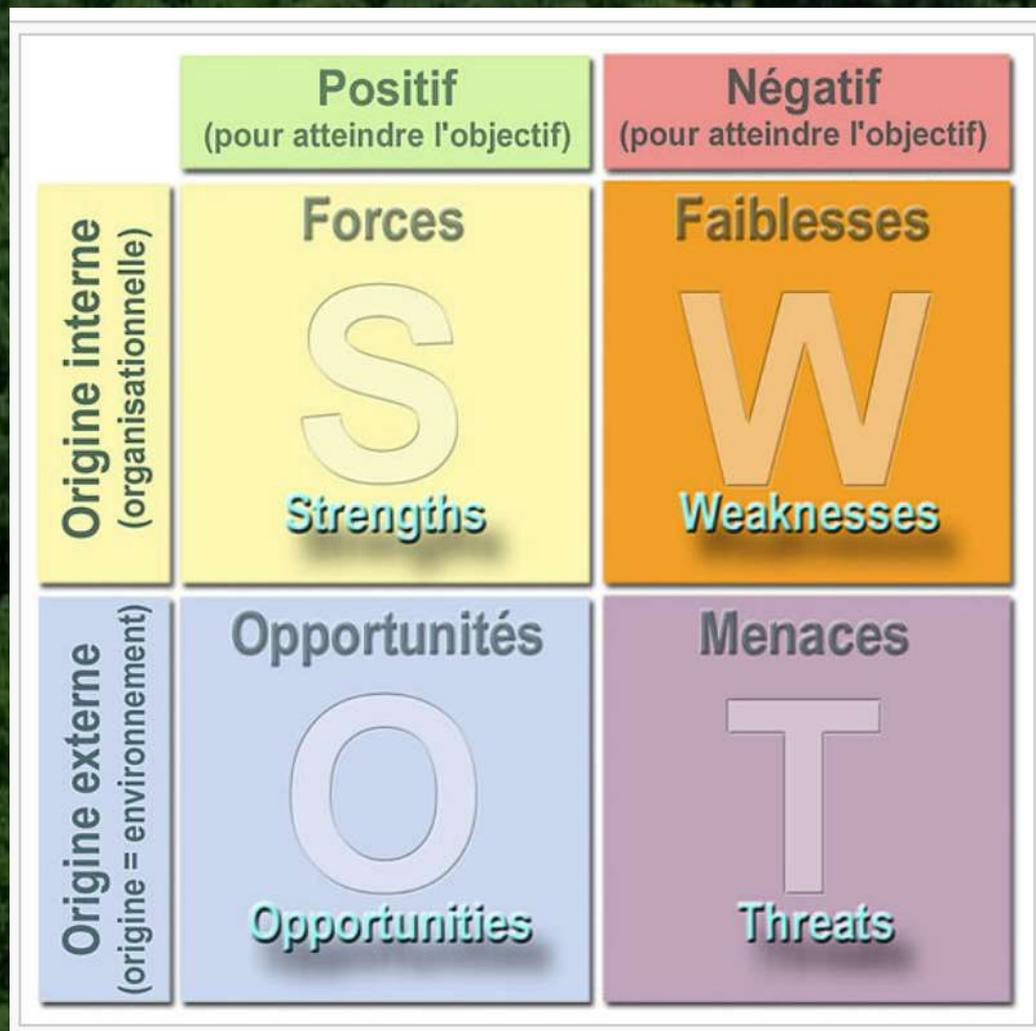
RESTAURATION: Le processus d'aide à la récupération d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit. La restauration écologique vise à établir la composition, la structure, les patrons et les processus écologiques nécessaires pour faciliter la durabilité, la résilience et la santé des écosystèmes terrestres et aquatiques dans les conditions actuelles et futures.

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES: Les ES dérivent des processus écosystémiques qui transforment les apports structurels et fonctionnels de l'écosystème (comme l'abondance des arbres et les taux d'évapotranspiration) en produits que les gens désirent (tels que l'eau propre).

Références intéressantes

- Holmes, T. P., McNulty, S., Vose, J. M., Prestemon, J. P., & Li, H. (2013). A Conceptual Framework for Adaptive Forest Management under Climate Change. *Climate Change Adaptation and Mitigation Management Options: A Guide for Natural Resource Managers in Southern Forest Ecosystems*, 45.
- Gauthier, S., Bernier, P., Burton, P. J., Edwards, J., Isaac, K., Isabel, N., ... & Nelson, E. A. (2014). Climate change vulnerability and adaptation in the managed Canadian boreal forest 1. *Environmental Reviews*, 22(3), 256-285.

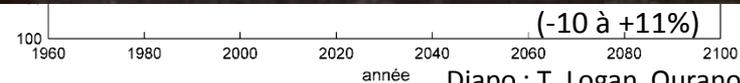
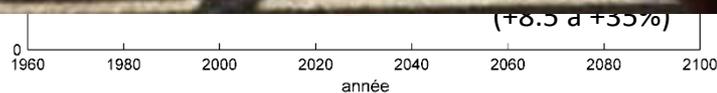
Approche FFOM en gestion du risque



ACCUEIL | ENVIRONNEMENT

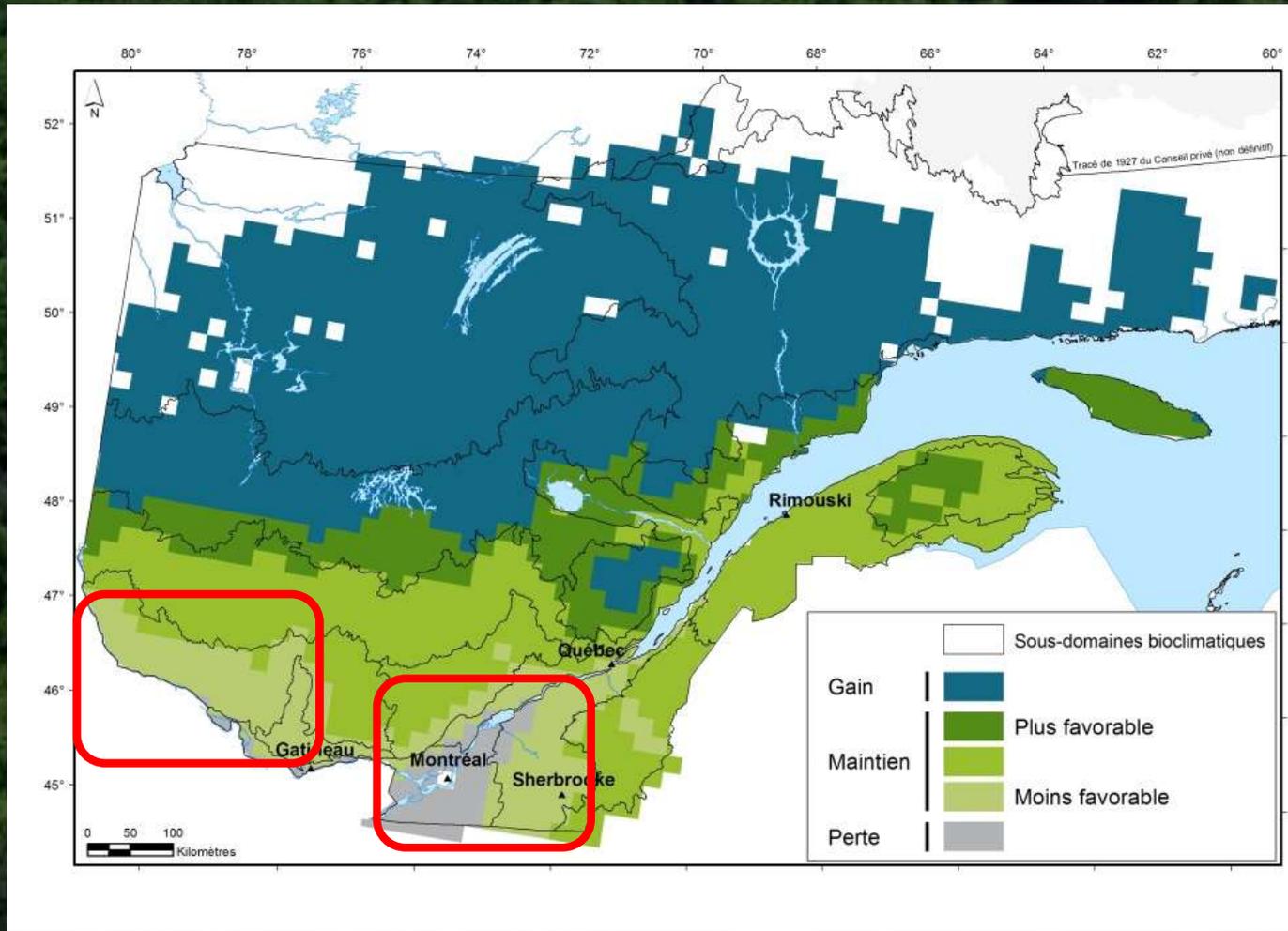
La probabilité de températures extrêmes multipliée par 10 en 5 ans

PUBLIÉ LE MARDI 8 NOVEMBRE 2016 À 12 H 17 | Mis à jour le 8 novembre 2016 à 12 h 21



Diapo : T. Logan, Ouranos

Betula alleghaniensis



Espèces invasives



Rhamnus cathartica

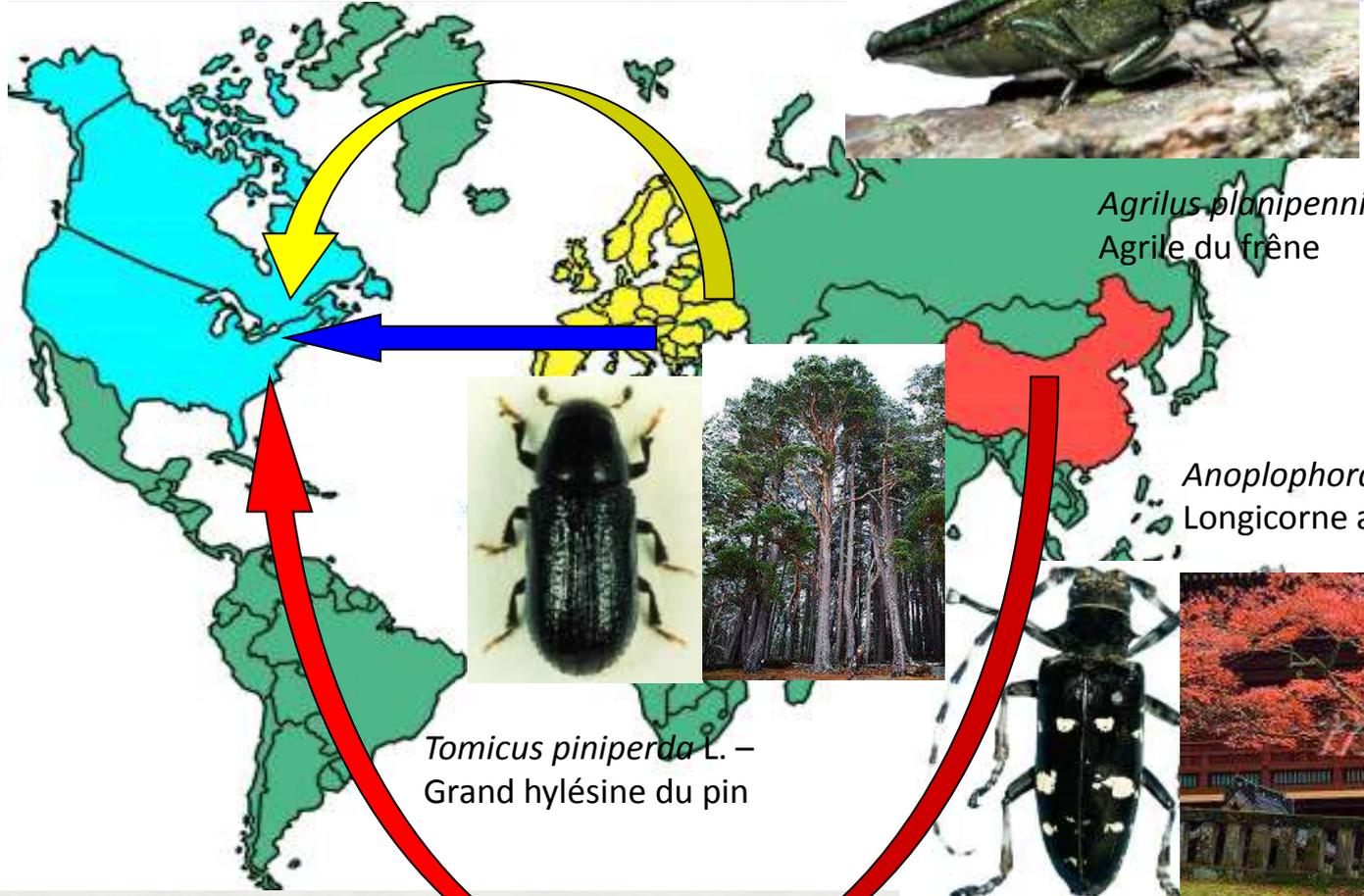


Chusquea quila

Nouveaux insectes et nouvelles maladies



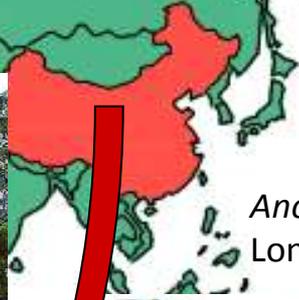
Tetropium fuscum (Fabricius) – Longicorne brun de l'épinette



Agrilus planipennis
Agrile du frêne



Tomicus piniperda L. – Grand hylésine du pin



Anoplophora glabripennis
Longicorne asiatique



La maladie corticale du hêtre



Polluants atmosphériques



Reactive N_{atm}
NH₃ (ammoniac) + NO_x

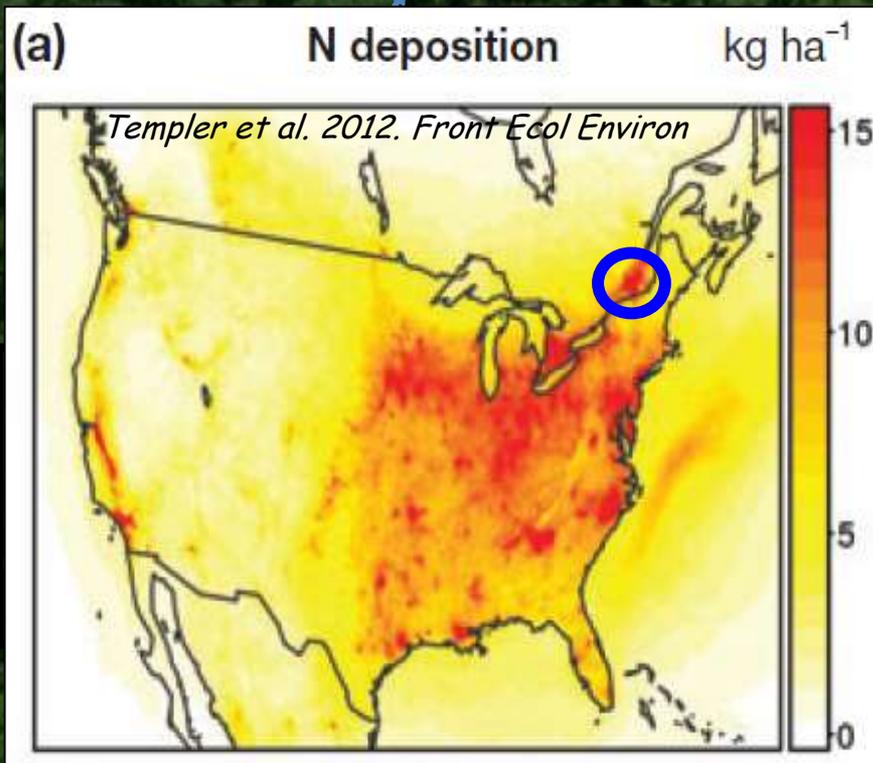
Déposition

S

azotées

17 Tg N an⁻¹ ha⁻¹ in 1860
64 Tg N an⁻¹ ha⁻¹ in 1990
125 Tg N an⁻¹ ha⁻¹ in 2050

Chronical
deposition of N_{atm}



Toxic level &
leaching of excess

Plan de présentation

- Les changements globaux
- Approche « Vulnérabilités et Adaptation »
- L'adaptation en France et aux États-Unis
- La planification stratégique
- Les vulnérabilités potentielles propre à planification stratégique;
- La gestion du risque
- Adaptation: cas du Centre Touristique et Éducatif des Laurentides
- Conclusion - Recommandations