

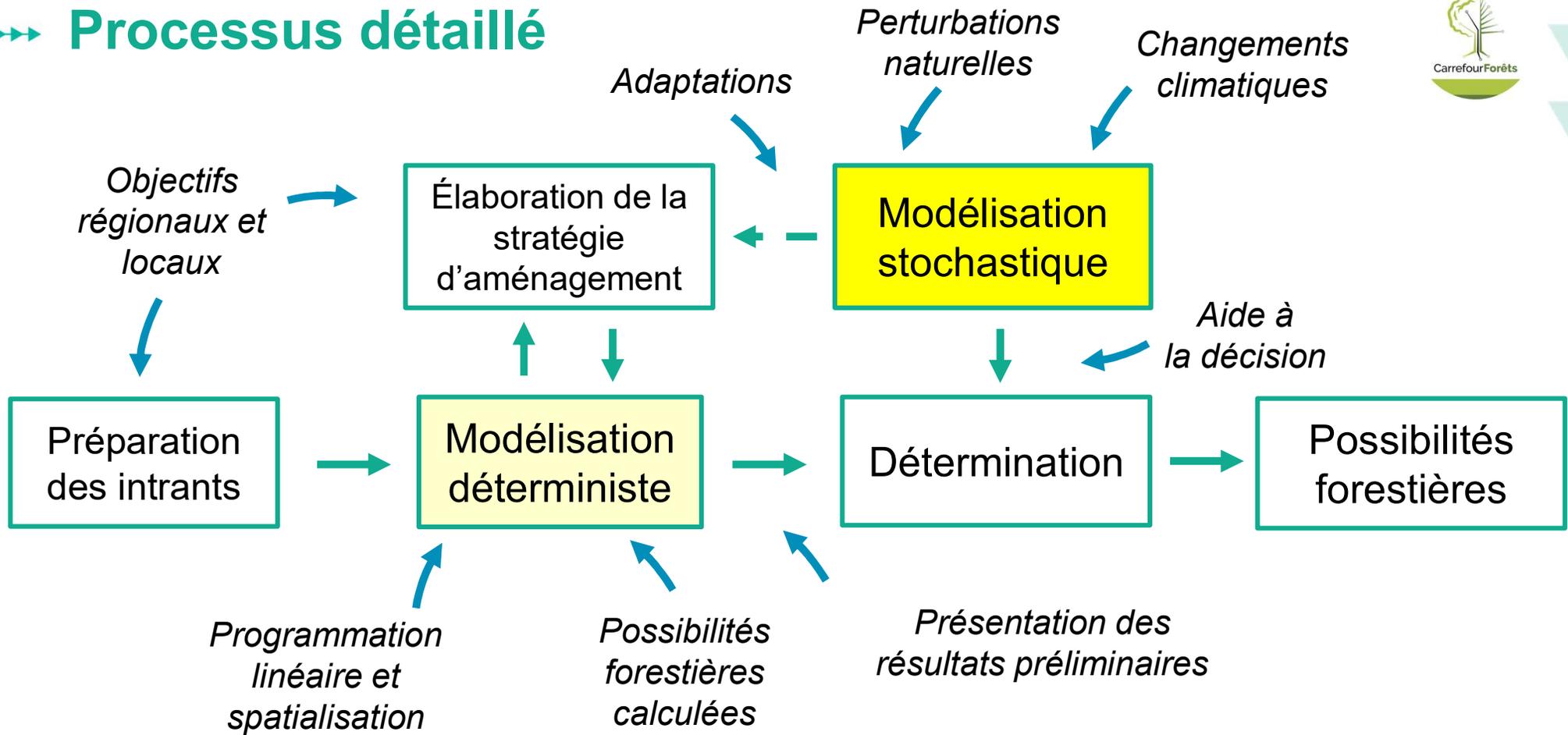
Évaluation de l'effet des perturbations naturelles et des changements climatiques



Par Stephen H. Yamasaki, Ph.D.
27 avril 2023

Bureau du forestier en chef

Processus détaillé



→→ Travaux des dernières années



- ▶ Intégration de l'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette
- ▶ Intégration du risque de feu : modélisation stochastique
- ▶ Projet pilote : intégration des changements climatiques à la détermination



INTÉGRATION DE L'ÉPIDÉMIE DE TORDEUSE

→→ Tordeuse des bourgeons de l'épinette



Contexte

- ▶ Insecte ravageur le plus important
- ▶ Épidémie en cours depuis 1992
- ▶ Effets variables selon les régions
- ▶ Prise en compte au calcul



→→ Tordeuse des bourgeons de l'épinette

Approche adaptative par unité d'aménagement

- ▶ Vulnérable mais non affectée
 - Réduction de la vulnérabilité
 - Travaux sylvicoles et priorisation de la récolte
- ▶ Affectée
 - Peuplements classés « épidémie sévère »
 - Âge = 0
 - Autres peuplements
 - si en régénération : délai de régénération de 15 ans
 - sinon : application d'un taux de mortalité (DRF) jusqu'au 31 mars 2023

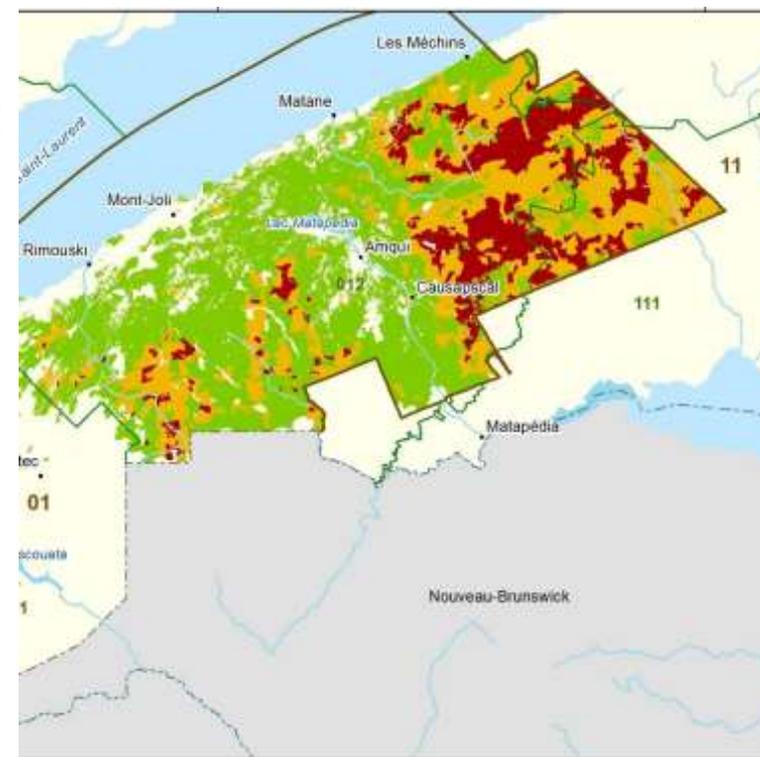


→→ Tordeuse des bourgeons de l'épinette

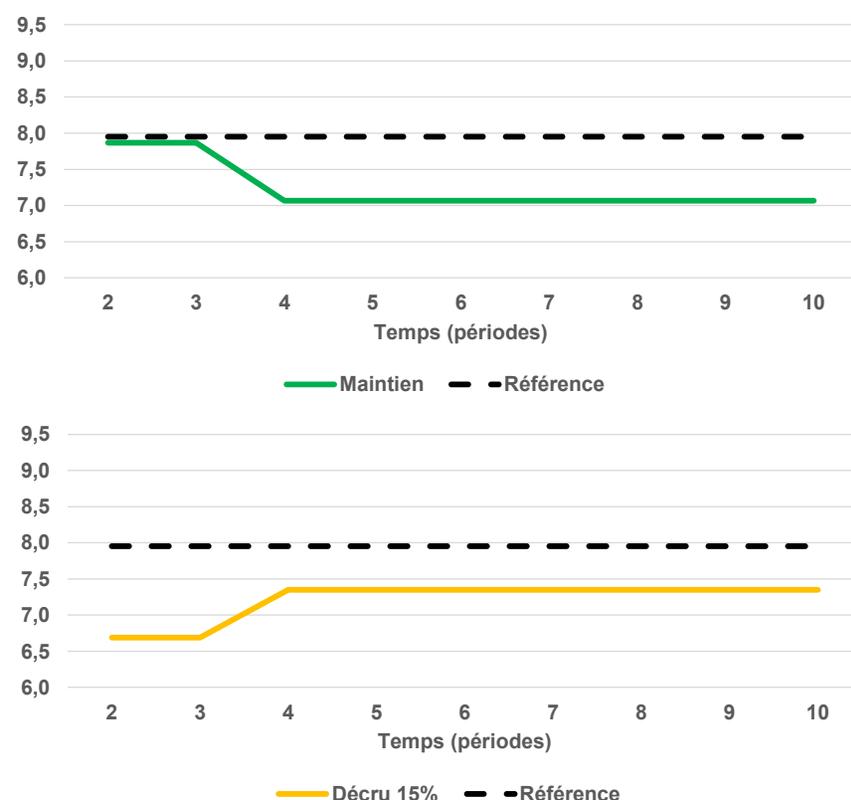
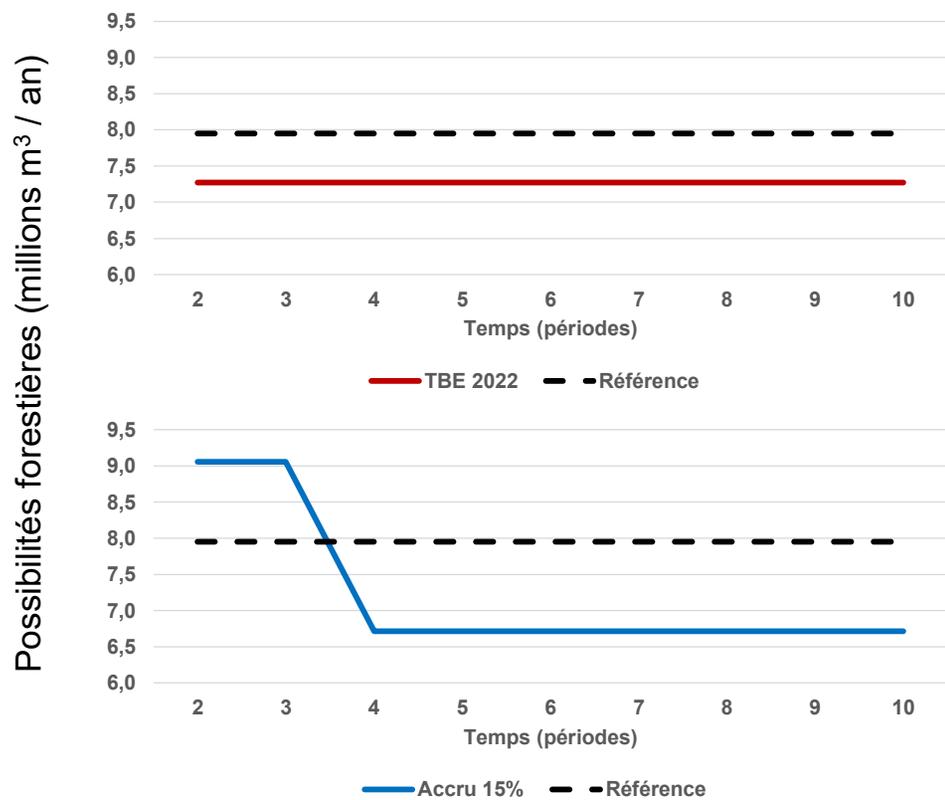


Détermination : région Bas-Saint-Laurent

- ▶ Développement de scénarios alternatifs
- ▶ Niveaux de récolte, modulés dans le temps



Tordeuse des bourgeons de l'épinette – 012-72

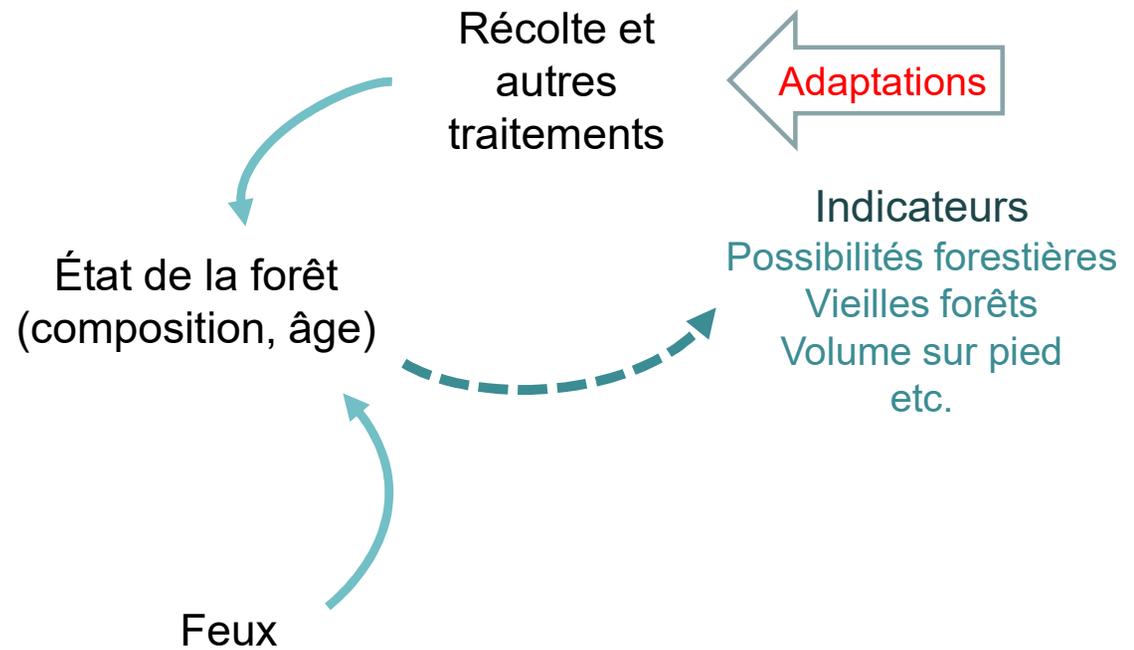




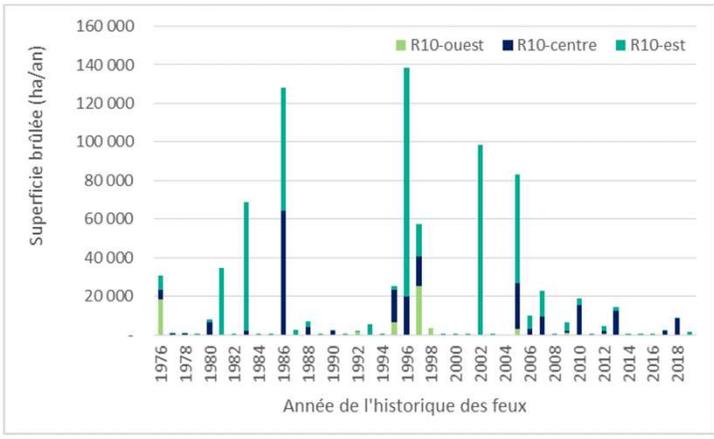
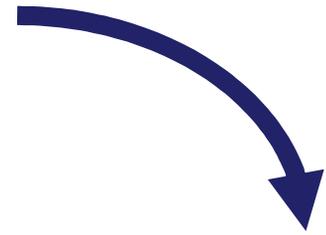
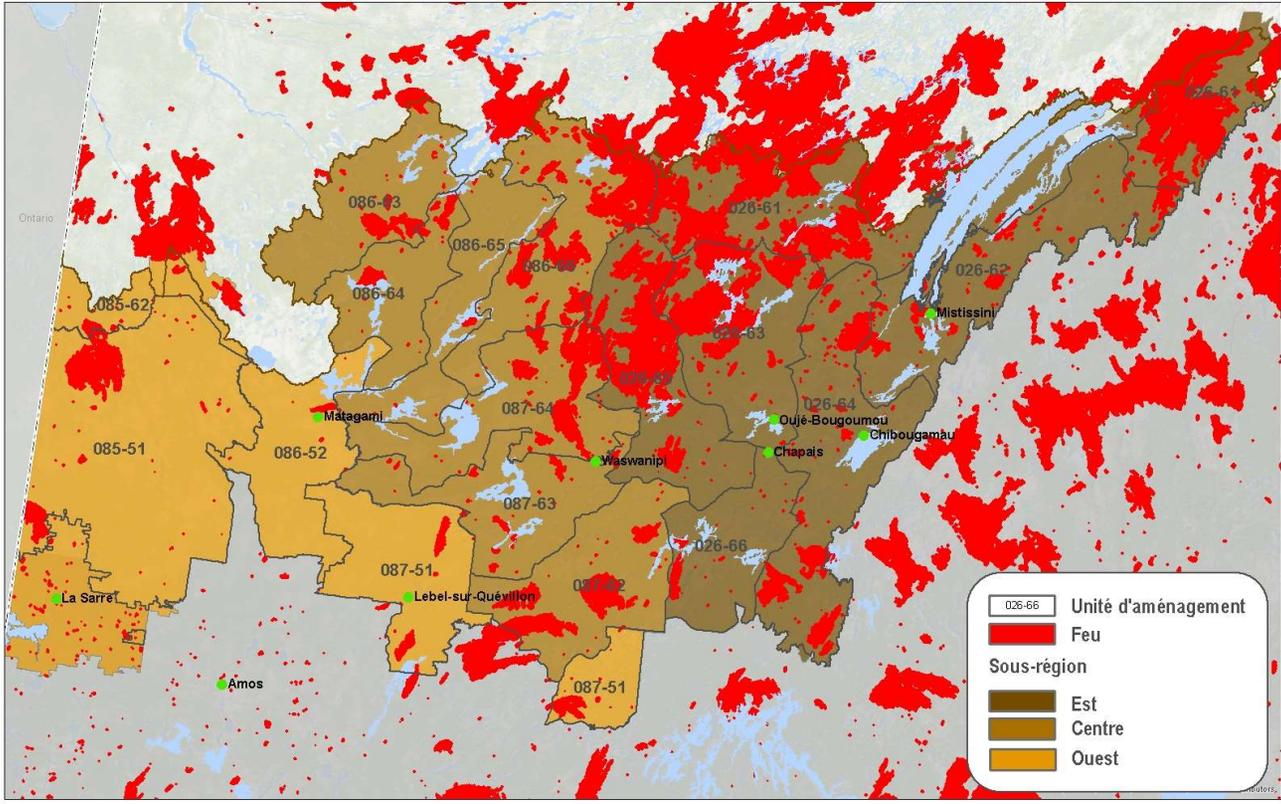
INTÉGRATION DU RISQUE DE FEU MODÉLISATION STOCHASTIQUE



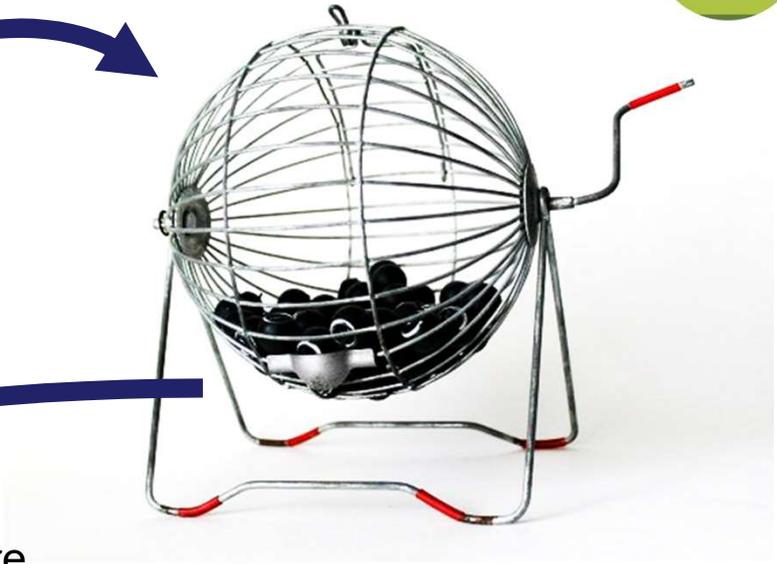
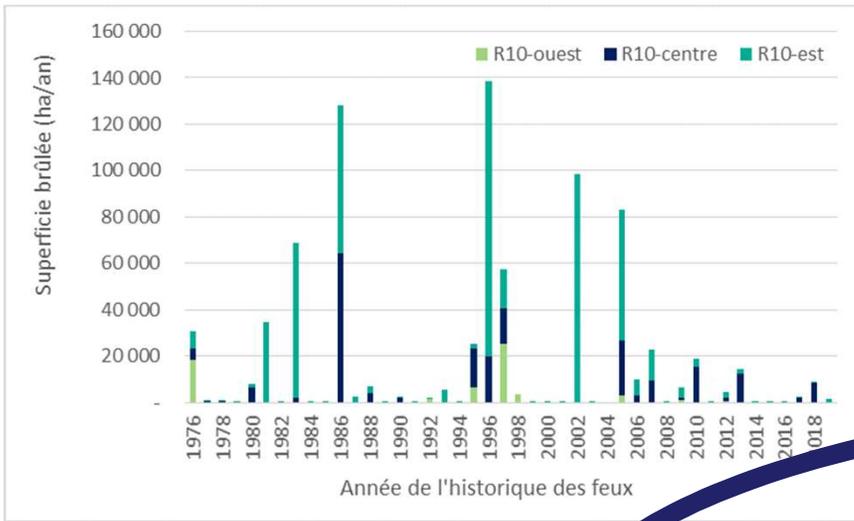
→→ Structure du modèle de feux



Historique des feux



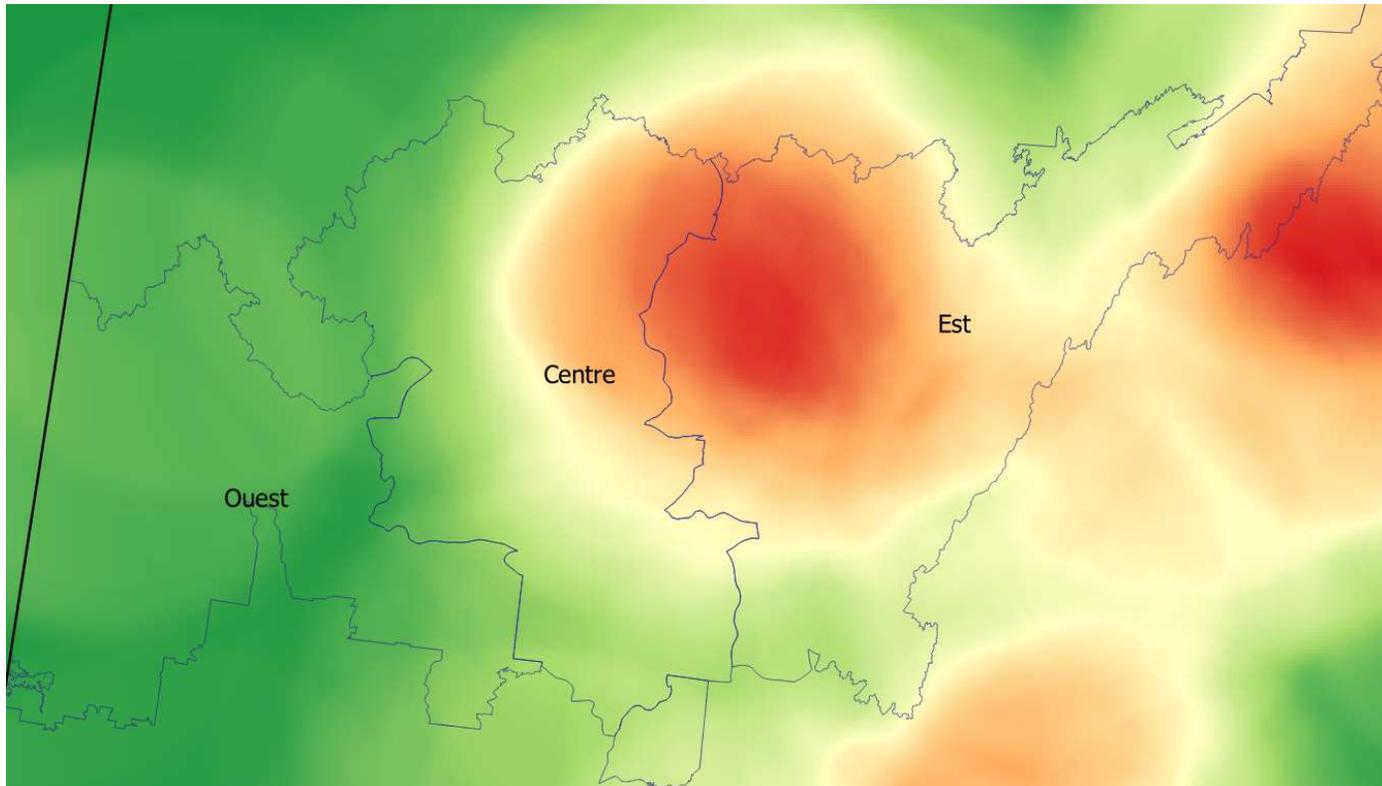
→ Création des réalisations de feu



Échantillonnage aléatoire avec remise

Index	rep1	rep2	rep3	rep4	rep5	rep6	rep7
2021	8640.7	138365.9	36923.8	344.4	4857.2	36923.8	133436.3
2022	2534.2	50.4	3721.8	21.9	0	238.3	86599
2023	938.9	0	1718.2	139775.9	8640.7	97.4	0
2024	3721.8	238.3	1803.3	154.3	20.7	4857.2	0
2025	9826.1	20.7	49364.2	165.5	138365.9	123.4	1803.3
2026	133436.3	139775.9	154.3	34649.4	383.6	2456.9	25904.4
2027	139775.9	0	21.9	25904.4	8301.6	198.2	8301.6
2028	14906.6	36923.8	6982.3	53957.7	21.9	53957.7	2534.2
2029	3721.8	123.4	198.2	34649.4	25904.4	0	50.4
2030	27287.8	50.4	25904.4	7255.2	469.5	14906.6	133436.3
2031	4857.2	8640.7	27287.8	938.9	938.9	0	344.4
2032	383.6	8301.6	0	238.3	3721.8	383.6	34649.4
2033	139775.9	139775.9	4857.2	8640.7	49364.2	2856.6	238.3
2034	0	62387	154.3	1803.3	469.5	138365.9	7255.2
2035	1718.2	20.7	8301.6	1803.3	3721.8	383.6	154.3
2036	8640.7	0	21.9	154.3	7255.2	238.3	9826.1
2037	344.4	1803.3	165.5	4857.2	0	175588.9	20.7
2038	86599	938.9	24	2856.6	175588.9	49364.2	34649.4
2039	138365.9	198.2	7255.2	14906.6	20.7	27287.8	7255.2
2040	238.3	6982.3	938.9	198.2	21.9	20.7	25904.4
2041	238.3	97.4	27287.8	62387	24	8640.7	97.4
2042	8640.7	165.5	9826.1	62387	0	1803.3	165.5

→→→ Probabilité d'initiation des feux

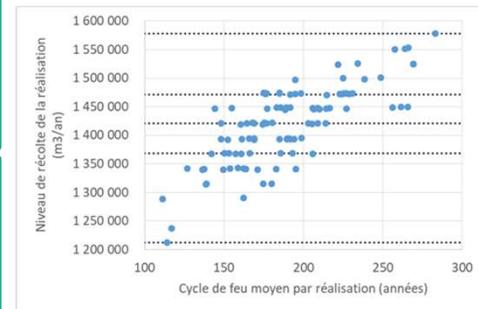
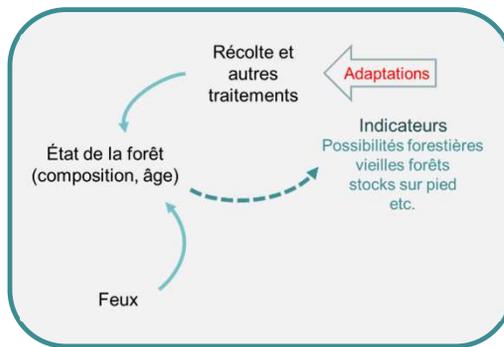


Exemple Nord-du-Québec

Méthode Monte Carlo



Index	rep1	rep2	rep3	rep4	rep5	rep6	rep7
2021	8640.7	138365.9	36923.8	344.4	4857.2	36923.8	133436.3
2022	2534.2	50.4	3721.8	21.9	0	238.3	86599
2023	938.9	0	1718.2	139775.9	8640.7	97.4	0
2024	3721.8	238.3	1803.3	154.3	20.7	4857.2	0
2025	9826.1	20.7	49364.2	165.5	138365.9	123.4	1803.3
2026	133436.3	139775.9	154.3	34649.4	383.6	2456.9	25904.4
2027	139775.9	0	21.9	25904.4	8301.6	198.2	8301.6
2028	14906.6	36923.8	6982.3	53957.7	21.9	53957.7	2534.2
2029	3721.8	123.4	198.2	34649.4	25904.4	0	50.4
2030	27287.8	50.4	25904.4	7255.2	469.5	14906.6	133436.3
2031	4857.2	8640.7	27287.8	938.9	938.9	0	344.4
2032	383.6	8301.6	0	238.3	3721.8	383.6	34649.4
2033	139775.9	139775.9	4857.2	8640.7	49364.2	2856.6	238.3
2034	0	62387	154.3	1803.3	469.5	138365.9	7255.2
2035	1718.2	20.7	8301.6	1803.3	3721.8	383.6	154.3
2036	8640.7	0	21.9	154.3	7255.2	238.3	9826.1
2037	344.4	1803.3	165.5	4857.2	0	175588.9	20.7
2038	86599	938.9	24	2856.6	175588.9	49364.2	34649.4
2039	138365.9	198.2	7255.2	14906.6	20.7	27287.8	7255.2
2040	238.3	6982.3	938.9	198.2	21.9	20.7	25904.4
2041	238.3	97.4	27287.8	62387	24	8640.7	97.4
2042	8640.7	165.5	9826.1	62387	0	1803.3	165.5
2043	198.2	154.3	2456.9	0	49364.2	238.3	21.9
2044	6982.3	36923.8	53957.7	133436.3	938.9	86599	2856.6
2045	14906.6	49364.2	4857.2	7255.2	24	138365.9	3721.8
2046	2534.2	3721.8	2856.6	20.7	133436.3	86599	49364.2
2047	62387	1718.2	938.9	0	7255.2	138365.9	1803.3
2048	2534.2	138365.9	938.9	62387	49364.2	1803.3	3721.8
2049	50.4	20.7	25904.4	469.5	53957.7	344.4	0
2050	20.7	14906.6	2856.6	0	1803.3	24	1803.3
2051	8640.7	0	154.3	2534.2	86599	7255.2	25904.4
2052	2534.2	383.6	175588.9	344.4	2534.2	0	62387
2053	86599	8301.6	53957.7	4857.2	1718.2	14906.6	138365.9

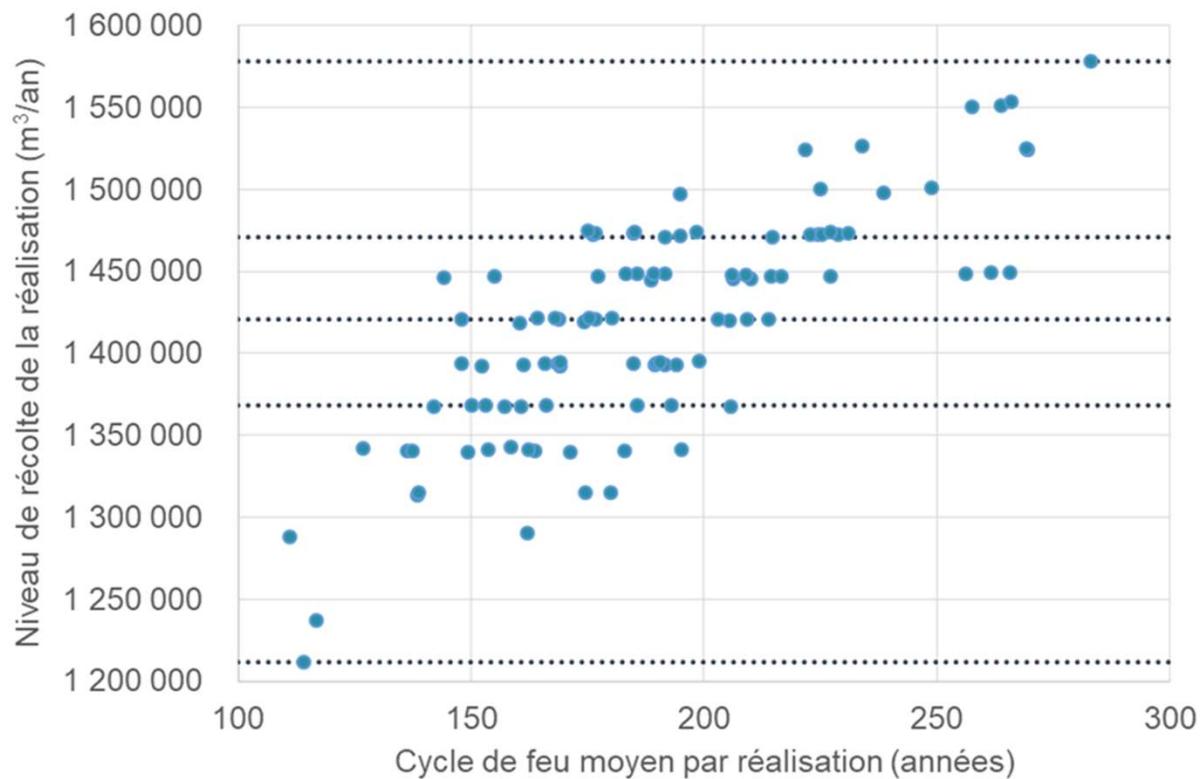


Incertitude en lien avec les paramètres

Modèle de simulation

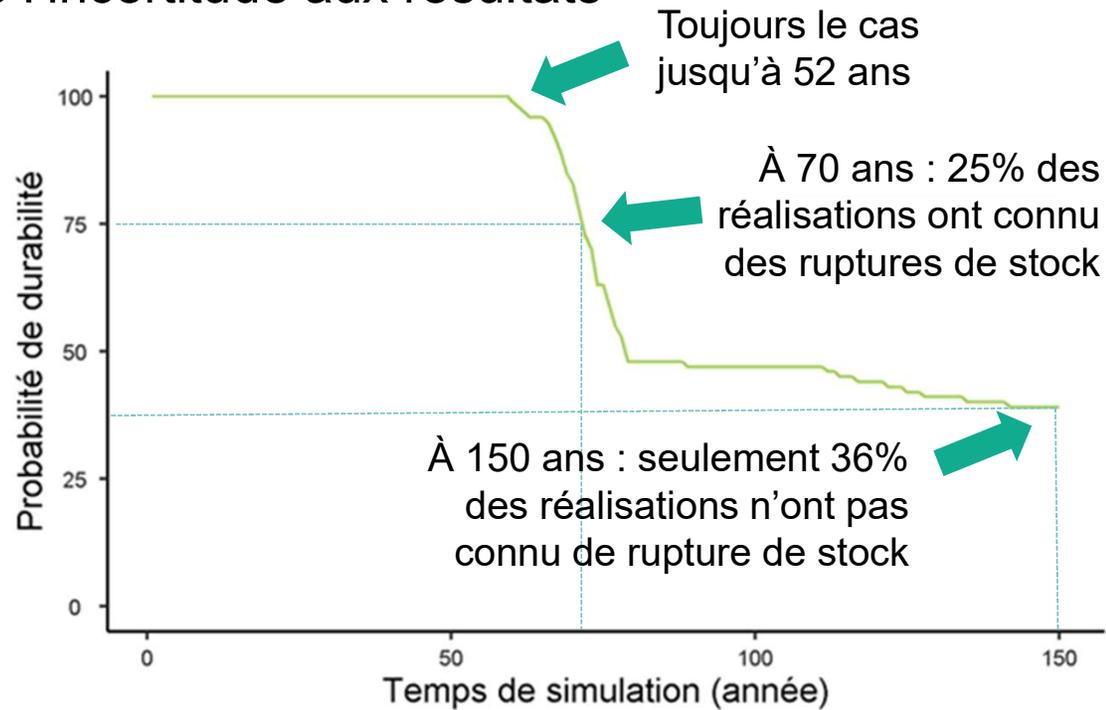
Résultats probabilistes

→→ Résultat de l'essai Monte Carlo



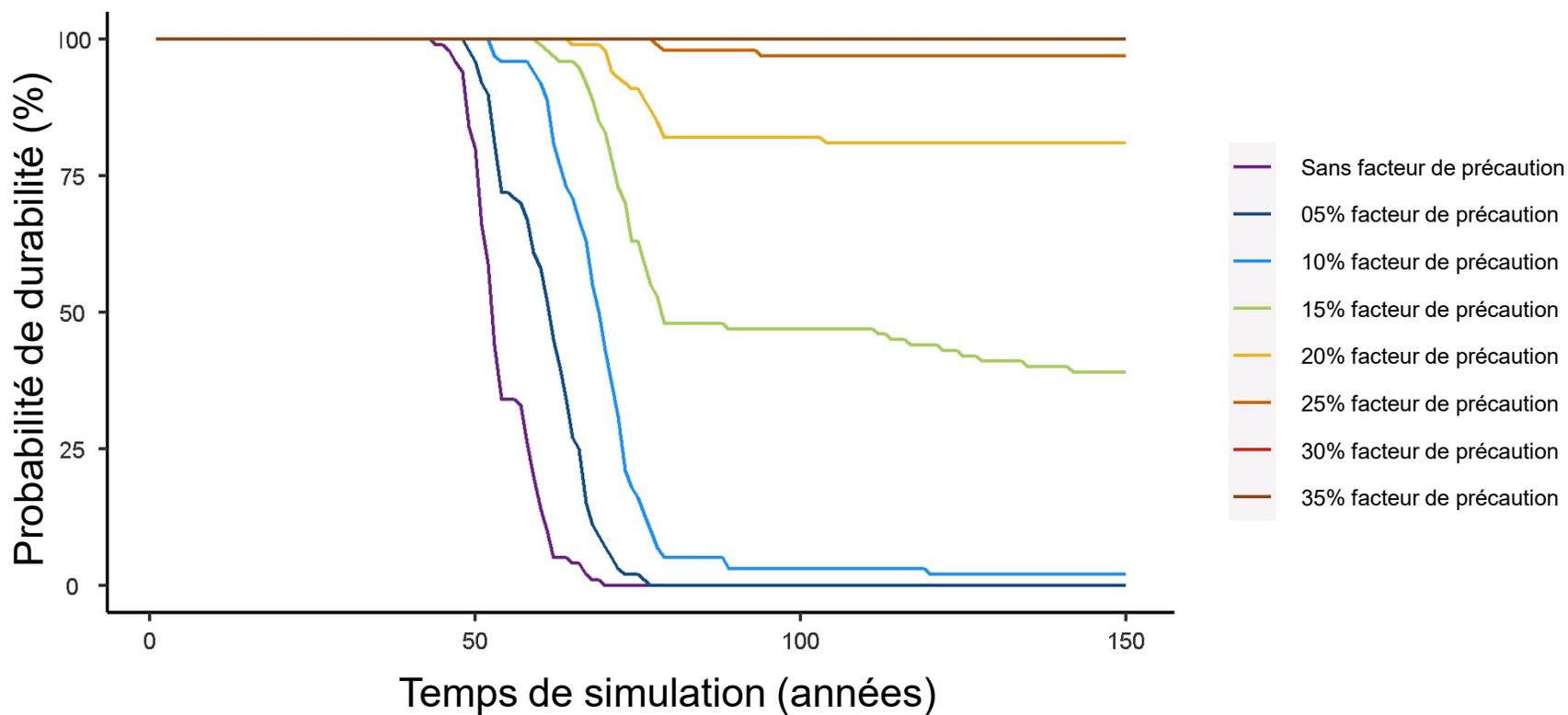
→→ Probabilité de la durabilité des possibilités forestières

Intégration de l'incertitude aux résultats



→→→ Probabilité de la durabilité

Exemple pour la partie est de la région Nord-du-Québec





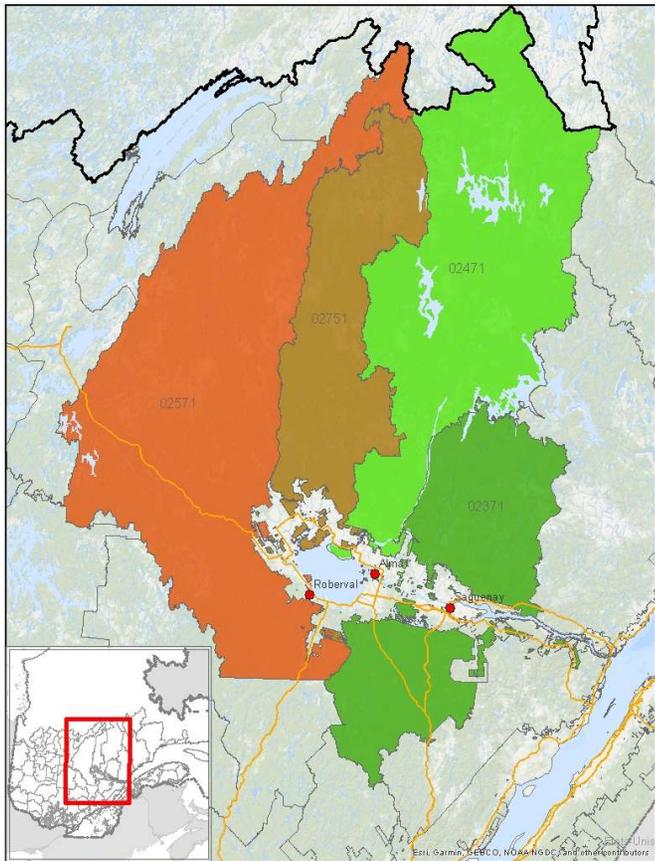
INTÉGRATION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

→→ Question



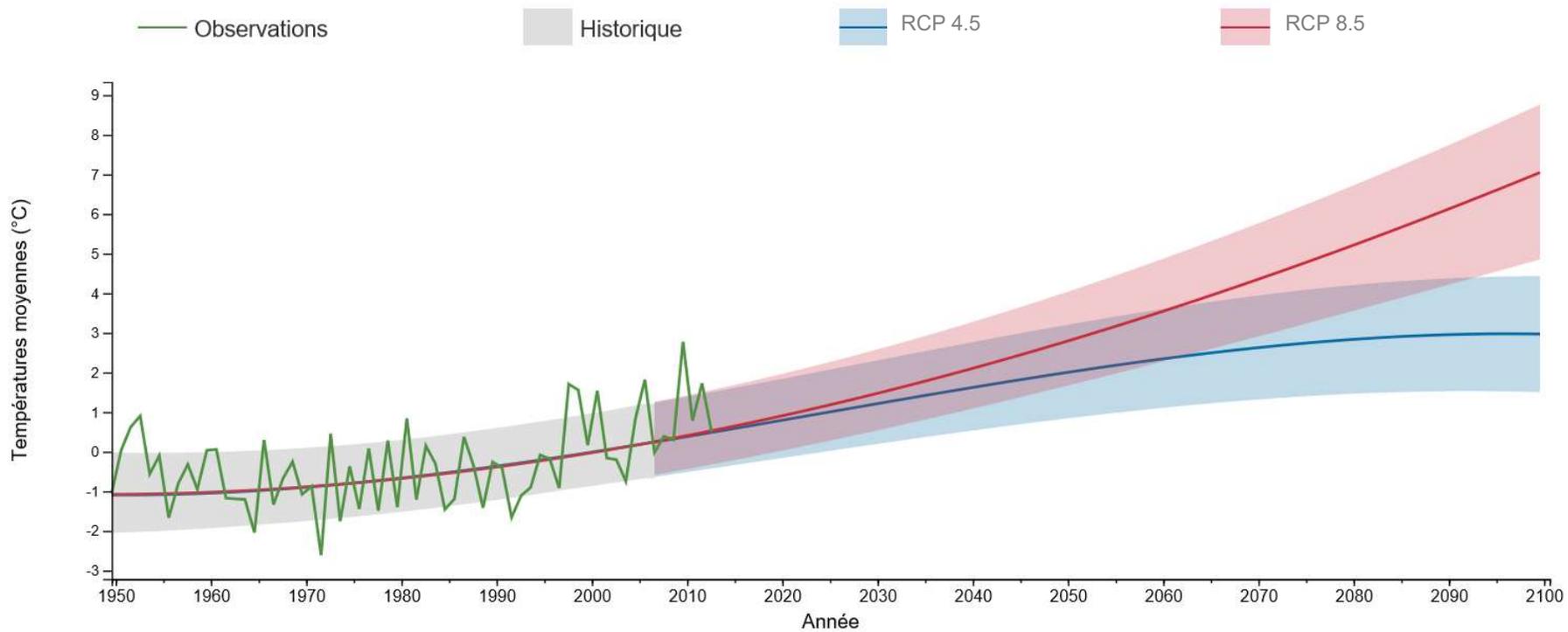
Selon vous, quelle serait l'intensité des impacts des changements climatiques sur la forêt du Québec ?

→→→ Projet pilote : 2018 - 2021

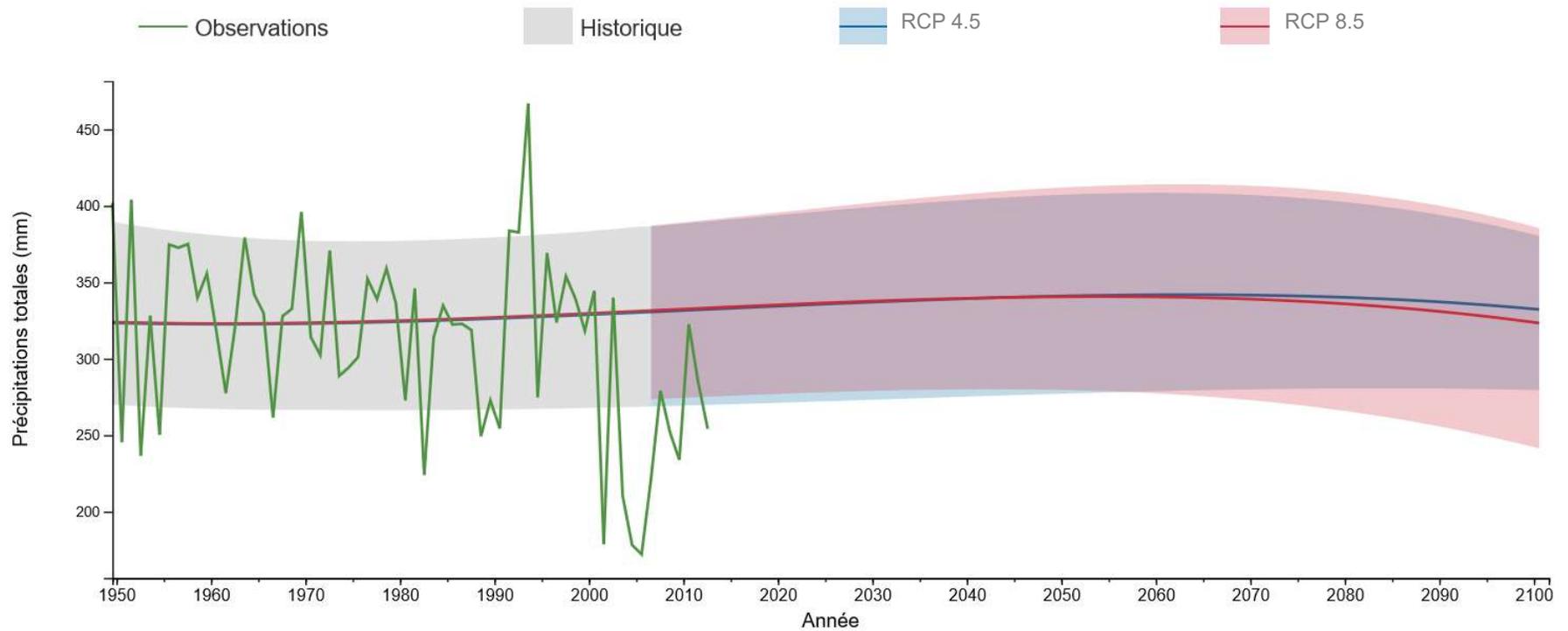


- ▶ 4 unités d'aménagement
- ▶ 7 Mha de forêt
- ▶ Outil de modélisation : SELES
- ▶ 3 scénarios climatiques
 - Historique, RCP 4.5, RCP 8.5
- ▶ 3 modèles climatiques
 - Canada, Royaume-Uni, Japon
 - Un seul retenu

Températures annuelles : Saguenay-Lac-Saint-Jean

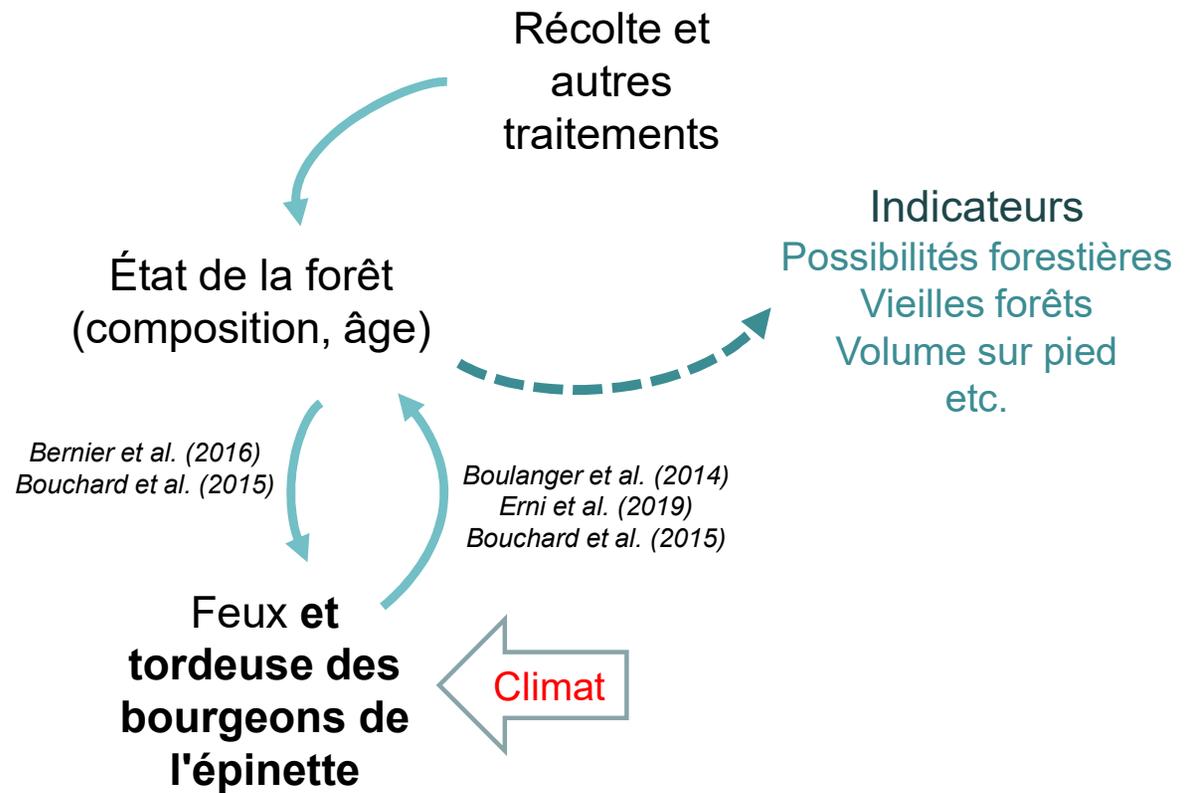


→→ Précipitations estivales : Saguenay-Lac-Saint-Jean





→→→ Intégration des changements climatiques



→→ Modélisation des feux

Projection des superficies à brûler annuellement

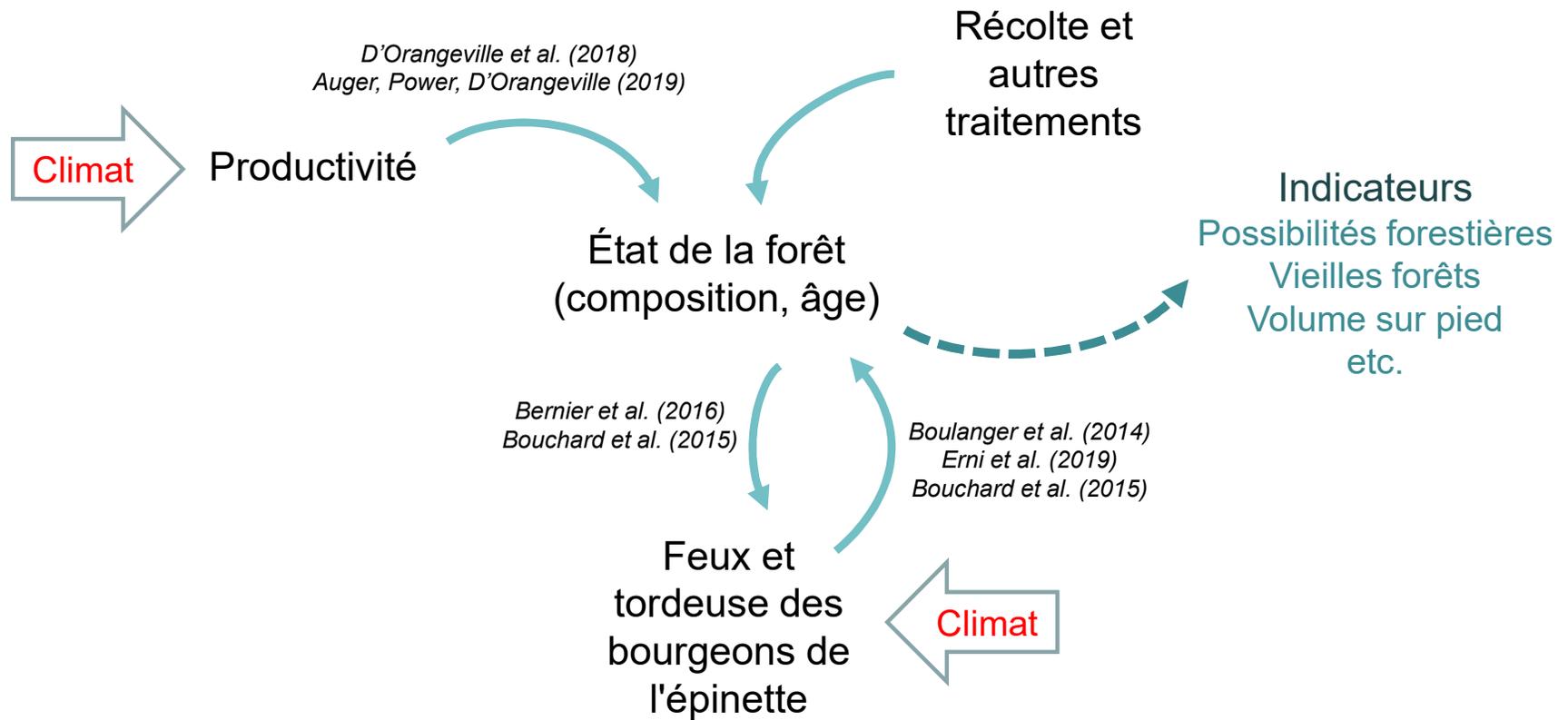
- ▶ Travaux de Yan Boulanger (SCF-CFL) et collaborateurs
- ▶ Superficie brûlée par
 - période
 - zone de feux
 - scénario climatique (historique, RCP 4.5, RCP 8.5)

Correction du cycle de feu

- ▶ Bernier et coll. (2016) et Erni et coll. (2019)
- ▶ En fonction de l'âge et de la composition (feuillu / mixte / résineux)



→→ Intégration des changements climatiques

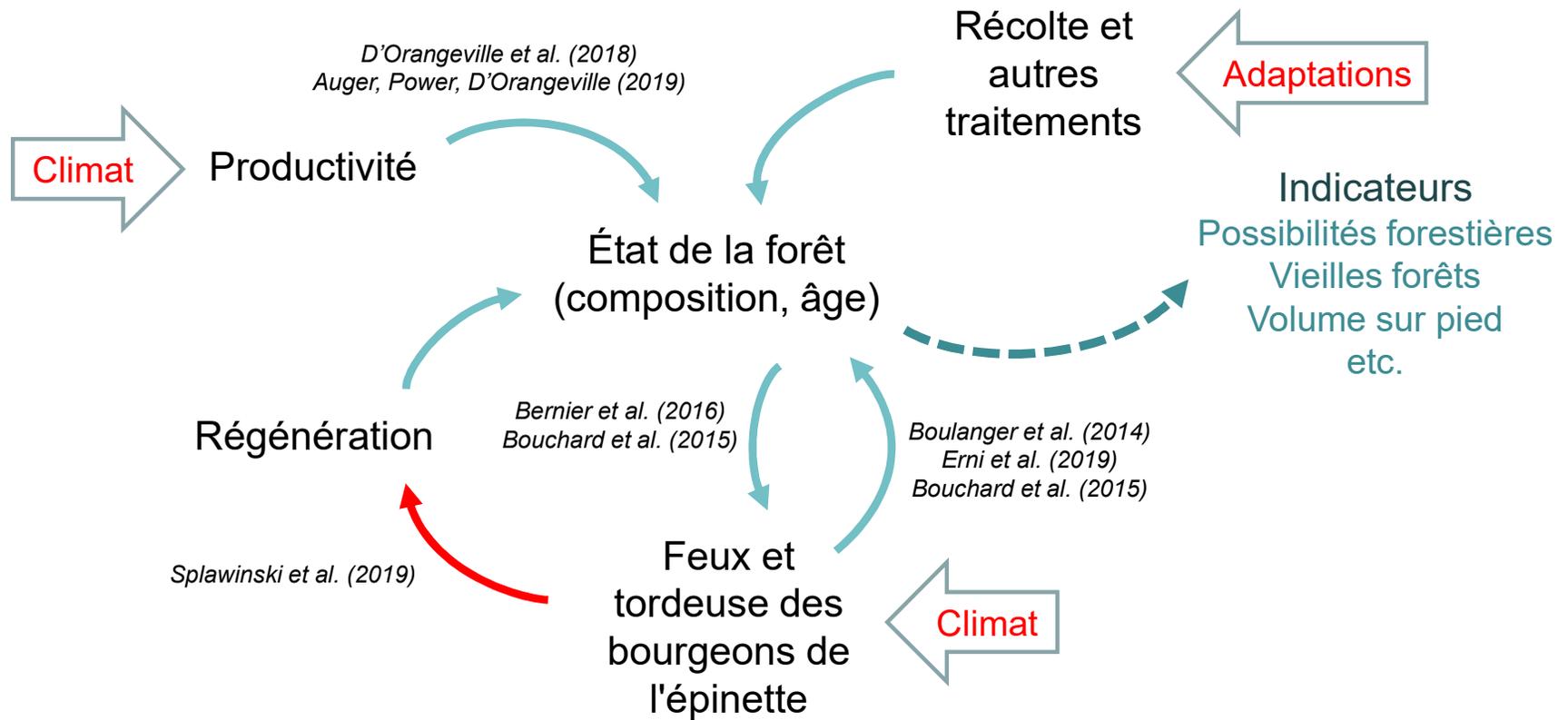


→→→ Modificateurs de croissance

- ▶ Version modifiée d'Artémis-2014
 - Utilisation des équations de D'Orangeville et coll. (2018)
 - Prise en compte de la dynamique des peuplements
- ▶ Ajustement des volumes en fonction des changements climatiques
 - en fonction de l'année et du scénario climatique



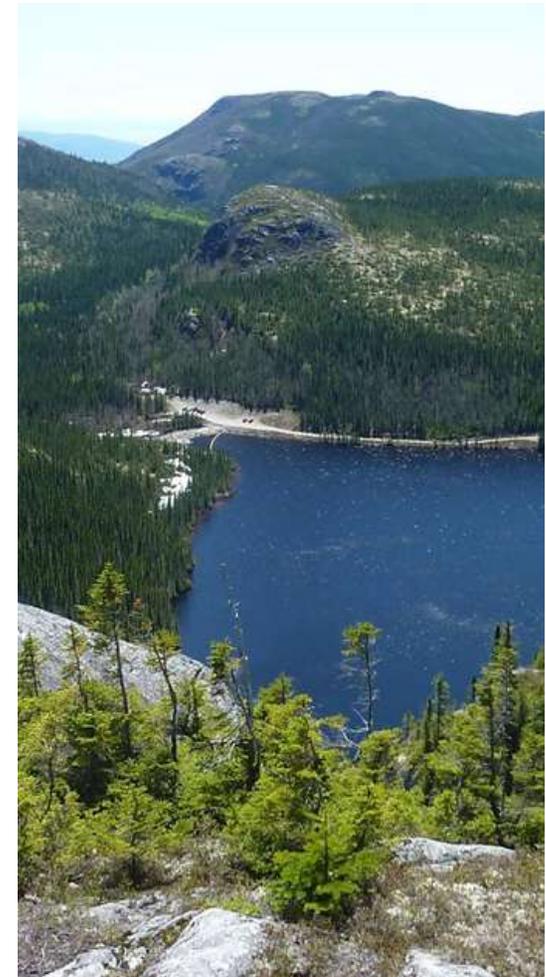
Intégration des changements climatiques



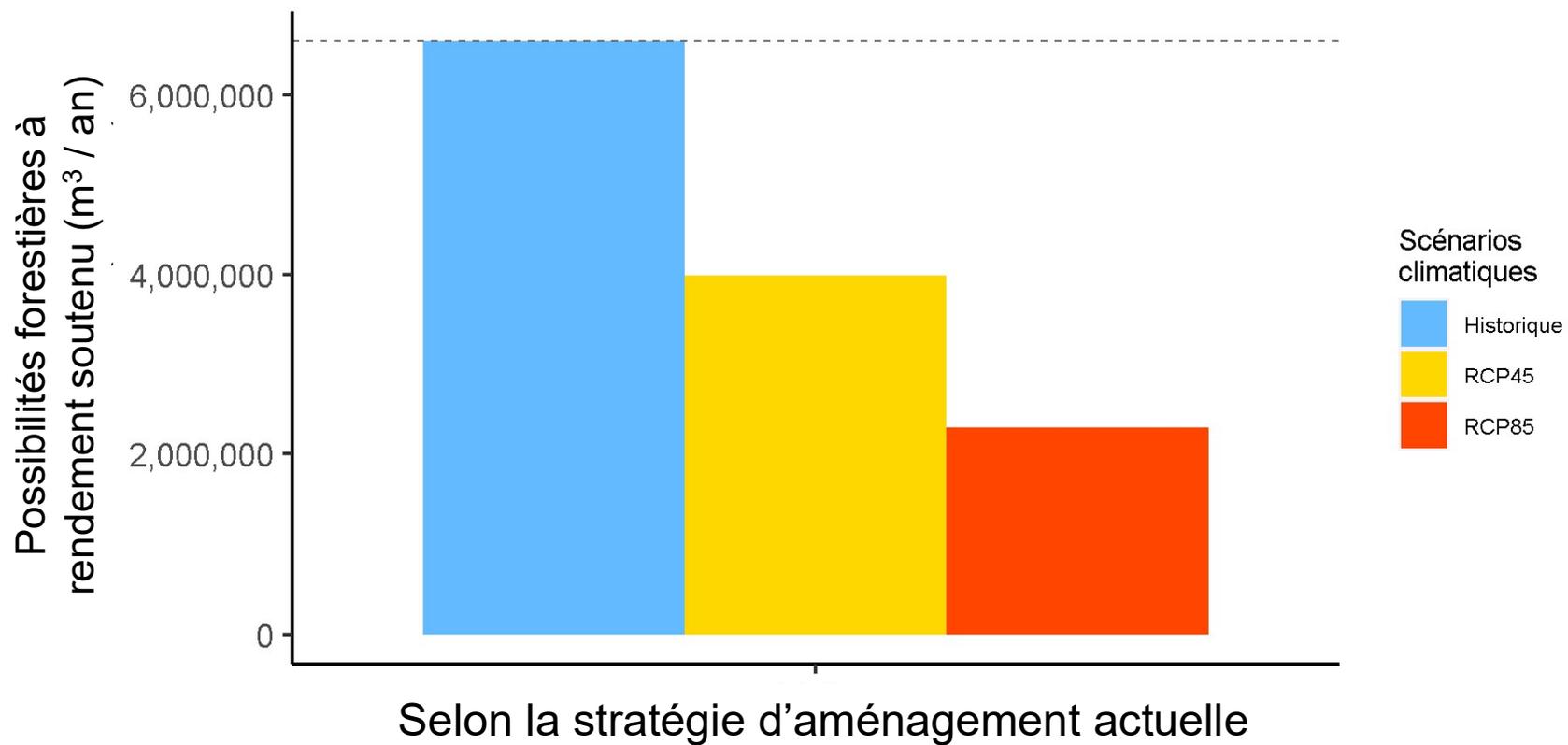
→→ Régénération après feu

Prédiction des échecs de régénération

- ▶ L'âge du peuplement lors du passage du feu
 - Âge > maturité : pas d'échec
 - Âge < maturité et résineux : échec



→→ Possibilités forestières



→→ Potentielles adaptations

Sylviculture

- ▶ Augmentation de la proportion feuillue
- ▶ Augmentation de la plantation

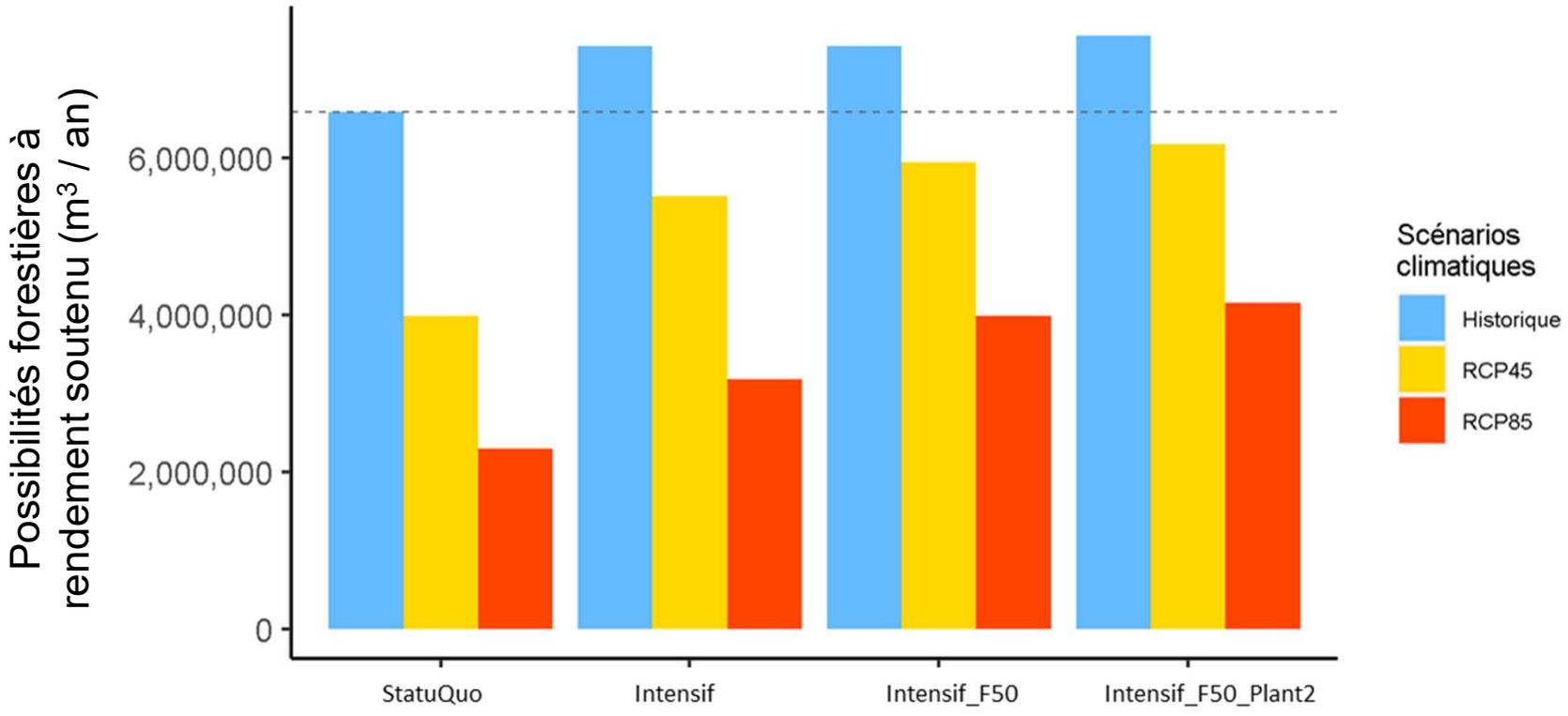
Aménagement forestier

- ▶ Création de zones d'aménagement intensif
- ▶ Réduction du niveau de récolte

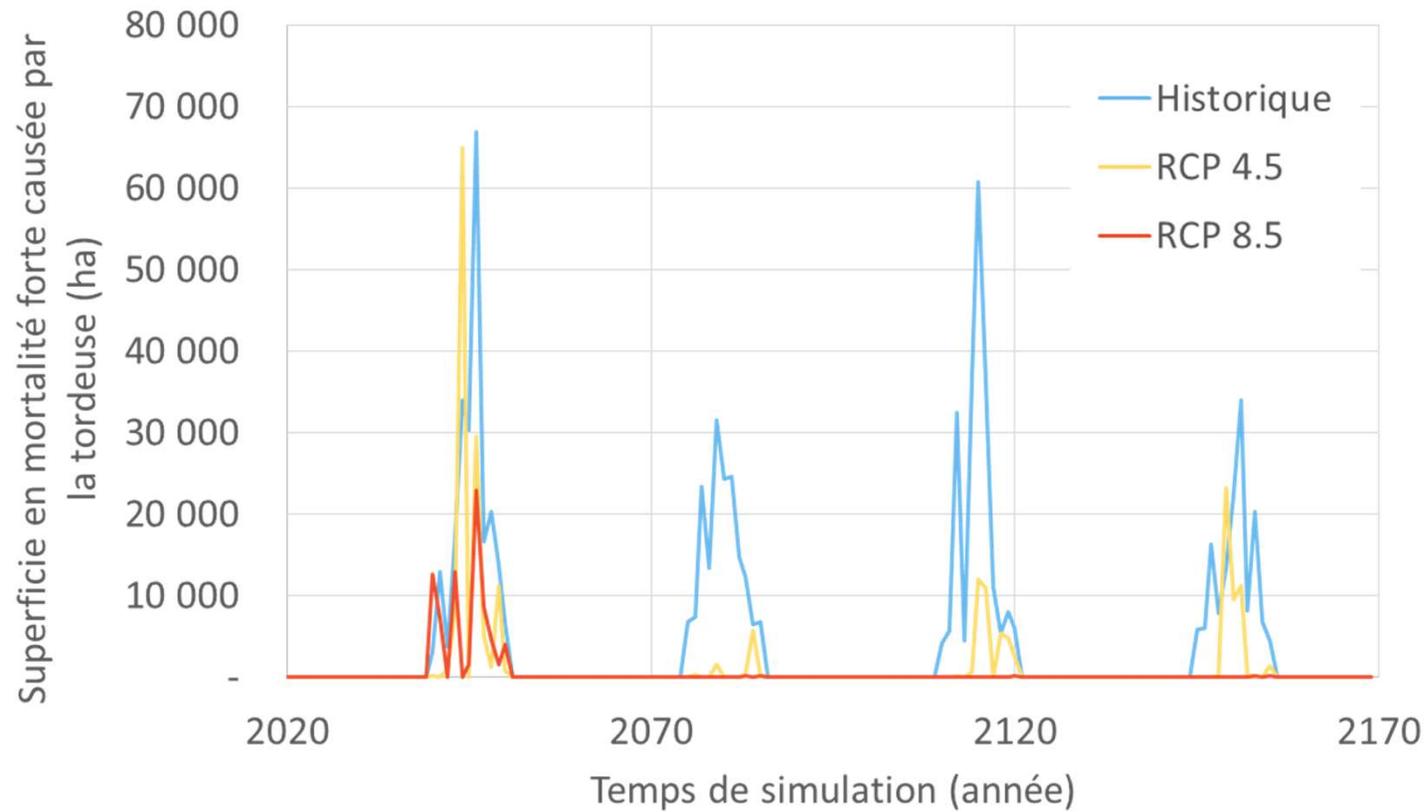




→→ Adaptations et possibilités forestières



→→ Tordeuse des bourgeons de l'épinette





PERSPECTIVES POUR LES PROCHAINS CALCULS



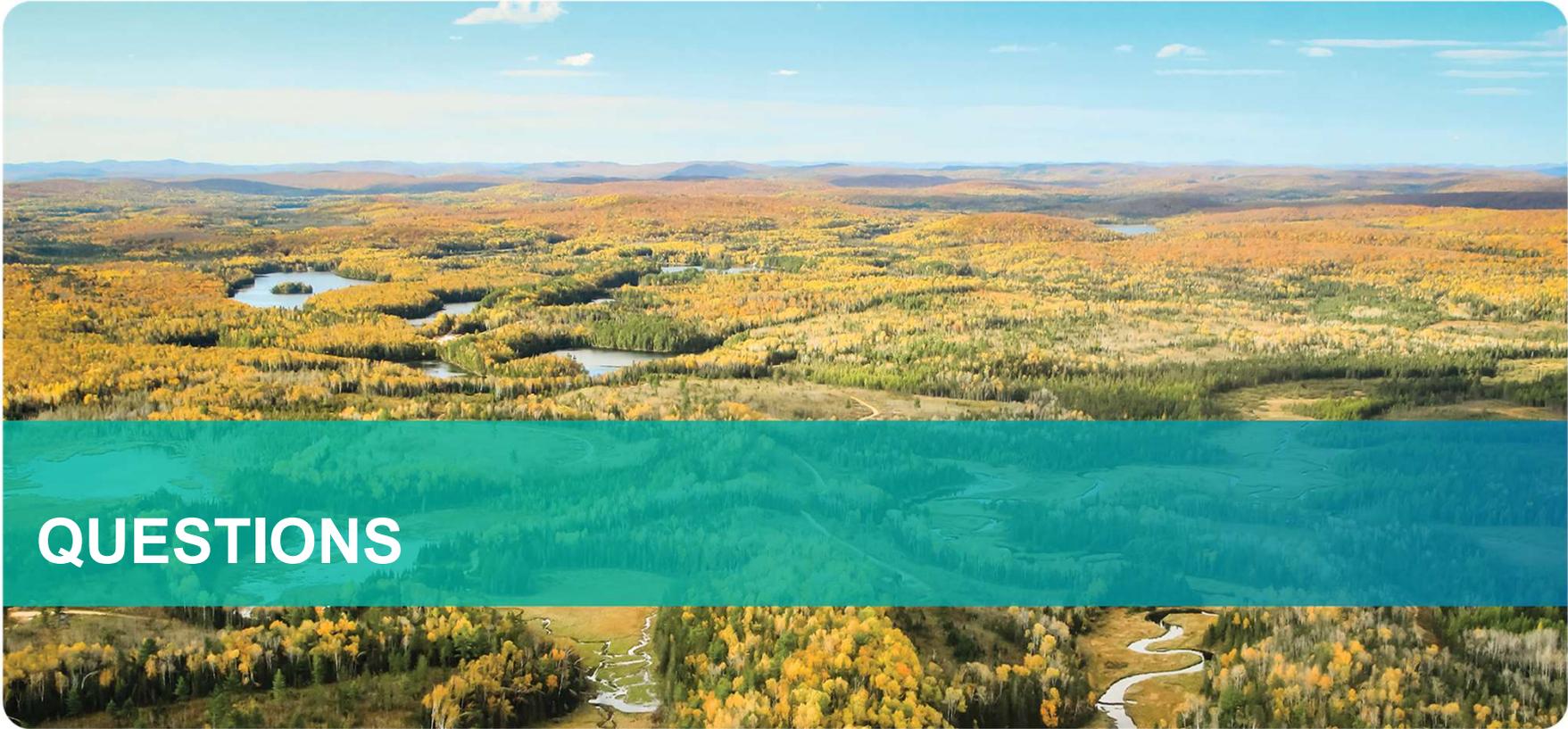
→→ Travaux en développement

- ▶ Pour les possibilités forestières 2028 - 2033
 - ▶ Modélisation des changements climatiques pour la forêt boréale
 - ▶ Méthode semblable à celle du projet au Saguenay-Lac-Saint-Jean
- ▶ Projet pilote en forêt feuillue et mixte
 - ▶ Plus grand nombre d'insectes ravageurs
 - ▶ Transitions après perturbations
 - ▶ Nouvelle approche pour la dynamique des peuplements

→→ Question



Mis à part ce qui a été présenté aujourd'hui, quels sont les autres éléments qui pourraient être intégrés aux travaux du Forestier en chef sur les perturbations naturelles et les changements climatiques ?



QUESTIONS