



LA FORÊT BORÉALE DE LA CEINTURE D'ARGILE, UN PAYSAGE RÉSISTANT AUX IMPACTS D'UNE AUGMENTATION FUTURE DU RÉGIME DE FEUX

Aurélie Terrier,

Martin P. Girardin, Alan Cantin, William J. de Groot, Kenneth Agbesi
Anyomi, Sylvie Gauthier, Yves Bergeron



Colloque du Cef 29-30 avril 2014

INTRODUCTION -> AIRE D'ÉTUDE -> MÉTHODE -> RÉSULTATS -> CONCLUSIONS

CHANGEMENTS CLIMATIQUES

CHANGEMENTS CLIMATIQUES

**GROUPE D'EXPERT INTERGOUVERNEMENTAL DE
L'ÉVOLUTION DU CLIMAT (GIEC)**



CHANGEMENTS CLIMATIQUES

GROUPE D'EXPERT INTERGOUVERNEMENTAL DE
L'ÉVOLUTION DU CLIMAT (GIEC)

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX



INTRODUCTION -> AIRE D'ÉTUDE -> MÉTHODE -> RÉSULTATS -> CONCLUSIONS

VULNÉRABILITÉ DE LA FORÊT BORÉALE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES?

VULNÉRABILITÉ DE LA FORÊT BORÉALE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES?

- ✓ **HAUTES LATITUDES BORÉALES -> LES PLUS AFFECTÉES PAR LES CHANGEMENTS**



Projection: World from space | Author: CEF2014 | Source: TNC World biomes

VULNÉRABILITÉ DE LA FORÊT BORÉALE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES?



- ✓ **HAUTES LATITUDES BORÉALES -> LES PLUS AFFECTÉES PAR LES CHANGEMENTS**
- ✓ **FEUX -> UN DES FACTEURS LES PLUS IMPORTANTS POUR STRUCTURE ET COMPOSITION DE LA VÉGÉTATION (ÉCHELLE DES PAYSAGES)**

VULNÉRABILITÉ DE LA FORÊT BORÉALE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES?

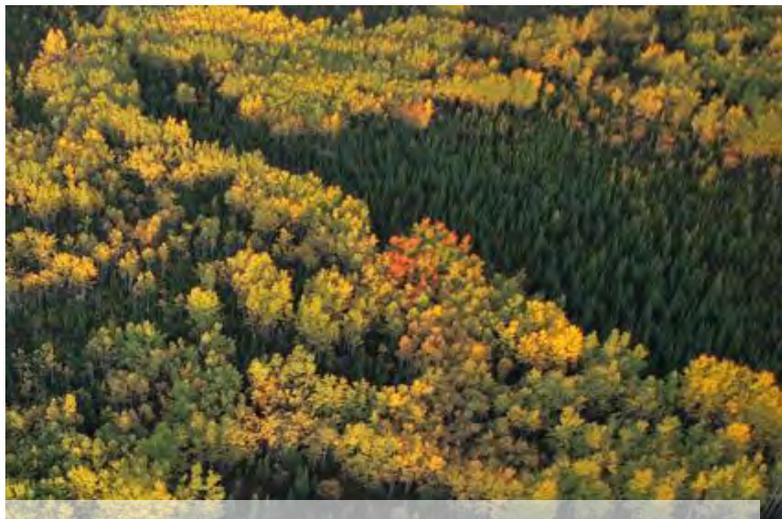


✓ **HAUTES LATITUDES BORÉALES -> LES PLUS AFFECTÉES PAR LES CHANGEMENTS**

✓ **FEUX -> UN DES FACTEURS LES PLUS IMPORTANTS POUR STRUCTURE ET COMPOSITION DE LA VÉGÉTATION (ÉCHELLE DES PAYSAGES)**

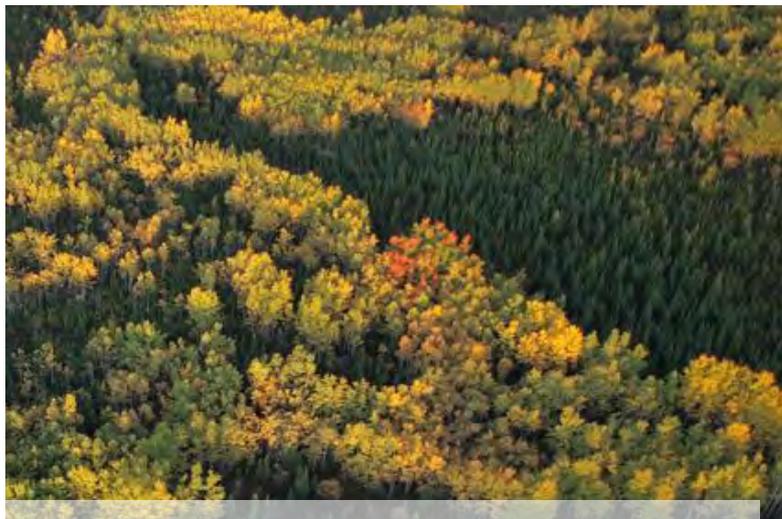
✓ **CONDITIONS PLUS SÈCHES ET PLUS CHAUDES -> AUGMENTATION ACTIVITÉ DES FEUX**

IMPACTS D'UNE AUGMENTATION DU RISQUE DE FEUX



Changements composition

IMPACTS D'UNE AUGMENTATION DU RISQUE DE FEUX

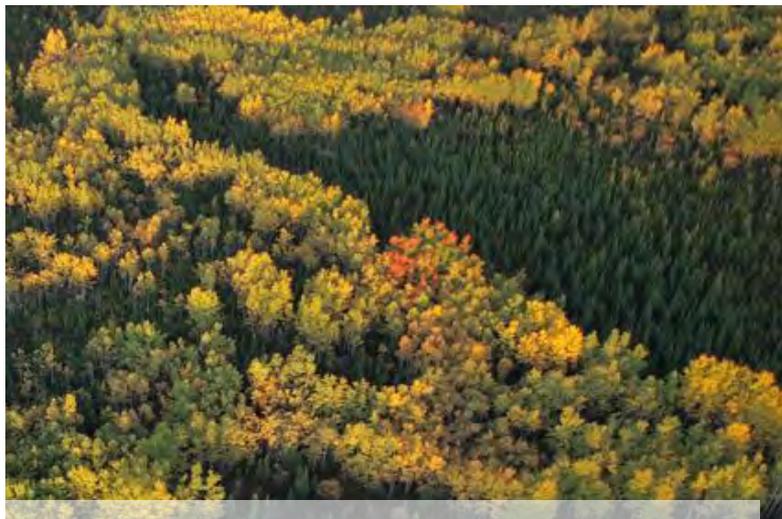


Changements composition



Emission de carbone

IMPACTS D'UNE AUGMENTATION DU RISQUE DE FEUX



Changements composition



Emission de carbone



Dommages des ressources

IMPACTS D'UNE AUGMENTATION DU RISQUE DE FEUX



Changements composition



Emission de carbone



Dommages des ressources



Sécurité de la population

OBJECTIFS



OBJECTIFS



- ✓ **RÉDUCTION DES EFFETS NÉGATIFS**

OBJECTIFS



- ✓ **RÉDUCTION DES EFFETS NÉGATIFS**
- ✓ **BÉNÉFICIER DES NOUVELLES OPPORTUNITÉS**

OBJECTIFS



- ✓ **RÉDUCTION DES EFFETS NÉGATIFS**
 - ✓ **BÉNÉFICIER DES NOUVELLES OPPORTUNITÉS**
-
- ✓ **COMMENT LES CHANGEMENTS DE FEUX INFLUENCERONT LA VÉGÉTATION DES PAYSAGES**

OBJECTIFS



- ✓ **RÉDUCTION DES EFFETS NÉGATIFS**
- ✓ **BÉNÉFICIER DES NOUVELLES OPPORTUNITÉS**

- ✓ **COMMENT LES CHANGEMENTS DE FEUX INFLUENCERONT LA VÉGÉTATION DES PAYSAGES**

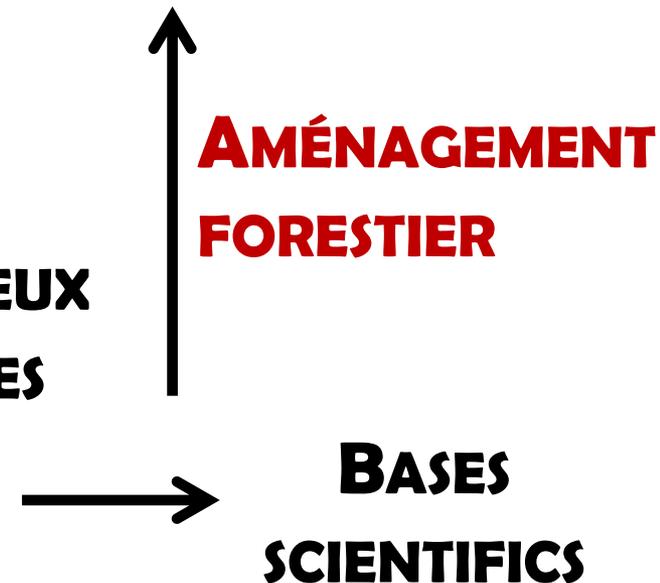
→ **BASES SCIENTIFICS**

OBJECTIFS

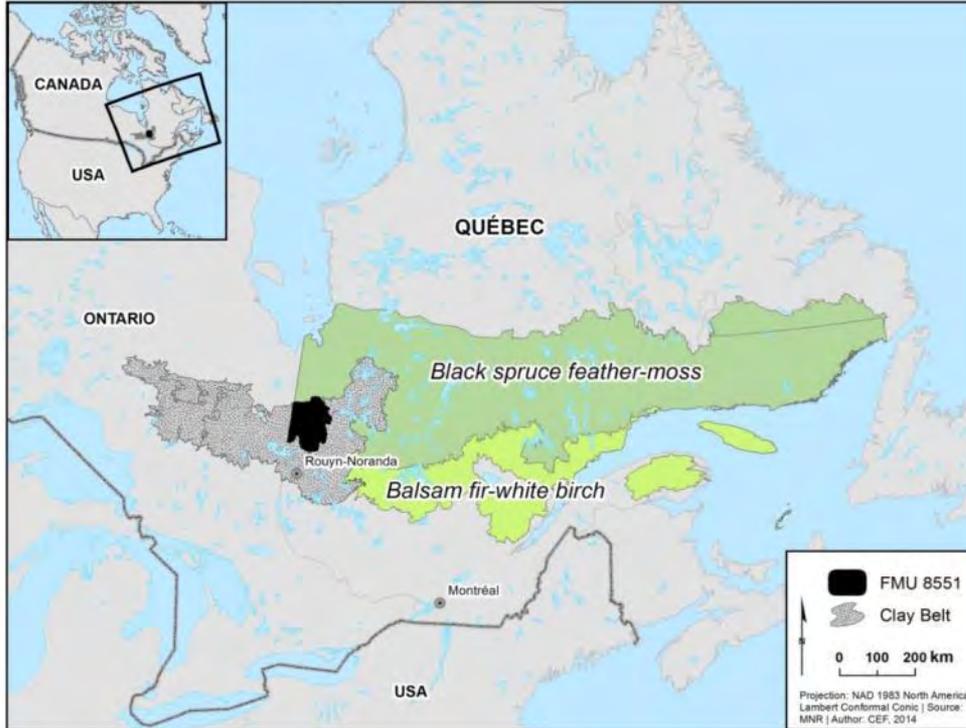


- ✓ **RÉDUCTION DES EFFETS NÉGATIFS**
- ✓ **BÉNÉFICIER DES NOUVELLES OPPORTUNITÉS**

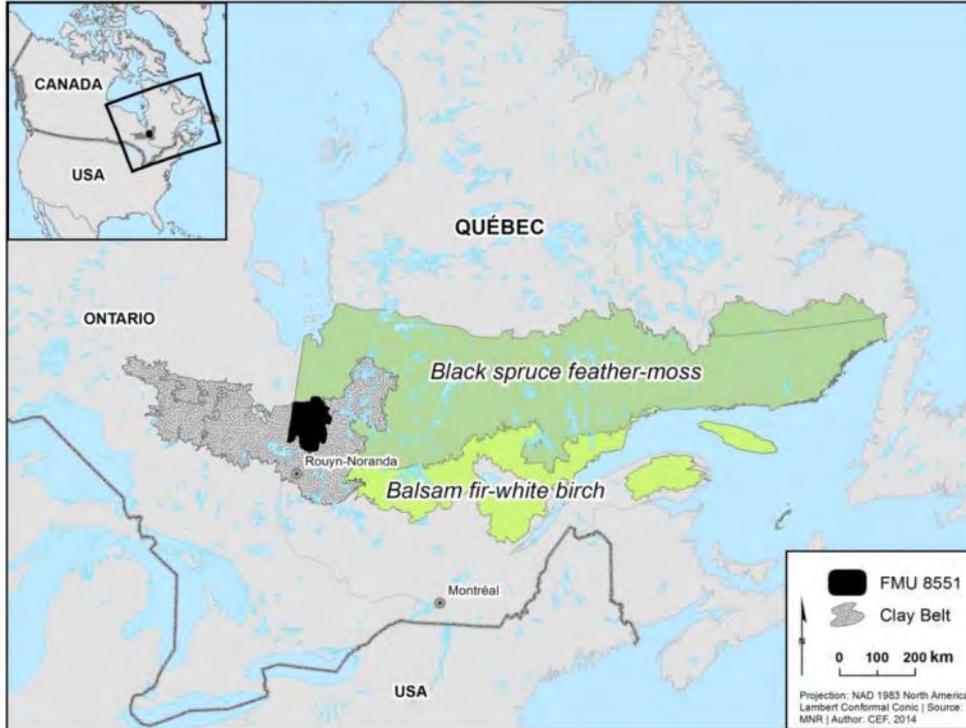
- ✓ **COMMENT LES CHANGEMENTS DE FEUX INFLUENCERONT LA VÉGÉTATION DES PAYSAGES**



FORÊT BORÉALE DE LA CEINTURE D'ARGILE

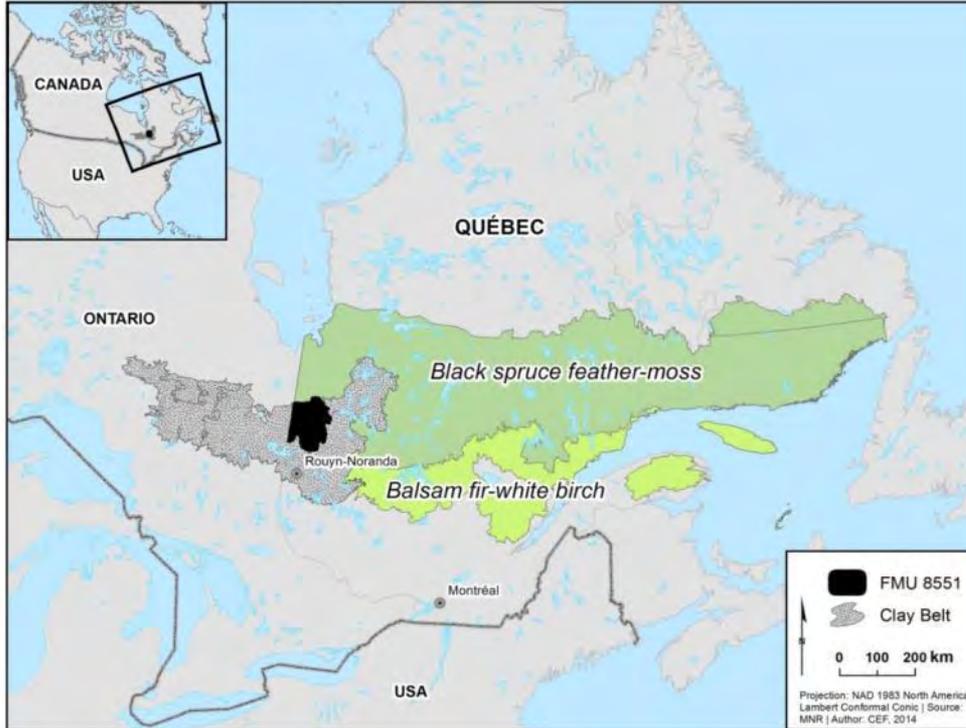


FORÊT BORÉALE DE LA CEINTURE D'ARGILE



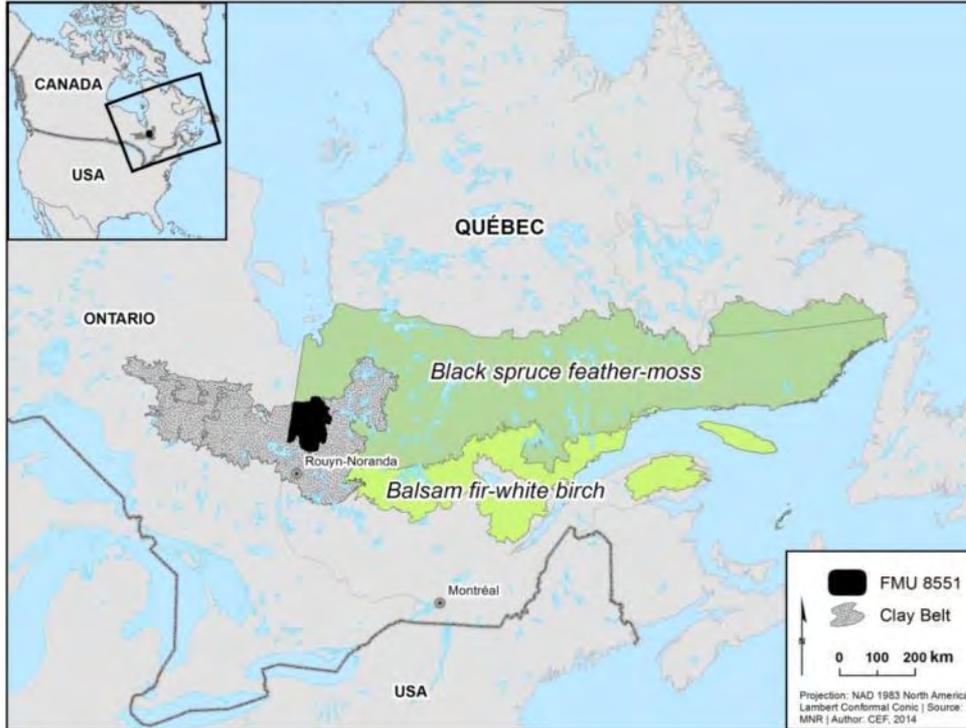
- ✓ **FORMÉE PAR LE RETRAIT D'UN ANCIEN LAC PROGLACIAIRE -> ÉPAIS DÉPÔTS D'ARGILE.**

FORÊT BORÉALE DE LA CEINTURE D'ARGILE



- ✓ **FORMÉE PAR LE RETRAIT D'UN ANCIEN LAC PROGLACIAIRE -> ÉPAIS DÉPÔTS D'ARGILE.**
- ✓ **MAUVAIS DRAINAGE, TOPOGRAPHIE PLATE, CLIMAT FROID & CYCLE DE FEUX LONG (~400 ANS)**

FORÊT BORÉALE DE LA CEINTURE D'ARGILE



- ✓ **FORMÉE PAR LE RETRAIT D'UN ANCIEN LAC PROGLACIAIRE -> ÉPAIS DÉPÔTS D'ARGILE.**
- ✓ **MAUVAIS DRAINAGE, TOPOGRAPHIE PLATE, CLIMAT FROID & CYCLE DE FEUX LONG (~400 ANS)**



ACCUMULATION COUCHE ORGANIQUE EN ABSENCE DE FEUX (= PROCESSUS DE PALUDIFICATION)

INTRODUCTION -> **AIRE D'ÉTUDE** -> MÉTHODE -> RÉSULTATS -> CONCLUSIONS

DYNAMIQUE DE VÉGÉTATION

DYNAMIQUE DE VÉGÉTATION



DYNAMIQUE DE VÉGÉTATION



DYNAMIQUE DE VÉGÉTATION



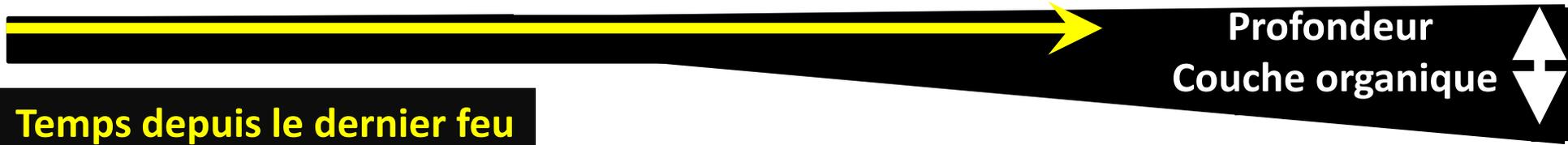
mousses



DYNAMIQUE DE VÉGÉTATION



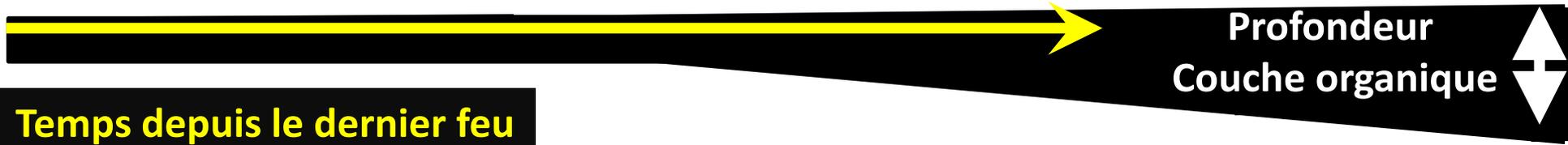
mousses



DYNAMIQUE DE VÉGÉTATION



mousses



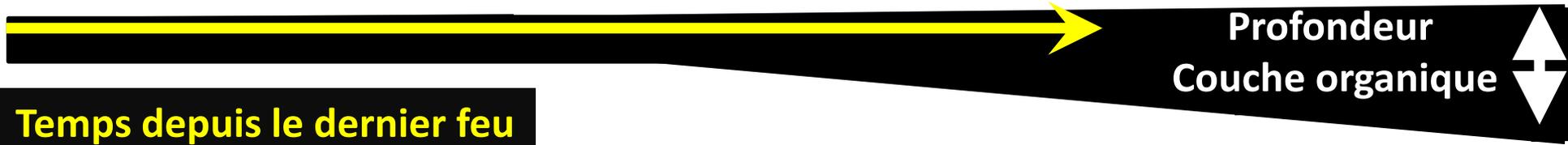
DYNAMIQUE DE VÉGÉTATION



mousses



sphaignes



DYNAMIQUE DE VÉGÉTATION



sphaignes



mousses



FEUX

Temps depuis le dernier feu

**Profondeur
Couche organique**

PALUDIFICATION DÉSAVANTAGES ÉCONOMIQUES



- ✓ **RÉDUCTION DE LA MATIÈRE RÉCOLTABLE.**

PALUDIFICATION DÉSAVANTAGES ÉCONOMIQUES



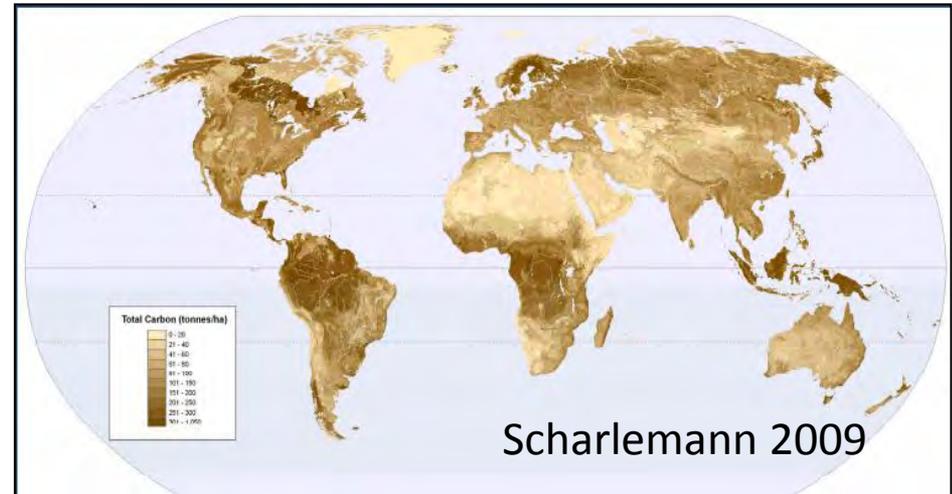
- ✓ **RÉDUCTION DE LA MATIÈRE RÉCOLTABLE.**
- ✓ **PRATIQUES QUI EMPÊCHENT L'ÉTABLISSEMENT DE LA SPHAIGNE**

PALUDIFICATION DÉSAVANTAGES ÉCONOMIQUES, MAIS AVANTAGES ÉCOLOGIQUES



- ✓ **RÉDUCTION DE LA MATIÈRE RÉCOLTABLE.**
- ✓ **PRATIQUES QUI EMPÊCHENT L'ÉTABLISSEMENT DE LA SPHAIGNE**

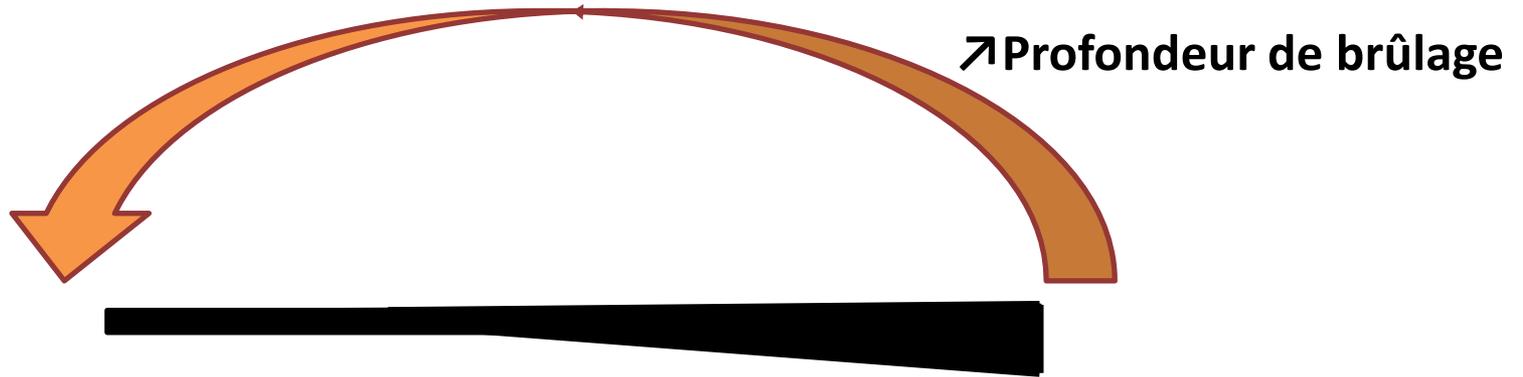
- ✓ **UN DES STOCKS DE CARBONE LE PLUS IMPORTANT AU MONDE**



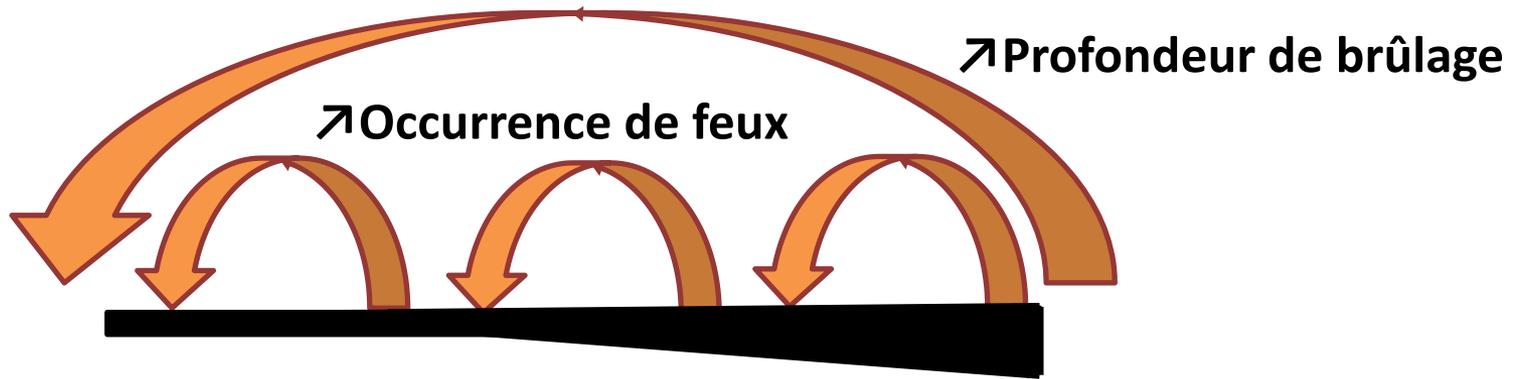
INTRODUCTION -> **AIRE D'ÉTUDE** -> MÉTHODE -> RÉSULTATS -> CONCLUSIONS

AVEC LES CHANGEMENTS DE L'ACTIVITÉ DES FEUX?

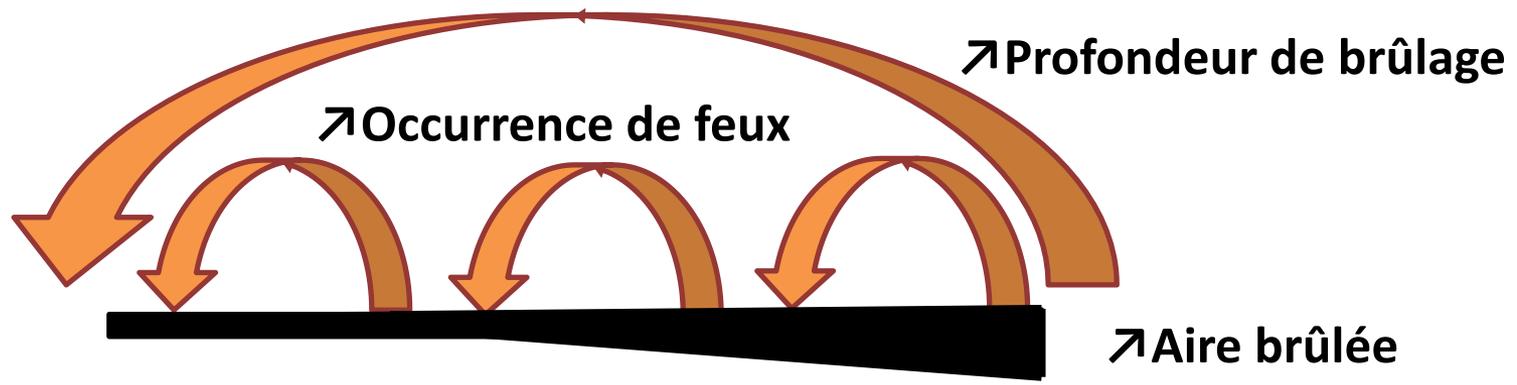
AVEC LES CHANGEMENTS DE L'ACTIVITÉ DES FEUX?



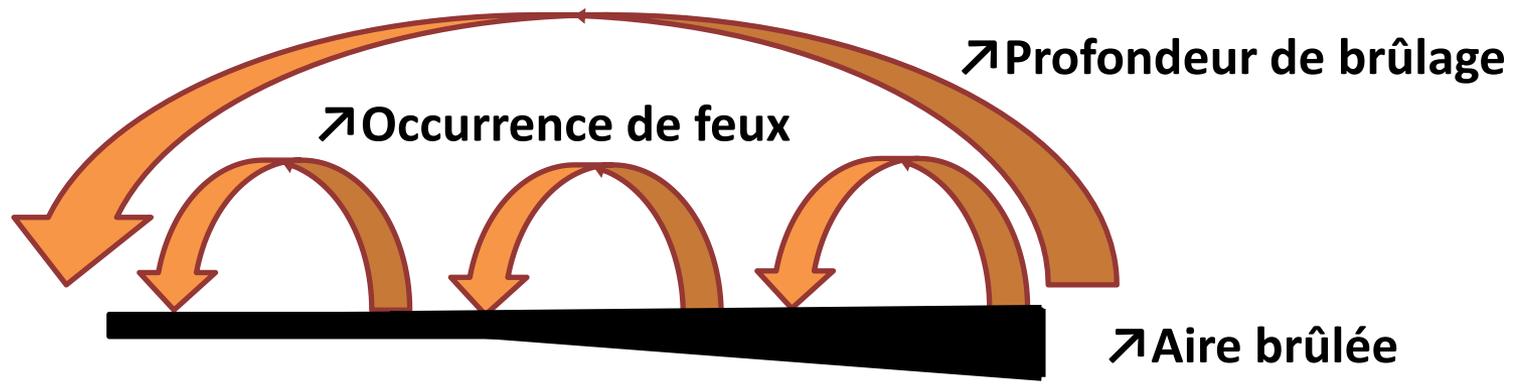
AVEC LES CHANGEMENTS DE L'ACTIVITÉ DES FEUX?



AVEC LES CHANGEMENTS DE L'ACTIVITÉ DES FEUX?

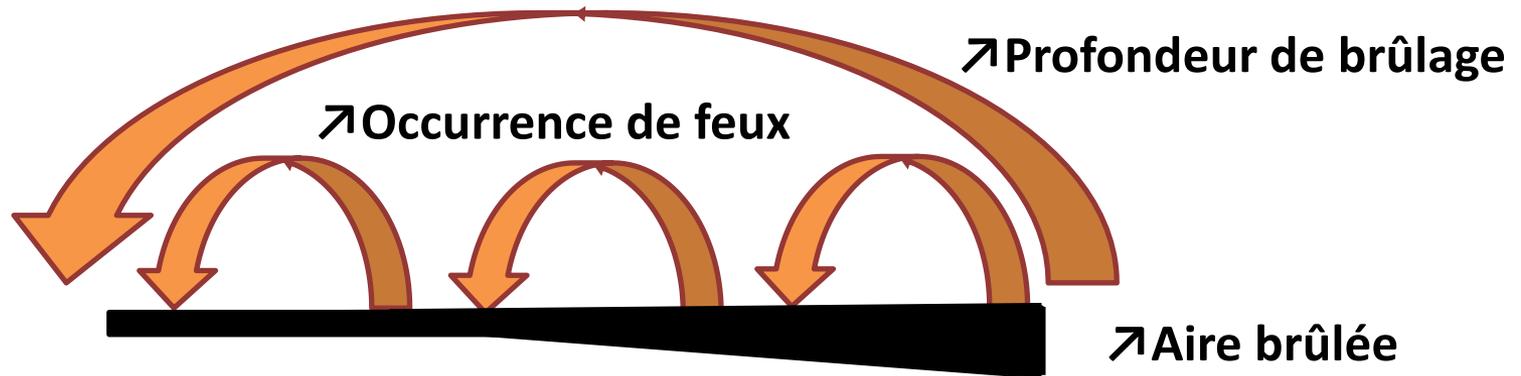


AVEC LES CHANGEMENTS DE L'ACTIVITÉ DES FEUX?



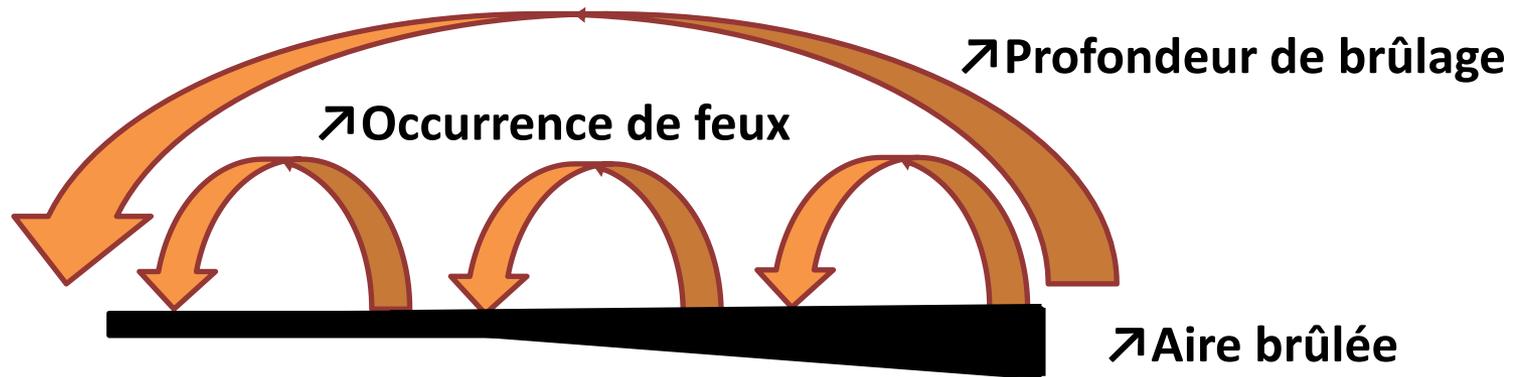
✓ **MOINS DE MATIÈRE ORGANIQUE?**

AVEC LES CHANGEMENTS DE L'ACTIVITÉ DES FEUX?



- ✓ **MOINS DE MATIÈRE ORGANIQUE?**
- ✓ **PLUS DE FORÊTS PRODUCTIVES ET PLUS DIVERSIFIÉES?**

AVEC LES CHANGEMENTS DE L'ACTIVITÉ DES FEUX?



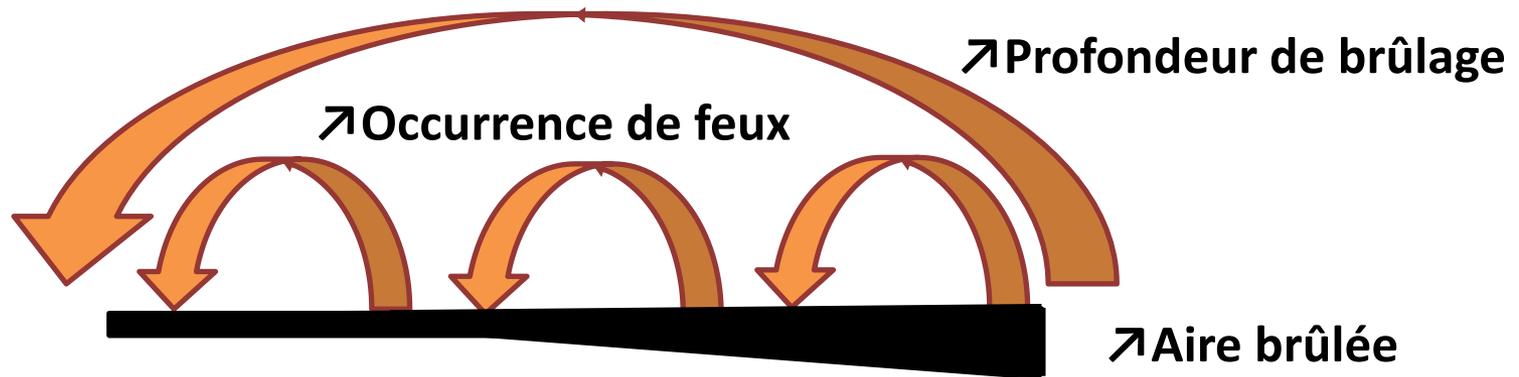
- ✓ **MOINS DE MATIÈRE ORGANIQUE?**
- ✓ **PLUS DE FORÊTS PRODUCTIVES ET PLUS DIVERSIFIÉES?**



IMPACTS LOCAUX: FEUX EFFETS CUMULATIFS AUX PRATIQUES SYLVICOLES.

IMPACTS GLOBAUX: ÉMISSIONS DE CARBONE.

AVEC LES CHANGEMENTS DE L'ACTIVITÉ DES FEUX?



- ✓ **MOINS DE MATIÈRE ORGANIQUE?**
- ✓ **PLUS DE FORÊTS PRODUCTIVES ET PLUS DIVERSIFIÉES?**

↓ **Importance de s'adapter**

IMPACTS LOCAUX: FEUX EFFETS CUMULATIFS AUX PRATIQUES SYLVICOLES.

IMPACTS GLOBAUX: ÉMISSIONS DE CARBONE.

HUMIDITÉ DU SOL = F (CLIMAT)

HUMIDITÉ DU SOL = F (CLIMAT)



PROFONDEUR DE BRÛLAGE = F (CLIMAT)

HUMIDITÉ DU SOL = F (CLIMAT)



PROFONDEUR DE BRÛLAGE = F (CLIMAT)

Pessière à sphaignes



- ✓ **CONDITIONS D'HUMIDITÉ -> FAIBLE PROFONDEUR DE BRÛLAGE**

HUMIDITÉ DU SOL = F (CLIMAT)



PROFONDEUR DE BRÛLAGE = F (CLIMAT)

Pessière à sphaignes



- ✓ **CONDITIONS D'HUMIDITÉ -> FAIBLE PROFONDEUR DE BRÛLAGE**
- ✓ **CHANGEMENTS CLIMATIQUES -> PEU DE CHANGEMENTS**

HUMIDITÉ DU SOL = F (CLIMAT)

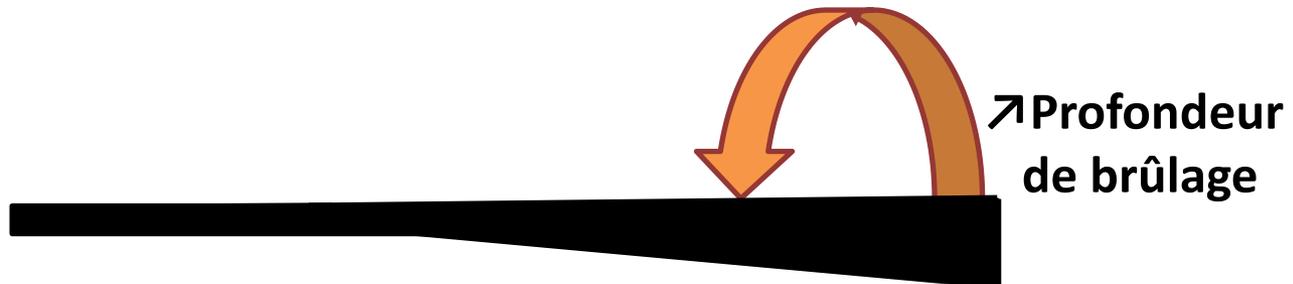


PROFONDEUR DE BRÛLAGE = F (CLIMAT)

Pessière à sphaignes



- ✓ **CONDITIONS D'HUMIDITÉ -> FAIBLE PROFONDEUR DE BRÛLAGE**
- ✓ **CHANGEMENTS CLIMATIQUES -> PEU DE CHANGEMENTS**



HUMIDITÉ DU SOL = F (CLIMAT)



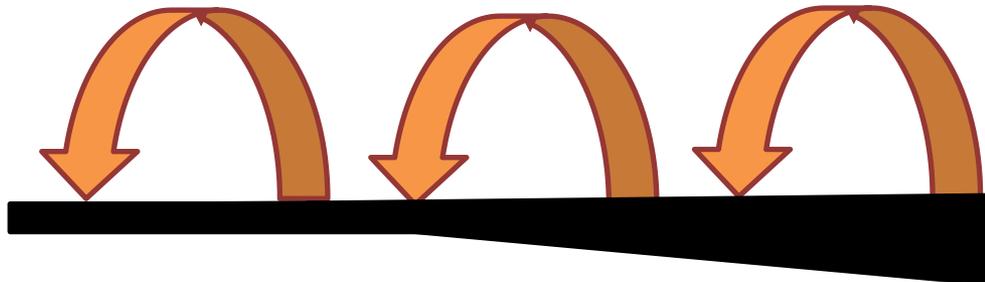
PROFONDEUR DE BRÛLAGE = F (CLIMAT)

Pessière à sphaignes



- ✓ **CONDITIONS D'HUMIDITÉ -> FAIBLE PROFONDEUR DE BRÛLAGE**
- ✓ **CHANGEMENTS CLIMATIQUES -> PEU DE CHANGEMENTS**

↗ Occurrence des feux + superficie brûlée



↗ Profondeur de brûlage

PROJECTIONS FUTURE: NOMBRE DE FEUX ET AIRE BRÛLÉE

PROJECTIONS FUTURE: NOMBRE DE FEUX ET AIRE BRÛLÉE

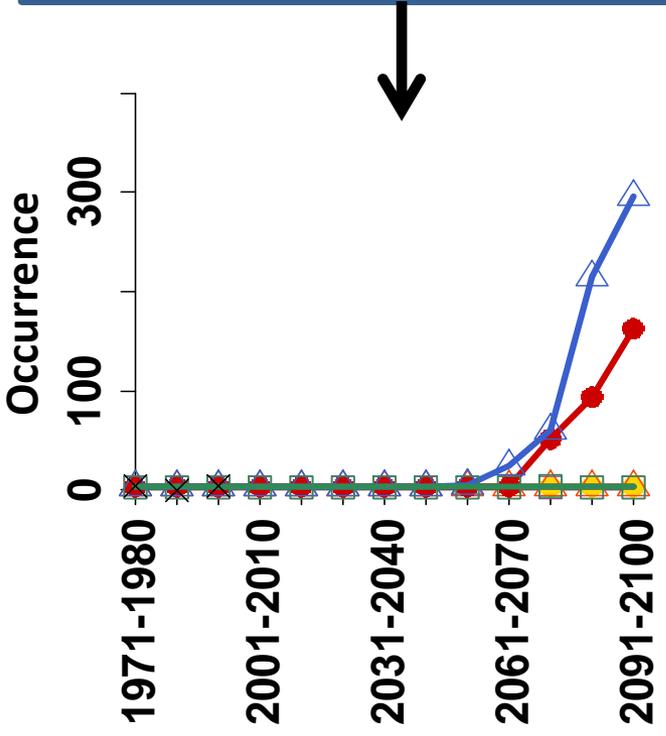
Terrier et al. (2013) *Ecological Applications* 23, pp 21-35

Occurrence des feux = f(climat + composition arbre)

PROJECTIONS FUTURES: NOMBRE DE FEUX ET AIRE BRÛLÉE

Terrier et al. (2013) *Ecological Applications* 23, pp 21-35

Occurrence des feux = f(climat + composition arbre)



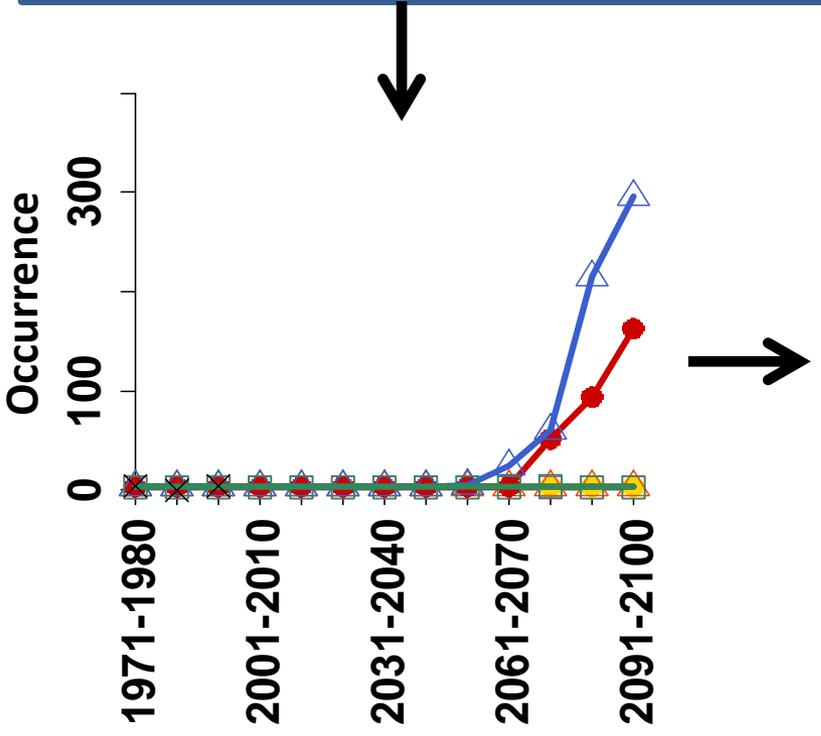
Modèles climatiques, GIEC scénarios

- × Observations
- CGCM3 A1B
- CGCM3 A2
- CGCM3 B1
- HadCM3 A1B
- HadCM3 A2
- HadCM3 B1

PROJECTIONS FUTURES: NOMBRE DE FEUX ET AIRE BRÛLÉE

Terrier et al. (2013) *Ecological Applications* 23, pp 21-35

Occurrence des feux = f(climat + composition arbre)



Base de données
Feux historiques



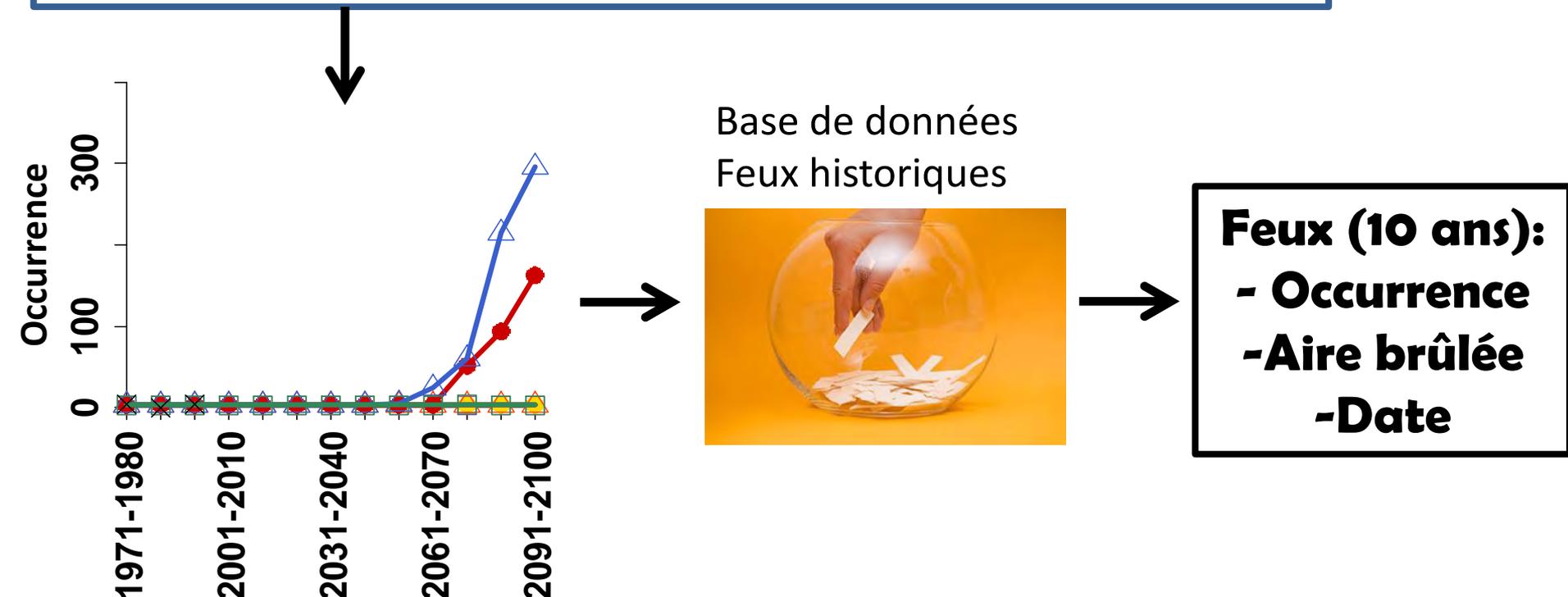
Modèles climatiques, GIEC scénarios

- × Observations
- CGCM3 A1B
- CGCM3 A2
- CGCM3 B1
- HadCM3 A1B
- HadCM3 A2
- HadCM3 B1

PROJECTIONS FUTURES: NOMBRE DE FEUX ET AIRE BRÛLÉE

Terrier et al. (2013) *Ecological Applications* 23, pp 21-35

Occurrence des feux = f(climat + composition arbre)



Modèles climatiques, GIEC scénarios

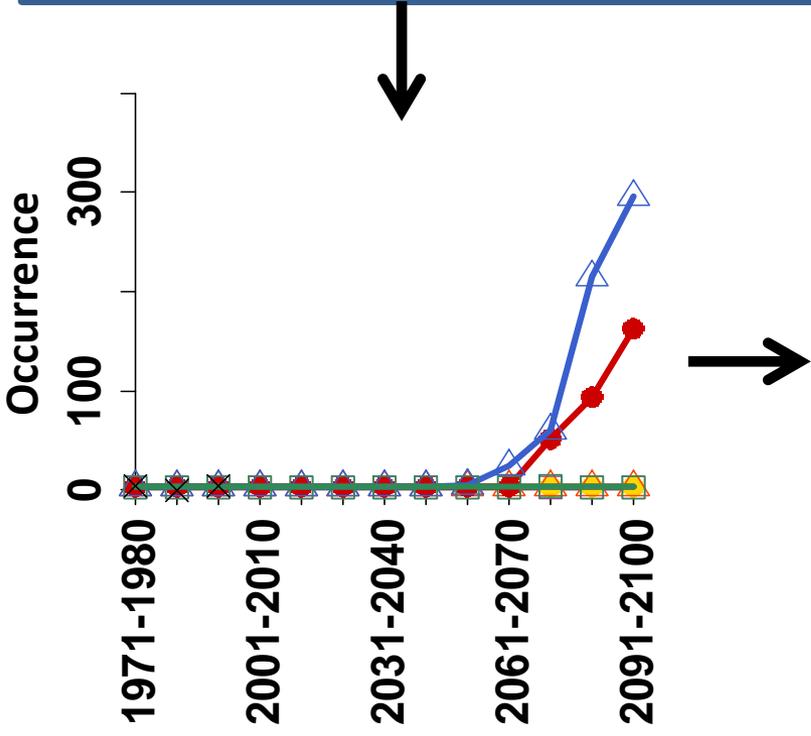
× Observations CGCM3 A1B CGCM3 A2 CGCM3 B1

HadCM3 A1B HadCM3 A2 HadCM3 B1

PROJECTIONS FUTURES: NOMBRE DE FEUX ET AIRE BRÛLÉE

Terrier et al. (2013) *Ecological Applications* 23, pp 21-35

Occurrence des feux = f(climat + composition arbre)



Base de données
Feux historiques



Feux (10 ans):
- Occurrence
- Aire brûlée
- Date

Impacts sur les paysages

Modèles climatiques, GIEC scénarios

- × Observations
- CGCM3 A1B
- CGCM3 A2
- CGCM3 B1
- HadCM3 A1B
- HadCM3 A2
- HadCM3 B1

INTRODUCTION -> AIRE D'ÉTUDE -> **MÉTHODE** -> RÉSULTATS -> CONCLUSIONS

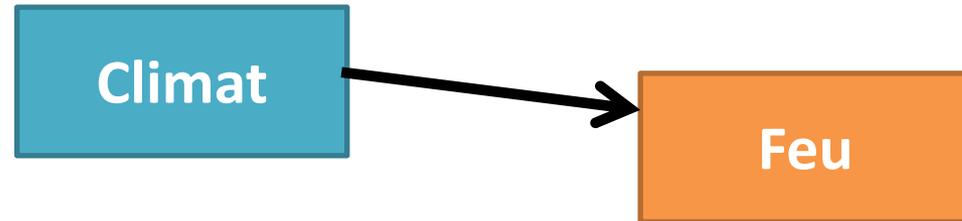
MODÈLE CANADIEN DE FEUX: CANFIRE (DE GROOT, 2003)

MODÈLE CANADIEN DE FEUX: CANFIRE (DE GROOT, 2003)

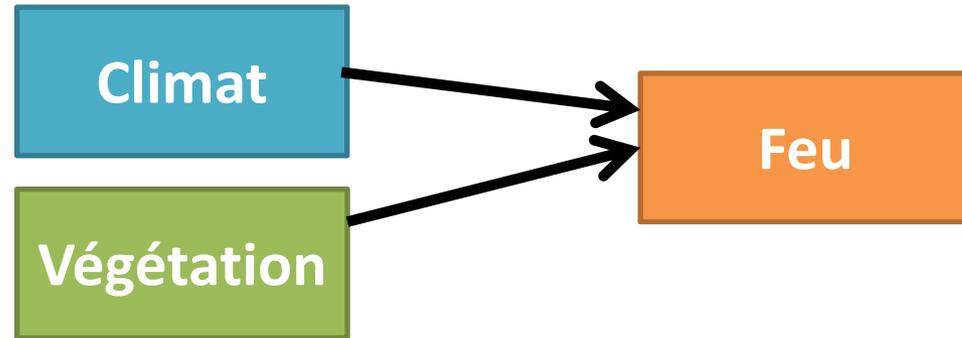


Feu

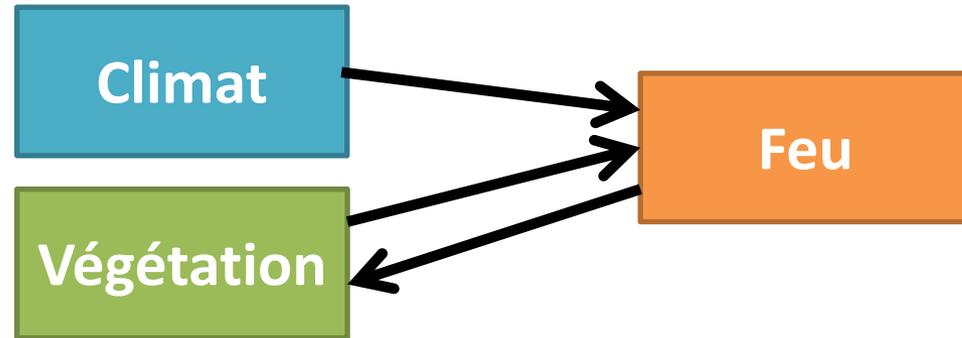
MODÈLE CANADIEN DE FEUX: CANFIRE (DE GROOT, 2003)



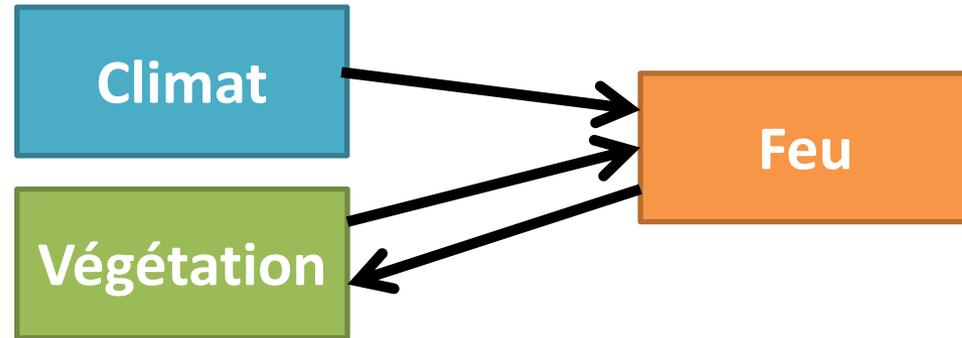
MODÈLE CANADIEN DE FEUX: CANFIRE (DE GROOT, 2003)



MODÈLE CANADIEN DE FEUX: CANFIRE (DE GROOT, 2003)



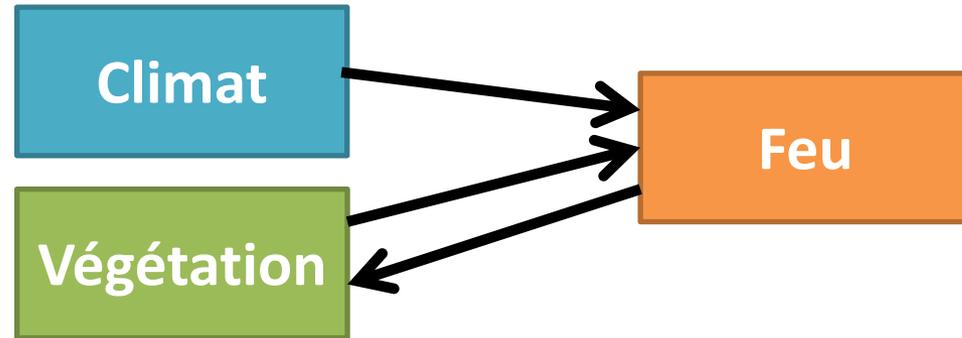
MODÈLE CANADIEN DE FEUX: CANFIRE (DE GROOT, 2003)



AVANTAGES

- ✓ Végétation sur les caractéristiques du feu

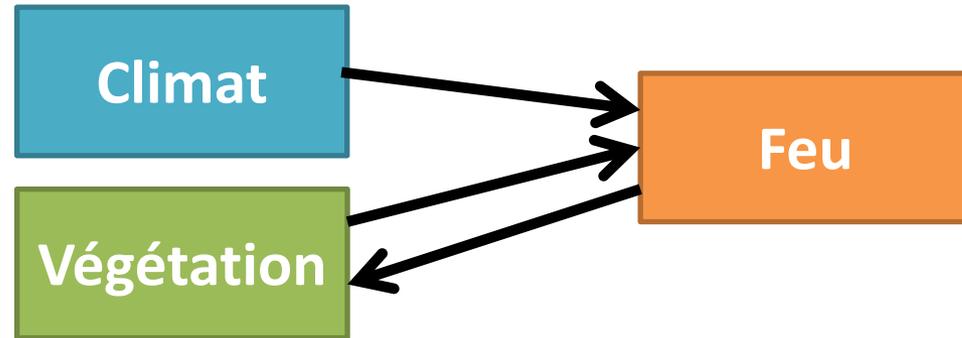
MODÈLE CANADIEN DE FEUX: CANFIRE (DE GROOT, 2003)



AVANTAGES

- ✓ Végétation sur les caractéristiques du feu
- ✓ Calcule la profondeur de brûlage

MODÈLE CANADIEN DE FEUX: CANFIRE (DE GROOT, 2003)



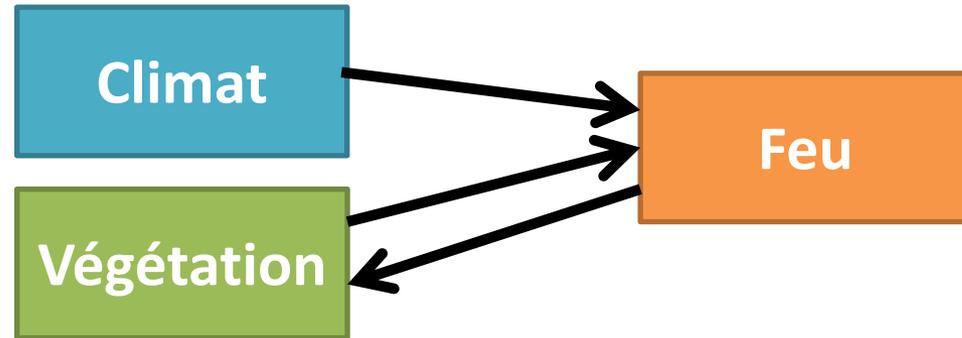
AVANTAGES

- ✓ Végétation sur les caractéristiques du feu
- ✓ Calcule la profondeur de brûlage

DÉSAVANTAGES

- ✓ Régénération par type fonctionnel des plantes

MODÈLE CANADIEN DE FEUX: CANFIRE (DE GROOT, 2003)



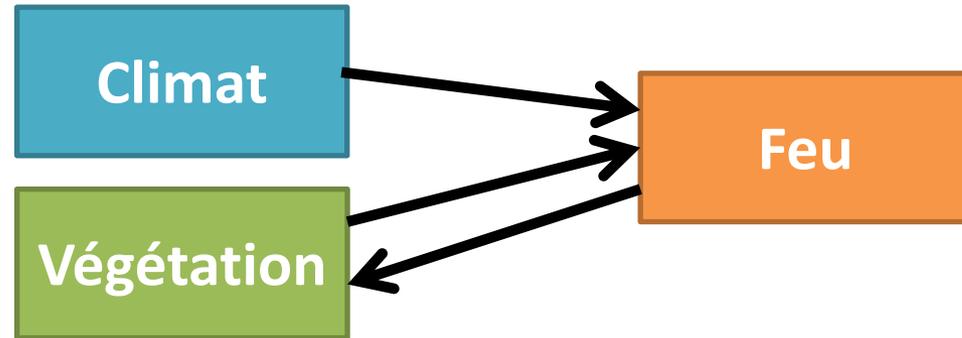
AVANTAGES

- ✓ Végétation sur les caractéristiques du feu
- ✓ Calcule la profondeur de brûlage

DÉSAVANTAGES

- ✓ Régénération par type fonctionnel des plantes
- ✓ Profondeur de brûlage pour forêts standards

MODÈLE CANADIEN DE FEUX: CANFIRE (DE GROOT, 2003)



AVANTAGES

- ✓ Végétation sur les caractéristiques du feu
- ✓ Calcule la profondeur de brûlage

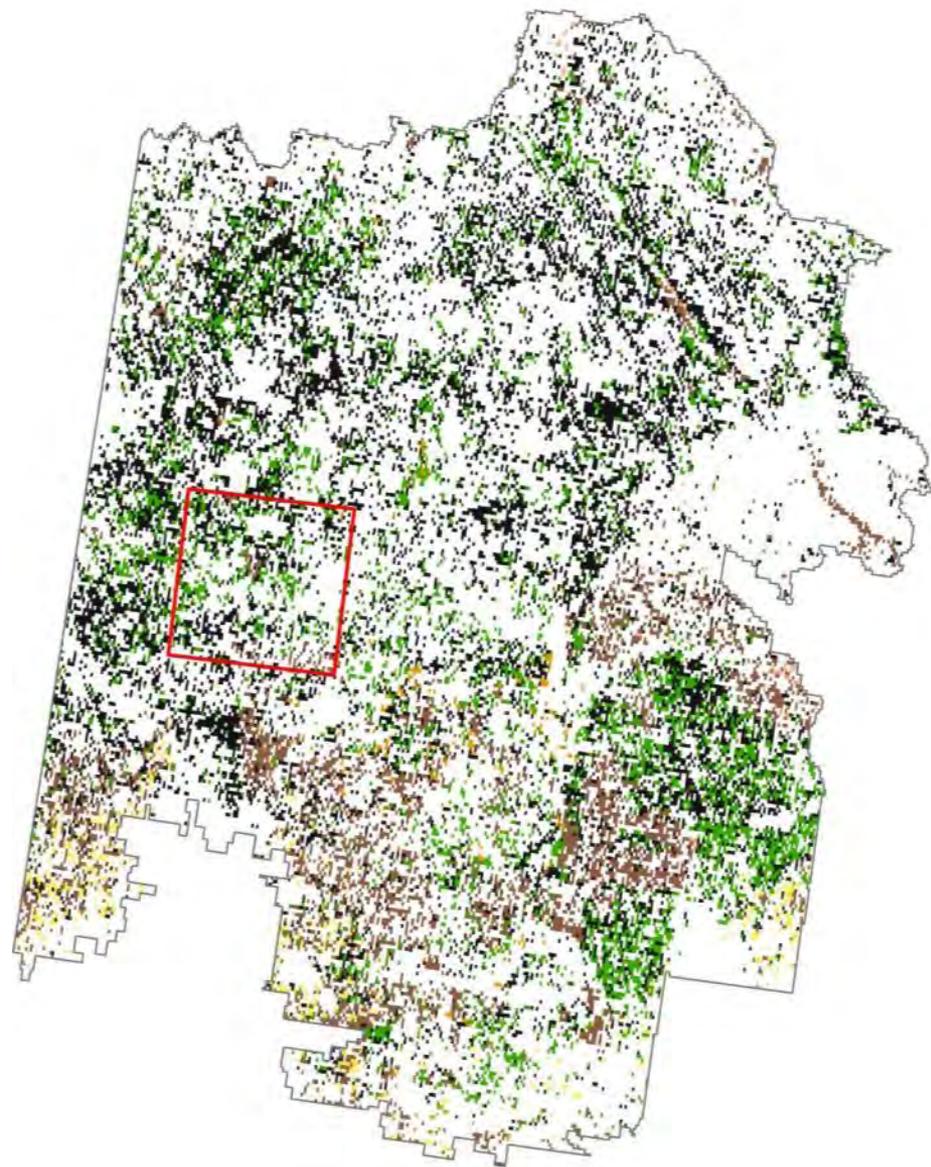
DÉSAVANTAGES

- ✓ Régénération par type fonctionnel des plantes
- ✓ Profondeur de brûlage pour forêts standards

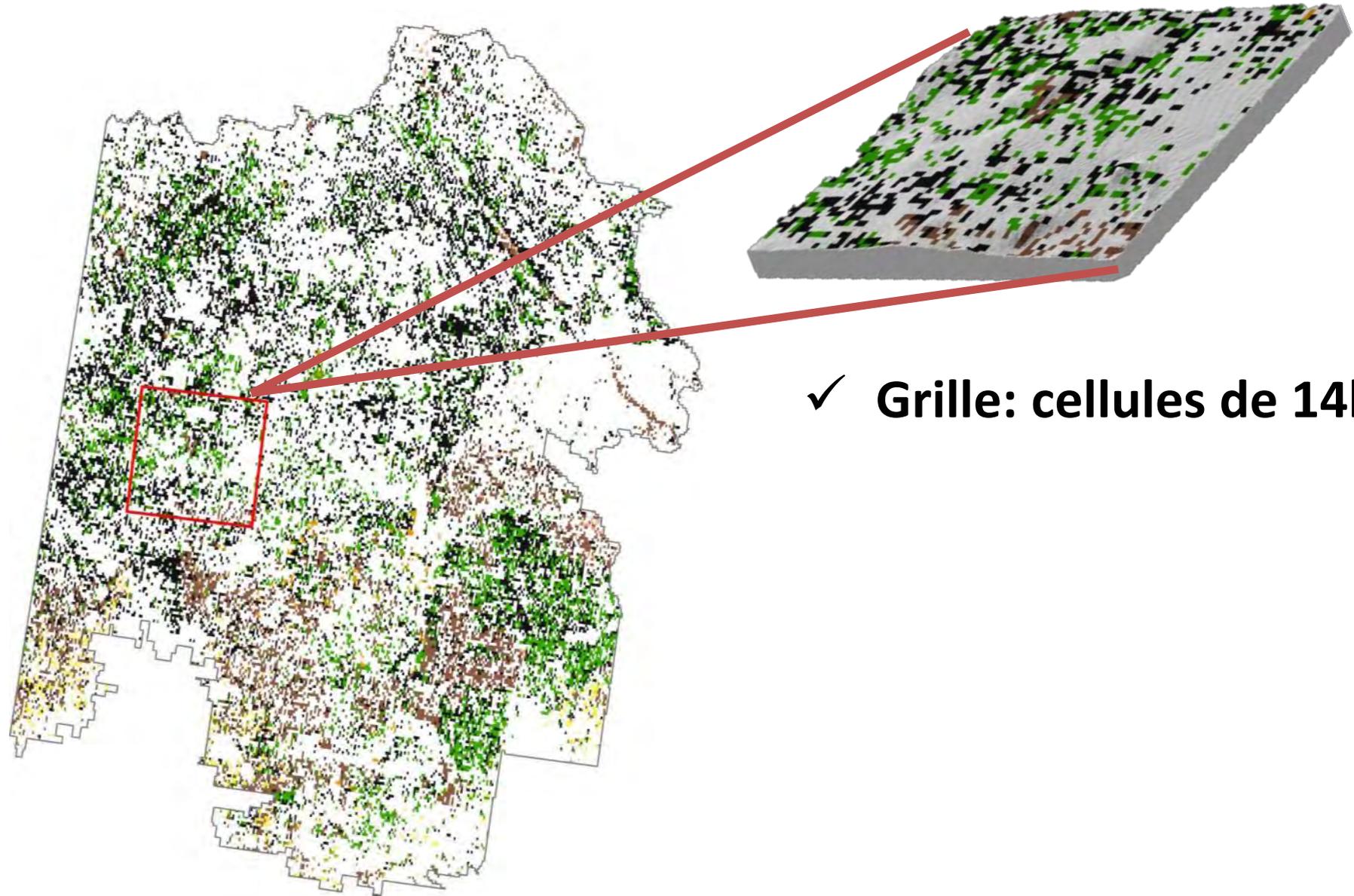


équation profondeur de brûlage & régénération par disponibilité des graines et profondeur de brûlage

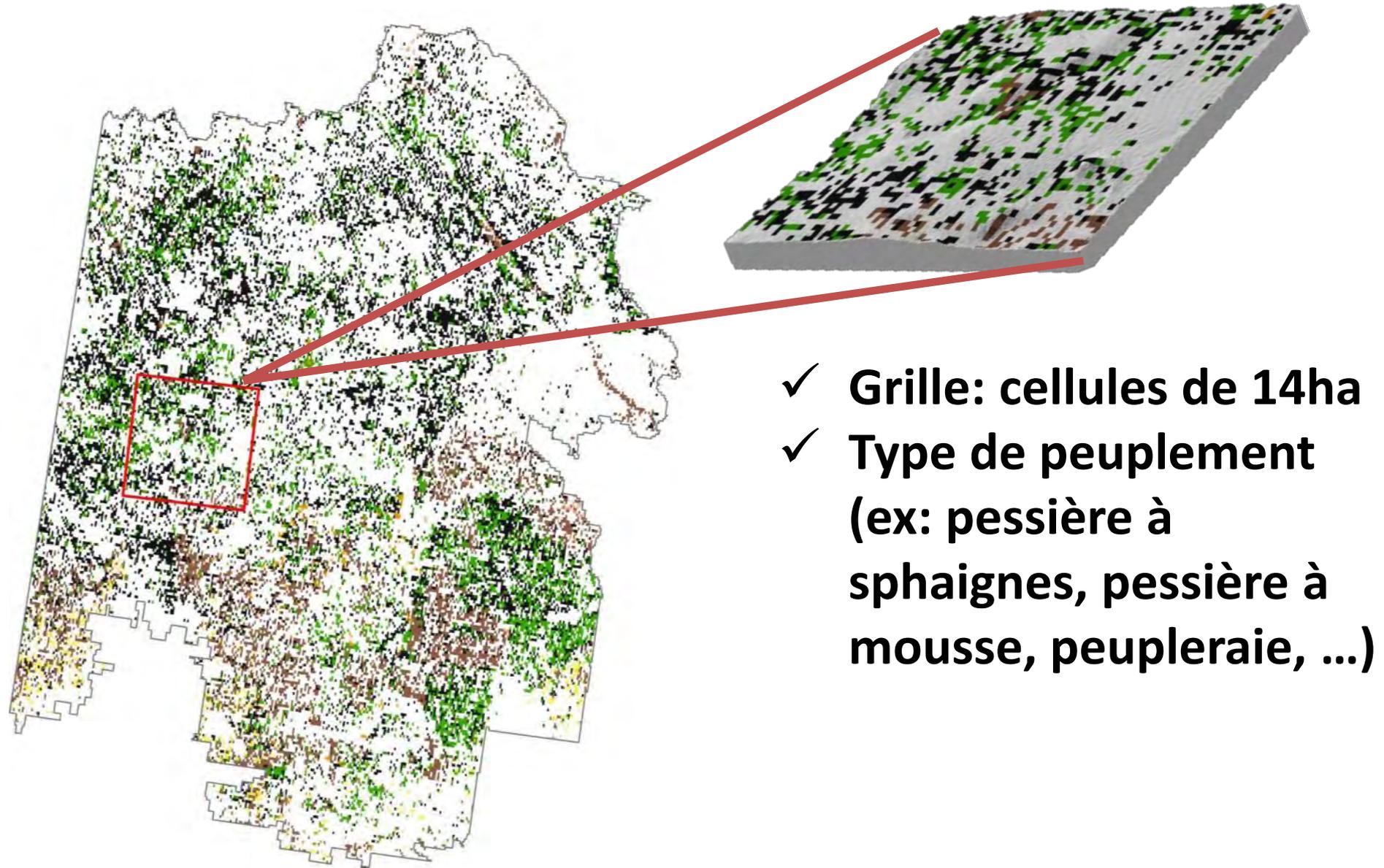
RECONSTITUTION DU PAYSAGE POUR 1970



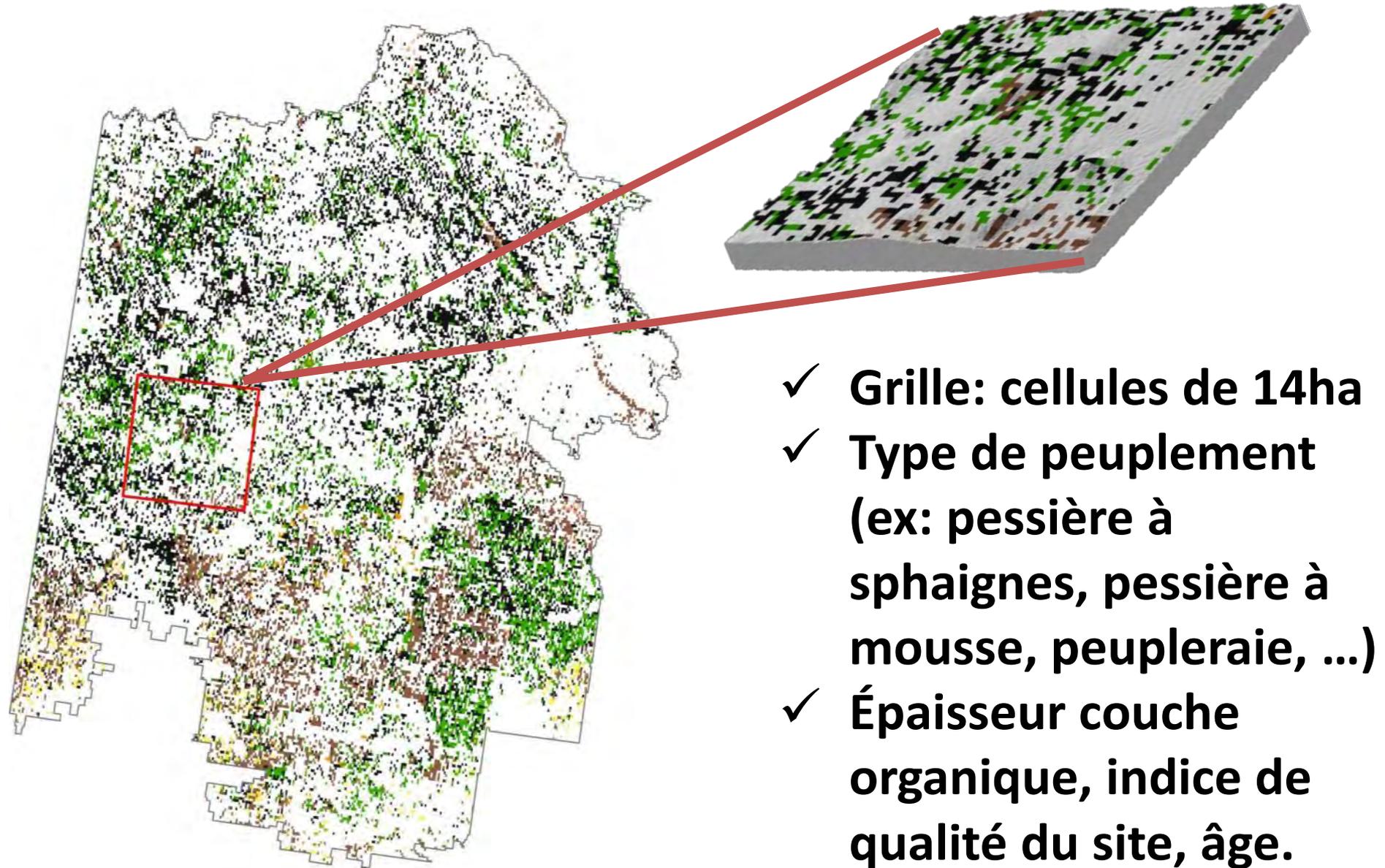
RECONSTITUTION DU PAYSAGE POUR 1970



RECONSTITUTION DU PAYSAGE POUR 1970



RECONSTITUTION DU PAYSAGE POUR 1970



MODÉLISER LES IMPACTS DES FEUX SUR LA DYNAMIQUE FORESTIÈRE

Feux (10 ans):

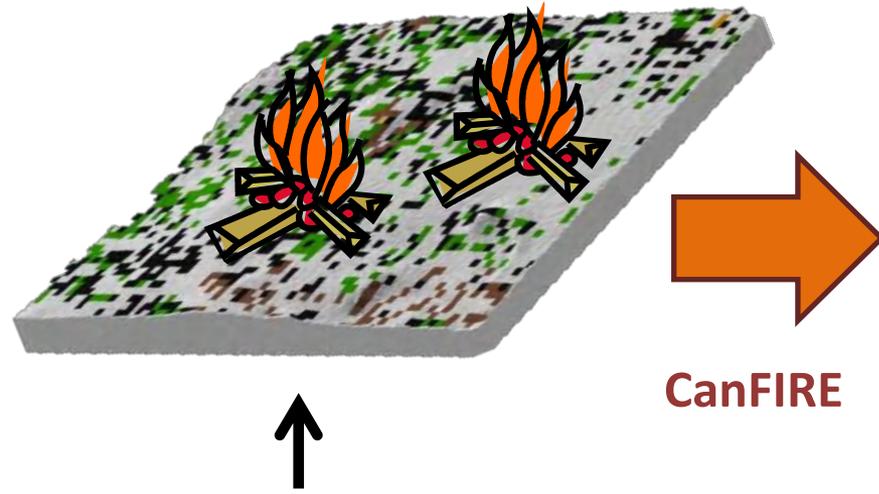
- Occurrence**
- Aire brûlée**
- Date**

MODÉLISER LES IMPACTS DES FEUX SUR LA DYNAMIQUE FORESTIÈRE



Feux (10 ans):
- Occurrence
- Aire brûlée
- Date

MODÉLISER LES IMPACTS DES FEUX SUR LA DYNAMIQUE FORESTIÈRE



CanFIRE

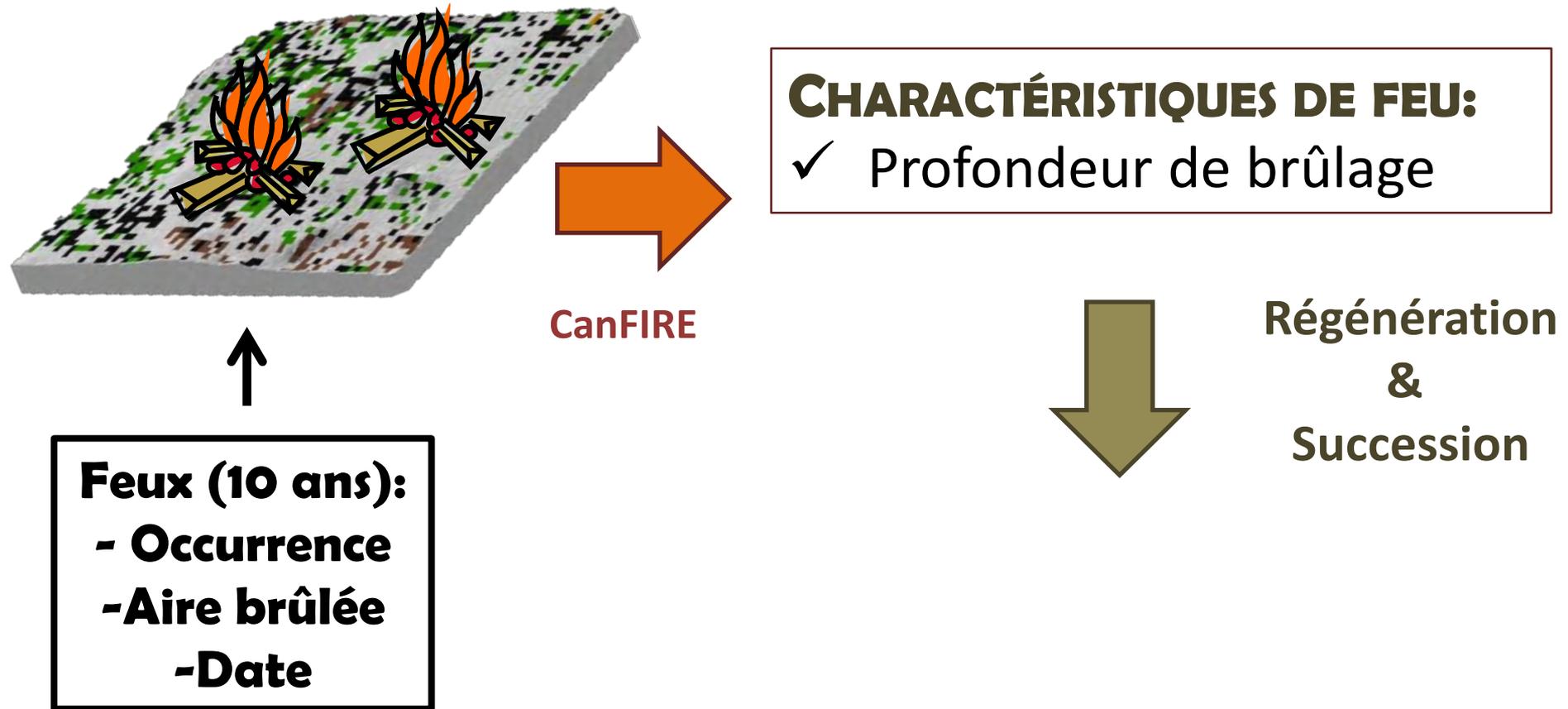
CHARACTÉRISTIQUES DE FEU:

- ✓ Profondeur de brûlage

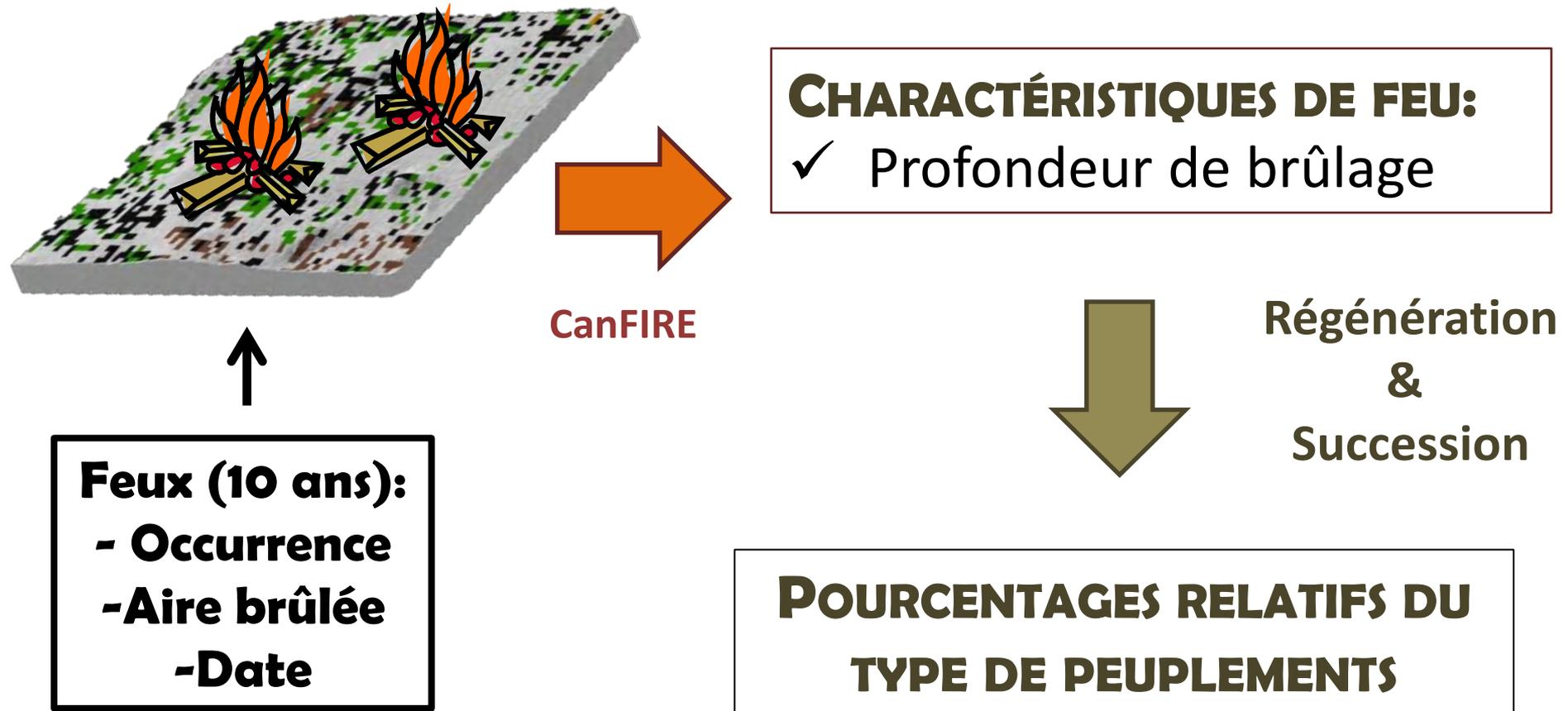
Feux (10 ans):

- Occurrence
- Aire brûlée
- Date

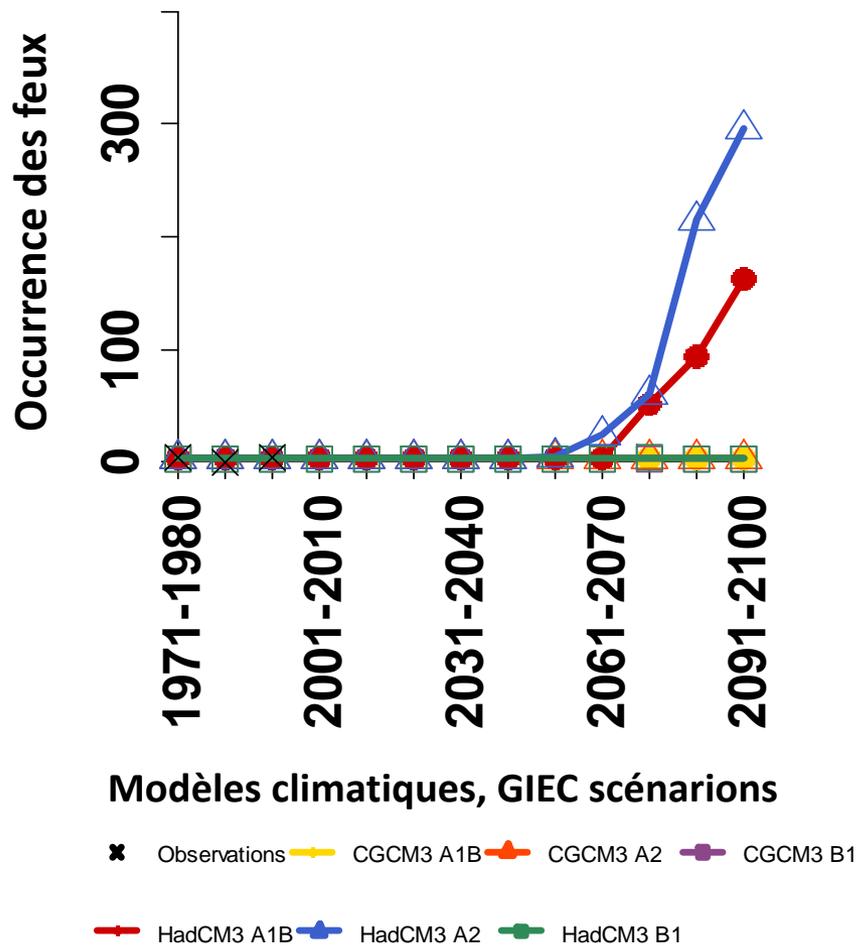
MODÉLISER LES IMPACTS DES FEUX SUR LA DYNAMIQUE FORESTIÈRE



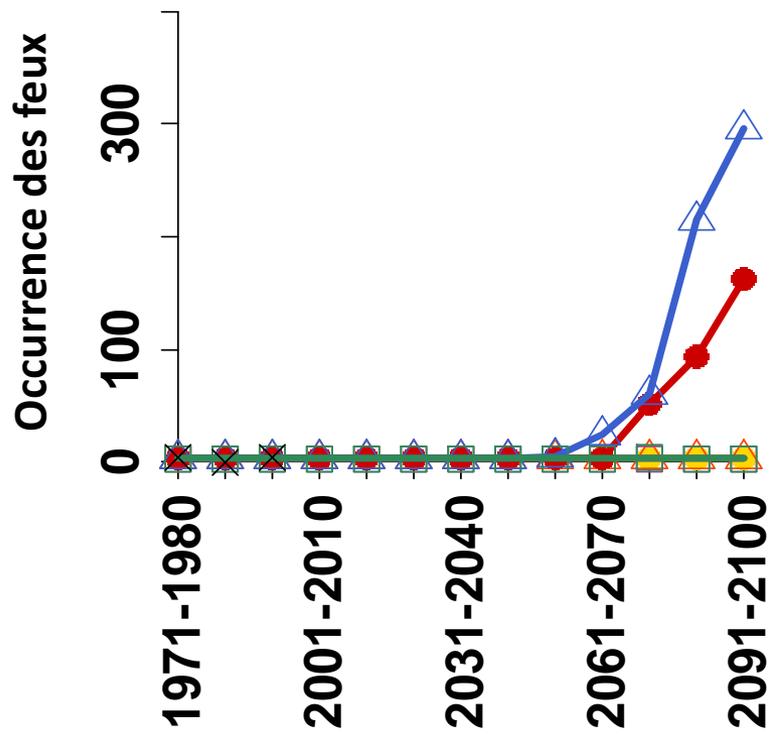
MODÉLISER LES IMPACTS DES FEUX SUR LA DYNAMIQUE FORESTIÈRE



FUTURE ACTIVITÉ DES FEUX

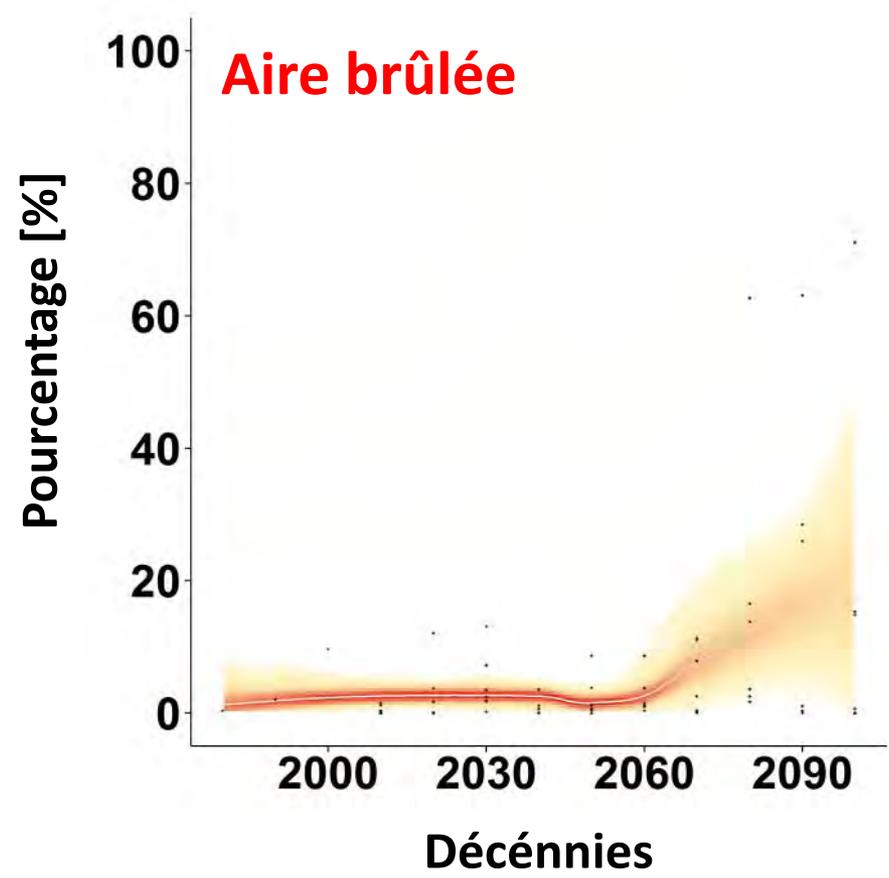


FUTURE ACTIVITÉ DES FEUX



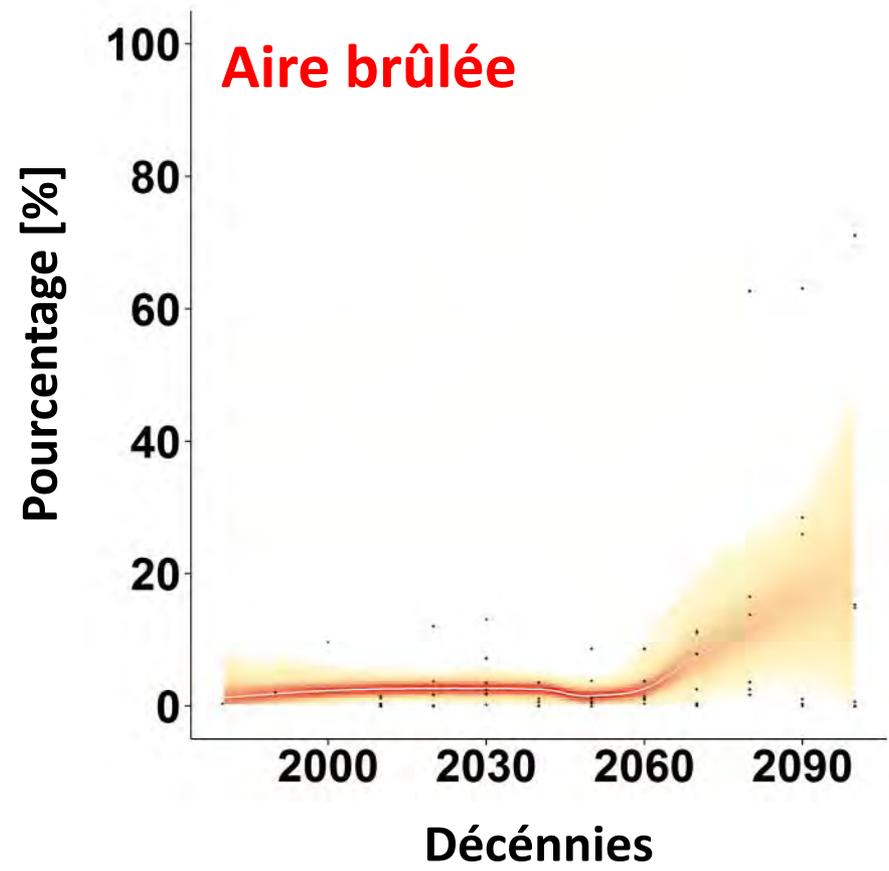
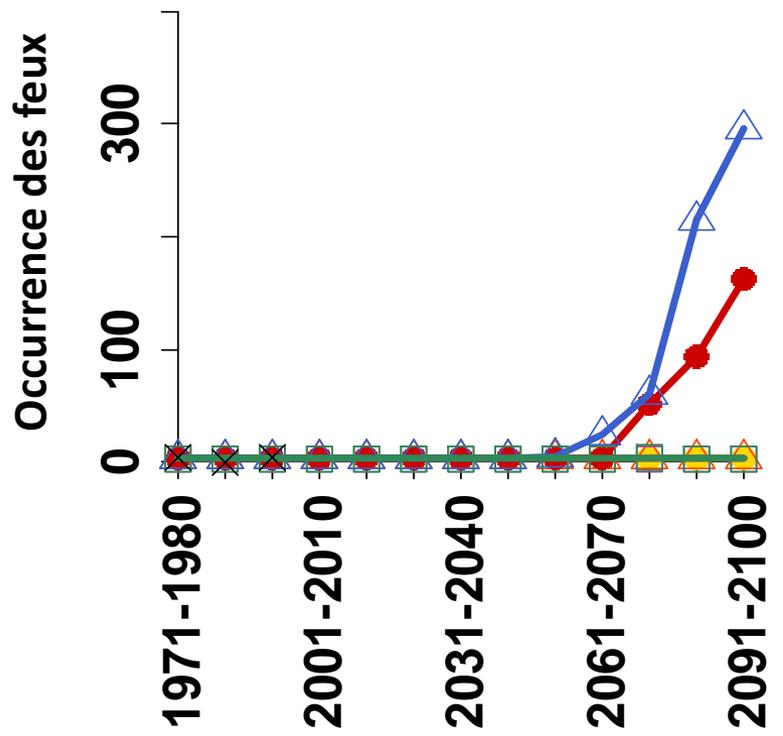
Modèles climatiques, GIEC scénarios

- × Observations
- CGCM3 A1B
- CGCM3 A2
- CGCM3 B1
- HadCM3 A1B
- HadCM3 A2
- HadCM3 B1



FUTURE ACTIVITÉ DES FEUX -> PAS BEAUCOUP DE CHANGEMENTS JUSQU'EN 2060 & AUGMENTATION 2060-2100

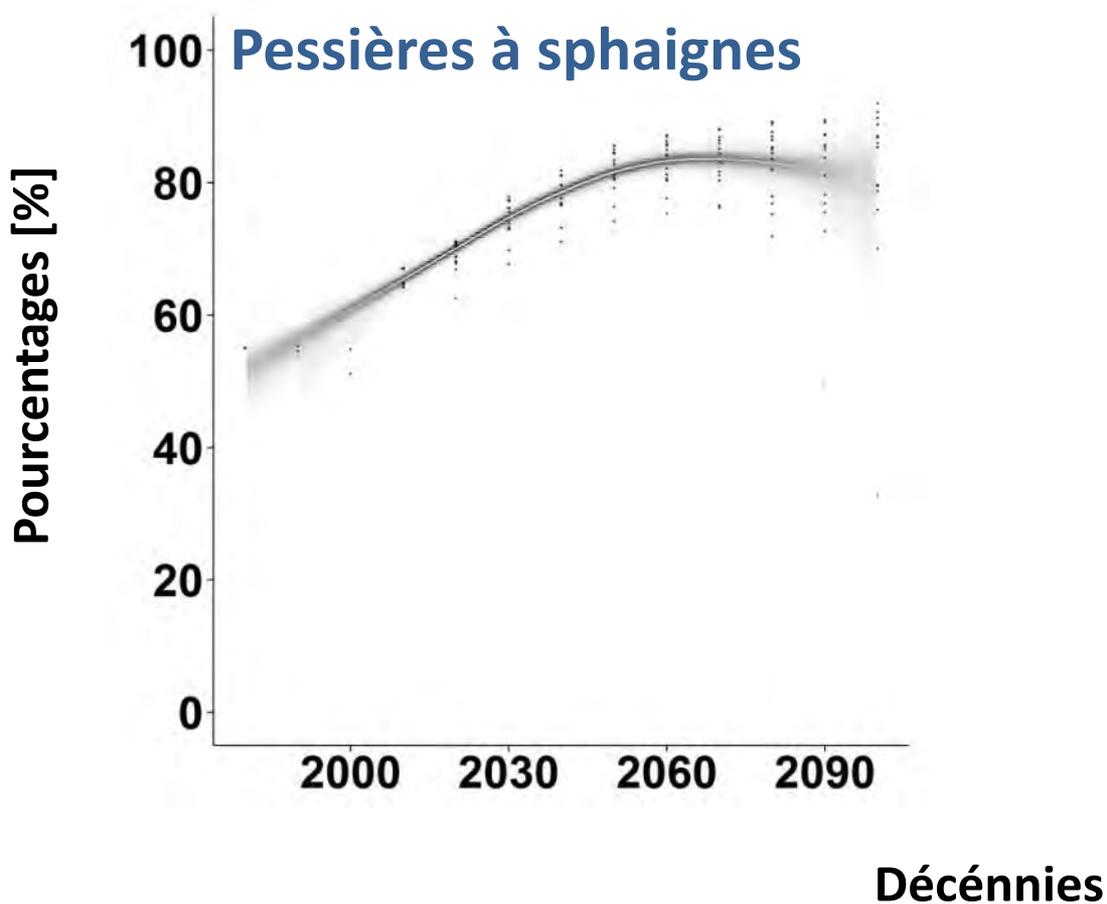
2060-2100



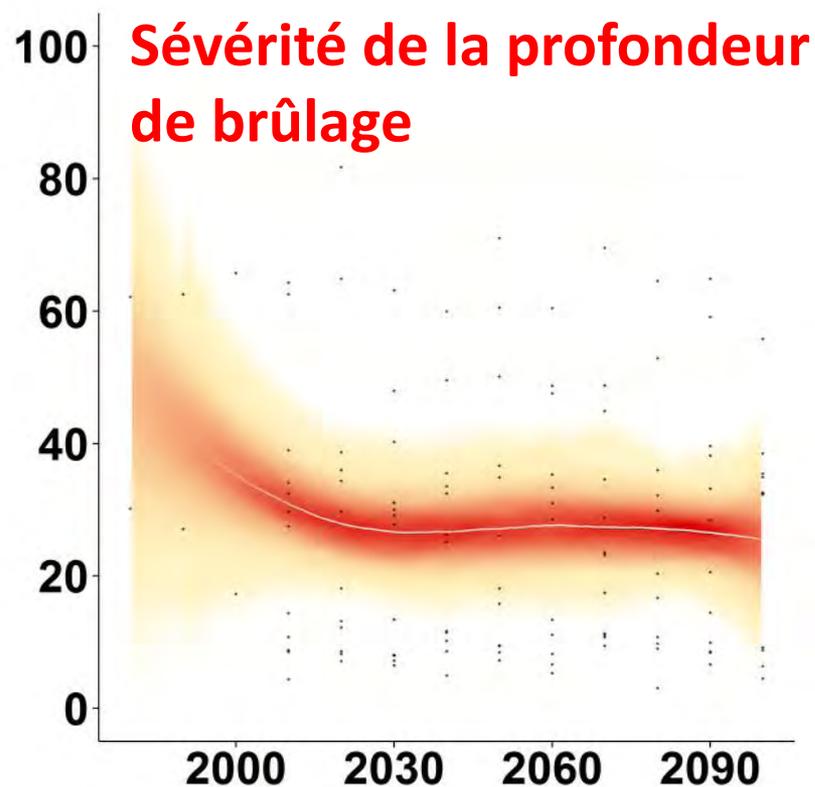
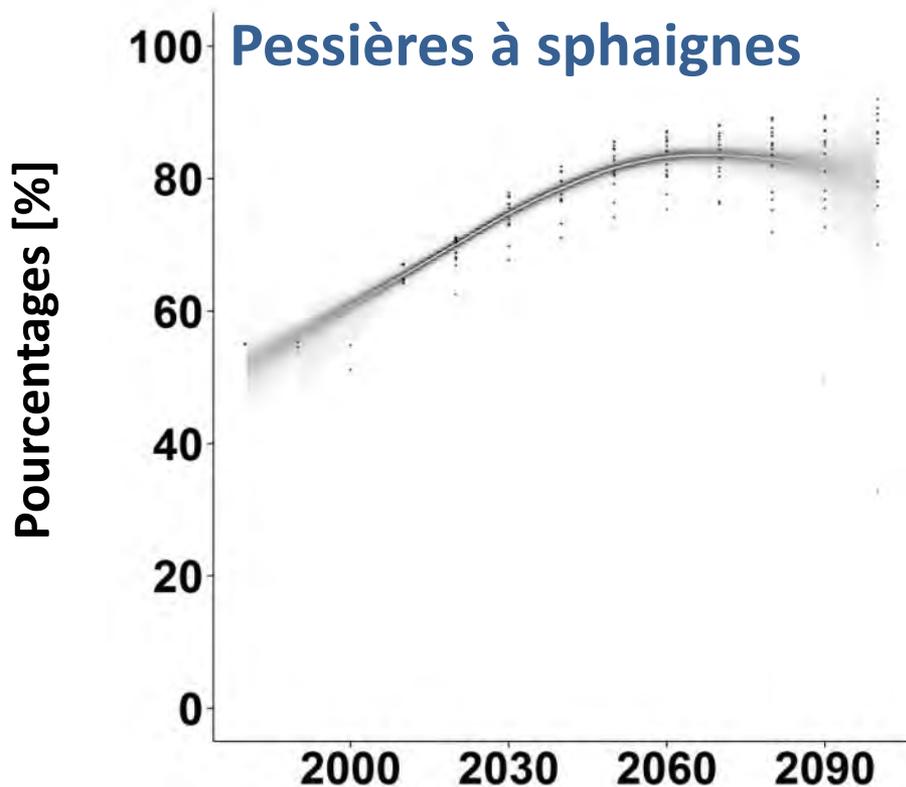
Modèles climatiques, GIEC scénarios

- × Observations
- CGCM3 A1B
- CGCM3 A2
- CGCM3 B1
- HadCM3 A1B
- HadCM3 A2
- HadCM3 B1

AUGMENTATION DES PESSIÈRES À SPHAIGNES JUSQU'EN 2060, STABILISATION OU TRÈS FAIBLE DIMINUTION JUSQU'EN 2100



AUGMENTATION DES PESSIÈRES À SPHAIGNES EMPÊCHERONT LES FEUX DE BRÛLER DE GRANDES PROFONDEURS DE BRÛLAGE



Décennies

✓ **PALUDIFICATION >> ACTIVITÉ DES FEUX JUSQU'EN 2100
MALGRÉ LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES.**

- ✓ **PALUDIFICATION >> ACTIVITÉ DES FEUX JUSQU'EN 2100 MALGRÉ LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES.**
- ✓ **CONDITIONS D'HUMIDITÉ DES PESSIÈRES À SPHAIGNES -> RÉSISTANCE AUX IMPACTS D'UNE AUGMENTATION DE L'ACTIVITÉ DES FEUX**

- ✓ **PALUDIFICATION >> ACTIVITÉ DES FEUX JUSQU'EN 2100 MALGRÉ LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES.**
- ✓ **CONDITIONS D'HUMIDITÉ DES PESSIÈRES À SPHAIGNES -> RÉSISTANCE AUX IMPACTS D'UNE AUGMENTATION DE L'ACTIVITÉ DES FEUX**
- ✓ **LES PRATIQUES QUI VISENT À EMPÊCHER L'ÉTABLISSEMENT DE LA SPHAIGNE -> AUGMENTER LA VULNÉRABILITÉ DE LA FORÊT À L'AUGMENTATION DE LA PROFONDEUR DE BRÛLAGE**

- ✓ **PALUDIFICATION >> ACTIVITÉ DES FEUX JUSQU'EN 2100 MALGRÉ LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES.**
- ✓ **CONDITIONS D'HUMIDITÉ DES PESSIÈRES À SPHAIGNES -> RÉSISTANCE AUX IMPACTS D'UNE AUGMENTATION DE L'ACTIVITÉ DES FEUX**
- ✓ **LES PRATIQUES QUI VISENT À EMPÊCHER L'ÉTABLISSEMENT DE LA SPHAIGNE -> AUGMENTER LA VULNÉRABILITÉ DE LA FORÊT À L'AUGMENTATION DE LA PROFONDEUR DE BRÛLAGE**
- ✓ **MAINTIEN D'UNE PROPORTION DE PESSIÈRES À SPHAIGNES DANS LES PAYSAGES.**

MERCI POUR VOTRE ATTENTION !!!

DONNÉES

A. Belleau

L. Dumas

A. Leduc

C. Leroy

D. Lessieur

S. Gauthier

P. Grondin

M. Paquette

R. St-Amant

RÉVISION

Pierre Bernier

Michelle Garneau

Jill Johnstone

MÉTHODOLOGIE

M. Desrochers (ARCGIS)

R. St-Amant (BioSim)

PRÉSENTATION

S. Ouarmim

M. Desrochers

L.-E. Robert

A. Genries

G. Ste-Marie

Étudiants du laboratoire
de Yves Bergeron

FONDS

