



Rendez-vous de la connaissance en aménagement durable des forêts

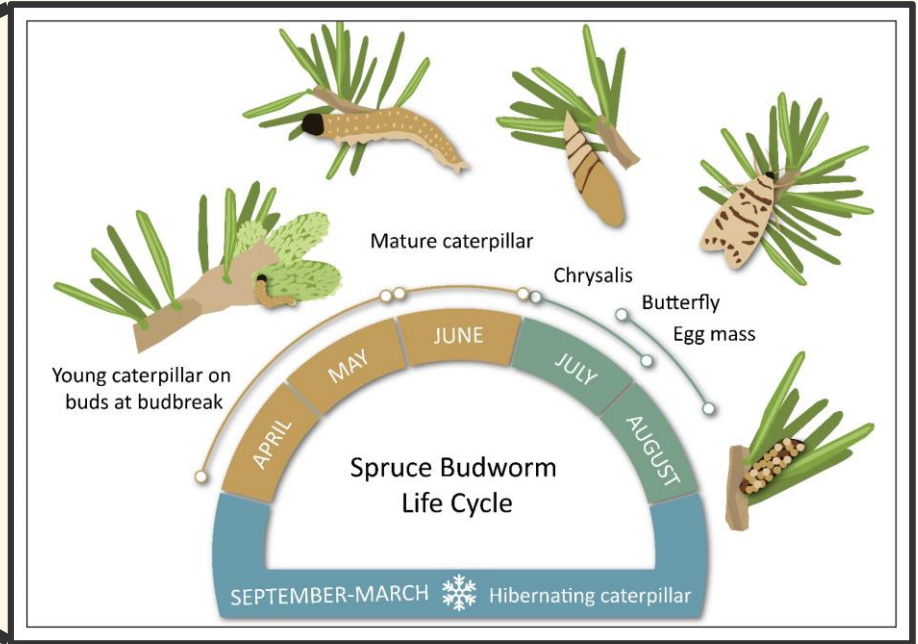
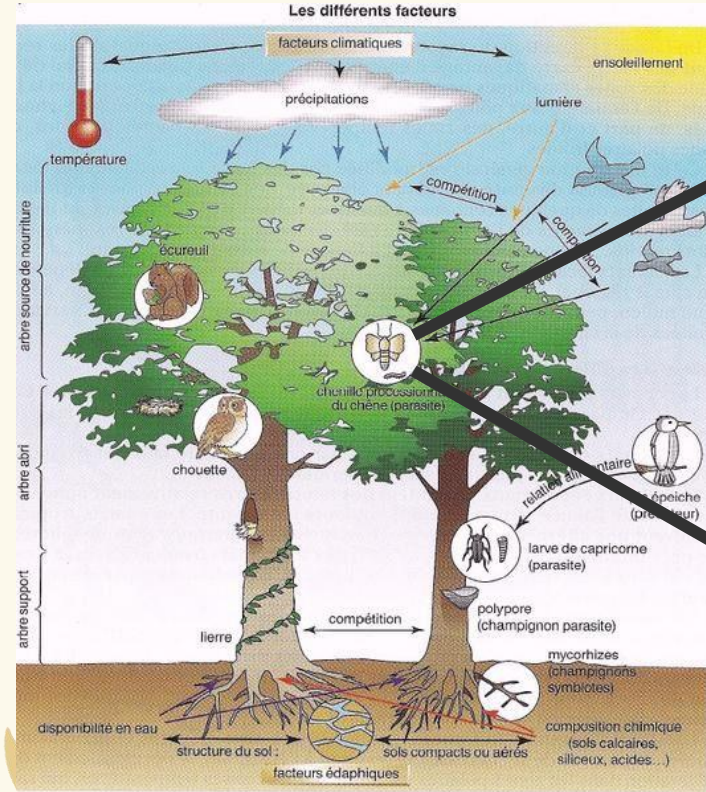
# Projections de l'activité de la tordeuse des bourgeons d'épinette (TBE) dans un contexte de changement climatique

**Judicaël OSSE**, Max DEBALY,  
Anoj Subedi, Philippe MARCHAND  
et Miguel MONTORO GIRONA

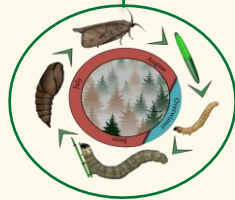
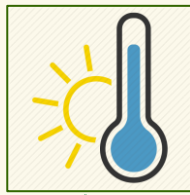


# Introduction

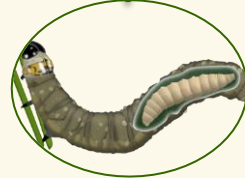
## Contexte



# Climat



TBÉ



Ennemis naturels de la TBÉ



Phénologie



Résistance des hôtes de la TBÉ

# Introduction

## Contexte

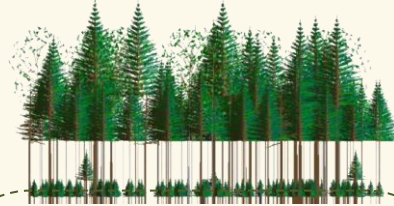


**Températures**

**Précipitations**

**Perturbations**

Hivers doux  
Durée des saisons



**Interactions**

- Insectes vs prédateurs
- Insectes vs hôtes

**Vulnérabilité**

- Stress hydrique
- Phénologie
- etc



**Défoliation massive de la forêt**

**Mortalité des arbres**

**Baisse de la capacité à  
séquestrer CO2**



# Introduction

## Contexte

La TBE Impacte **économiquement** et **écologiquement**



**Défi boréal: L'adaptation, l'atténuation et la prévision des impacts des changements climatiques & la défoliation**



Comprendre

Prédire



# Introduction



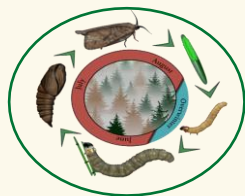
## Objectives



### Derniers résultats de recherche

01.

Effet climat - défoliation  
sur la croissance



TBE



Climat



Phénologie

02.

Comment le climat  
affecte la défoliation?



Défoliation



Climat



# 1. Effet de l'interaction climat-TBE sur la croissance de l'épinette



# 1. Climat-TBE VS croissance de l'épinette



Les épidémies de TBE sont devenues plus sévères

Comment le climat affecte les arbres pendant les épidémies de TBE?





# 1. Climat-TBE VS croissance de l'épinette



Agricultural and Forest Meteorology 339 (2023) 109548



Contents lists available at ScienceDirect  
Agricultural and Forest Meteorology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agrformet](http://www.elsevier.com/locate/agrformet)



Climatic conditions modulate the effect of spruce budworm outbreaks on black spruce growth

Anoj Subedi<sup>a,\*</sup>, Philippe Marchand<sup>a</sup>, Yves Bergeron<sup>a,b</sup>, Hubert Morin<sup>c</sup>, Miguel Montoro Girona<sup>a,d</sup>

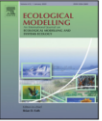
Ecological Modelling 471 (2022) 110053



Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Modelling

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecolmodel](http://www.elsevier.com/locate/ecolmodel)



Autoregressive models for time series of random sums of positive variables: Application to tree growth as a function of climate and insect outbreak

Zinsou Max Debaly<sup>a,\*</sup>, Philippe Marchand<sup>b</sup>, Miguel Montoro Girona<sup>b,c,d</sup>

- Épinette noire (*Picea mariana*)
- Périodes 1968 – 1988 et 2006 – 2017
- 2271 arbres – 164 sites
- Modèle additif généralisé



Données dendrochronologiques

- Épinette blanche (*Picea glauca*)
- Périodes 1955–1995
- Modèle autorégressif

# 1. Climat-TBE VS croissance de l'épinette



Humidité  
d'été



Température min.  
printemps

Comment le climat agit  
donc sur la défoliation  
par la TBE?



Croissance épinette



Tordeuse des bourgeons de l'épinette



Température  
min. été



Température  
max. été



## 2. Comment le climat affecte-t-il la défoliation?



## 2. Climat VS défoliation de l'épinette

Modèle statistique

3 niveaux de défoliation :

Faible

Moyen

Sévère

Au temps  $t$  on a :



Défoliation  $j-1$

Avec probabilité associée  $\pi_{j-1,t}$

Exemple  $\pi_{1, 2022}$



Défoliation  $j$

Avec probabilité associée  $\pi_{j,t}$

Exemple  $\pi_{2, 2022}$

## 2. Climat VS défoliation de l'épinette

Modèle statistique

$$\log \frac{\pi_{j,t}}{\pi_{j-1,t}} =: \eta_{j,t} = \omega_j + \gamma^T X_{t-1} + \alpha^T \bar{Y}_{t-1} + \beta_j \eta_{j,t-1}$$

Intercept

Effets de la défoliation  
de l'année précédente

Rapport de probabilités de  
2 catégories successives

Effets autorégressifs

Variables climatiques  
et autres



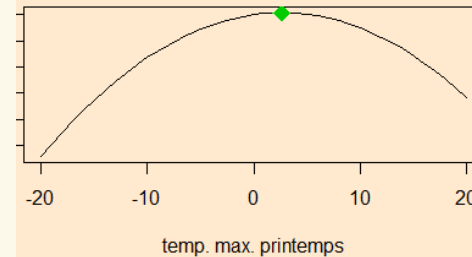
## 2. Climat VS défoliation de l'épinette

### Résultats



❑ Effet de la température sur la défoliation est non linéaire

❑ A partir d'un seuil de température, la défoliation des épinettes décroît



❑ La façon dont ces effets s'inversent varie d'une région à l'autre




# 3. Perspectives de recherches



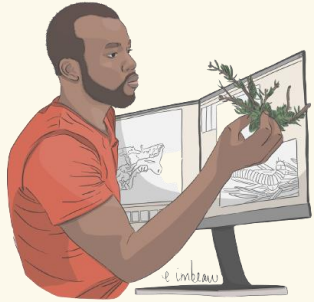
- ❑ Élargir l'analyse du processus de défoliation à l'échelle du Québec
- ❑ A partir des prédictions, nous allons les sites de la forêt qui sont vulnérables



## Collaborateurs:

- **Universitaires:** Yves Bergeron (UQAT-UQAM), Mathieu Bouchard (U. Laval), Élise Filotas (TÉLUQ), Marie-Josée Fortin (U. Toronto), Rob Johns (RNCAN), Hubert Morin (UQAC);
- **MFFP:** Pierre Therrien;
-  : Marie-Eve Sigouin,  : François Lévesque
- **Étudiants:** Anoj Subedi (M.Sc., UQAT), Olaloudé Judicaël Ossé (Ph.D., UQAT), Zinsou Max Débaly (stage de 3e cycle, ENSAI), Guillaume Tougas (stage de 1e cycle, U. Sherbrooke)





# Merci de votre attention

Avez-vous des **questions** ?

Forêts, Faune  
et Parcs

Québec



MRC  
ABITIBI



résolu  
Produits forestiers

RAYONIER  
Advanced Materials