



Colloque SANTECOFOR

Santé des écosystèmes forestiers : enjeux de société

Détermination et cartographie de la vulnérabilité des essences au changement climatique récent

MNHN, Jardin des plantes, Paris 5^e – 21 et 22 mars 2023

Christian Piedallu, AgroParisTech Nancy

Avec la contribution d'A. Taccoen, D. Dallery, C. Bresson, M. Legay, JC. Gégout, R. Pierrat, I. Seynave, V. Perez, A. Gégout-Petit, LM. Nageleisen, JD. Bontemps, N. Bréda, L. Saint-André, Ingénieurs AgroParisTech



Les dépérissements forestiers, ce n'est pas nouveau !

- La mortalité d'arbres est un phénomène naturel (*Charru et al 2012*)
- De nombreuses crises se sont déjà succédées (1916-1925, 1943-1951, 1973-1981, ...)
- Sécheresses, pollution, ... (*Bonneau, 1985*)
- De nombreuses causes possibles qui interagissent (*Sinclair, 1965*)



Facteurs prédisposants

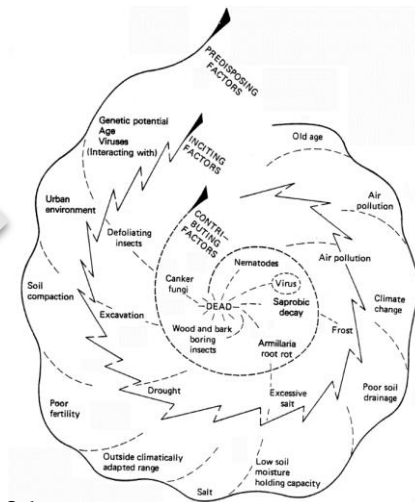
- Conditions de milieu
- Altération du sol
- Pollution
- Vieillesse

Facteurs déclenchants

- Tempêtes
- Sécheresses
- Gel tardif
- Ravageurs

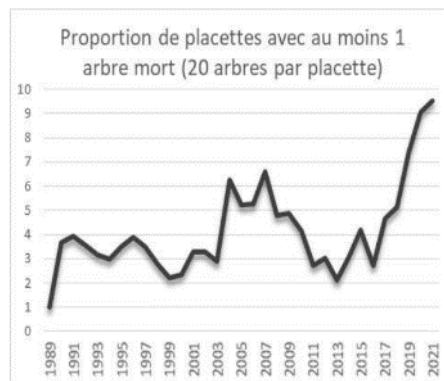
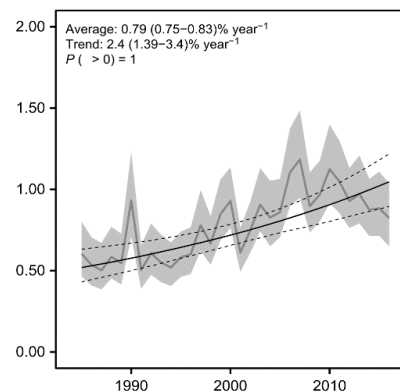
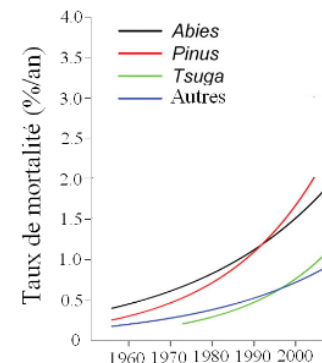
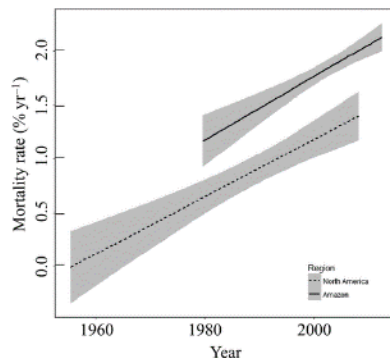
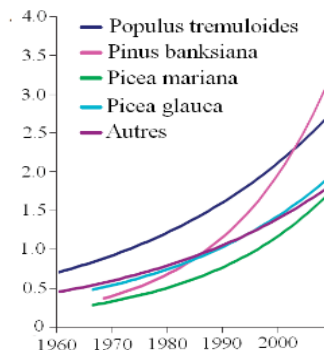
Facteurs aggravants

- Champignons
- Maladies
- Parasites



La spirale du déclin, *Manion 1991*

Mais leur intensité prend une ampleur inégalée ...



Le Monde

Avec les canicules à répétition, les sapins virent au rouge et les arbres meurent

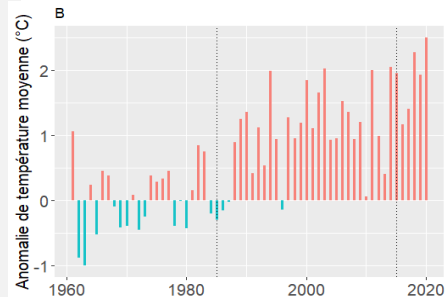
L'EST
REPUBLICAIN

TRÉMOINS | ENVIRONNEMENT

Une forêt en grande souffrance avec le changement de climat



Dans quelle mesure les forêts sont-elles mises à mal par le changement climatique ?



Constat :

- Préservation d'une forêt fonctionnelle : un enjeu majeur /services écosystémiques dont stockage de carbone ... (*Brockerhoff et al. 2017*)
- Difficile de :
 - i) quantifier les tendances de fond,
 - ii) démêler les différentes causes (vieillissement, capitalisation, changement climatique, biotiques ...),
 - iii) anticiper les problèmes sanitaires.

=> Acteurs ont besoin d'outils pour adapter les forêts

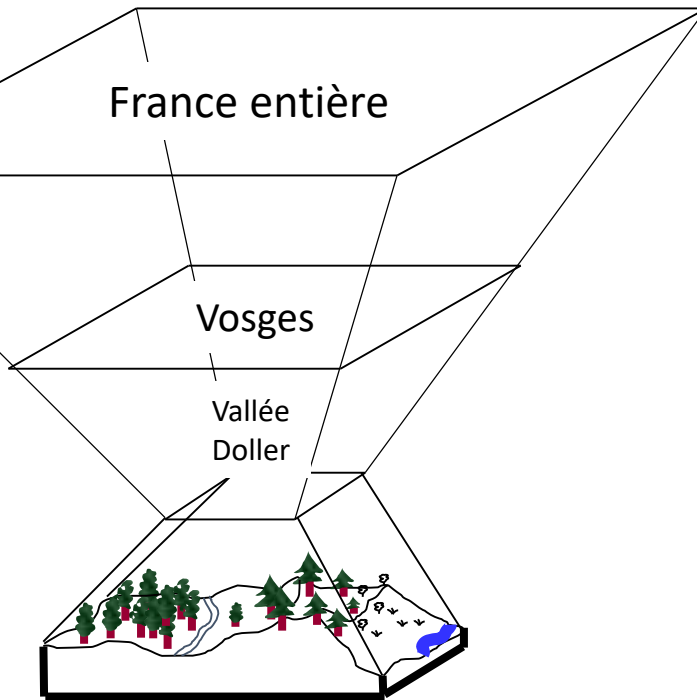
Objectifs :

- Evaluer l'impact du changement climatique
- Identifier les différents facteurs de risque
- Cartographier la vulnérabilité des peuplements



Une approche de modélisation/différentes échelles

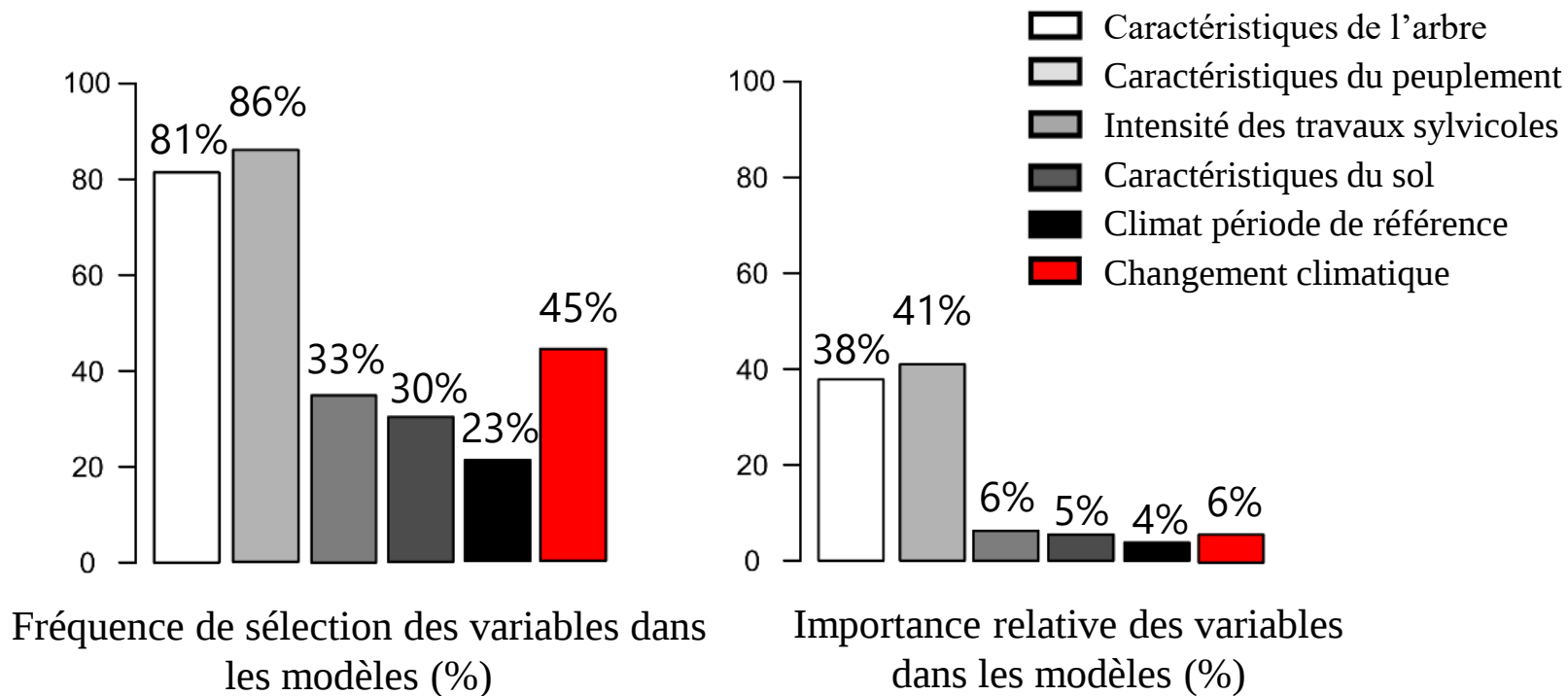
$$P(\text{mort})_i = f(\text{arbre}) + f(\text{peuplement}) + f(\text{station}) + f(\text{climat}) + f(\text{évol. climat})$$



- France: 43 à 8 espèces d'arbres, 373000 à 207000 placettes IGN
➔ *Evaluer la surmortalité climatique, types d'arbres concernés, zones impactées*
- Vosges : peuplements sapin et épicéa, 2000 placettes , télédétection (sentinel-2), photo-interprétation
- Vallée de la Doller: sapin, 158 relevés de terrain
➔ *Déterminisme local, cartes de vulnérabilité*

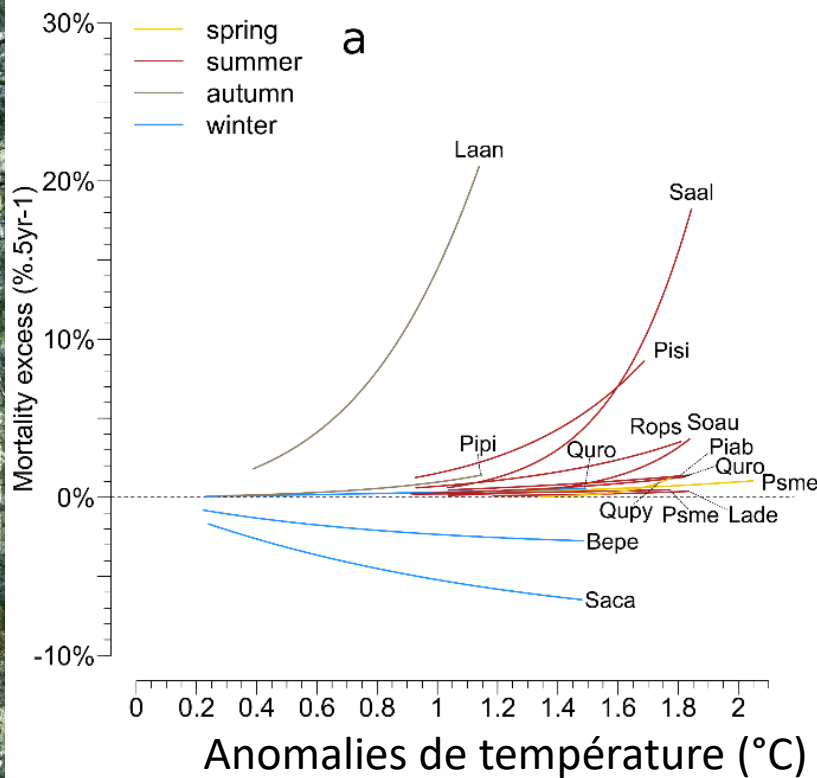
Une surmortalité climatique $\pm$ moitié des espèces

- France: 43 espèces, 373000 arbres, 29 prédicteurs, 2009-2015
- Performance modèles : $AUC = 0,78 \pm 0,06$



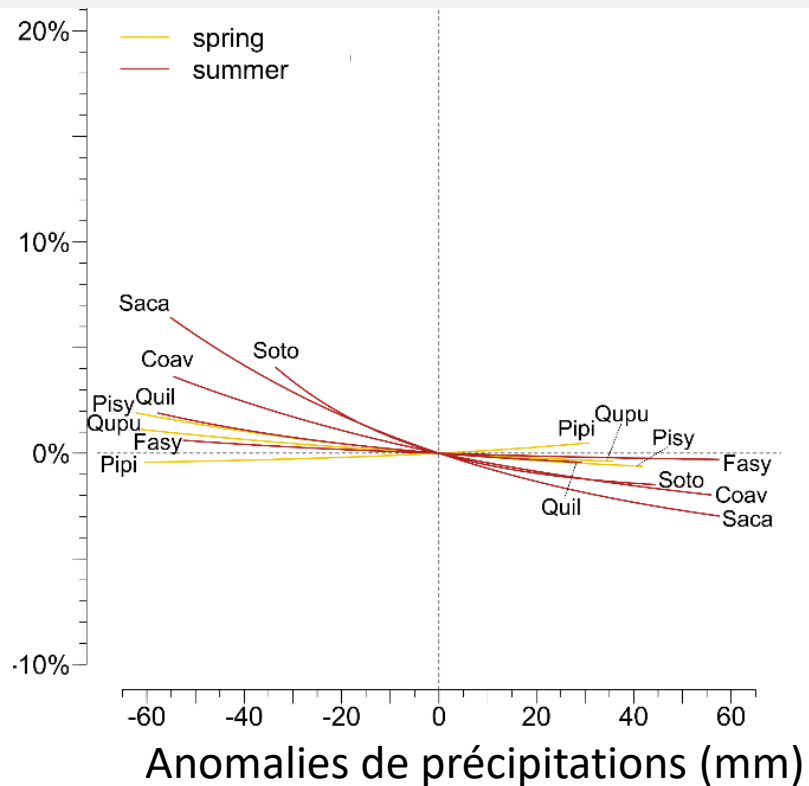
Des effets cohérents / composantes du bilan en eau

- Changement climatique/mortalité d'arbres, à paramètres constants



/1961-1987

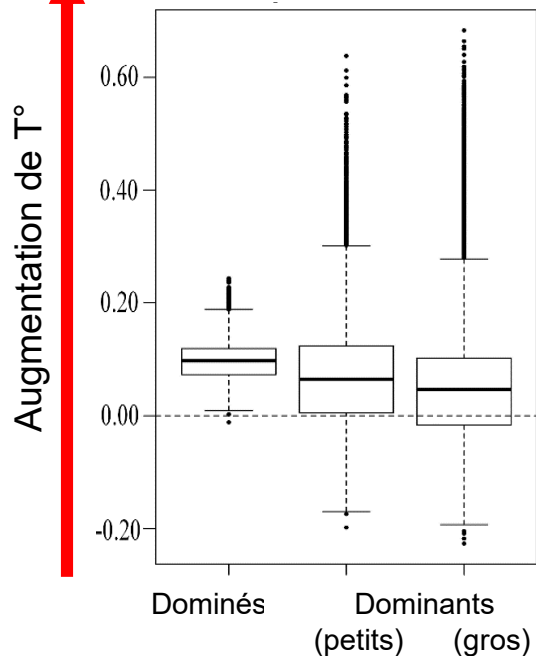
(Taccoen et al, 2019)



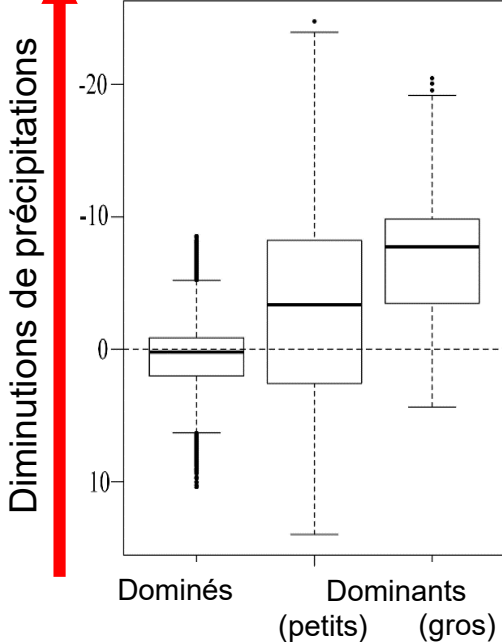
/1961-1987

Le changement climatique impacte différents stades de développement et statuts sociaux

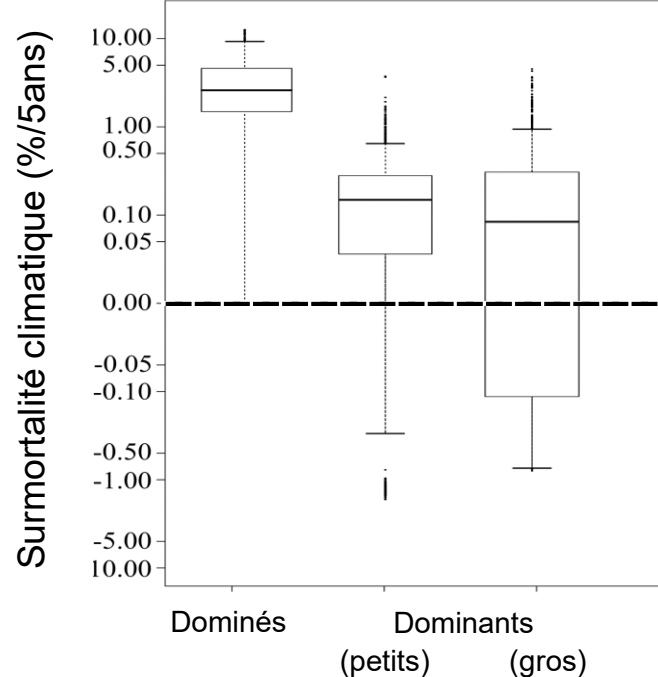
Evolution des températures



Evolution des précipitations



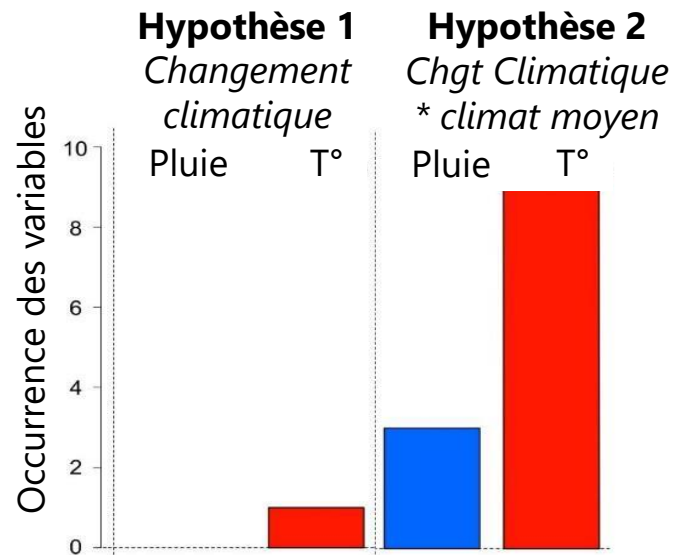
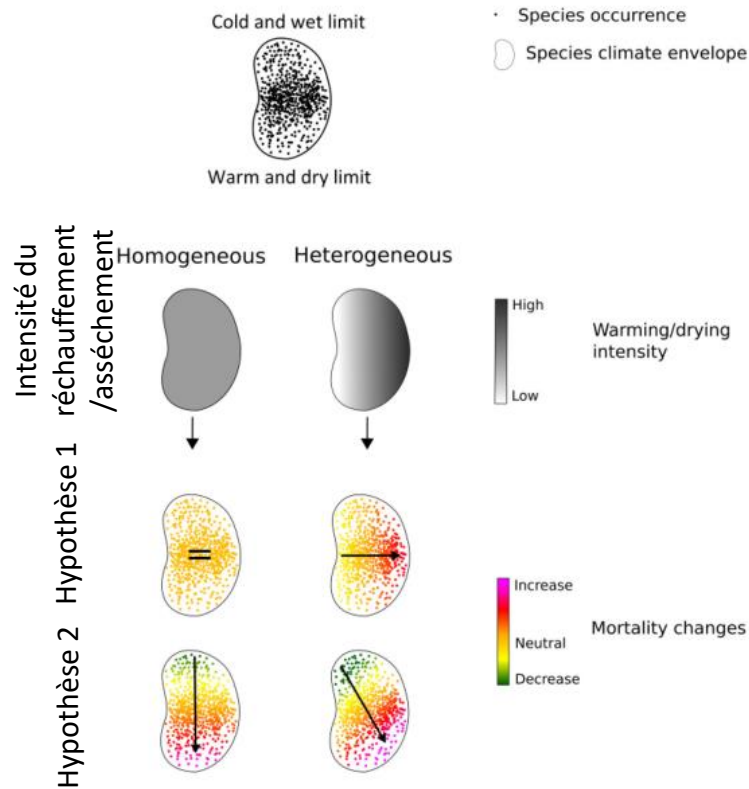
Surmortalité climatique



Coefficients des variables liées au changement de température ou de régimes de précipitations

L'impact du changement climatique est plus fort en marge chaude et sèche

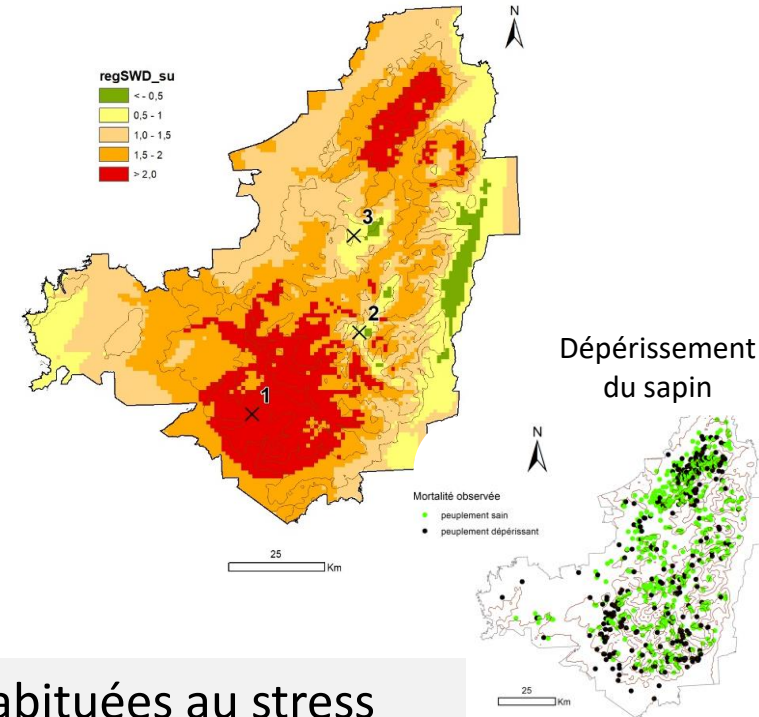
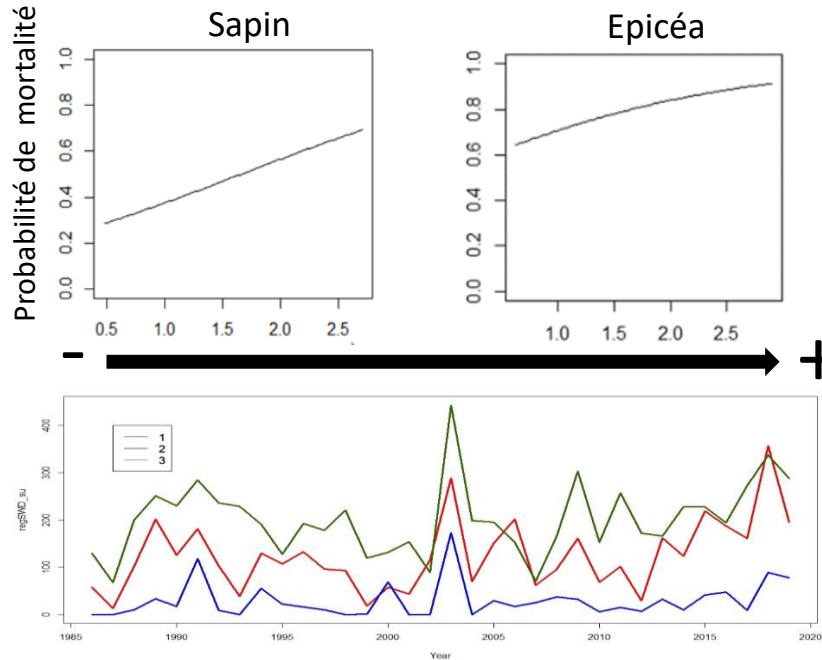
- France: 12 espèces, 265000 arbres



Occurrence des variables liées au changement climatique seule (hypothèse 1, à gauche) ou en interaction avec le climat moyen (hypothèse 2, à droite)

Malgré des signes d'adaptation à l'échelle régionale

- Massif Vosgien : dépérissements liés à la dynamique d'augmentation du stress hydrique estival des sols (1986-2019)

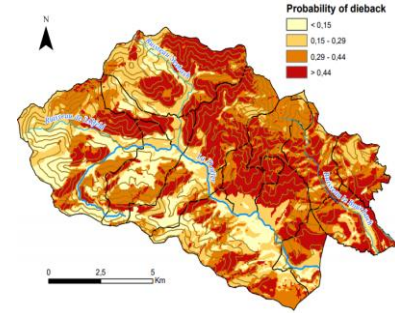


- Plus faible mortalité dans les zones habituées au stress hydrique => prendre en compte la dynamique d'évolution

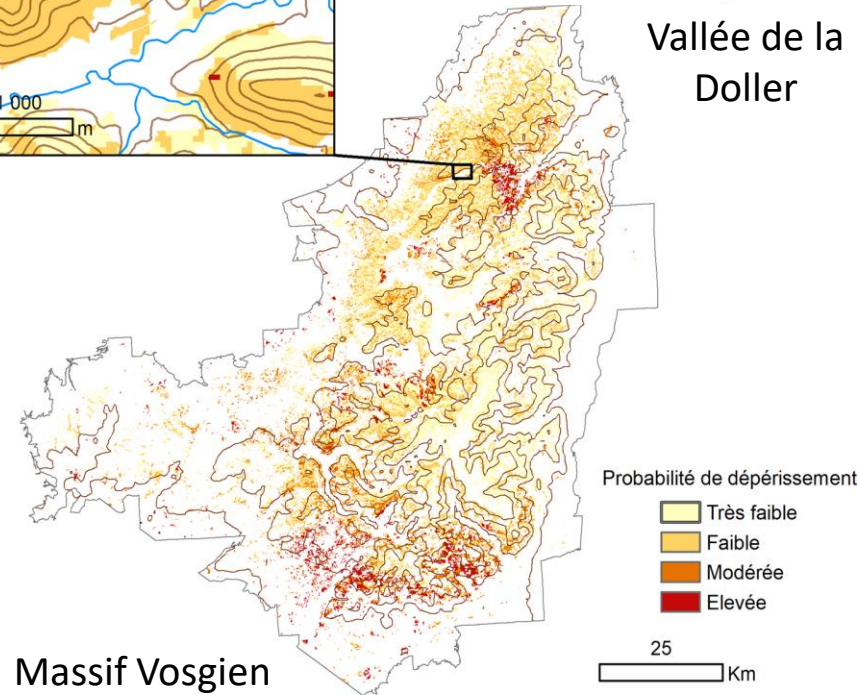
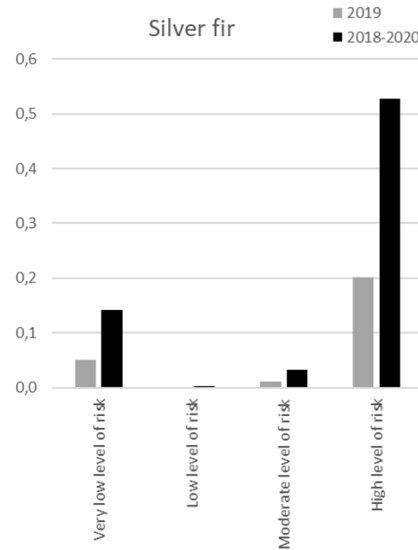
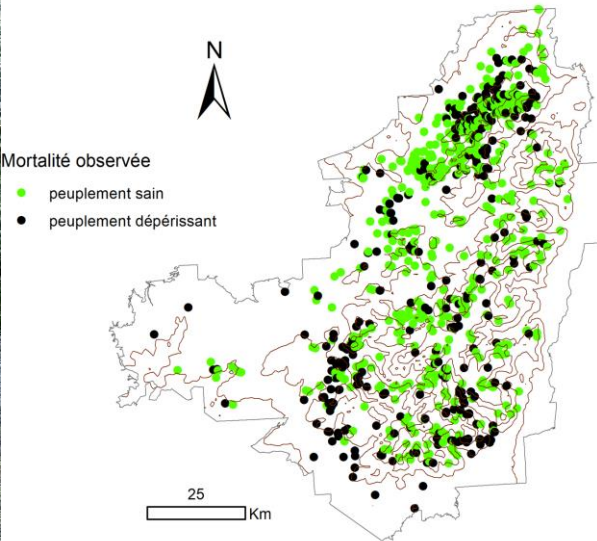
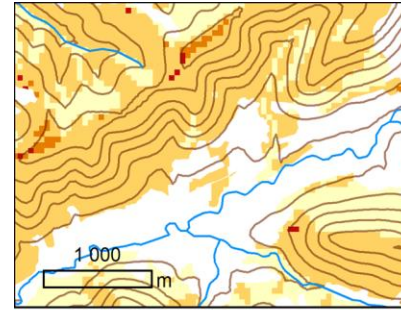
(Piedallu et al, 2022)

Cartographie des zones vulnérables

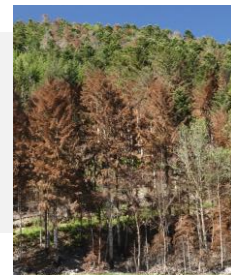
- Ex. du sapin/massif Vosgien
- 10 fois + de produits accidentels relevés par l'ONF en zone de vulnérabilité élevée



Vallée de la Doller



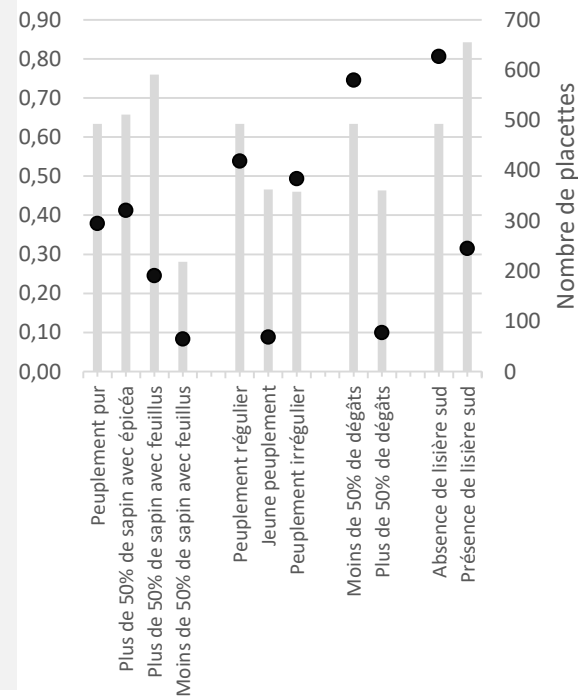
Synthèse des enseignements concernant les caractéristiques des peuplements



Facteurs liés au dépérissement :

- Arbres dominés ou de faible circonférence
- Arbres âgés
- Importance et nature du mélange, selon l'espèce, par ex. effet positif d'un fort mélange avec feuillus pour sapin/épicéa
- Forte surface terrière et fort recouvrement de la canopée
- Structure régulière
- Présence de lisières (particulièrement orientées sud) => microclimat défavorable

Ex: sapin /massif Vosgien



Que faut-il en retenir ?

- Augmentation de la mortalité liée dynamique du climat, bien intégrer les caractéristiques peuplement, détection seuils climatiques critique
- Sous estimation de la mortalité /BD => séries temporelles d'images satellitales
- Les facteurs biotiques indirectement intégrés dans les modèles
- Des effets différents selon l'échelle : décalage aires de distribution, adaptation, topographie ...
- Des enseignements sur les peuplements plus résistants : nécessaire d'approfondir (structure, mélange ...)
- Importance des variables liées au bilan en eau : forte variabilité locale des évolutions du stress hydrique/sols, difficile à prédire à court terme, augmentation du stress à long terme (GIEC, 2022).



Colloque SANTECOFOR

Santé des écosystèmes forestiers : enjeux de société

Merci pour votre attention ...

