

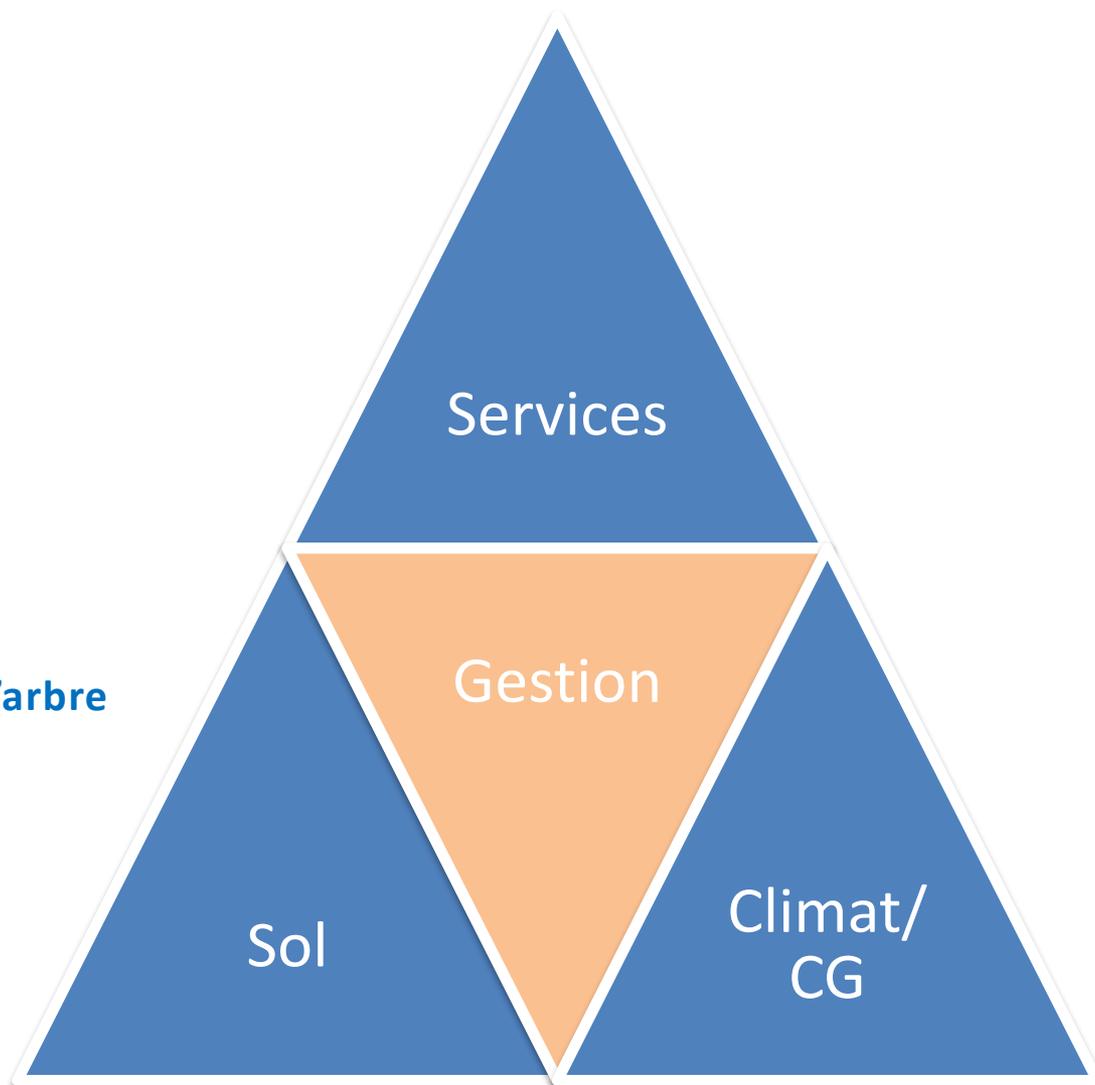
Ecophysiologie de l'adaptation des écosystèmes forestiers

Hendrik Davi (URFM, Avignon, ACCAF FORADAPT)

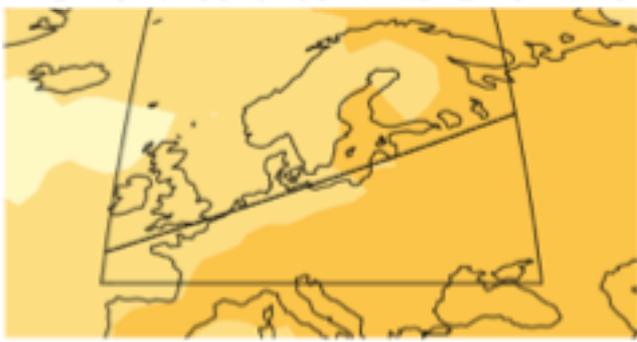
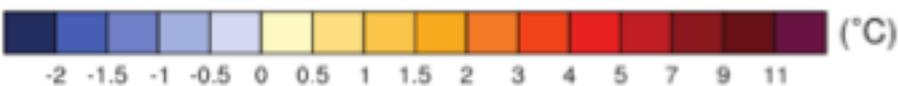


PLAN

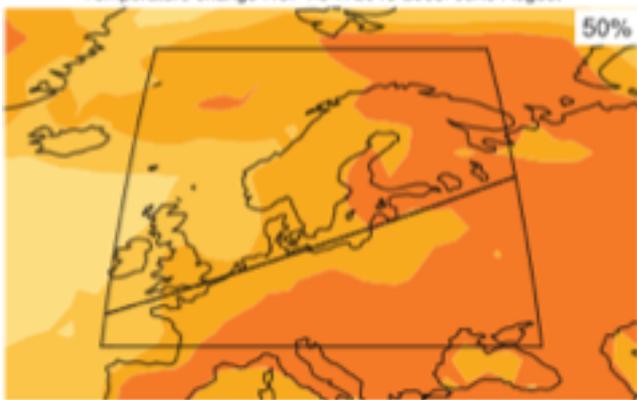
1. Typologie des enjeux
2. Questions d'écophysiologie relatives à l'adaptation à l'échelle de la parcelle
 - a) Impact du CG
 - b) Régénération
 - c) Eclaircie et LAI
 - d) Croissance à l'échelle de l'arbre
 - e) Couple sol-climat local
 - f) Mélange
 - g) Pathogènes
3. Quelles mesures, quels modèles?



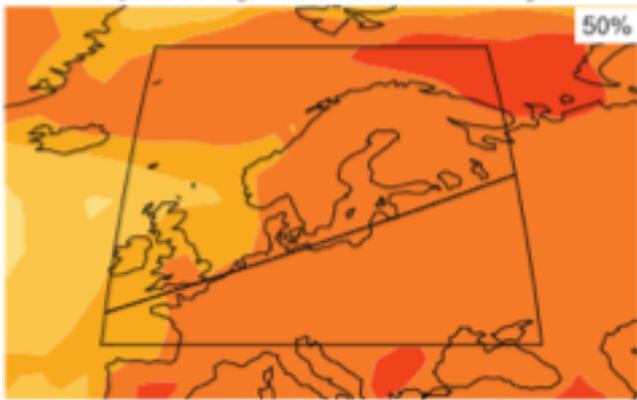
Climat	Risques associés	Bénéfices
Hausse des températures estivales	Hausse du stress hydrique, hausse des fortes températures => dépérissements, risque feux	
Baisse des précipitations estivales		
Hausse des températures printanières	Gel tardif	Accroissement de la durée de végétation
Hausse des températures hivernales	Dormance plus difficile à lever	Accroissement des essences sempervirentes
Hausse des fortes précipitations en hiver et au printemps	Erosion des sols, chutes d'arbres, dégâts de neige lourde	Recharge en eau des nappes



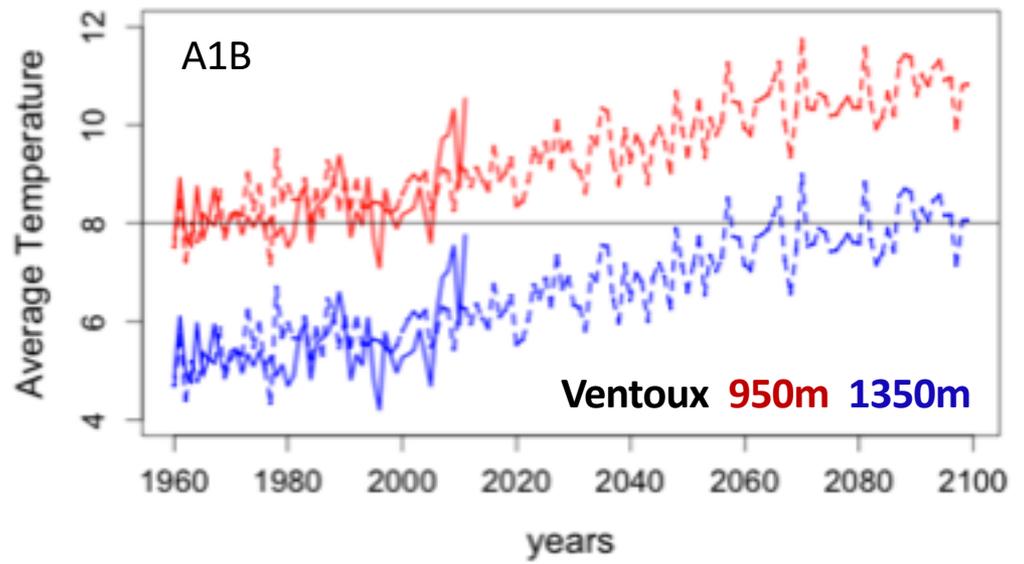
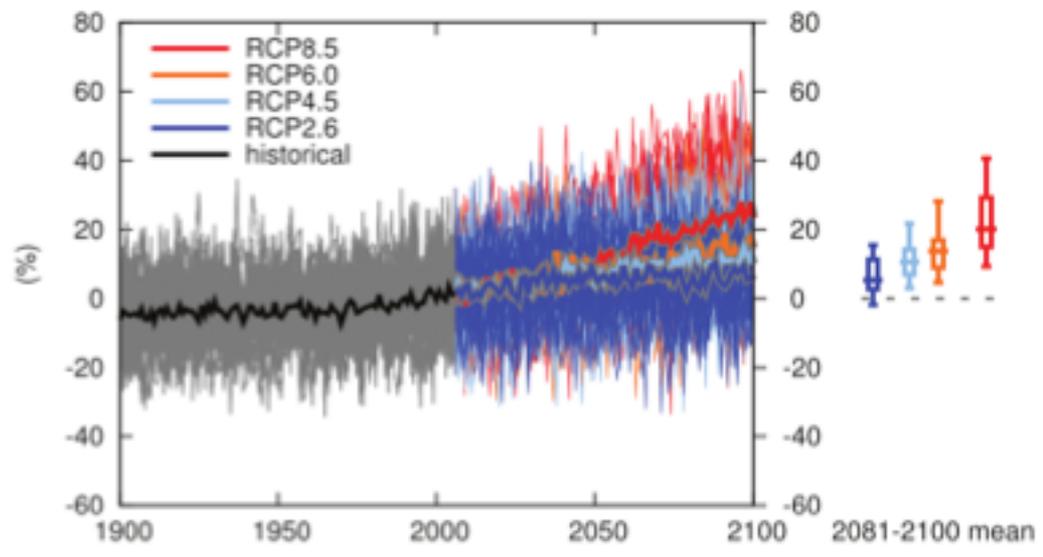
Temperature change RCP4.5 in 2046-2065: June-August



Temperature change RCP4.5 in 2081-2100: June-August



Precipitation change North Europe October-March



Changements globaux	Risques associés	Bénéfices
Dépôt azotés		Accroissement de la productivité de la végétation
Hausse du CO₂		Accroissement de la productivité de la végétation
Déforestation	Climat régional	
Déprise agricole	Erosion des sols	Accroissement de la surface forestière
Herbivores et pathogènes	Dégâts sur la régénération Mortalité	

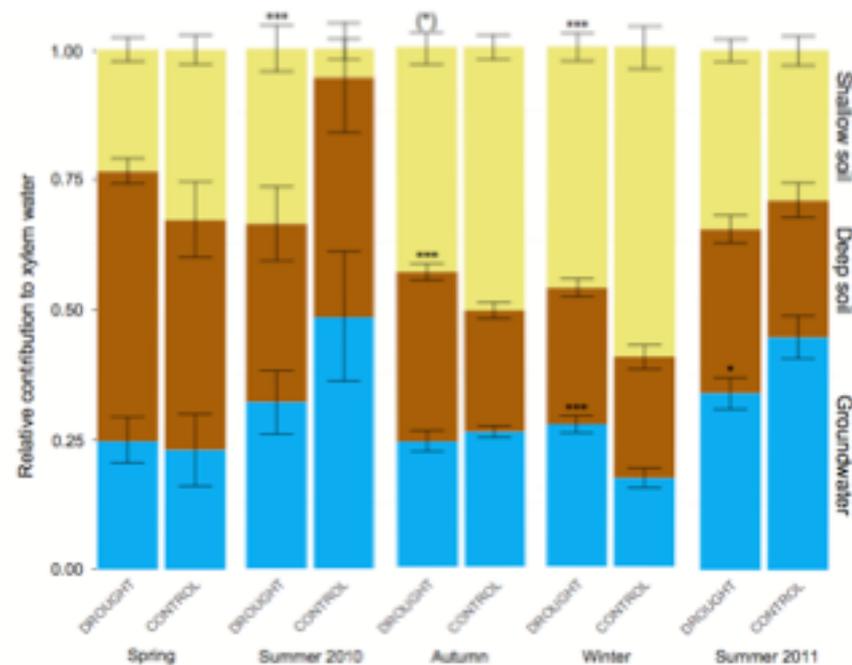
Sol

Hétérogénéité des sols forestiers

Ressources hydriques du sous sol

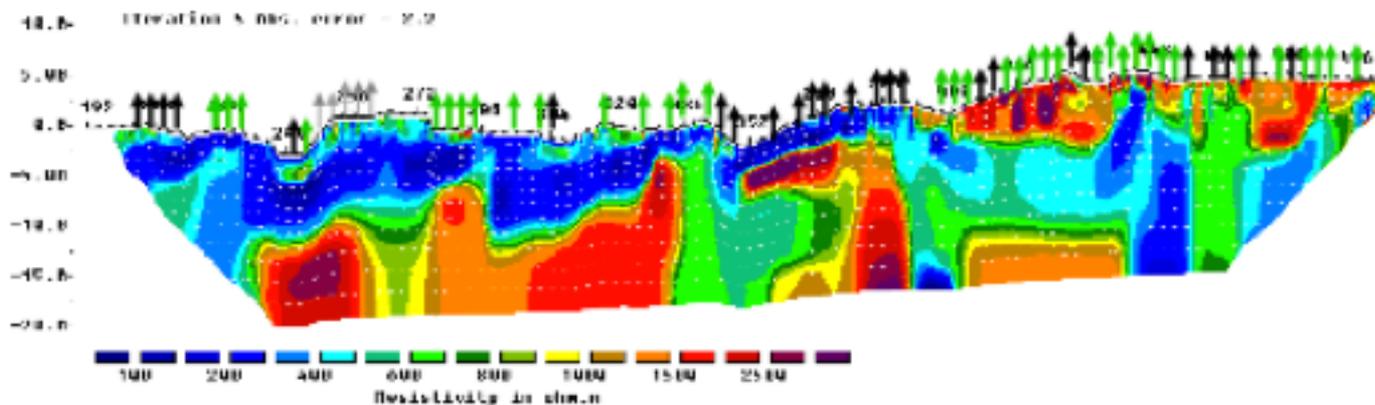
Azote, phosphore

Erosion des sols



Location of forest water resources for each season in the control and drought treatments relative to the...

Barbeta et al., 2015



Nourtier et al., 2014

Typologie des enjeux

- Les services écosystémiques des forêts**
- Production de bois d'oeuvre, bois d'industrie
- Filière biomasse - énergie
- Séquestration de carbone
- Erosion des sols
- Tourisme
- Biodiversité

Conflit entre acteurs antagonistes

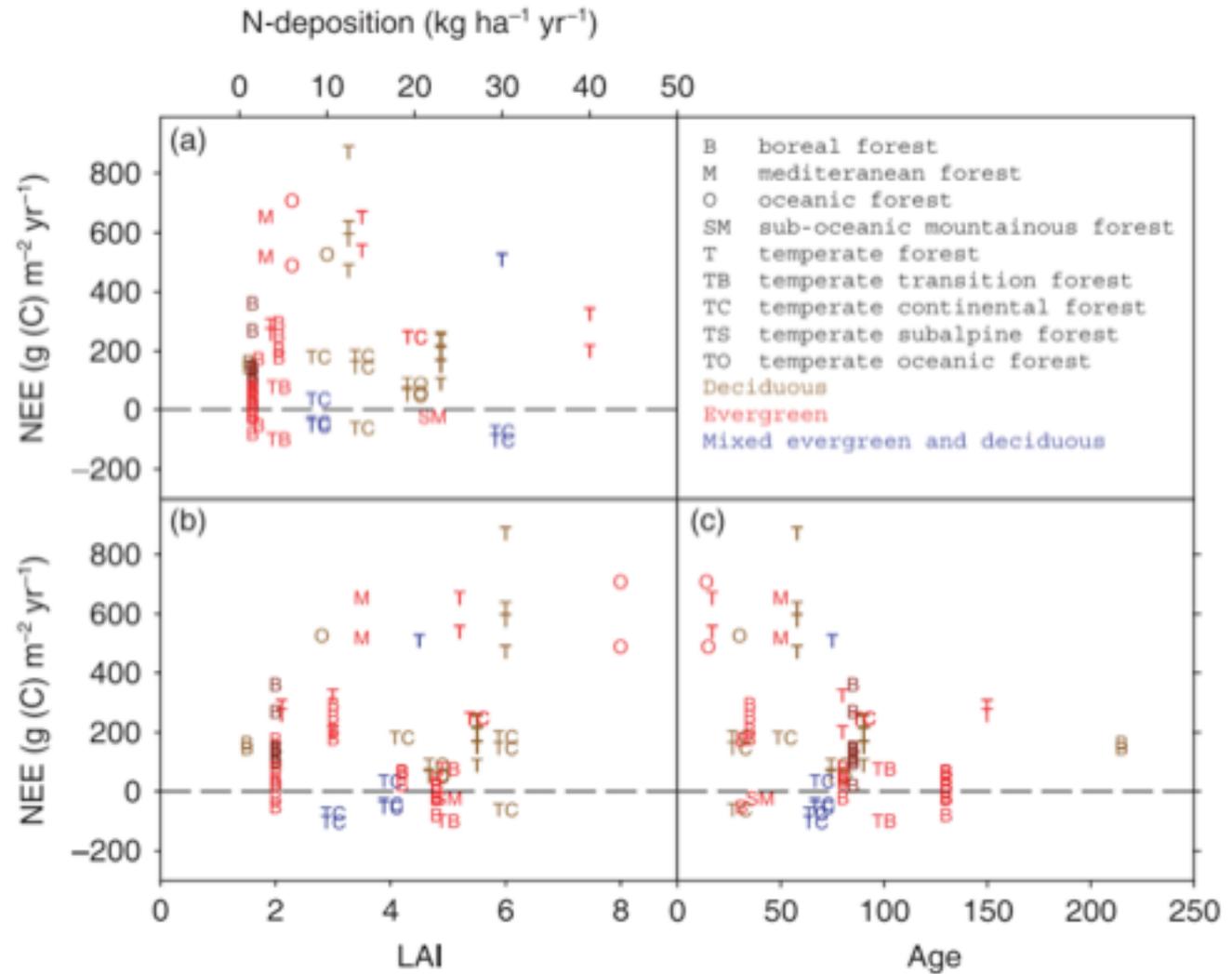
Evaluation de la valeur

Changement climatique

Changement Flux et Stocks des variables d'état décrivant l'écosystème

Changement de valeurs

Contexte sociaux économique
Marché- Politique publique



Hyvönen et al., 2006

Evolution de l'accroissement (Charrue 2012)

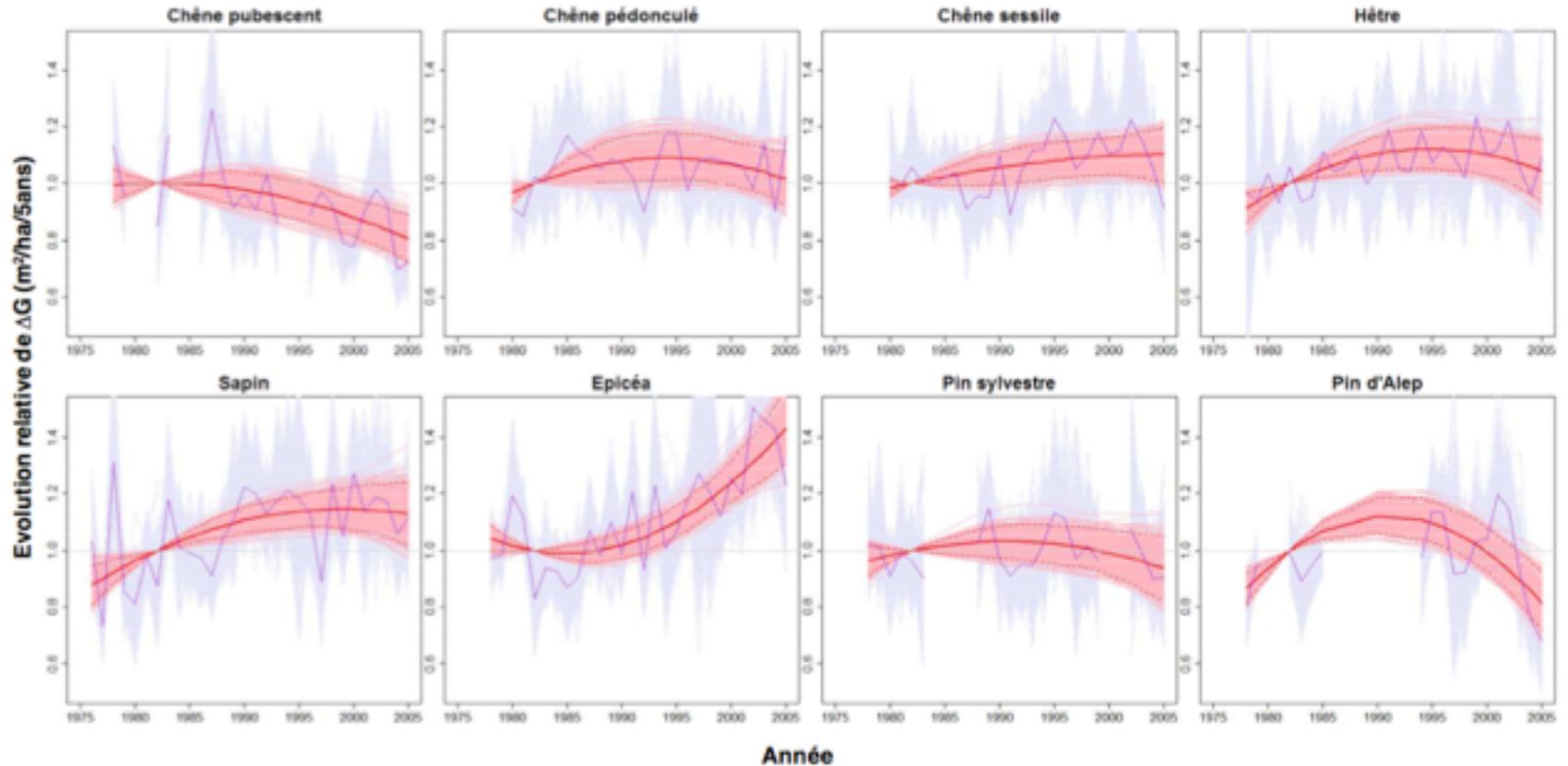
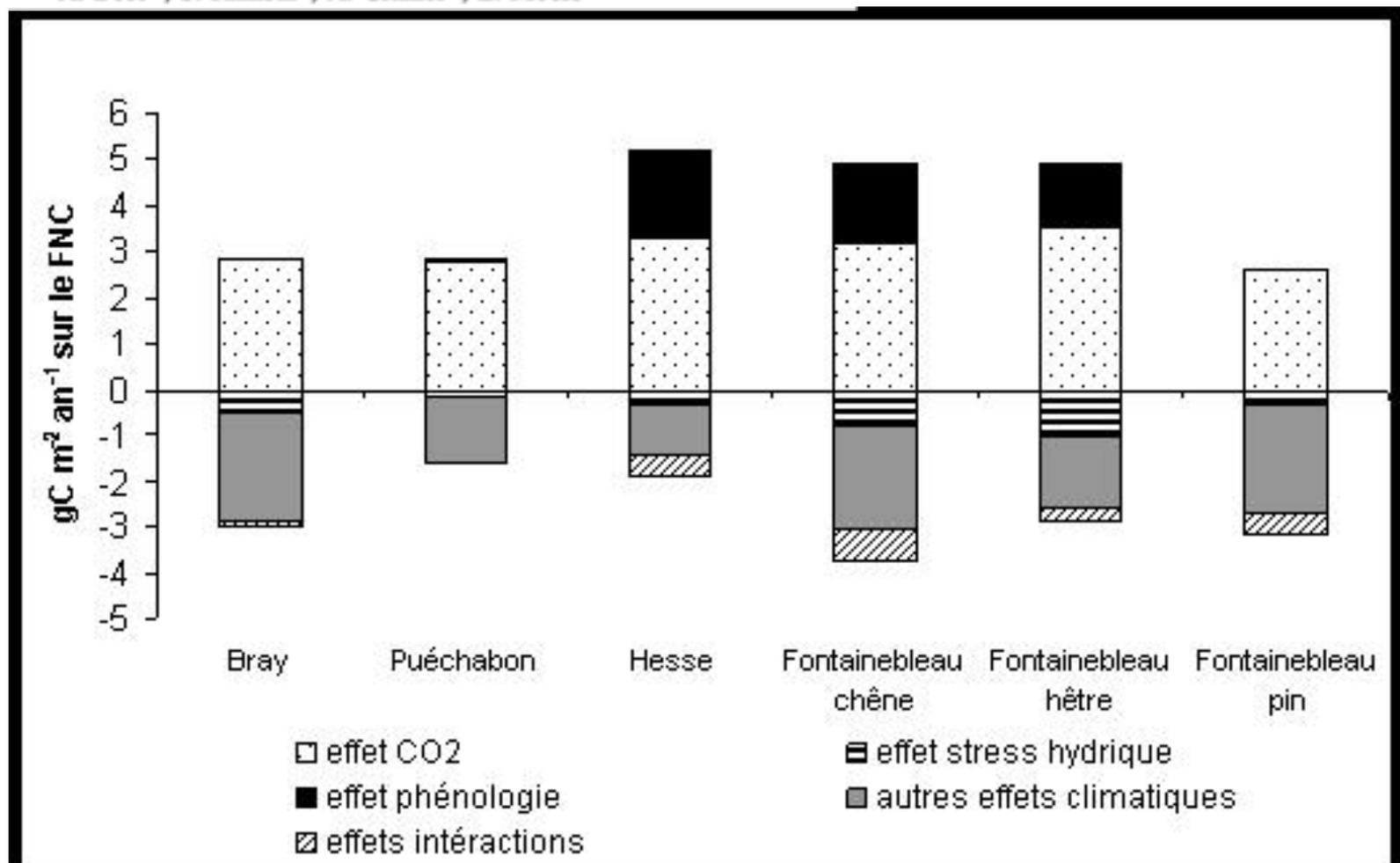


Figure 4.13 : Tendances quadratiques (Eq. 4.4) ajustées pour les 8 espèces par régression non linéaire (en rouge) et résidus partiels des modèles liés à la date (Eq. 4.8, en violet) moyennés sur les 500 estimations bootstrap (représentées en rose et en bleu pour les tendances et les résidus partiels, respectivement). Les tirets rouges représentent les intervalles de confiance bootstrap au niveau de confiance de 95% des tendances ajustées (section 2.3.1)

Sensitivity of water and carbon fluxes to climate changes from 1960 to 2100 in European forest ecosystems

H. Davi^{a,c,*}, E. Dufrene^a, C. Francois^a, G. Le Maire^a, D. Loustau^b,
A. Bosc^b, S. Rambal^c, A. Granier^d, E. Moors^f



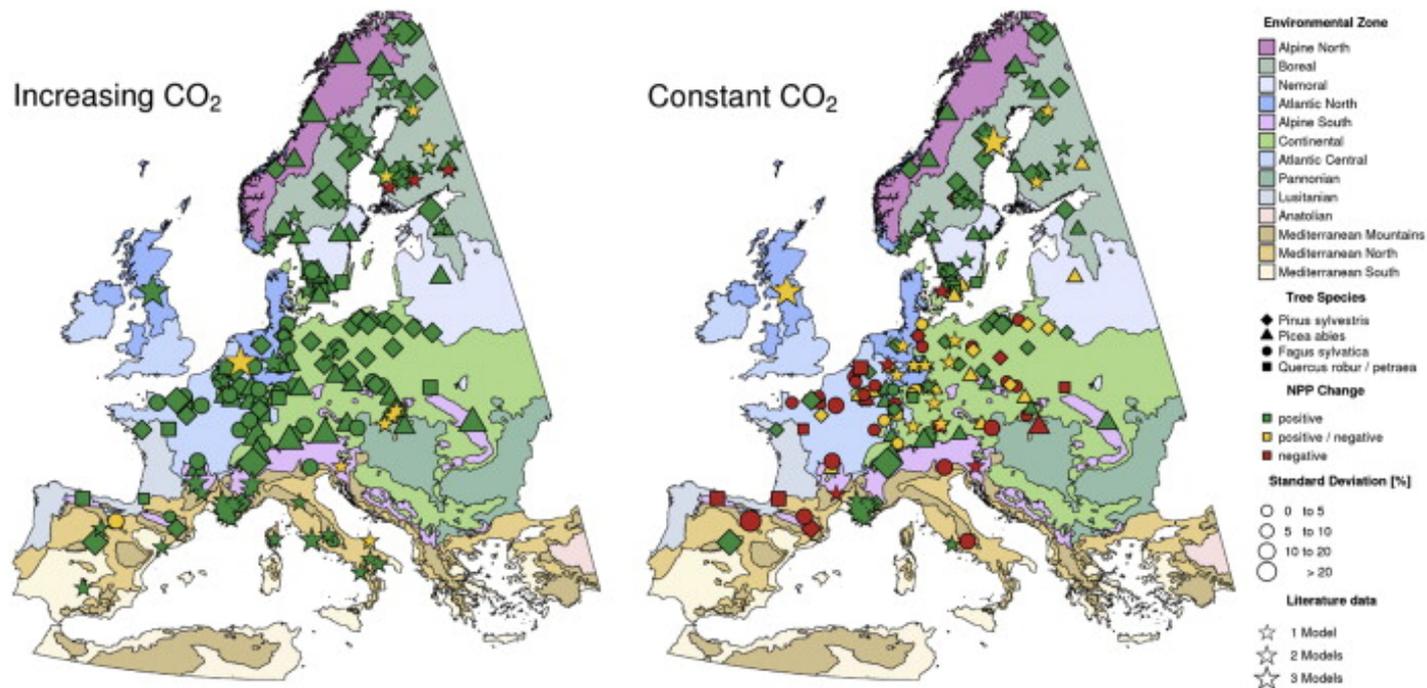


Fig. 3 Projections of changing NPP in Europe from a European-wide application of the 4C model (Reyer et al., 2013a) and a literature review of similar modelling studies (Lindner et al., 2014)

Lindner et al., 2014

Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management?

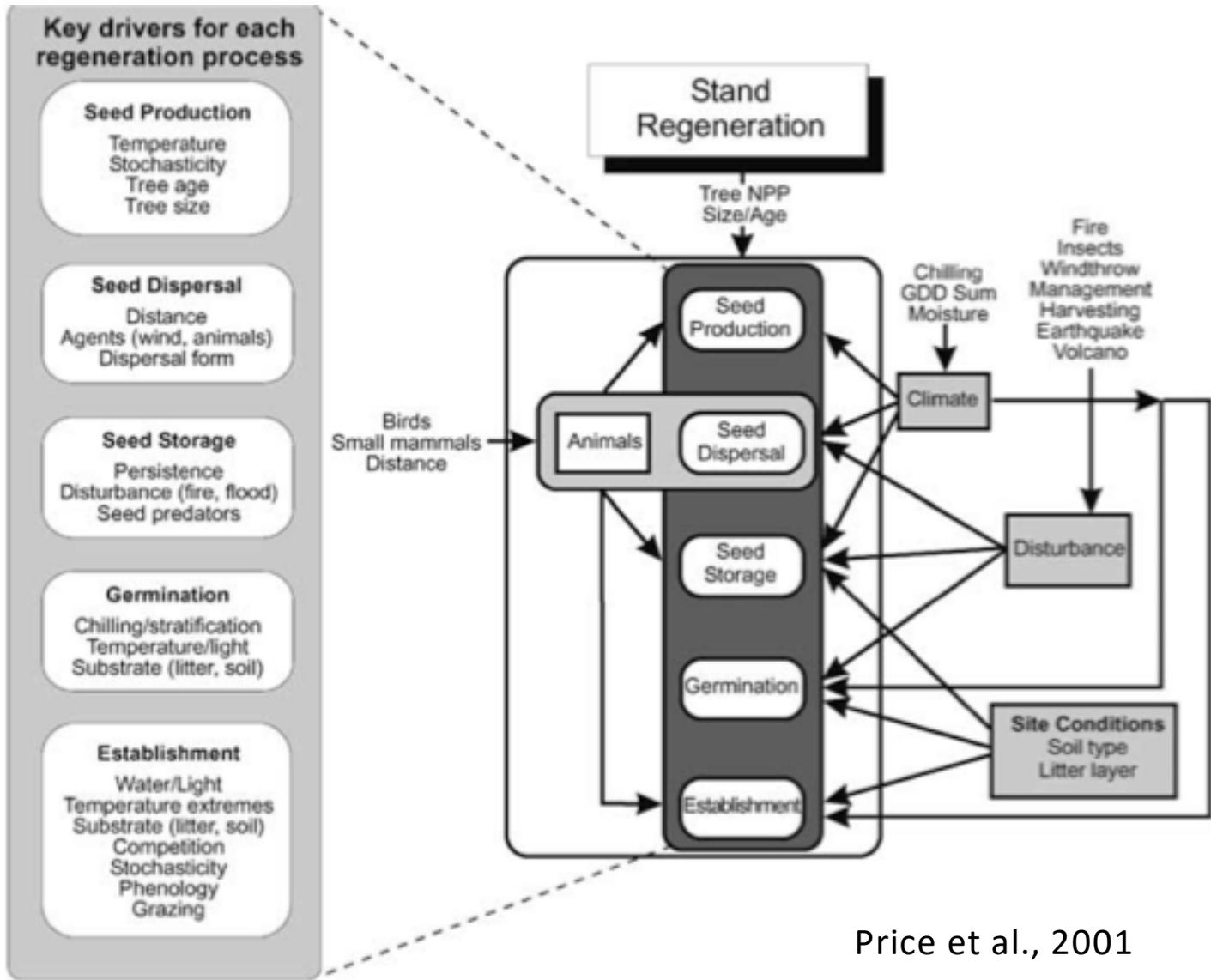
Régénération

CLIMAT et CG

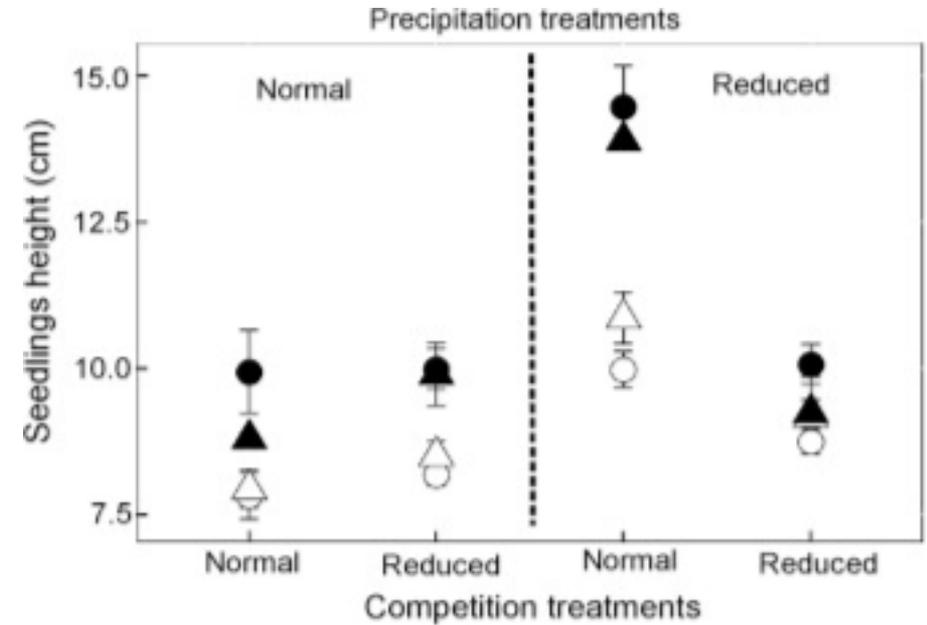
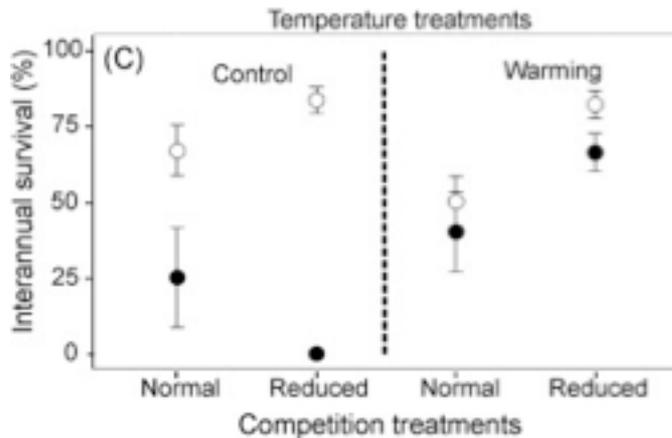
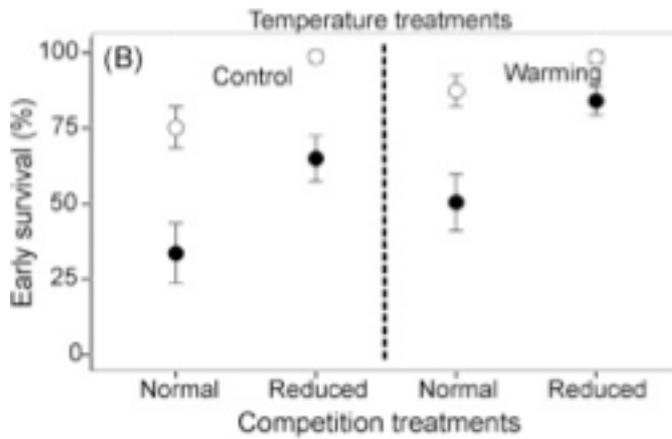
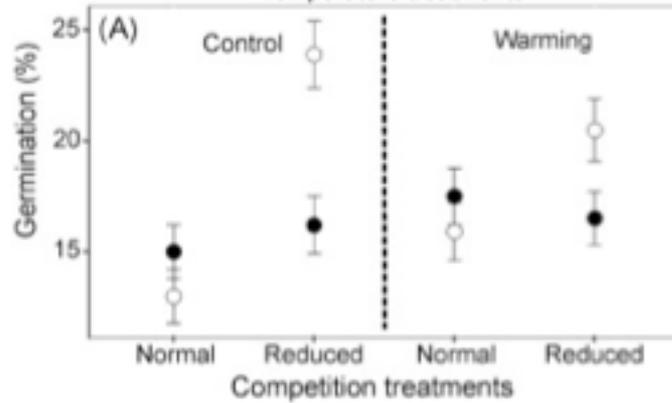
- CO2
- Température
- Stress hydrique

GESTION

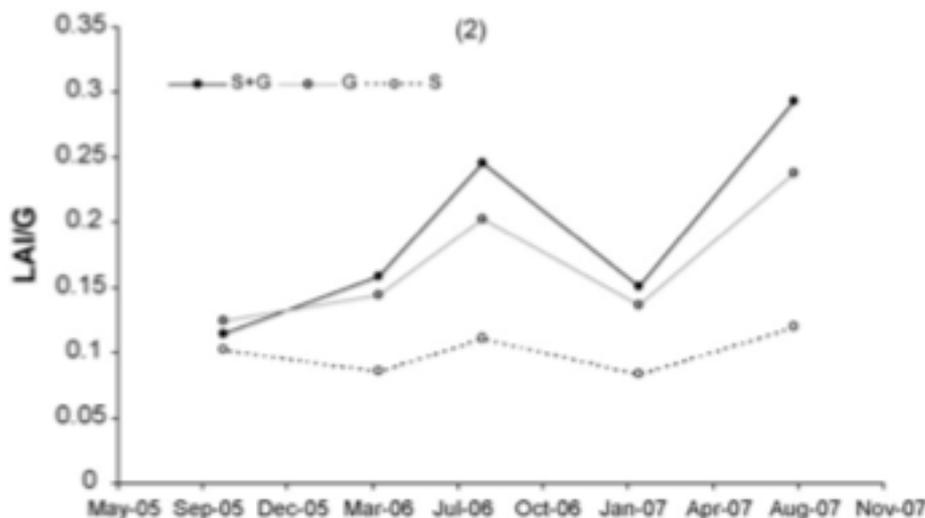
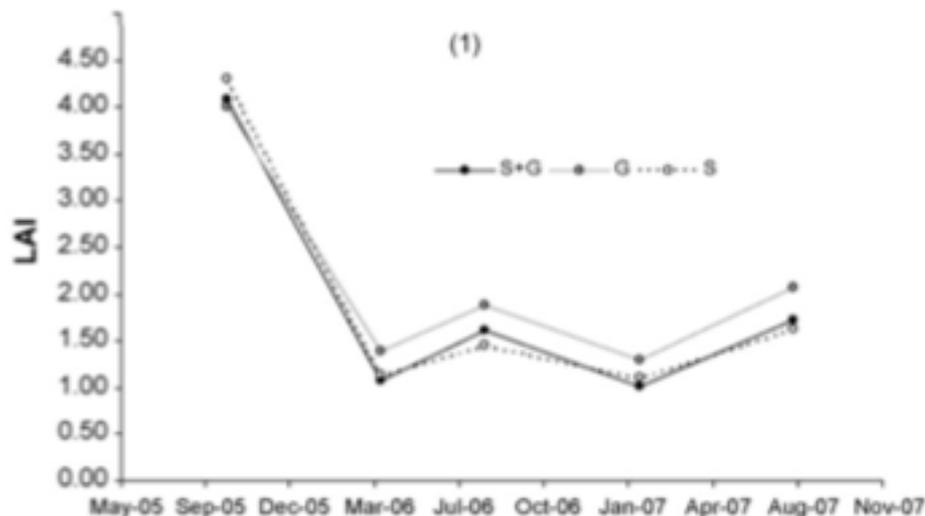
- Compétition
- Lumière
- Microclimat
- Sol



Price et al., 2001



Open circles denote *A. platanooides* and closed circles represent *A. pseudoplatanus*.

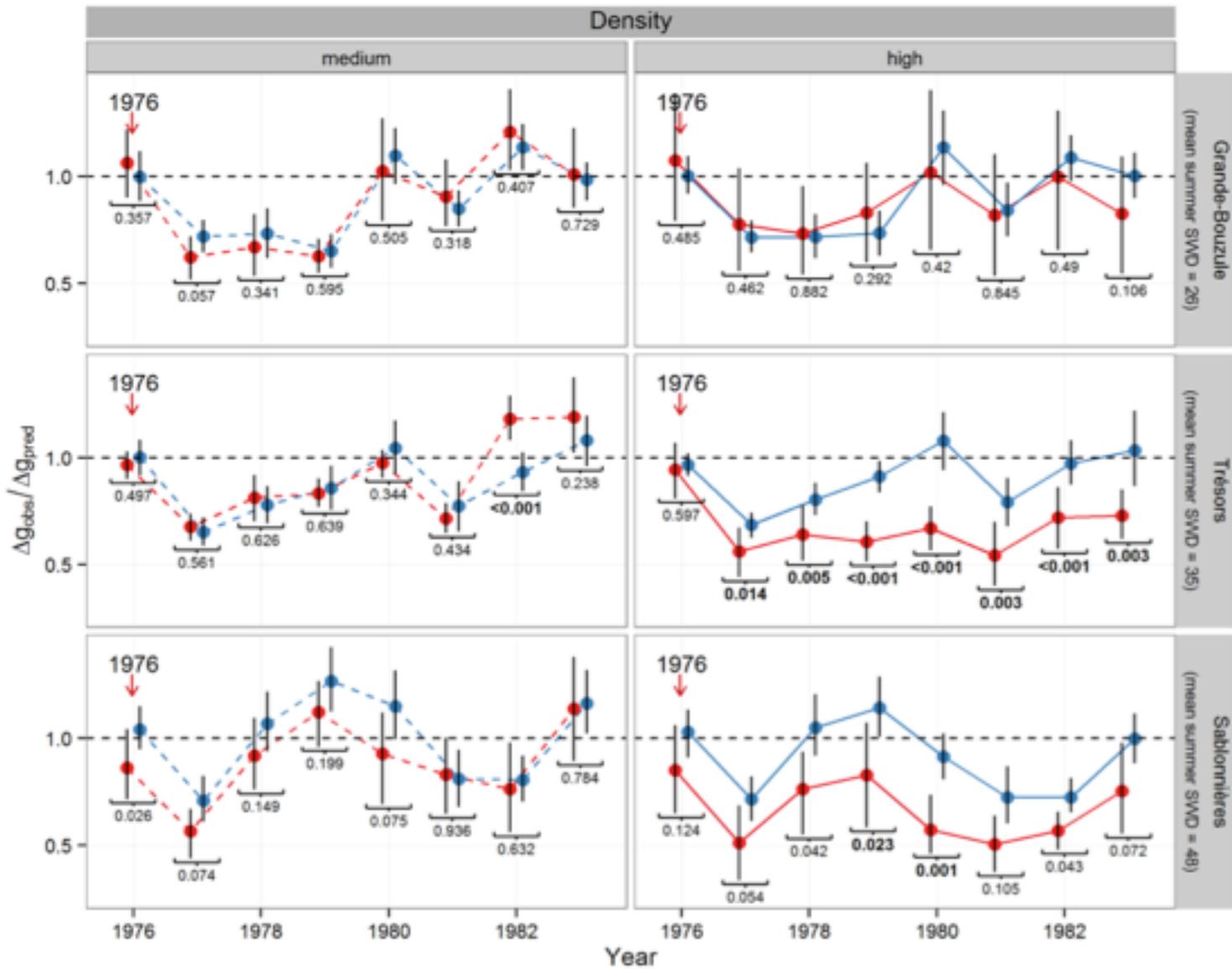


Conséquences écophysologiques d'une éclaircie:

1. Augmentation de la lumière
2. Baisse de la transpiration à l'échelle de la parcelle
3. Hausse du rapport G/LAI arbre
4. Hausse de la transpiration à l'échelle individuel
5. Hausse de l'évaporation du sol
6. Croissance de la strate herbacée
7. Hausse des gelées tardives (surtout en cas de coupes importantes)

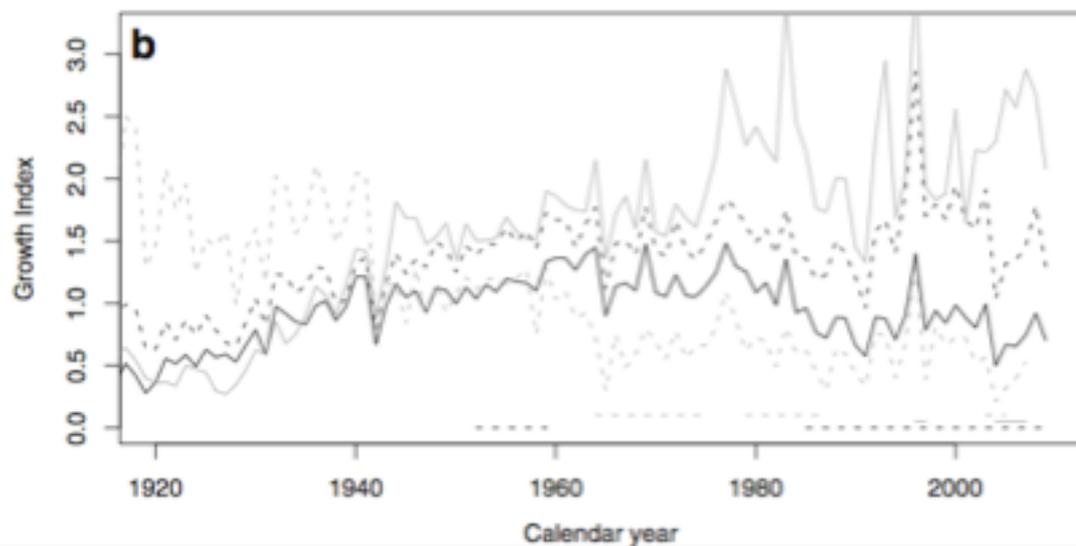
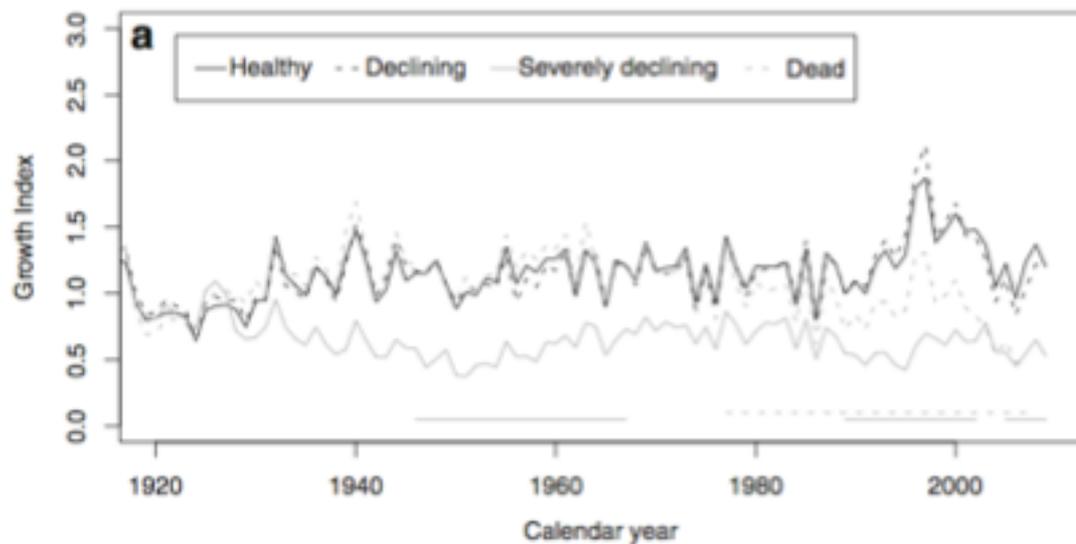
Croissance à l'échelle de l'arbre

Trouvé 2015, réseaux COOP



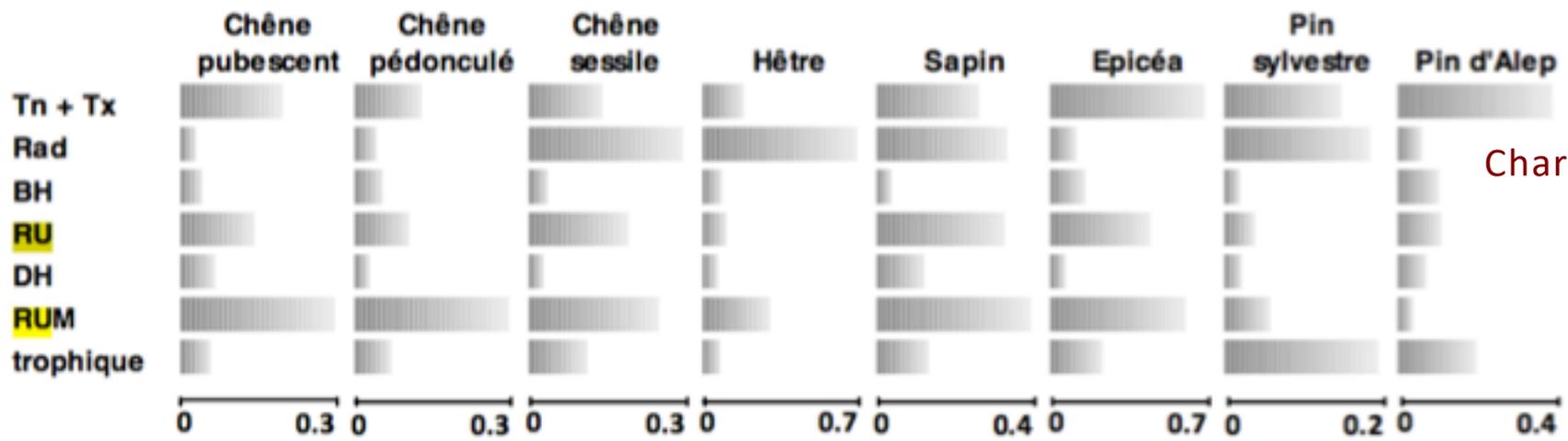
Croissance à l'échelle de l'arbre

Cailleret et al., 2014



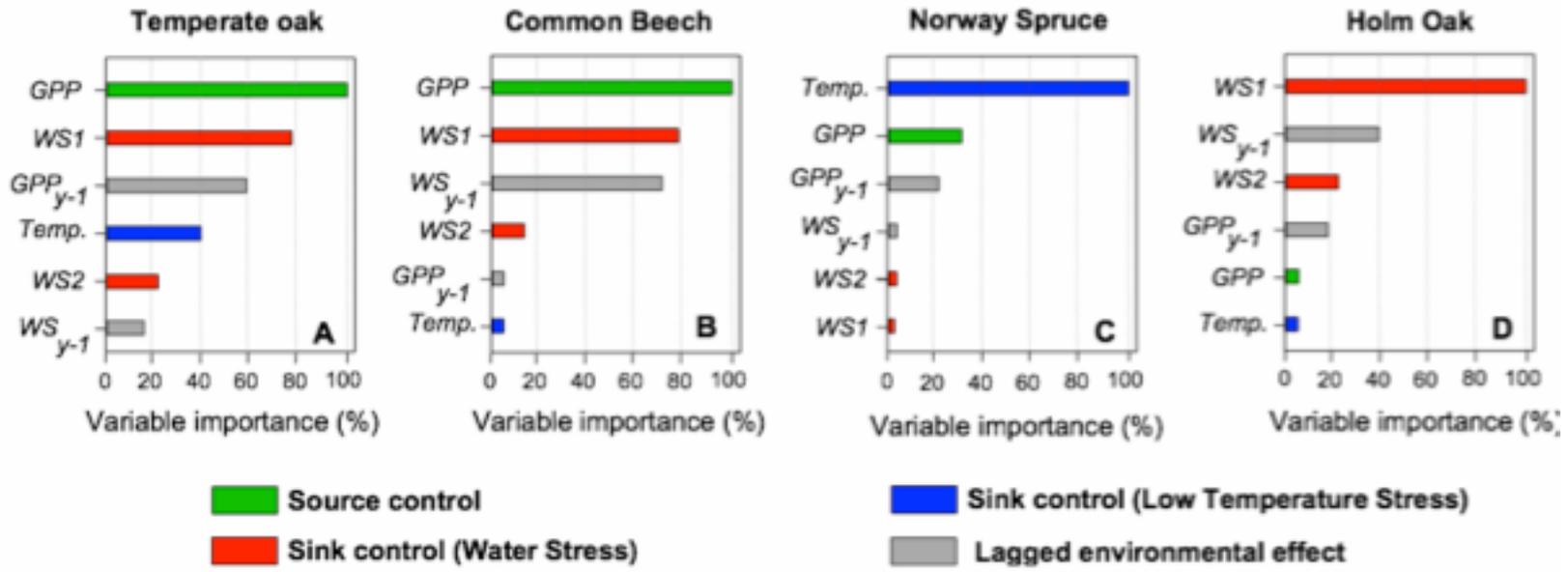
Croissance passée d'arbres morts, défoliés ou sains au Ventoux (a) et en Issole (b)

Couple sol-climat local- gestion



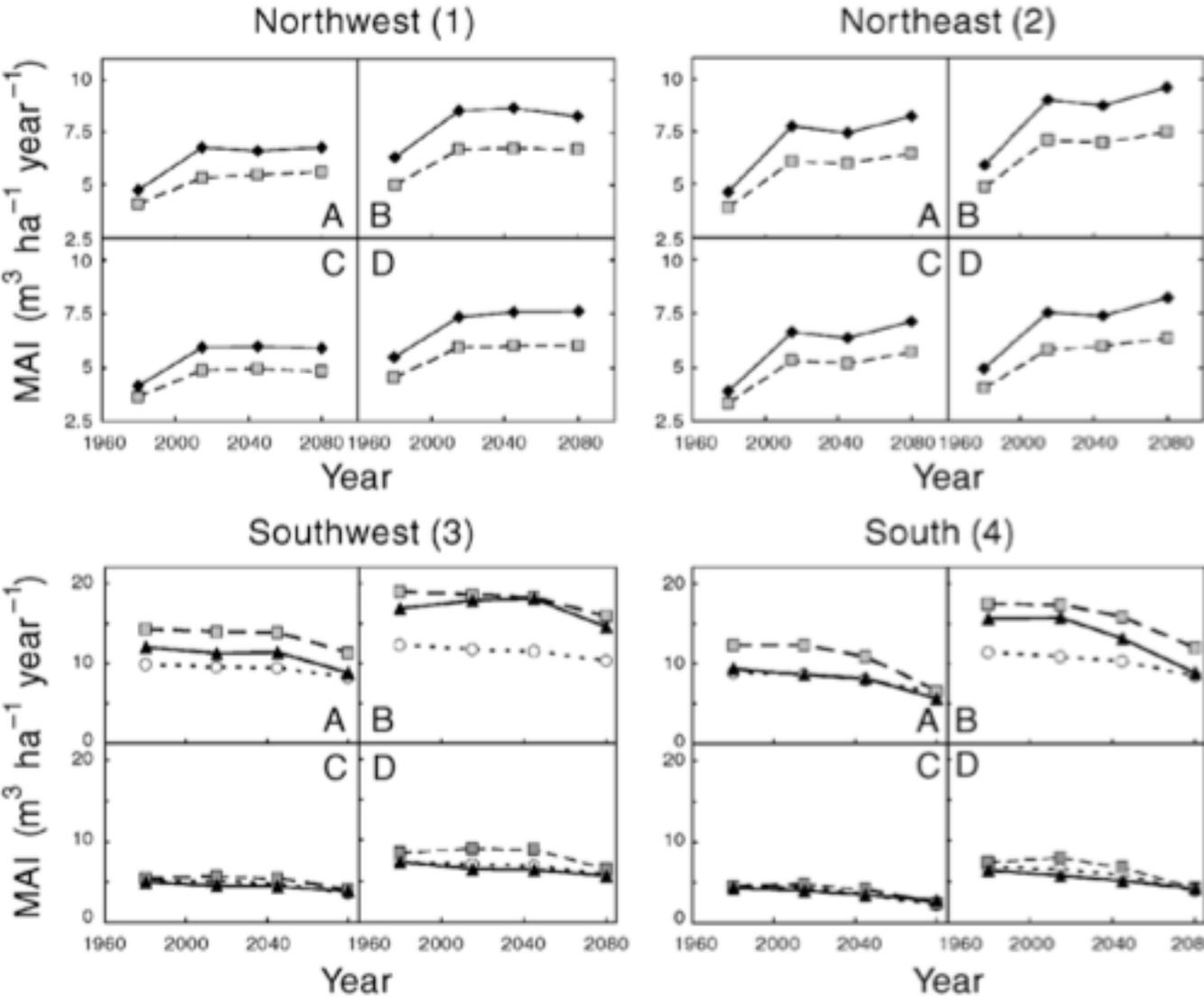
Charru 2012

Tableau 3.4 : Contributions relatives des grandes familles de variables à l'explication de la productivité



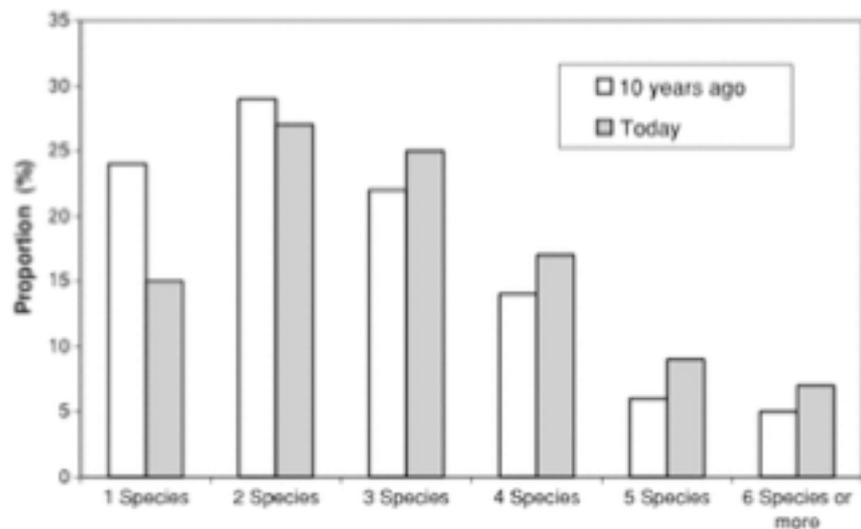
Guillemot 2015
Model CASTANEA

Couple sol-climat local- gestion



Changes in rotation-averaged annual mean increment (MAI) for *Fagus* (north, upper boxes) and *Pinus* (south, lower boxes) from 1980, 2015, 2045 to 2080, for different management scenarios and soil conditions: A and B = high foliar nitrogen concentration; C and D = low foliar nitrogen concentration; A and C = low soil water-holding capacity; B and D = high soil water-holding capacity.

Espèce	Variables	Effet	Sources
Epicéa	Volume	+	Kennel 1965
Hêtre	Volume	-	Kennel 1965
Epicéa	Résistance et résilience (LC)	0	Pretzsch & Uhl 2012
Chêne sessile	Résistance et résilience (LC)	0	Pretzsch & Uhl 2012
Hêtre	Résistance et résilience (LC)	+	Pretzsch & Uhl 2012
Chêne/pin	Résistance et résilience (LC)	0	Merlin et al., 2015



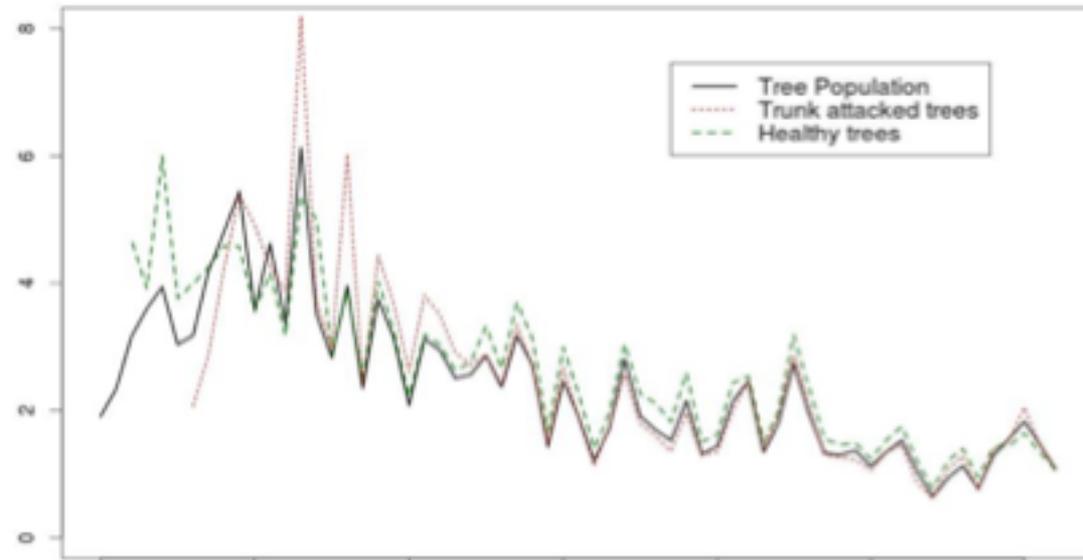
Nombre d'espèces dans les inventaires des forêts bavaroises

Effet mélange est modulé par :

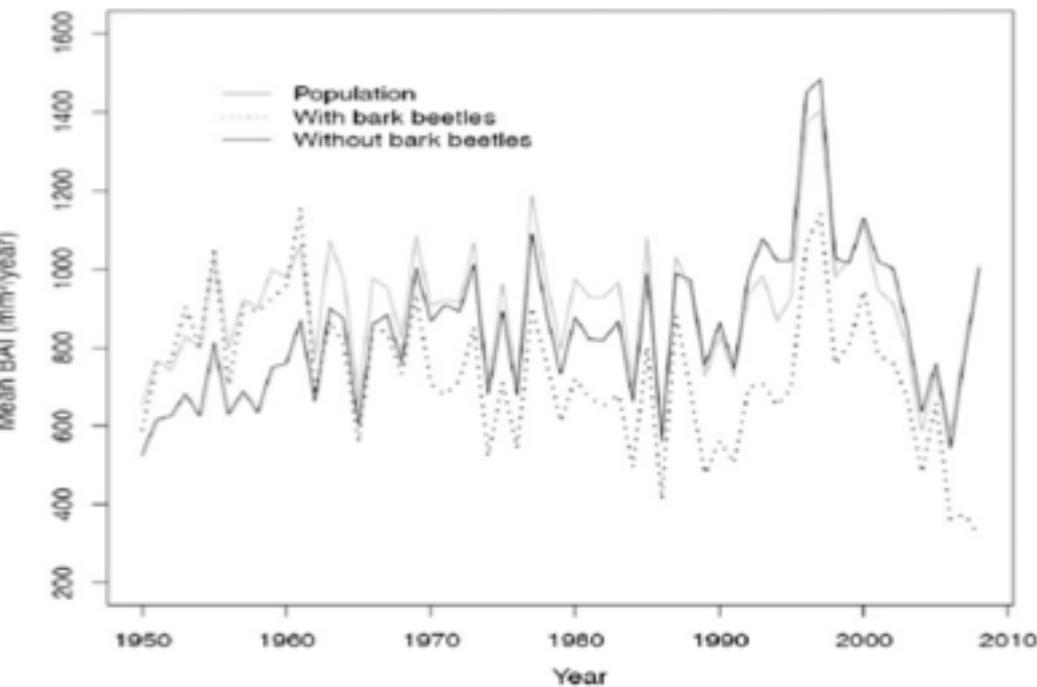
- Effet des perturbations
- Effet de la sylviculture
- Effet de la fertilité
- Effet de la densité

Effet mélange au redémarrage après coupe

Pathogènes



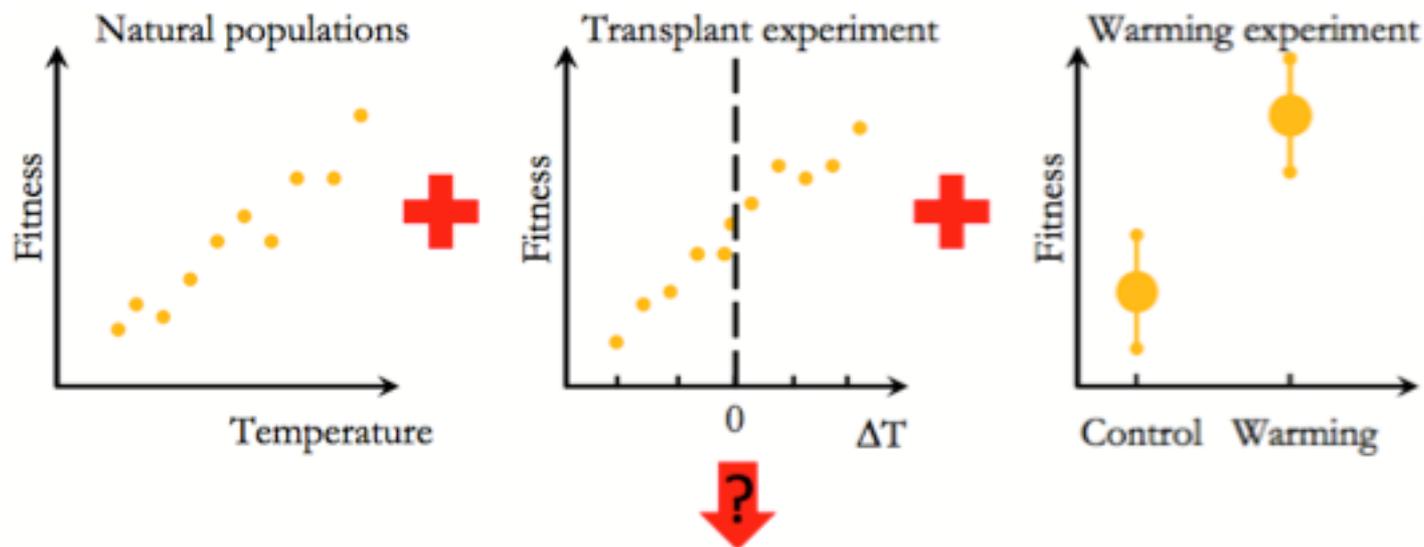
Croissance passée de pin d'Alep
attaqués ou non par des scolytes



Croissance passée de sapins
attaqués ou non par des scolytes

Gillmann 2014

DANGER: extrapoler un cas d'étude et en faire une généralité !!!!



De Frenne et al., 2013

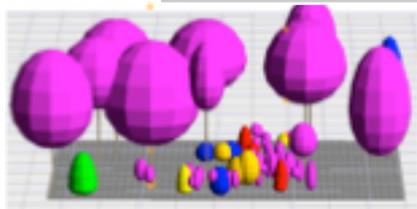
BDD multi-spécifique des paramètres de norme de réactions aux variables d'intérêts du CG

BDD TRY existe déjà, projet TRAITAUT

Inclure la variation intra-spécifique dans les BDD

Liste de traits et typologie a été discuté dans le cadre de FORADAPT

Echelle/résolution	Implémentation informatique	Questions
Arbre avec architecture explicitement décrite	AMAPsim	Quantification des puits et des sources: effet élagage, facteur d'élançement
Parcelle arbre centré avec représentation 3D	NoTG, SAMSARA	Effet compétition pour l'eau et la lumière
Parcelle arbre centré avec génétique et dispersion	PDG	Effet dispersion et adaptation génétique
Parcelle avec arbre moyen	CASTANEA ou CASTANEA-FAGACEES	Effet LAI, comparaison d'espèces, effet rotation
Multi-Parcelles, plurispécifique	FORCEPS (Gap model), Ventoux...	Effet compétition, régénération
Aire de répartition	Modèle de Niche, PHENOFIT	Choix d'espèce, ressources génétiques
Modèle végétation échelle globale	LPJ, ORCHIDEE, ISBA, CASTANEA	Comparaison de services



1. Définir une liste d'espèces d'intérêt avec une hiérarchisation des priorités
2. Définir une liste de questions
3. Etablir une base de données « espèce » en tenant compte de la variation intraspécifique et des différences entre adultes et juvéniles
4. Construire des modèles dédiés au transfert (interface facile à utiliser) pour différents types de questions => plateforme CAPIS est un bon point de départ
5. Produire des simulations à l'échelle des territoires comme outils d'aide à la décision (Projet de Portail)



Principal problème: quels compromis entre généricité, précision et réalisme ?

