Diversité des forêts et résistance aux bio-agresseurs

Hervé Jactel – INRA Bordeaux, France

INRA
SCIENCE & IMPACT

Dendroctone du pin au Canada

Dendroctonus ponderosae

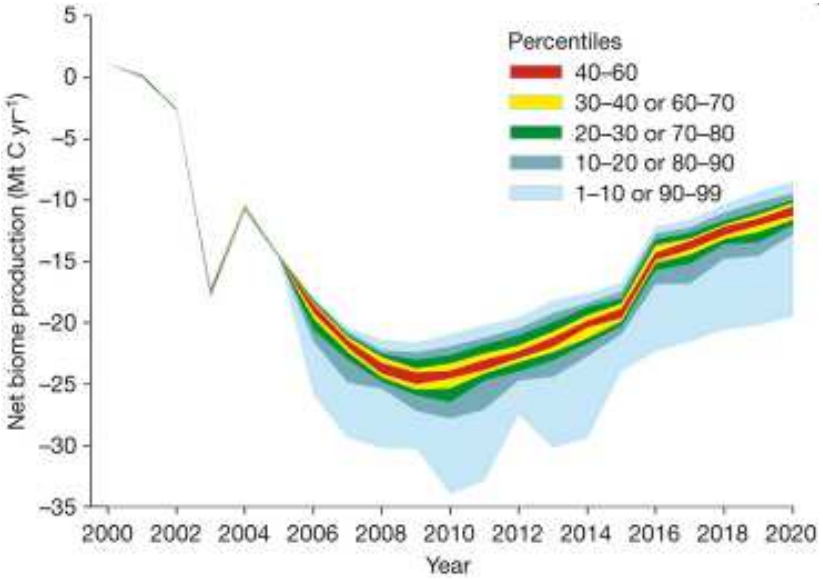
15 ans de pullulation
20 millions ha détruits
1 milliard m³ perdus*(Pinus contorta)*

Vol 452|24 April 2008|doi:10.1038/nature06777 nature

LETTERS

Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change

W. A. Kurz[1], C. C. Dymond[1], G. Stinson[1], G. J. Rampley[1], E. T. Neilson[1], A. L. Carroll[1], T. Ebata[2] & L. Safranyik[1]



Capricorne asiatique

Anoplophora glabripennis

40 millions ha de peupliers plantés en Chine depuis années 80
Pullulations du capricorne affectent jusqu'à 90% des arbres (Ningxia Province)
80 millions arbres abbatus
Coût de la lutte: 1.5 milliards €

Des dégâts majeurs dans les forêts pauvres en essences (boréales, plantations)

Pas de pullulations connues dans les forêts très diverses (tropicales humides)

Relation entre diversité des forêts et résistance aux insectes ravageurs ?

1. Analyse quantitative des données de la littérature scientifique

2. Données empiriques à l'échelle européenne

Ecology Letters, (2007) **10**: 835–848 doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01073.x

LETTER

Tree diversity reduces herbivory by forest insects

Hervé Jactel[1]* and Eckehard G. Brockerhoff[2]

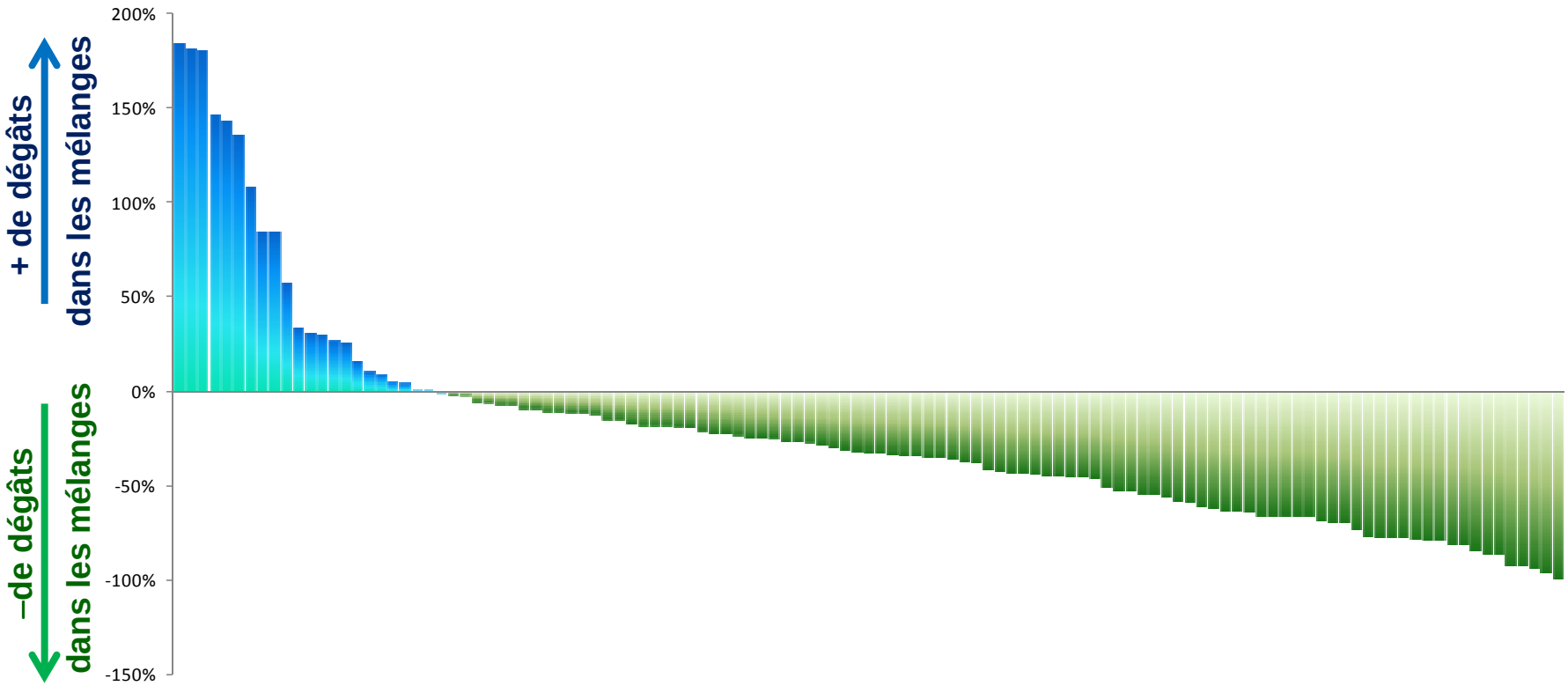
Comparaison sur les mêmes sites, à la même période:

- moyenne des dégâts d'une espèce donnée d'insecte
- sur une espèce donnée d'arbre
- gérée en peuplements ***purs*** vs. ***mélangés***

$$\ln R = \ln\left(\frac{\bar{X}_{mélangé}}{\bar{X}_{pur}}\right)$$

119 études (1966 – 2006)

33 espèces d'arbre, 33 espèces d'insectes ravageurs



- ***Moins de dégâts dans les mélanges dans 80% des cas***
- ***36% de dégâts en moins pour une essence gérée en forêt mixte***

Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 15 (2013) 281–291

Contents lists available at ScienceDirect

Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ppees

Forum

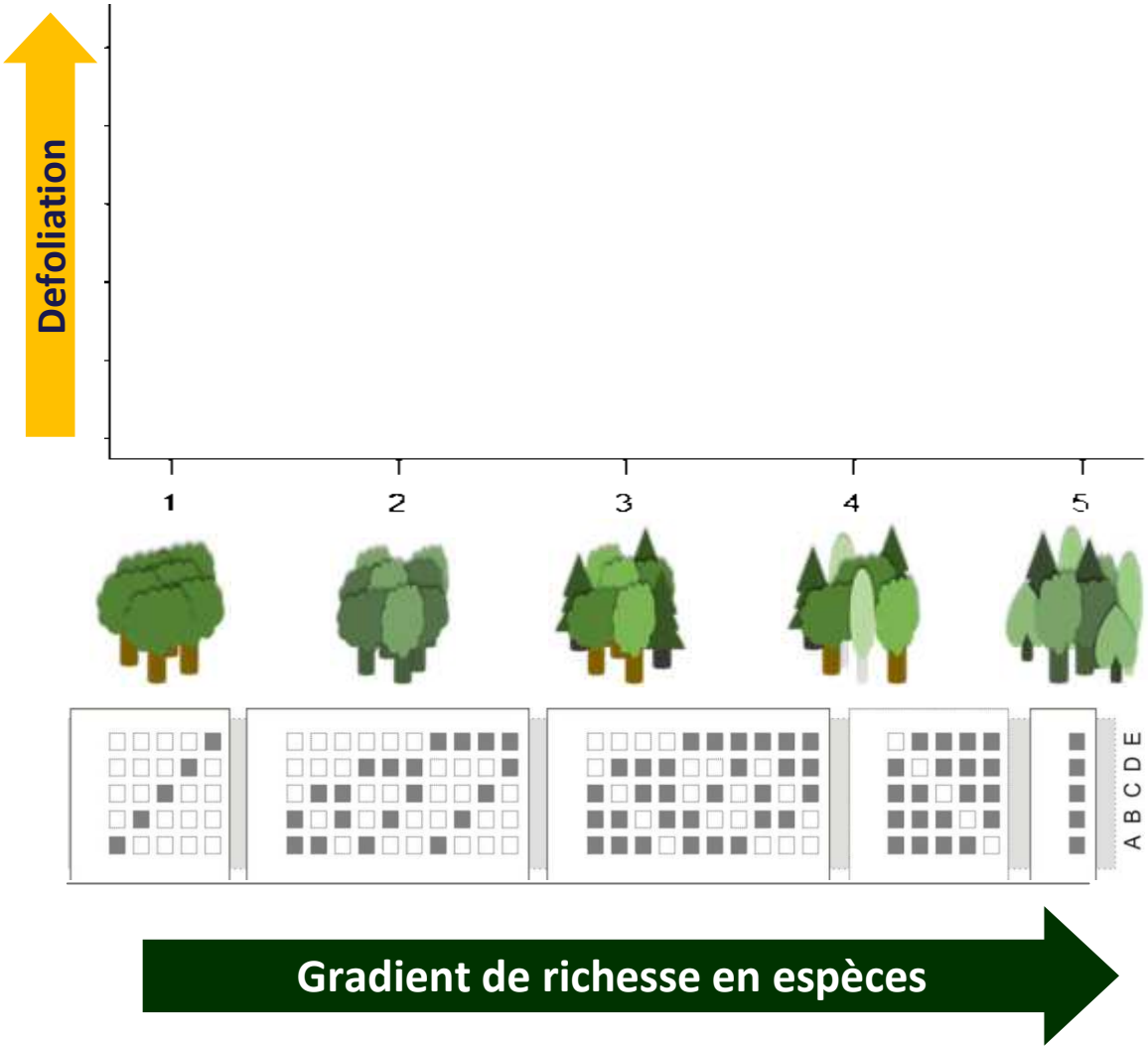
A novel comparative research platform designed to determine the functional significance of tree species diversity in European forests

6 pays

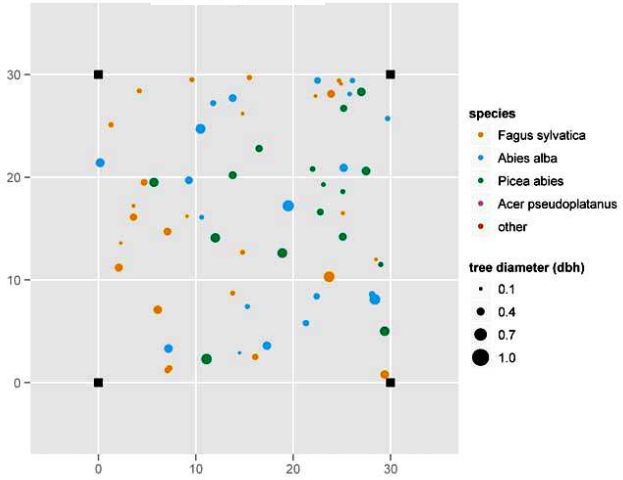
3 biomes: méditerranéen, tempéré, boréal

15 essences principales

Effets de la diversité en essences sur l'intensité des défoliations



30 x 30m

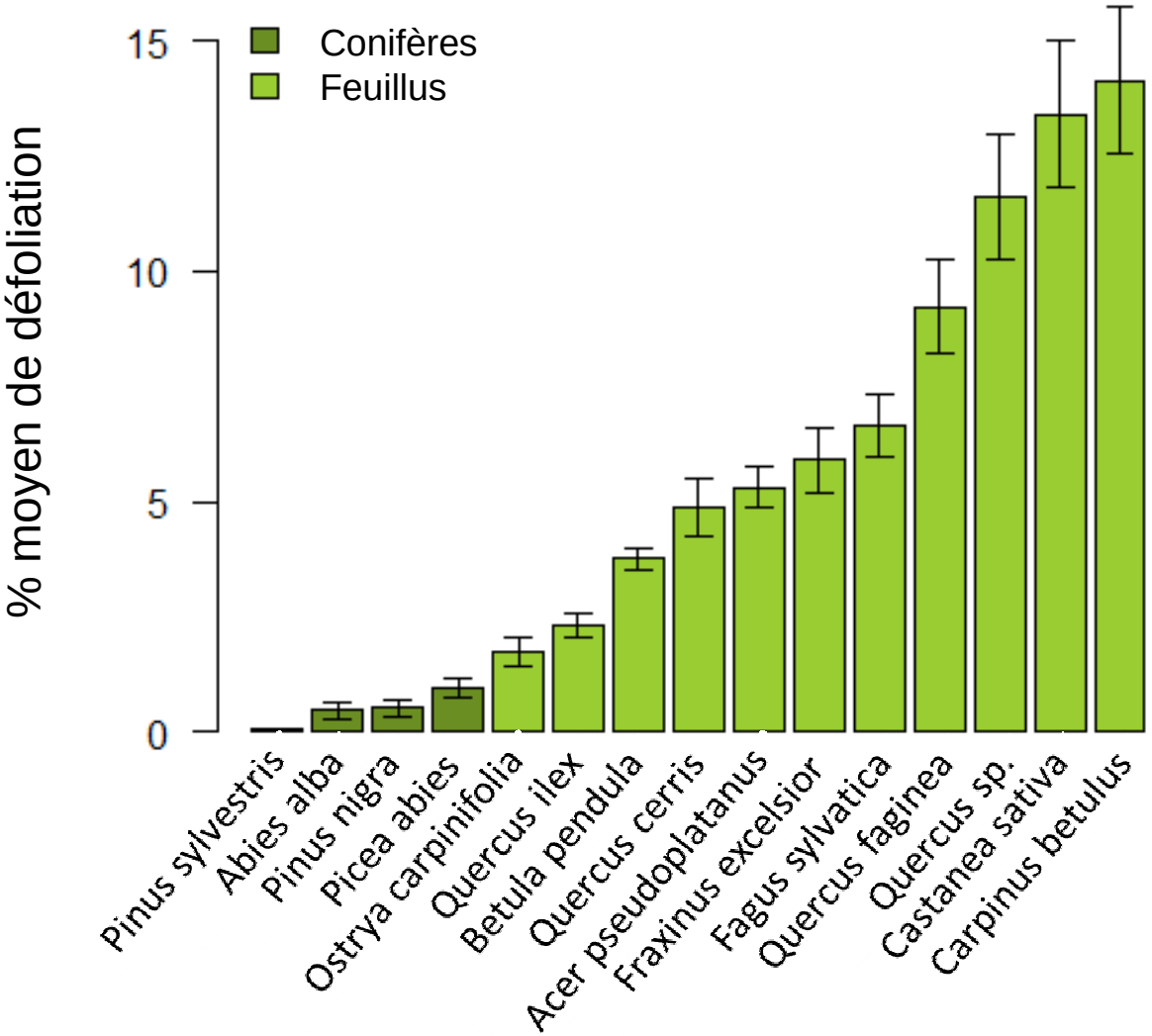


214 forêts
13 609 arbres

3 arbres observés/essence

1 670 arbres observés

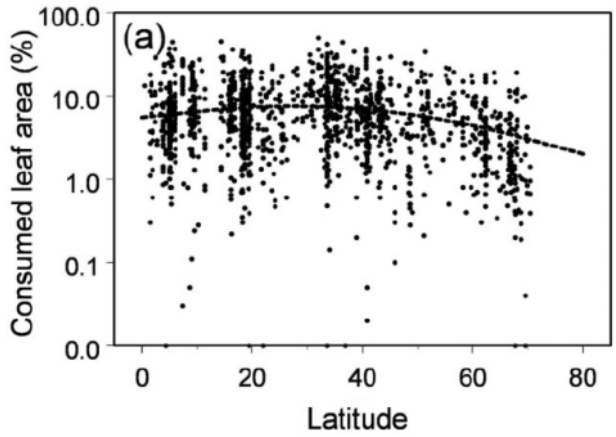
Effets de la diversité en essences sur l'intensité des défoliations



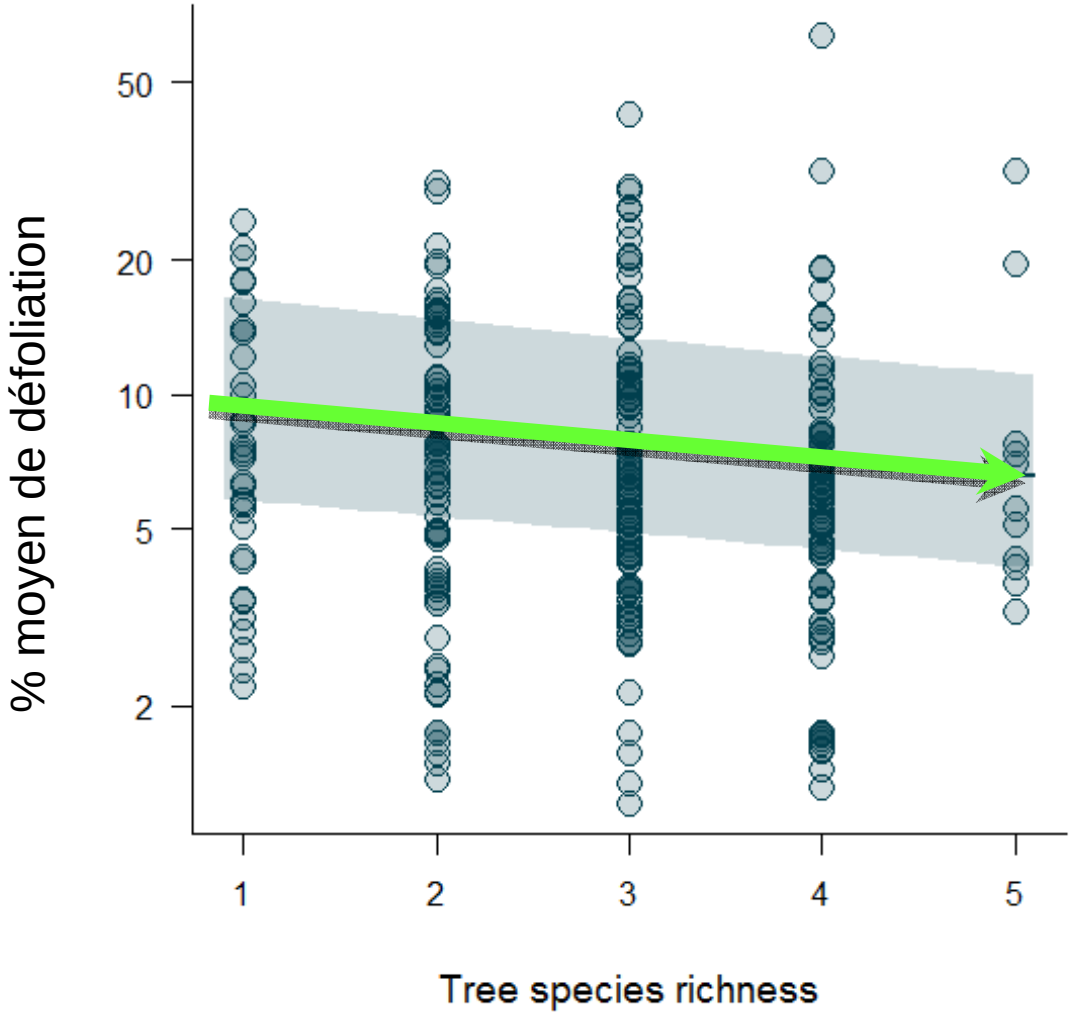
Global Ecology and Biogeography, (Global Ecol. Biogeogr.) (2015)

Global patterns in background losses of woody plant foliage to insects

Mikhail V. Kozlov*, Vojtěch Lanta†, Vitali Zverev and Elena L. Zvereva



Effets de la diversité en essences sur l'intensité des défoliations



$F_{1,328}$ = 16.01, ***P* < 0.001**

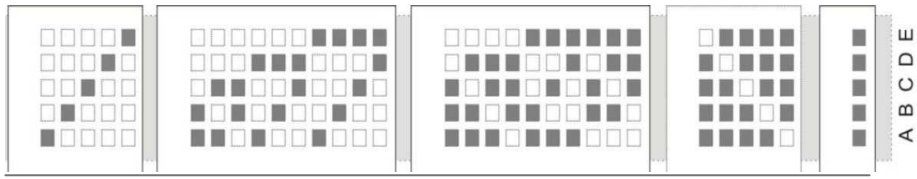
Résistance par association

9.6% monocultures

↓

6.6% mèlanges à 5 spp.

- 31%



Cynips du châtaignier en Italie

Dryocosmus kuriphilus

Cynips du châtaignier en Italie

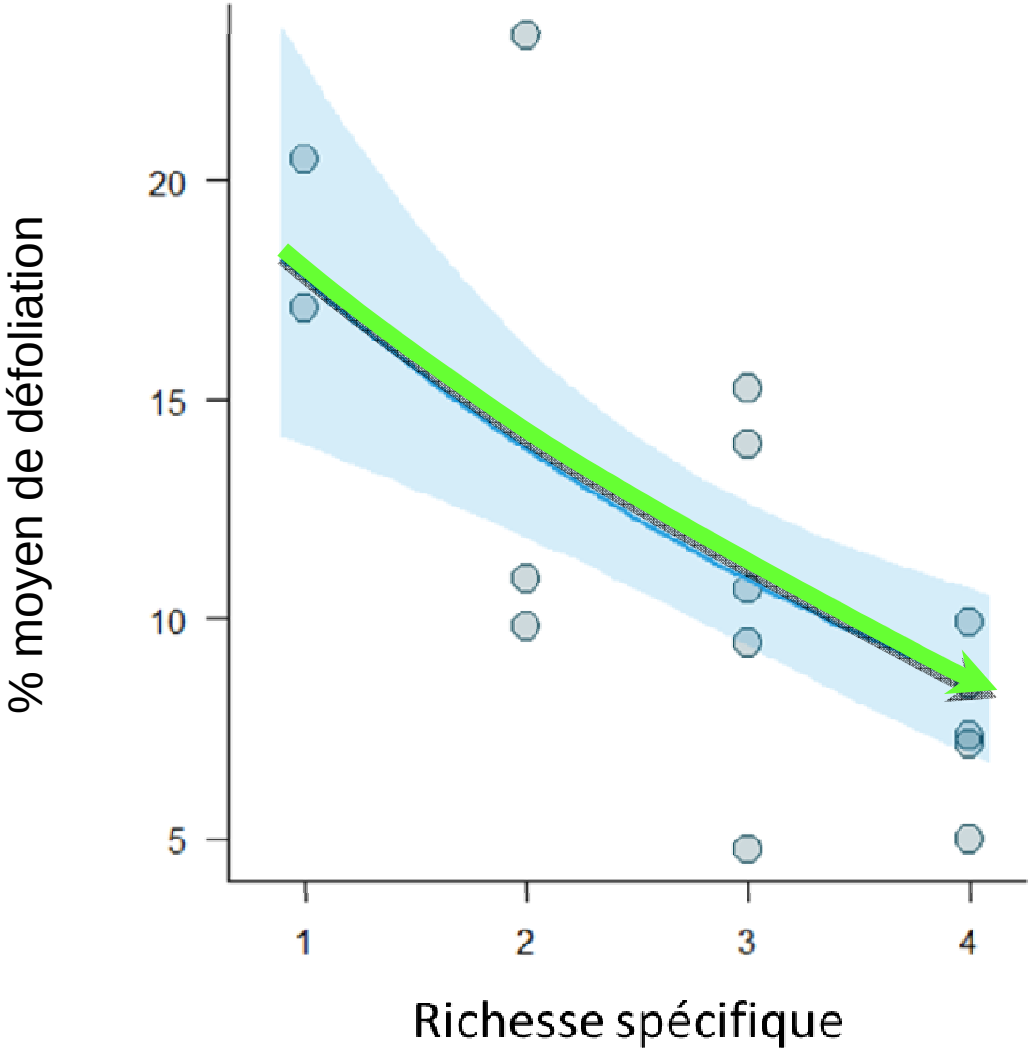
□ 80%

Agricultural and Forest Entomology (2013), DOI: 10.1111/afe.12036

Invasion by the chestnut gall wasp in Italy causes significant yield loss in *Castanea sativa* nut production

Andrea Battisti*, Isadora Benvegnù*†, Fernanda Colombari* and Robert A. Haack‡

Cynips du châtaignier en Italie



Résistance par association

-50%

Citation: Guyot V, Castagneyrol B, Vialatte A, Deconchat M, Selvi F, Bussotti F, et al. (2015) Tree Diversity Limits the Impact of an Invasive Forest Pest. PLoS ONE 10(9): e0136469. doi:10.1371/journal.

Les mécanismes écologiques de la résistance des forêts mélangées

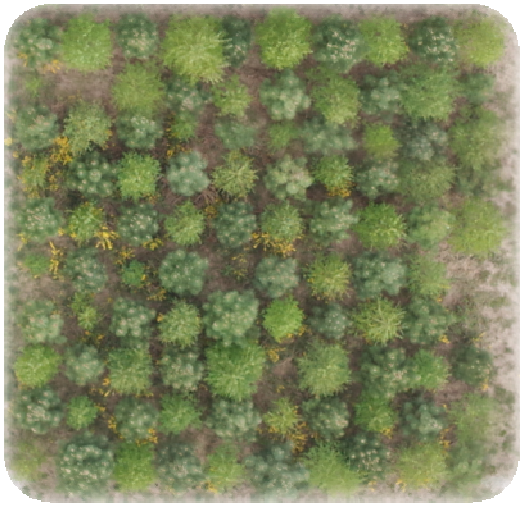
Dispositif expérimental *ORPHEE*

List of the 32 plots corresponding to the 31 combinations

1	Bp				
2	Qr				
3	Qp				
4	Qi				
5	Pp				
6	Bp	Qr			
7	Bp	Qp			
8	Bp	Qi			
9	Bp	Pp			
10	Qr	Qp			
11	Qr	Qi			
12	Qr	Pp			
13	Qp	Qi			
14	Qp	Pp			
15	Qi	Pp			
16	Bp	Qr	Qp		
17	Bp	Qr	Qi		
18	Pp	Qr	Bp		
19	Qi	Qp	Bp		
20	Qp	Pp	Bp		
21	Pp	Bp	Qi		
22	Qr	Qp	Qi		
23	Qr	Pp	Qp		
24	Qi	Qr	Pp		
25	Qp	Qi	Pp		
26	Bp	Qr	Qi	Qp	
27	Qr	Pp	Bp	Qp	
28	Pp	Qr	Bp	Qi	
29	Pp	Qp	Qi	Bp	
30	Qp	Pp	Qi	Qr	
31	Bp	Pp	Qp	Qi	Qr
32	Bp	Pp	Qp	Qi	Qr

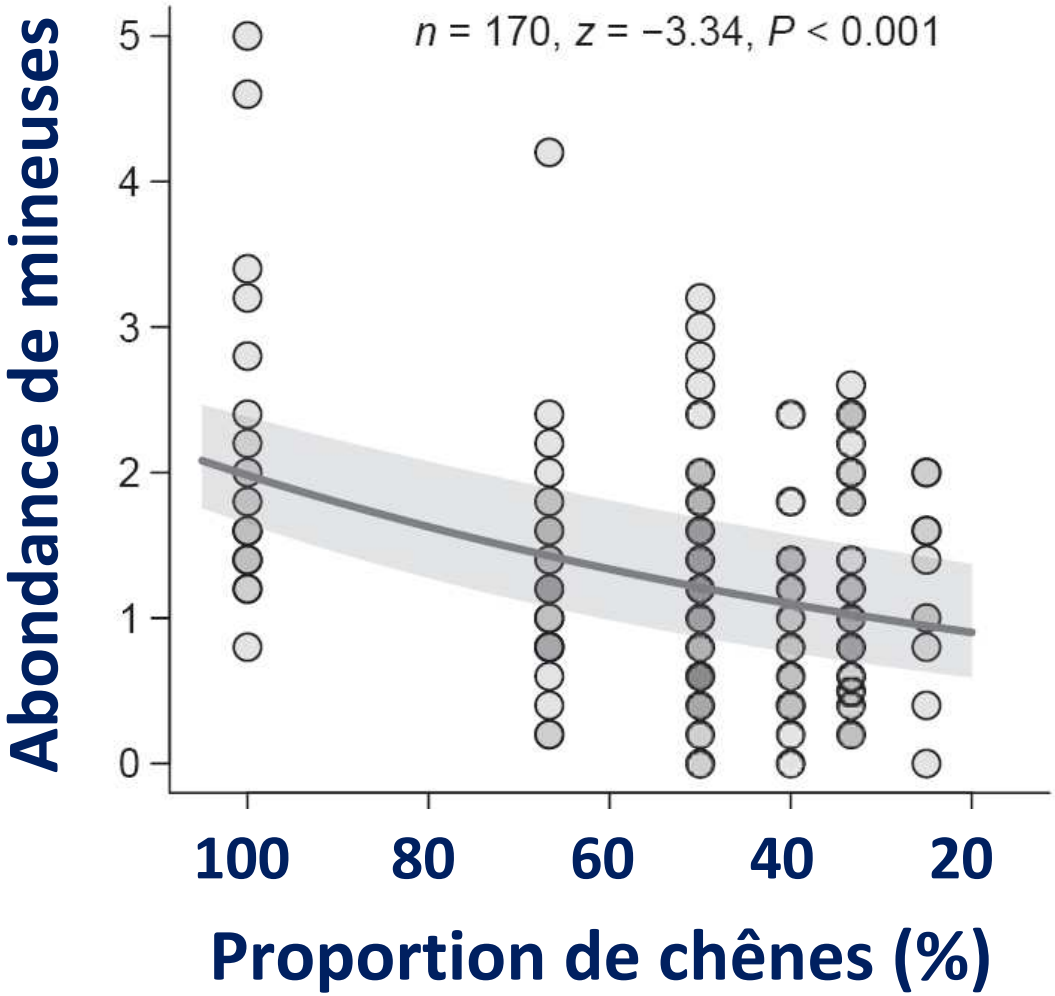
Betula pendula
Quercus robur
Quercus pyrenaica
Quercus ilex
Pinus pinaster

xylosylve
xyloforest



TreeDivNet

1. Réduction de la quantité de ressource alimentaire

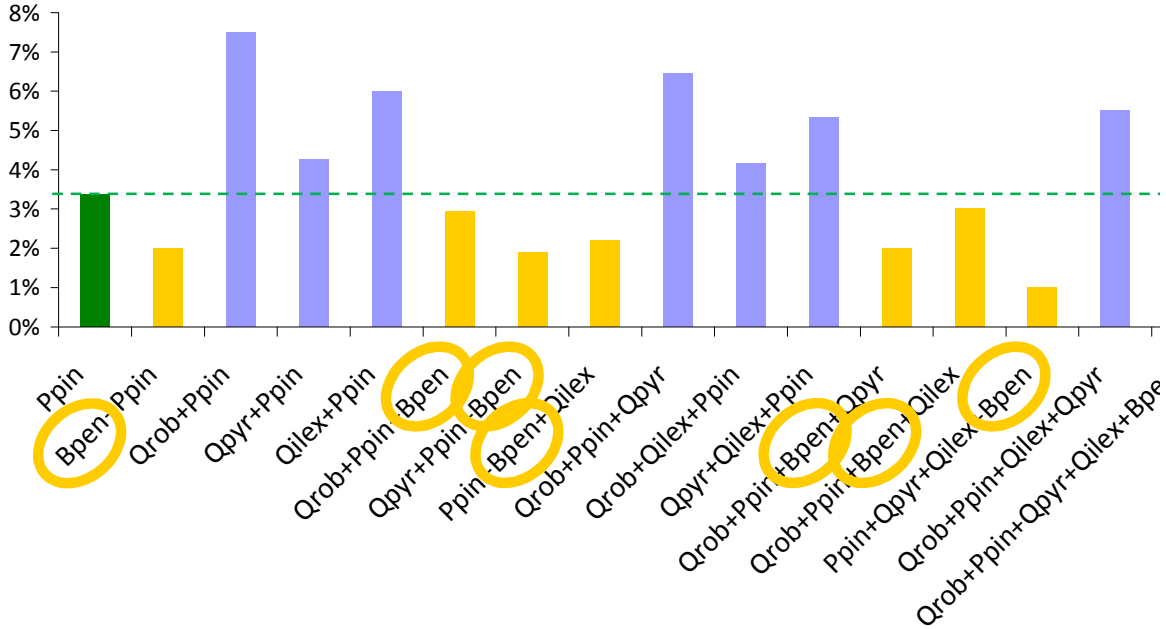


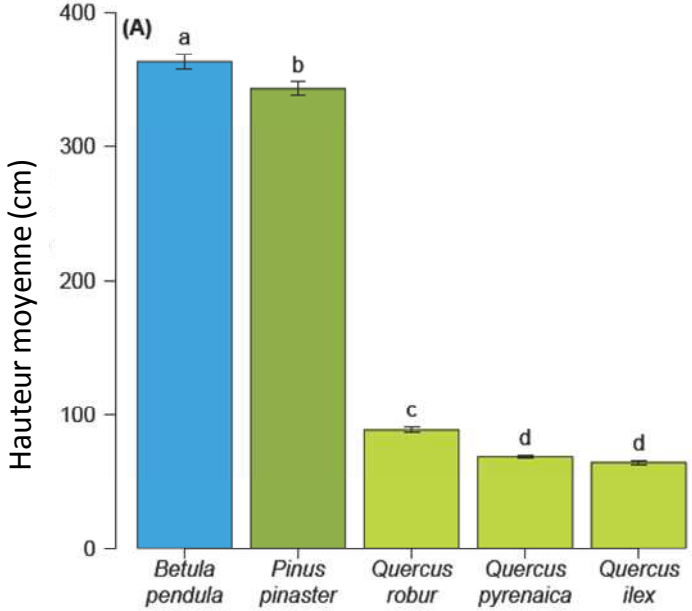
100 YEARS Journal of Ecology
British Ecological Society
Journal of Ecology
doi: 10.1111/1365-2745.12055

Plant apparency, an overlooked driver of associational resistance to insect herbivory

Bastien Castagneyrol[1,2]*, Brice Giffard[1,2], Christelle Péré[1,2] and Hervé Jactel[1,2]

2. Réduction de l'accessibilité à la ressource





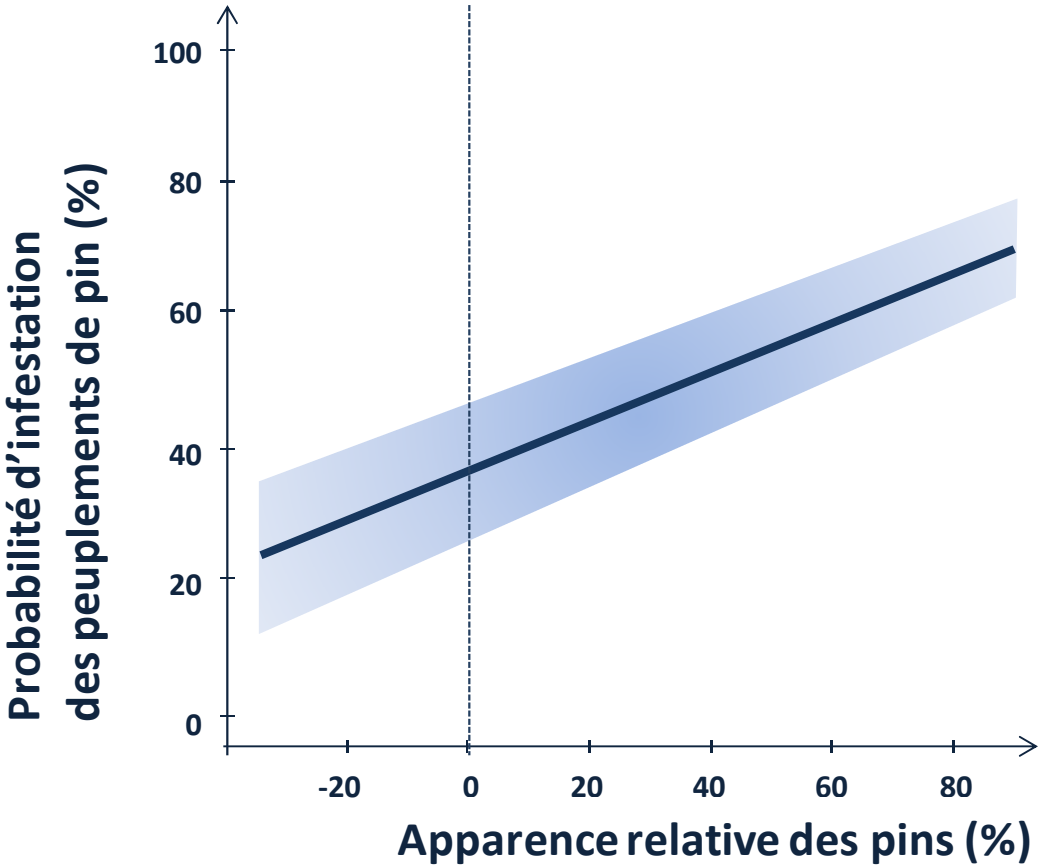
GfÖ
GfÖ Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland
Basic and Applied Ecology xxx (2014) xxx–xxx

Basic and Applied Ecology
www.elsevier.com/locate/baae

Tree species composition rather than diversity triggers associational resistance to the pine processionary moth

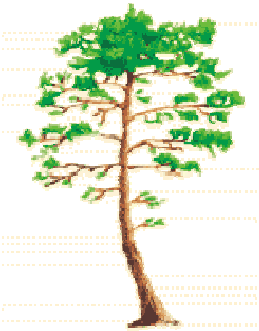
Bastien Castagneyrol[a,b,*], Margot Régolini[a,b,c], Hervé Jactel[a,b]

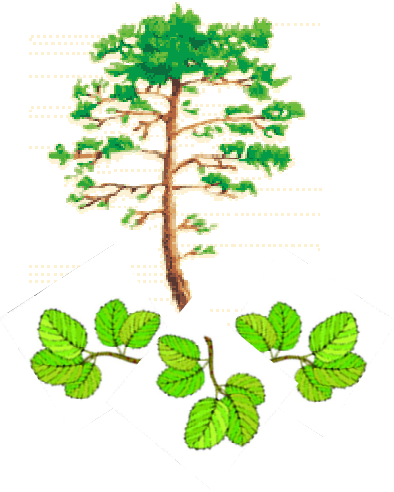
2. Réduction de l'accessibilité à la ressource

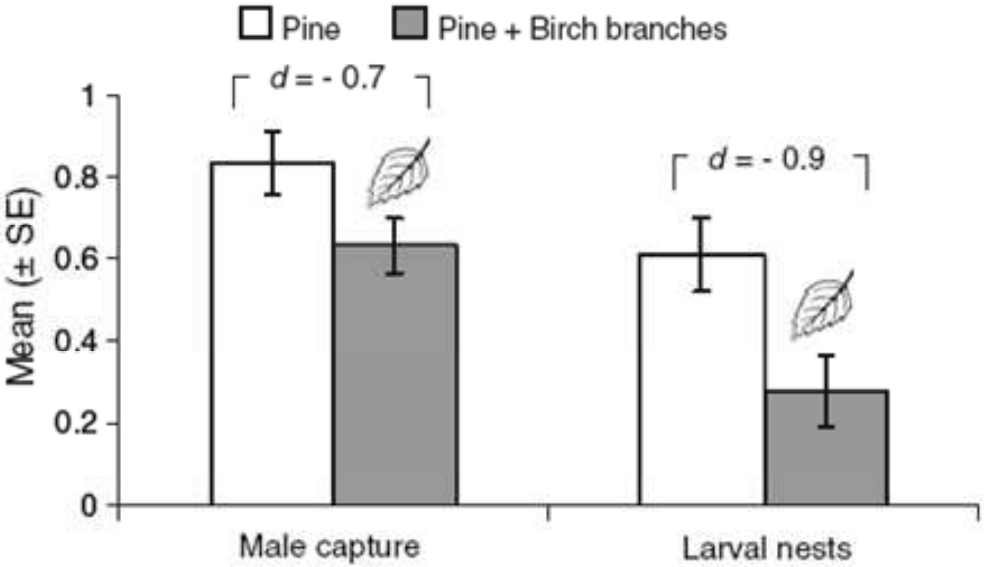


$$\frac{hauteur_{pins} - hauteur_{voisins}}{hauteur_{pins}}$$

2. Réduction de l'accessibilité à la ressource







Oecologia (2011) 166:703–711
DOI 10.1007/s00442-011-1918-z

PLANT-ANIMAL INTERACTIONS - ORIGINAL PAPER

Non-host volatiles mediate associational resistance to the pine processionary moth

H. Jactel · G. Birgersson · S. Andersson · F. Schlyter

2. Réduction de l'accessibilité à la ressource

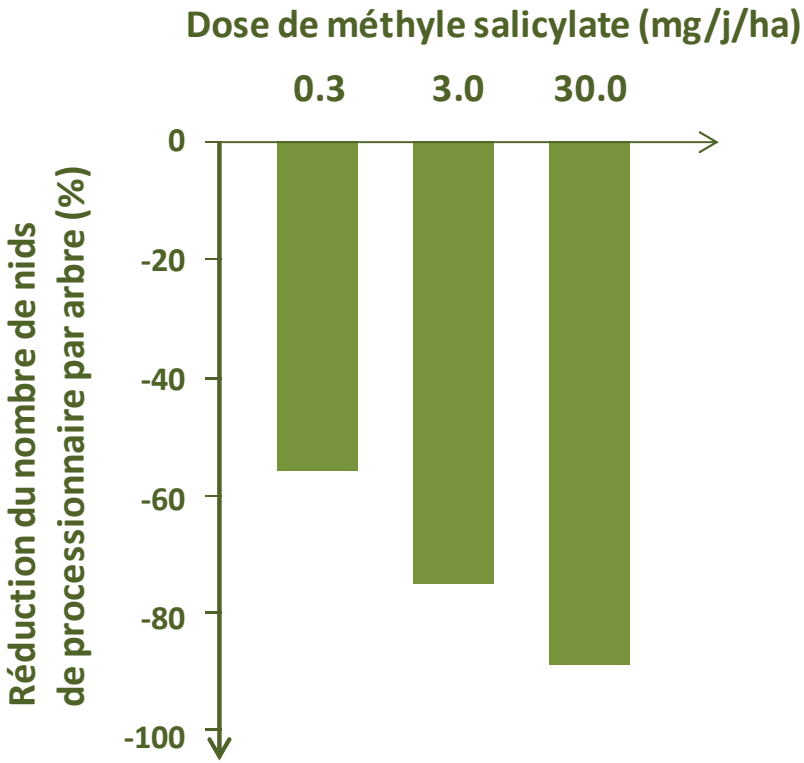
Oecologia (2011) 166:703–711
DOI 10.1007/s00442-011-1918-z

PLANT-ANIMAL INTERACTIONS - ORIGINAL PAPER

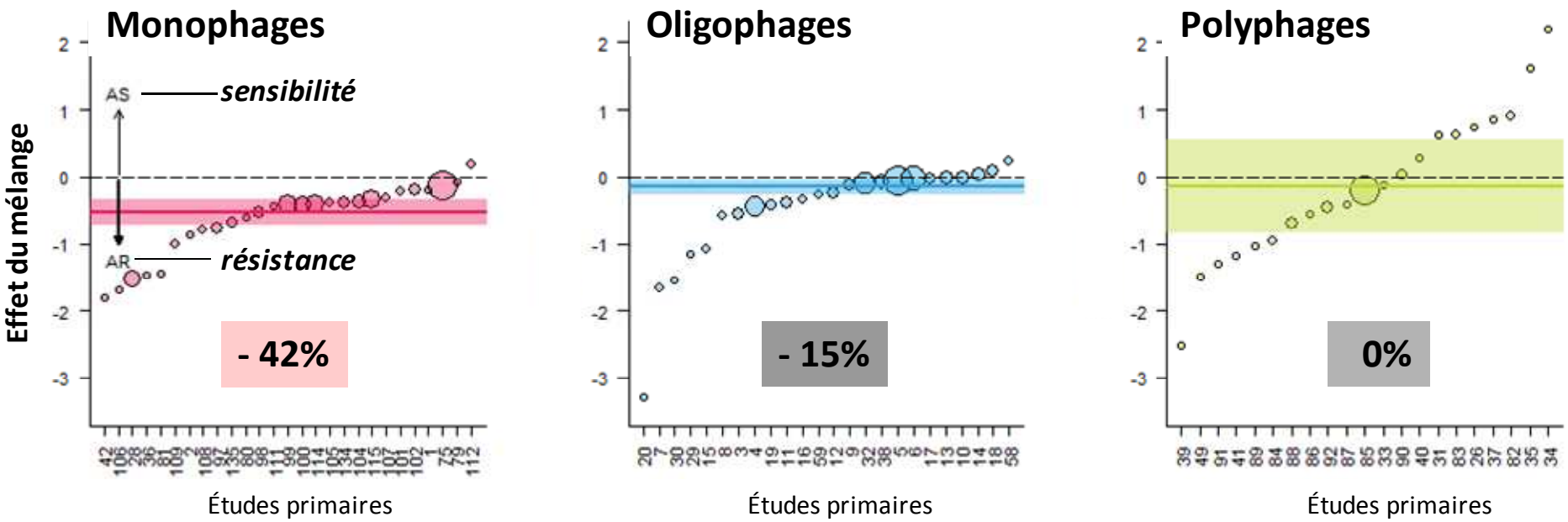
Non-host volatiles mediate associational resistance to the pine processionary moth

H. Jactel · G. Birgersson · S. Andersson · F. Schlyter

Méthyle salicylate



2. Réduction de l'accessibilité à la ressource

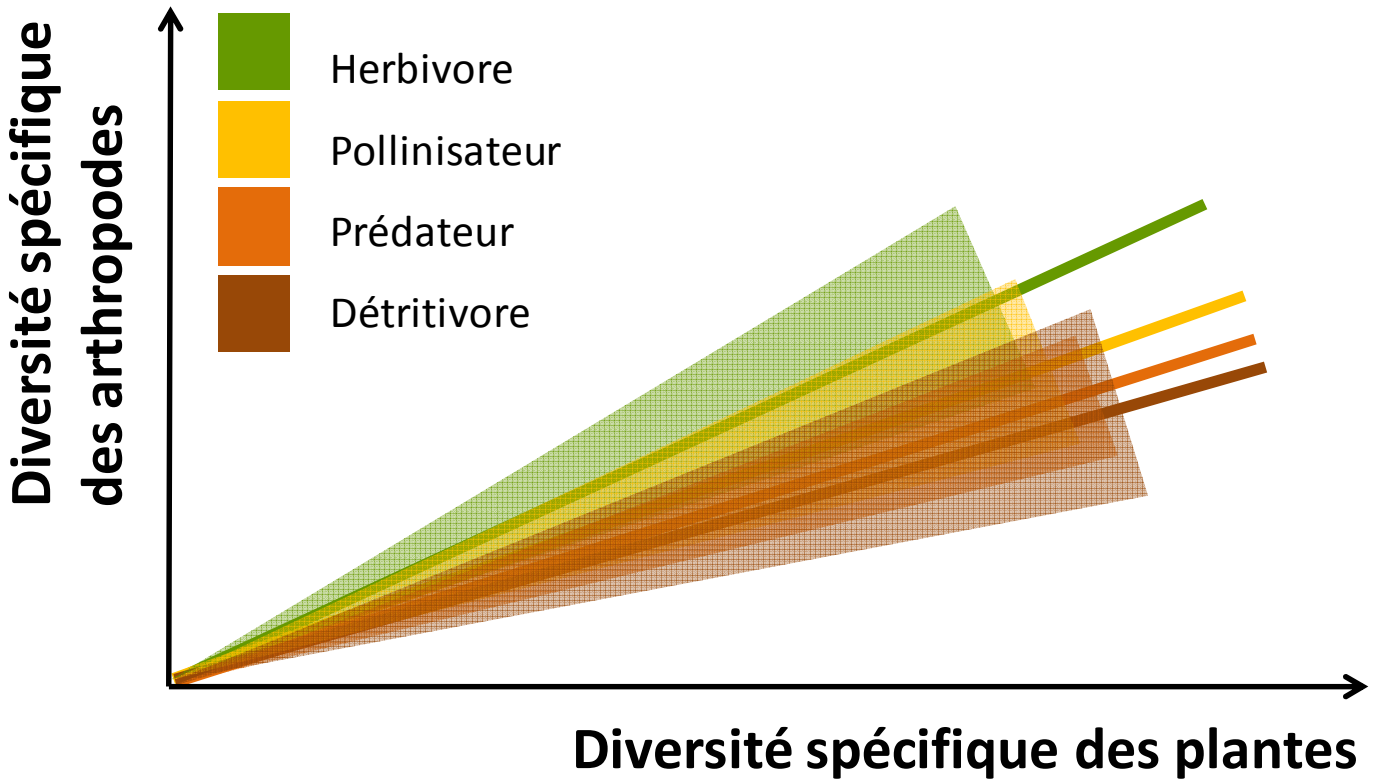


Journal of Applied Ecology 2014, **51**, 134–141 doi: 10.1111/1365-2664.12175

Effects of plant phylogenetic diversity on herbivory depend on herbivore specialization

Bastien Castagneyrol[1,2,3*], Hervé Jactel[1,2], Corinne Vacher[1,2], Eckehard G. Brockerhoff[4] and Julia Koricheva[3]

3. Renforcement de l'action des ennemis naturels

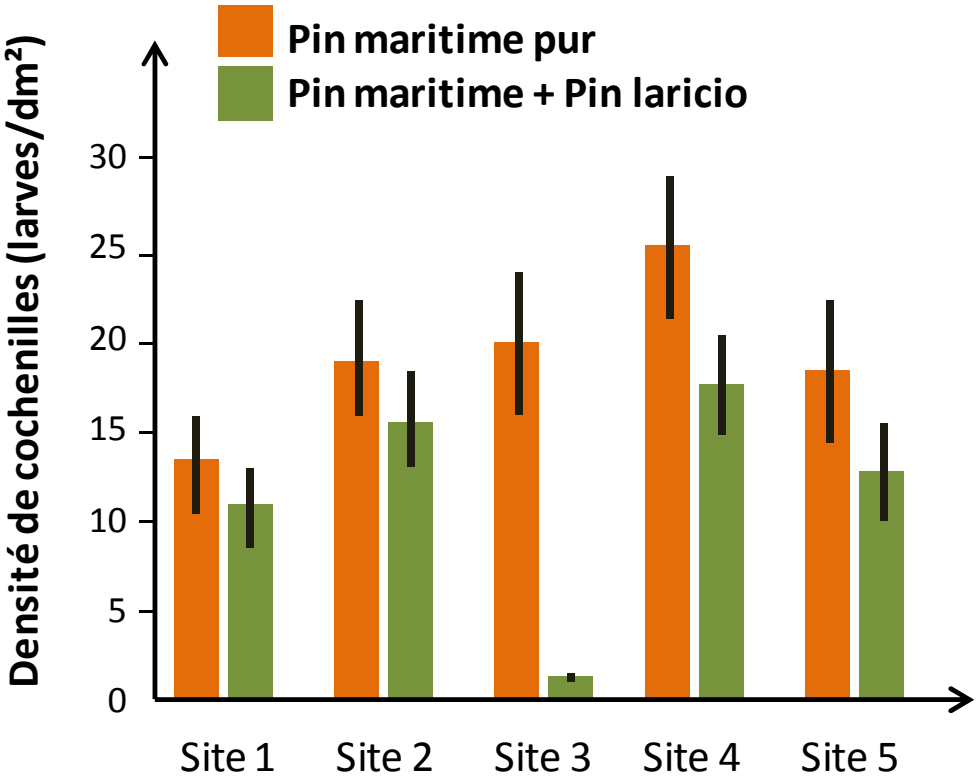


Ecology, 93(9), 2012, pp. 2115–2124
© 2012 by the Ecological Society of America

Unraveling plant–animal diversity relationships: a meta-regression analysis

Bastien Castagneyrol[1] and Hervé Jactel

3. Renforcement de l'action des ennemis naturels



Matsucoccus feytaudi

Elatophilus nigricornis

Matsucoccus pini

Tree species diversity reduces the invasibility of maritime pine stands by the bast scale, *Matsucoccus feytaudi* (Homoptera: Margarodidae)[1]

H. Jactel, P. Menassieu, F. Vetillard, A. Gaulier, J.C. Samalens, and E.G. Brockerhoff

CONCLUSIONS

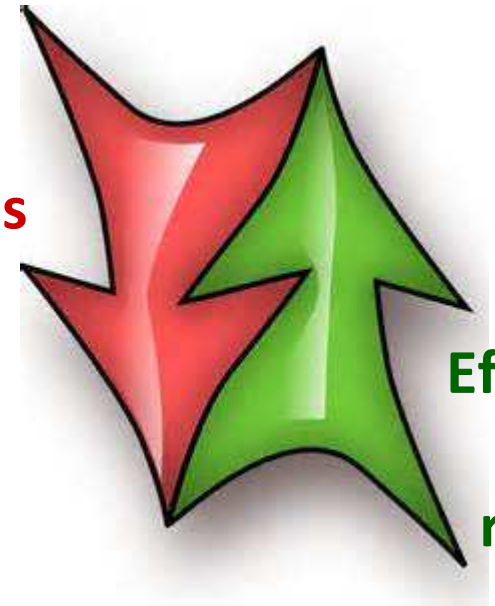
1. **Globalement, la diversité des essences forestières augmente la résistance aux insectes ravageurs**

- ***Changement de vision: de la résistance individuelle des arbres à la résistance par association végétale des populations d'arbres***

CONCLUSIONS

2. Deux grands types de mécanismes explicatifs de la résistance des forêts mixtes

Effets des ennemis naturels limitant la survie des herbivores



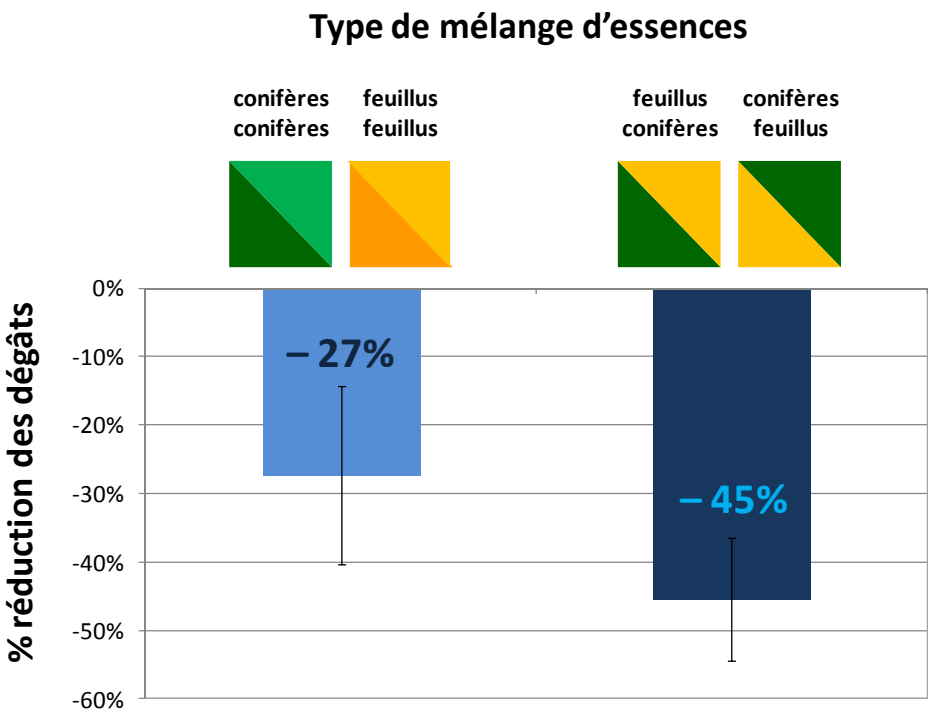
Effets des arbres non-hôtes réduisant l'accès à la ressource des herbivores

CONCLUSIONS

3. Le degré de résistance des forêts mélangées dépend

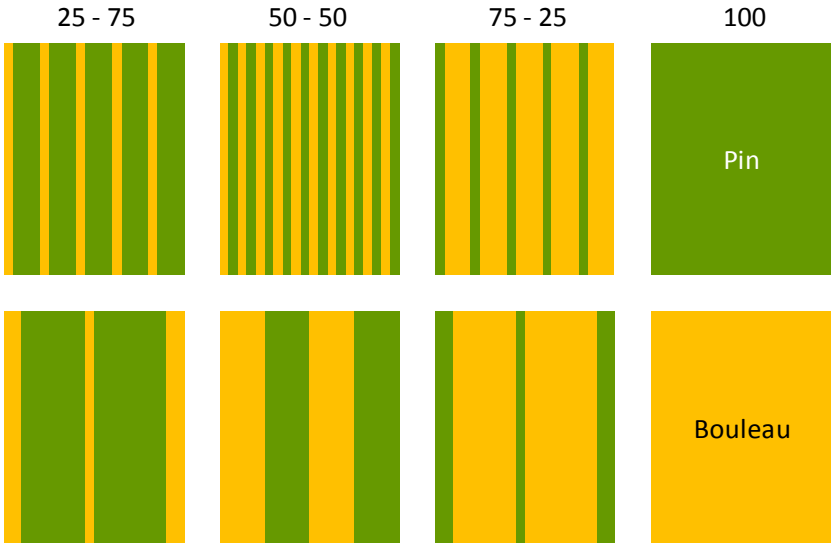
- Du type d'insecte ravageur (spécialiste vs. généraliste)
- Du type d'essences associées dans le mélange

➢ ***la composition du mélange est plus importante que la richesse spécifique du mélange***



CONCLUSIONS

Ces résultats permettent d'envisager le développement de plantations mélangées dans une approche d'agro-écologie



➢ ***mais des compromis à trouver***

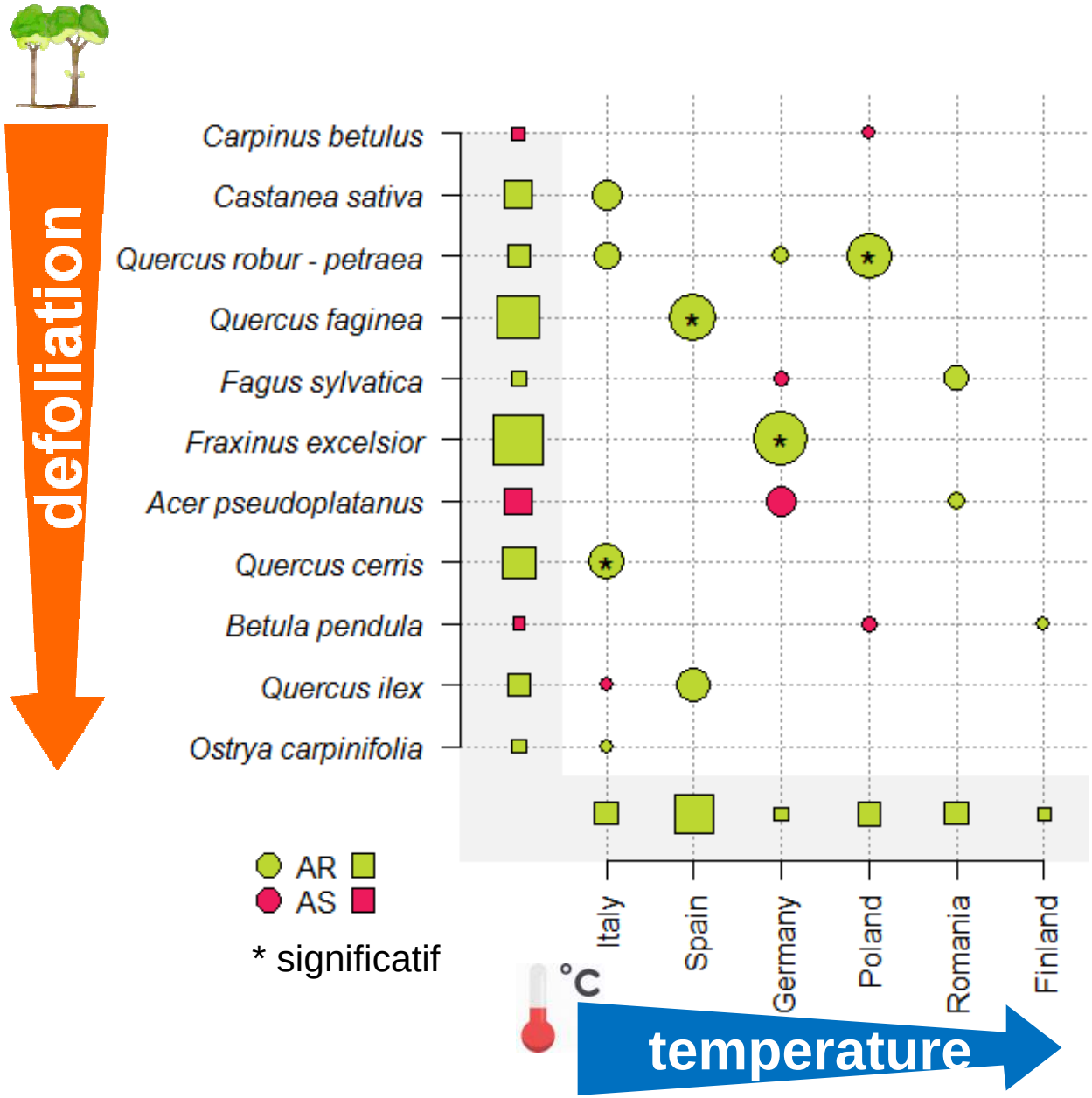
- entre coûts et bénéfices

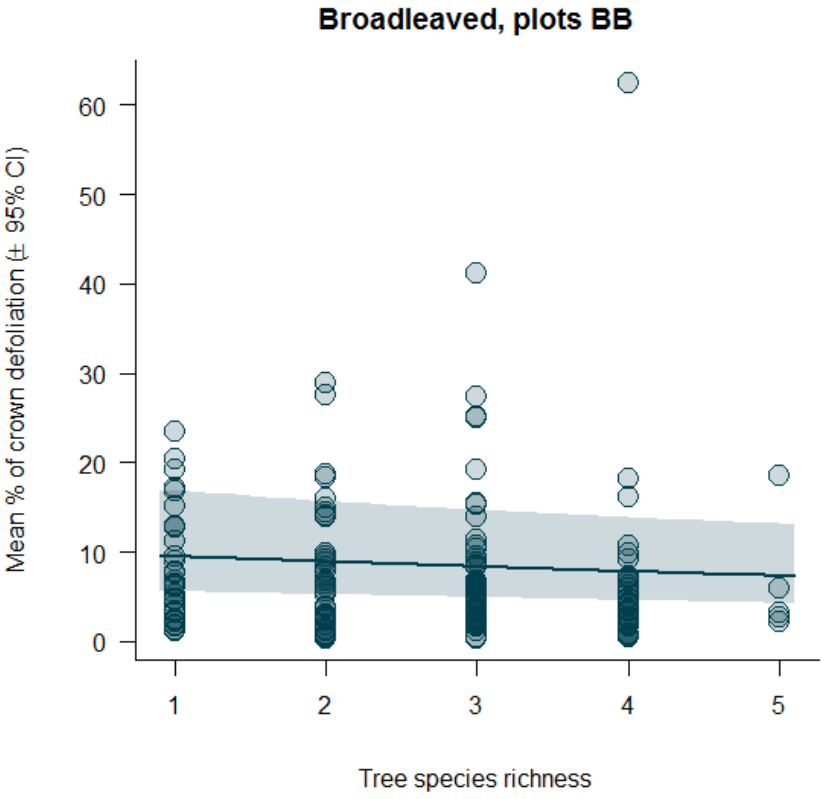
- entre services écosystémiques

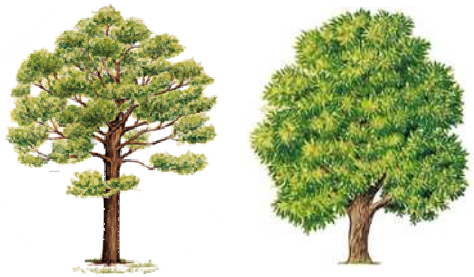
Merci pour votre attention

Luc Barbaro, Eckehard Brockerhoff, Bastien Castagneyrol, Anne-Maïmiti Dulaurent, Brice Giffard, Virginie Guyot, Julia Koricheva, Christelle Péré, Margot Régolini, Inge van Halder, Fabrice Vetillard…

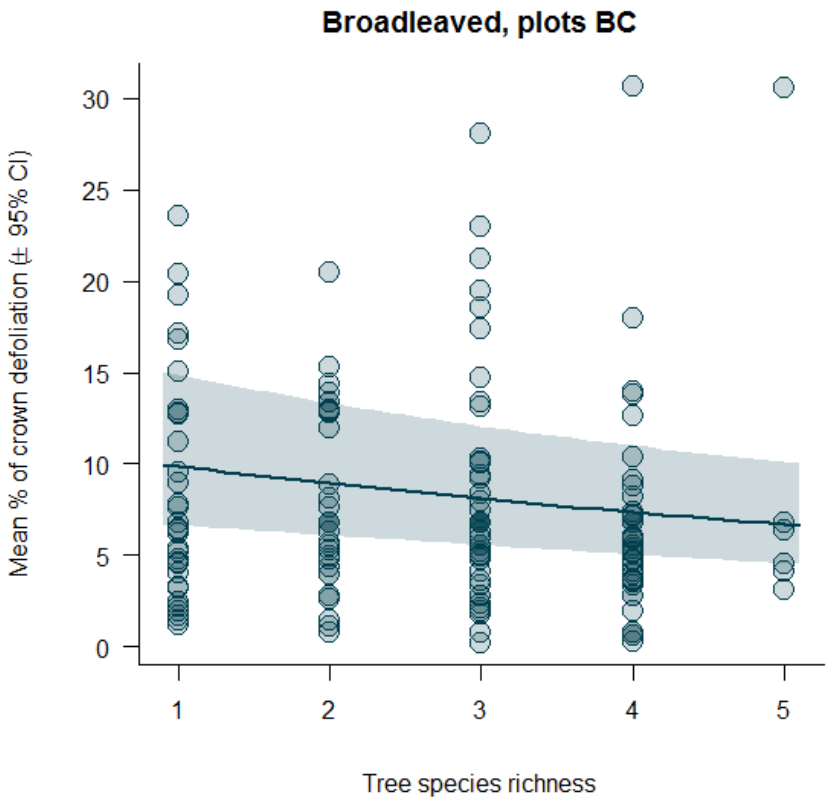
Effets de la diversité en essences sur l'intensité des défoliations

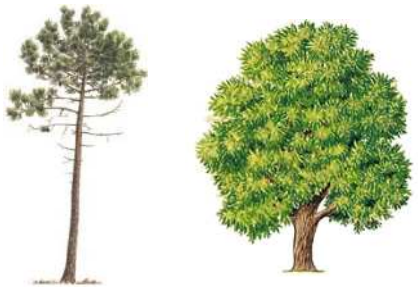



Broadleaved, plots BB
Mean % of crown defoliation (± 95% CI)
0
10
20
30
40
50
60
1
2
3
4
5
Tree species richness



P **= 0.045**


Broadleaved, plots BC
Mean % of crown defoliation (± 95% CI)
0
5
10
15
20
25
30
1
2
3
4
5
Tree species richness



P **< 0.001**