

# Biodiversité et gestion des risques biotiques en forêts de plantation

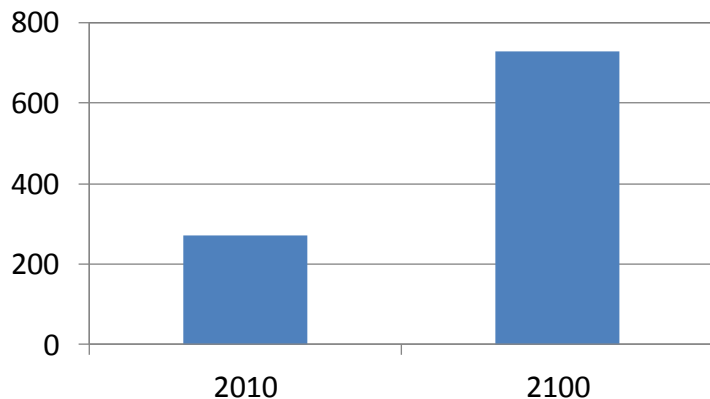
Hervé Jactel, Luc Barbaro, Bastien Castagnyrol, Brice Giffard  
Anne-Maïmiti Dulaurent-Mercadal, Inge van Halder,  
Pierre Ménassieu, Dominique Piou, Fabrice Vétillard



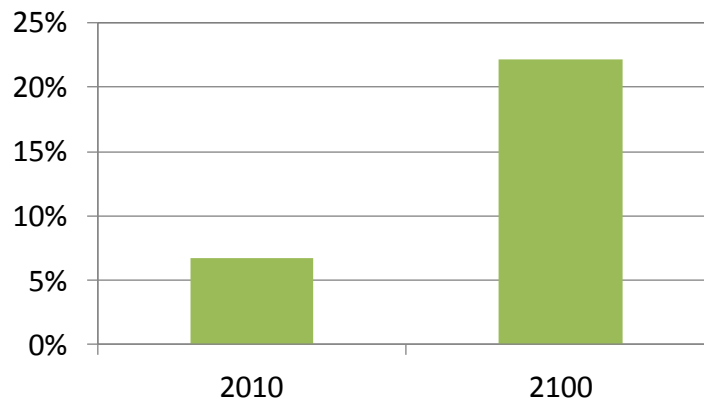
# Forêts de plantation: 270 Mo ha + 5 Mo ha / an



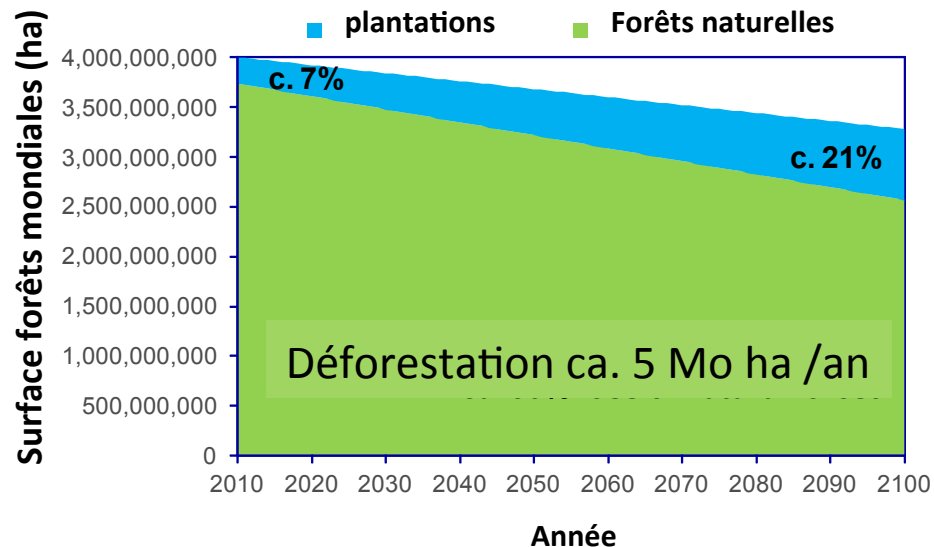
Surface totale (Mo ha)



% des forêts mondiales



# Forêts de plantation: substitut aux forêts naturelles



**50% approvisionnement en produits forestiers en 2050**

# Forêts de plantation: monocultures d'arbres



# La biodiversité, support de services écosystémiques

doi:10.1038/nature11118

## A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change

David U. Hooper<sup>1</sup>, E. Carol Adair<sup>2,3</sup>, Bradley J. Cardinale<sup>4</sup>, Jarrett E. K. Byrnes<sup>2</sup>, Bruce A. Hungate<sup>5</sup>, Kristin L. Matulich<sup>6</sup>, Andrew Gonzalez<sup>7</sup>, J. Emmett Duffy<sup>8</sup>, Lars Gamfeldt<sup>9</sup> & Mary I. O'Connor<sup>2,10</sup>

doi:10.1038/nature11148

## Biodiversity loss and its impact on humanity

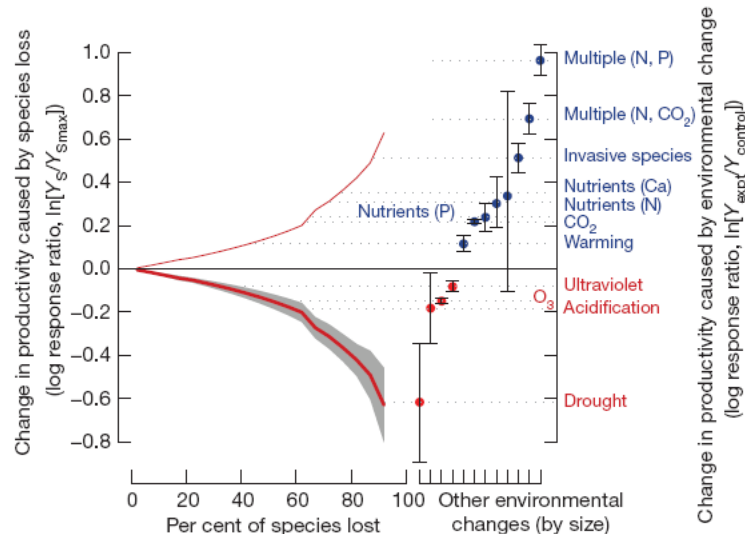
Bradley J. Cardinale<sup>1</sup>, J. Emmett Duffy<sup>2</sup>, Andrew Gonzalez<sup>3</sup>, David U. Hooper<sup>4</sup>, Charles Perrings<sup>5</sup>, Patrick Venail<sup>1</sup>, Anita Narwani<sup>1</sup>, Georgina M. Mace<sup>6</sup>, David Tilman<sup>7</sup>, David A. Wardle<sup>8</sup>, Ann P. Kinzig<sup>5</sup>, Gretchen C. Daily<sup>9</sup>, Michel Loreau<sup>10</sup>, James B. Grace<sup>11</sup>, Anne Larigauderie<sup>12</sup>, Diane S. Srivastava<sup>13</sup> & Shahid Naeem<sup>14</sup>

*Ecology Letters*, (2006) 9: 1146–1156

doi: 10.1111/j.1461-0248.2006.00963.x

REVIEW AND  
SYNTHESIS

Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services





# Monocultures d'arbres et pullulations d'insectes

Plantation de 40 Mo Ha de peupliers en Chine dans les années 80

Pullulation du capricorne asiatique *Anoplophora glabripennis*

90% des arbres infestés (Province de Ningxia)

80 Mo d'arbres abattus, pertes de 1 milliard d'€



# Monocultures d'arbres et pullulations d'insectes

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

nature

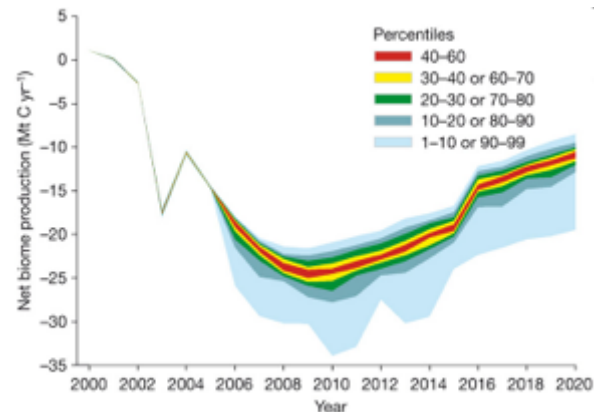
## Pullulation du dendroctone du pin au Canada Pertes de 1 milliard de m<sup>3</sup> de bois (*Pinus contorta*)

LETTERS



## Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change

W. A. Kurz<sup>1</sup>, C. C. Dymond<sup>1</sup>, G. Stinson<sup>1</sup>, G. J. Rampley<sup>1</sup>, E. T. Neilson<sup>1</sup>, A. L. Carroll<sup>1</sup>, T. Ebata<sup>2</sup> & L. Safranyik<sup>1</sup>



# Biodiversité des forêts et résistance aux insectes?

Analyse quantitative des données  
de la littérature scientifique





## Tree diversity reduces herbivory by forest insects

Hervé Jactel<sup>1\*</sup> and Ekehard G.  
Brockhoff<sup>2</sup>

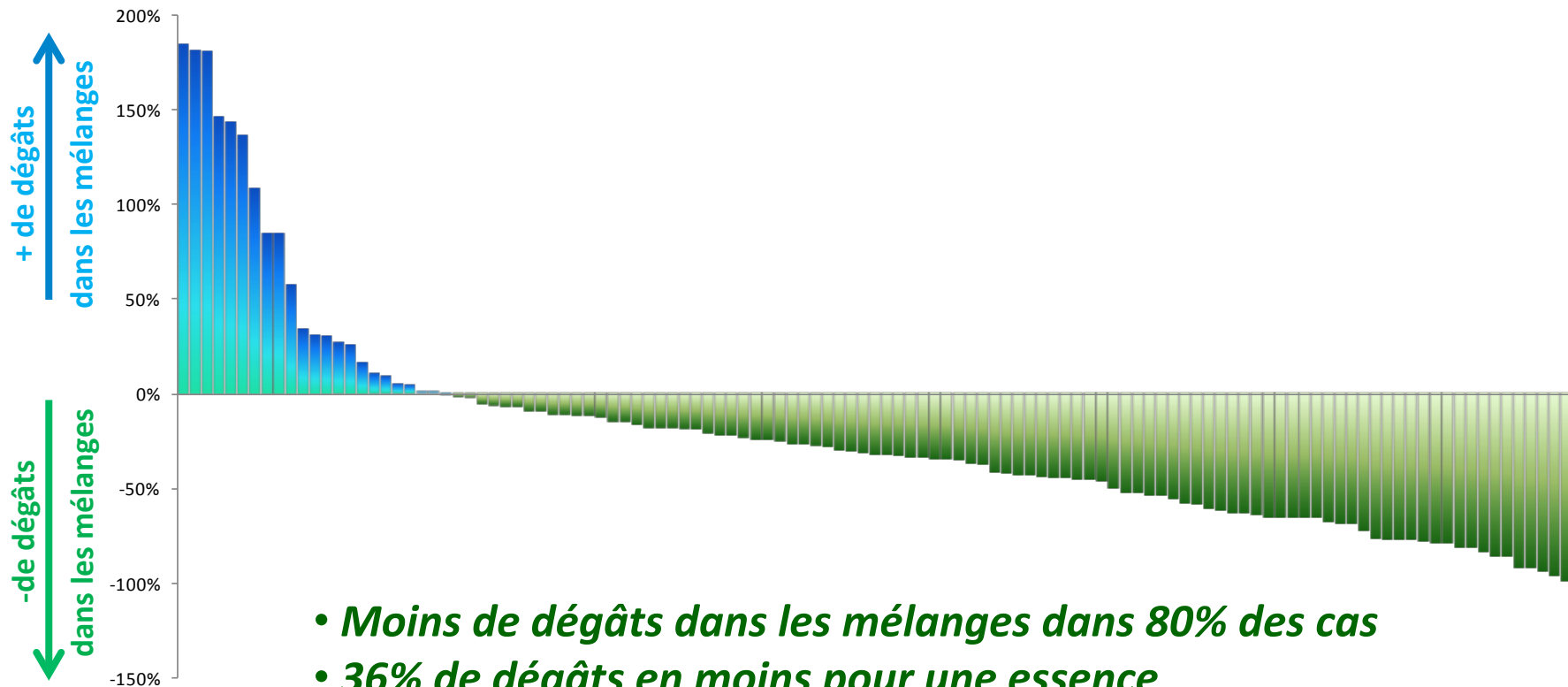
Comparaison sur les mêmes sites, à la même période:

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

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

**119 études (1966 – 2006)**

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



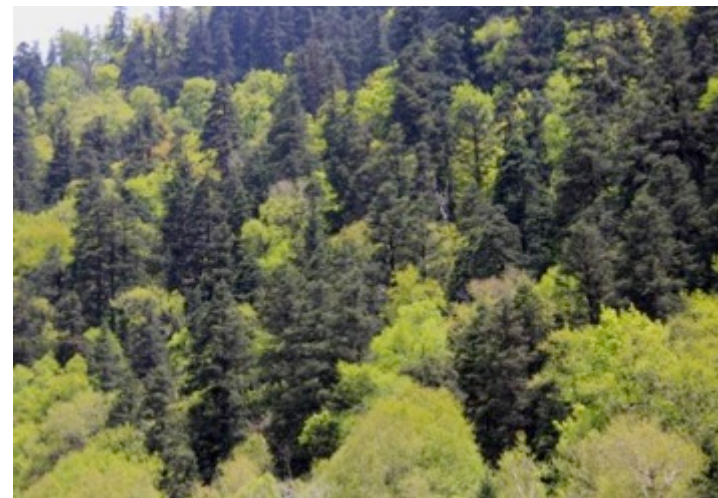
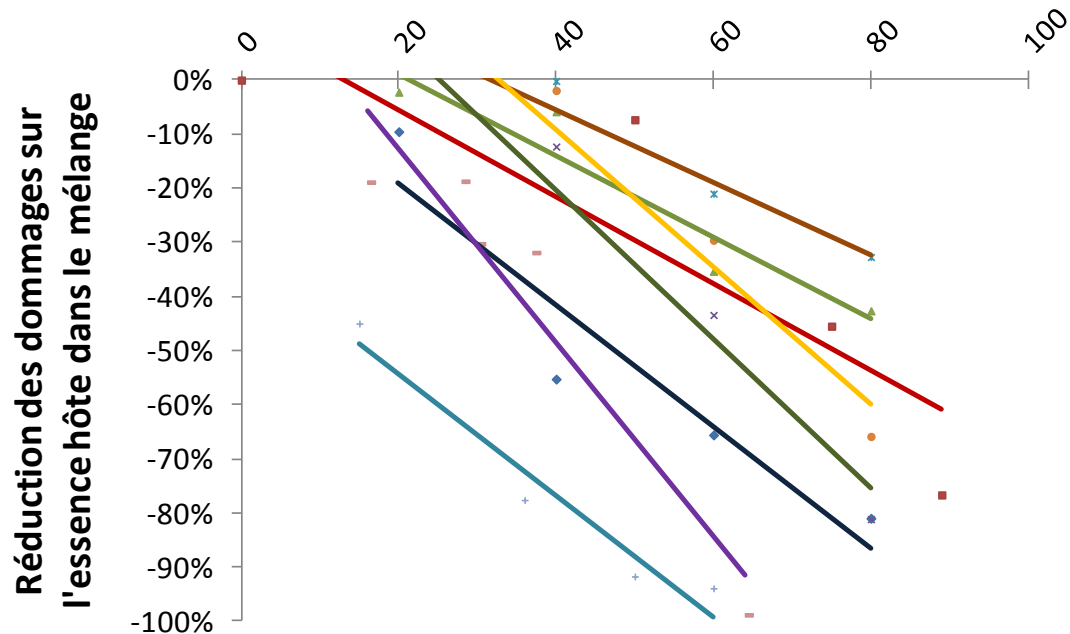
- *Moins de dégâts dans les mélanges dans 80% des cas*
- *36% de dégâts en moins pour une essence gérée en peuplements mixtes*

# Les mécanismes écologiques de la résistance des forêts mélangées



# 1. Réduction de la quantité de ressource alimentaire

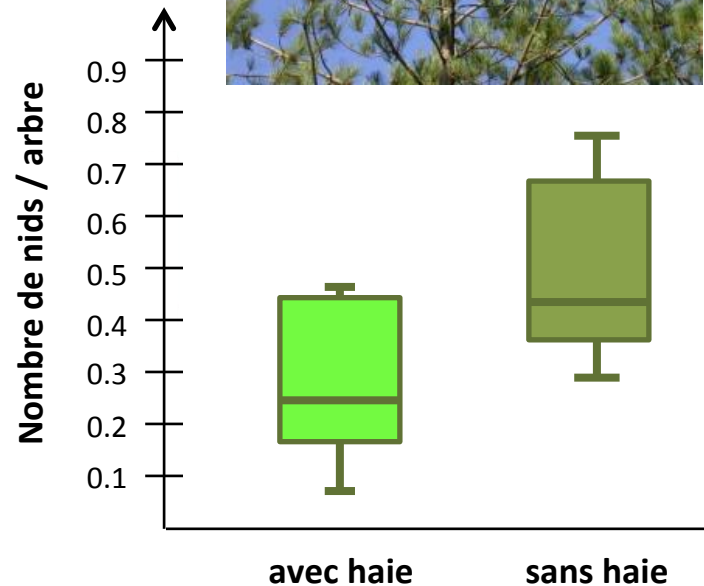
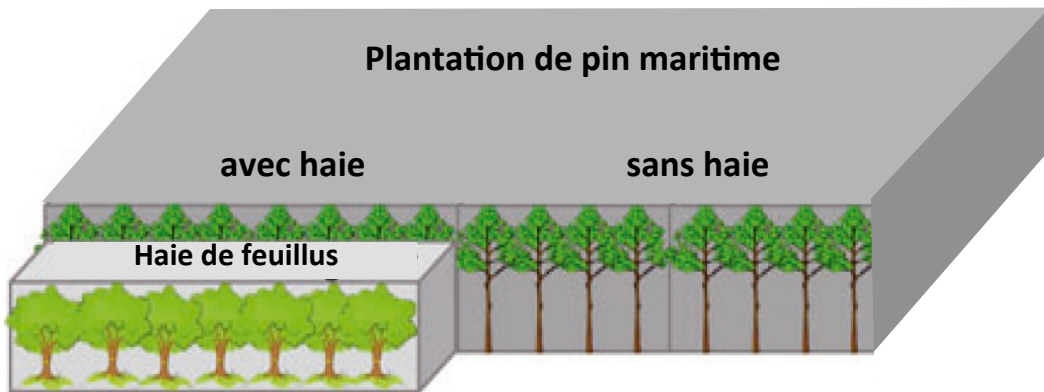
% essence non hôte dans le mélange



## 2. Réduction de l'accessibilité à la ressource

Hide and seek in forests: colonization by the pine processionary moth is impeded by the presence of nonhost trees

Anne-Maimiti Dulaurent\*, Annabel J. Portés\*, Inge van Halder\*, Fabrice Vétillard\*, Pierre Menassieux\* and Hervé Jactel\*





## 2. Réduction de l'accessibilité à la ressource



List of the 32 plots corresponding to the 31 combinations

|    |    |                   |    |    |    |
|----|----|-------------------|----|----|----|
| 1  | Bp | Betula pendula    |    |    |    |
| 2  | Cr | Quercus robur     |    |    |    |
| 3  | Qp | Quercus pyrenaica |    |    |    |
| 4  | Qi | Quercus ilex      |    |    |    |
| 5  | Pp | Pinus pinaster    |    |    |    |
| 6  | Bp | Cr                |    |    |    |
| 7  | Bp | Qp                |    |    |    |
| 8  | Bp | Qi                |    |    |    |
| 9  | Bp | Pp                |    |    |    |
| 10 | Cr | Qp                |    |    |    |
| 11 | Cr | Qi                |    |    |    |
| 12 | Cr | Pp                |    |    |    |
| 13 | Qp | Qi                |    |    |    |
| 14 | Qp | Pp                |    |    |    |
| 15 | Qi | Pp                |    |    |    |
| 16 | Bp | Cr                | Qp |    |    |
| 17 | Bp | Cr                | Qi |    |    |
| 18 | Pp | Cr                | Bp |    |    |
| 19 | Qi | Qp                | Bp |    |    |
| 20 | Qp | Pp                | Bp |    |    |
| 21 | Pp | Bp                | Qi |    |    |
| 22 | Cr | Qp                | Qi |    |    |
| 23 | Cr | Pp                | Qp |    |    |
| 24 | Qi | Cr                | Pp |    |    |
| 25 | Qp | Qi                | Pp |    |    |
| 26 | Bp | Cr                | Qi | Qp |    |
| 27 | Cr | Pp                | Bp | Qp |    |
| 28 | Pp | Cr                | Bp | Qi |    |
| 29 | Pp | Qp                | Qi | Bp |    |
| 30 | Qp | Pp                | Qi | Cr |    |
| 31 | Bp | Pp                | Qp | Qi | Cr |
| 32 | Bp | Pp                | Qp | Qi | Cr |



# 2. Réduction de l'accessibilité à la ressource

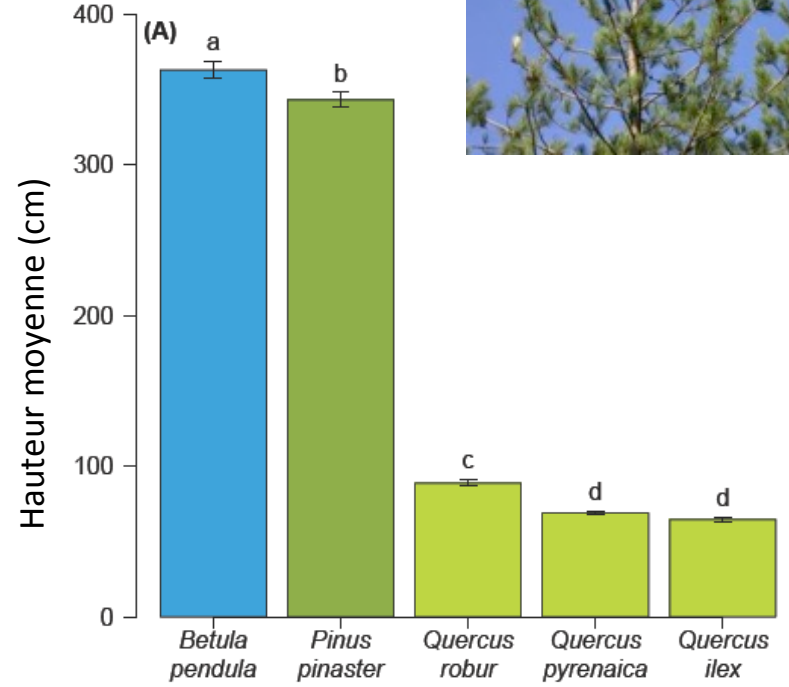
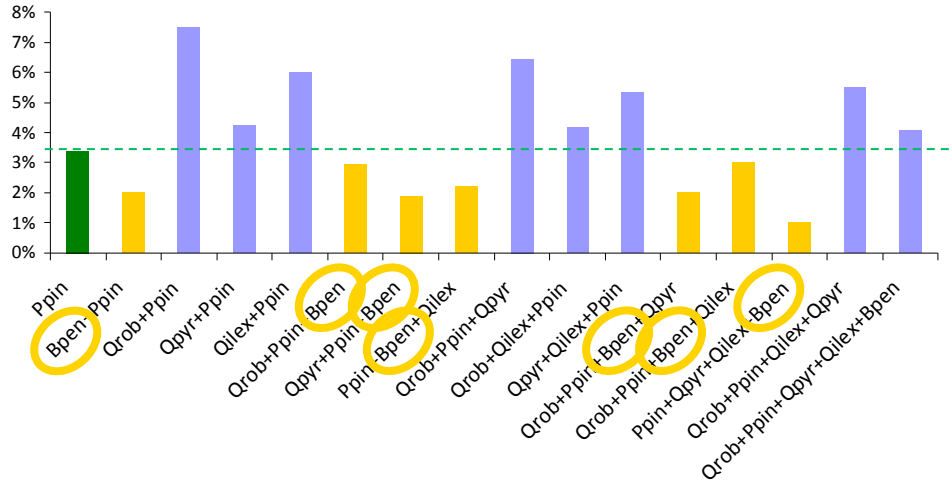


**Gfö**  
 Gfö Ecological Society of Germany,  
 Austria and Switzerland  
 Basic and Applied Ecology xxx (2014) xxx–xxx

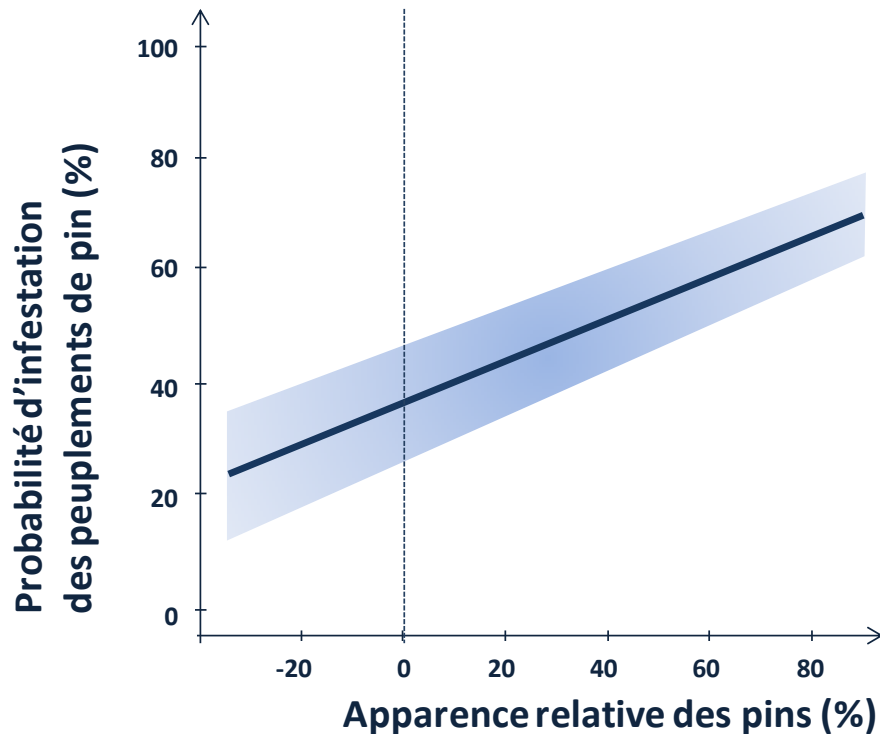
**Basic and Applied Ecology**  
 www.elsevier.com/locate/bae

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

Bastien Castagneyrol<sup>a,b,\*</sup>, Margot Régolini<sup>a,b,c</sup>, Hervé Jactel<sup>a,b</sup>



## 2. Réduction de l'accessibilité à la ressource



## 2. Réduction de l'accessibilité à la ressource

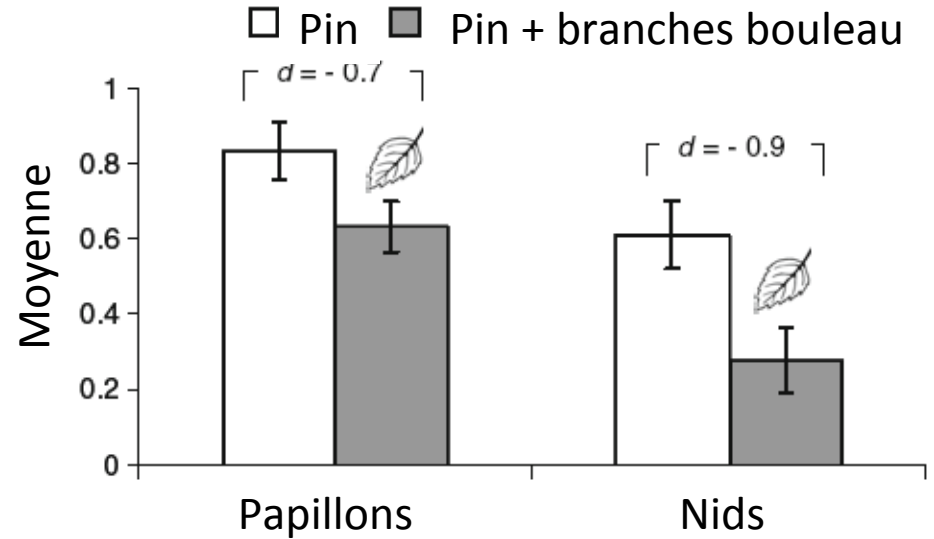
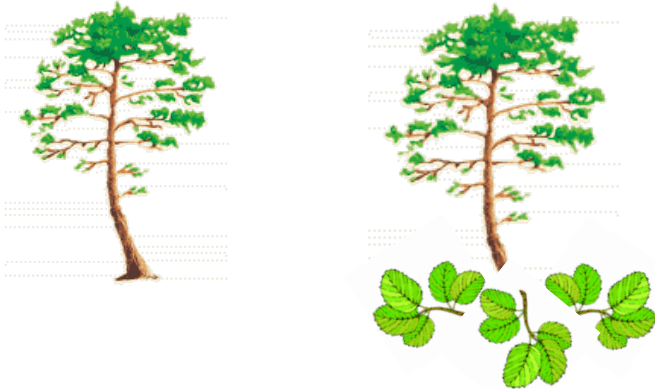
Oecologia (2011) 166:703–711  
DOI 10.1007/s00442-011-1918-z

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

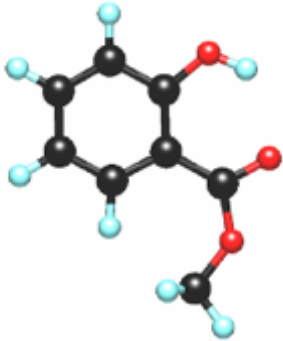
Oecologia (2011) 166:703–711  
DOI 10.1007/s00442-011-1918-z

PLANT-ANIMAL INTERACTIONS - ORIGINAL PAPER

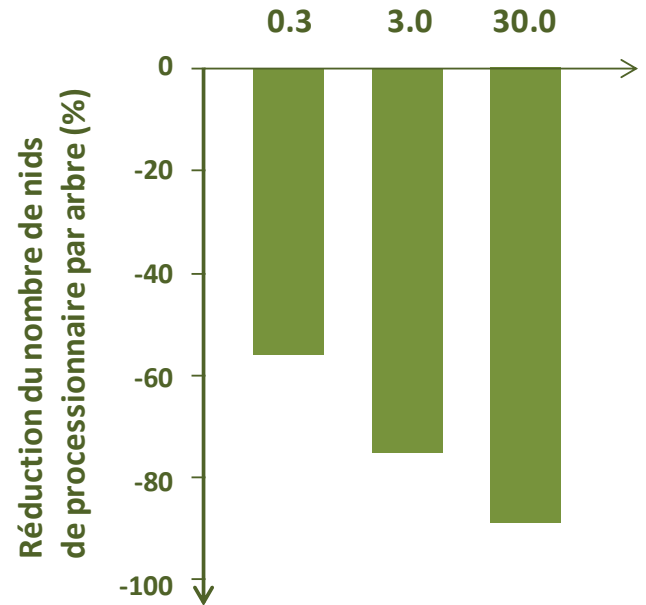
### Non-host volatiles mediate associational resistance to the pine processionary moth

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

#### Méthyle salicylate



Dose de méthyle salicylate (mg/j/ha)

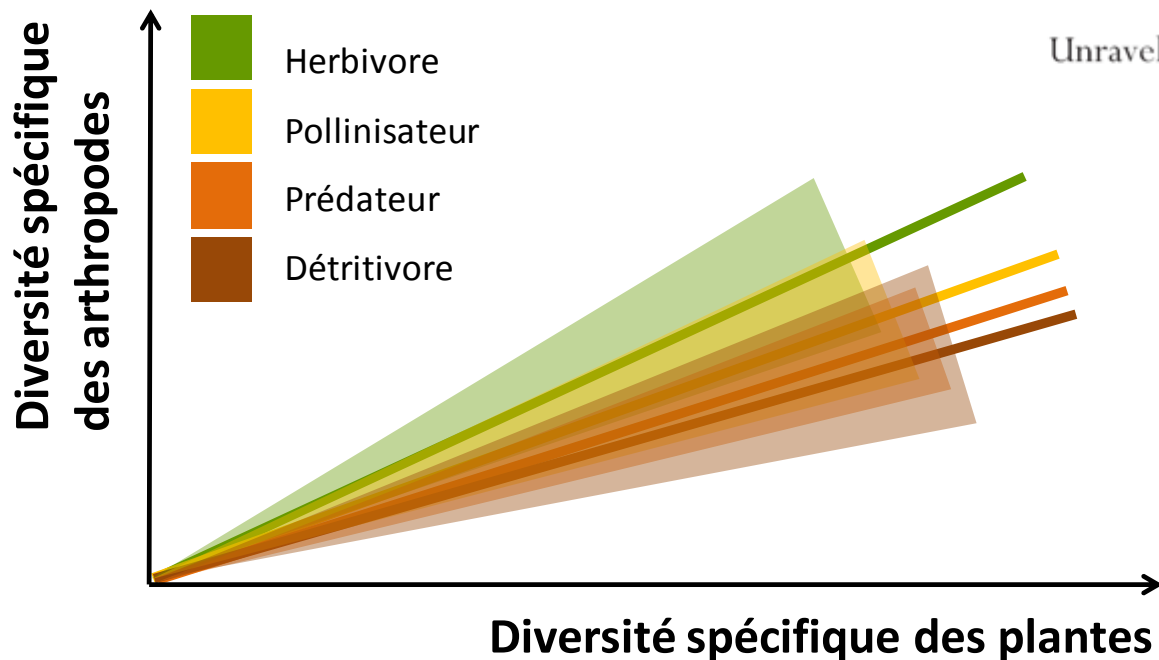






### 3. Renforcement de l'action des ennemis naturels

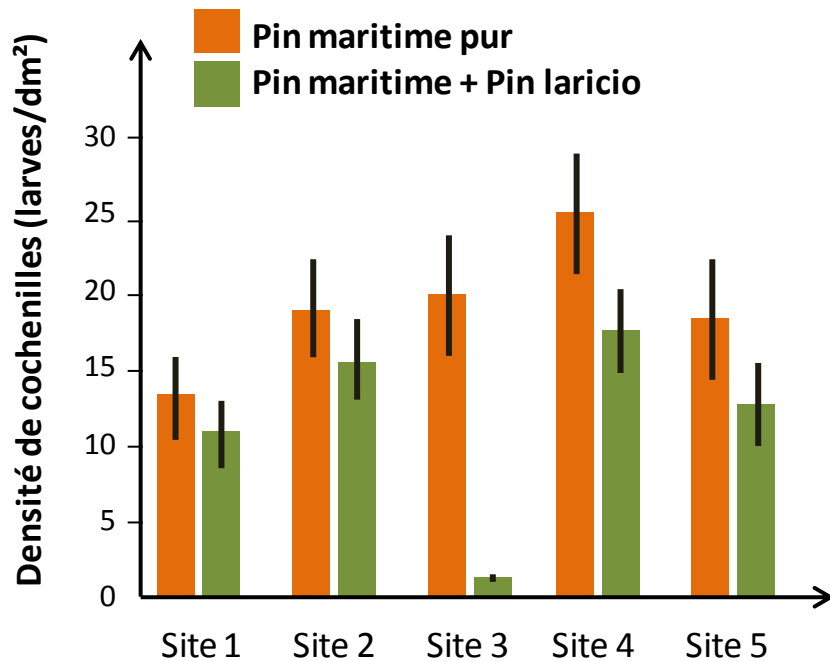
*Ecology*, 93(9), 2012, pp. 2115–2124  
© 2012 by the Ecological Society of America



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

BASTIEN CASTAGNEYROL<sup>1</sup> AND HERVÉ JACTEL

### 3. Renforcement de l'action des ennemis naturels



Tree species diversity reduces the invasibility of maritime pine stands by the bark scale, *Matsucoccus feytaudi* (Homoptera: Margarodidae)<sup>1</sup>

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



*Elatophilus nigricornis*

# CONCLUSIONS



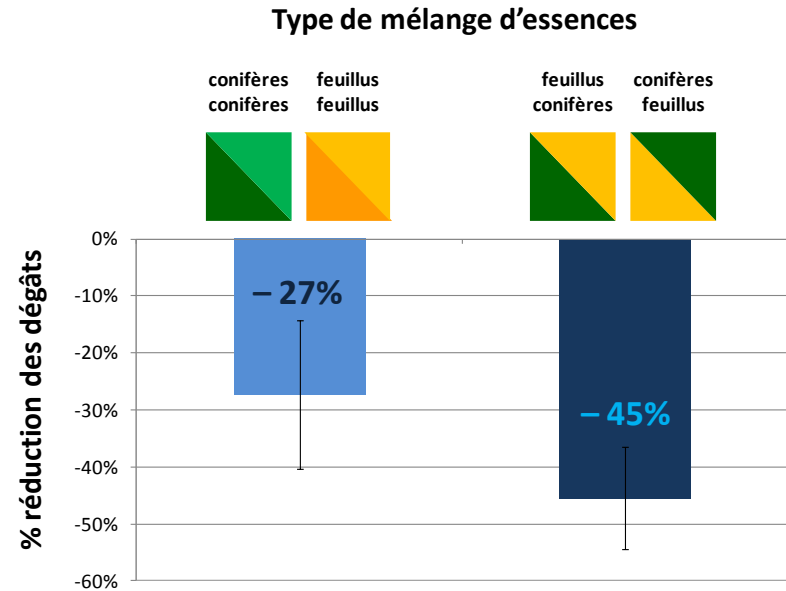
- 1. Globalement, la diversité des essences forestière augmente la résistance aux insectes ravageurs**
- 2. Deux grands types de mécanismes explicatifs de la résistance des forêts mixtes**
  - Effets des arbres non-hôtes: moindre accessibilité à la ressource
  - Effets des ennemis naturels (prédateurs, parasitoïdes)

# CONCLUSIONS

## 3. Le degré de résistance des forêts mélangées dépend

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

*Pas tant l'effet du nombre d'essences  
que de la composition du mélange*

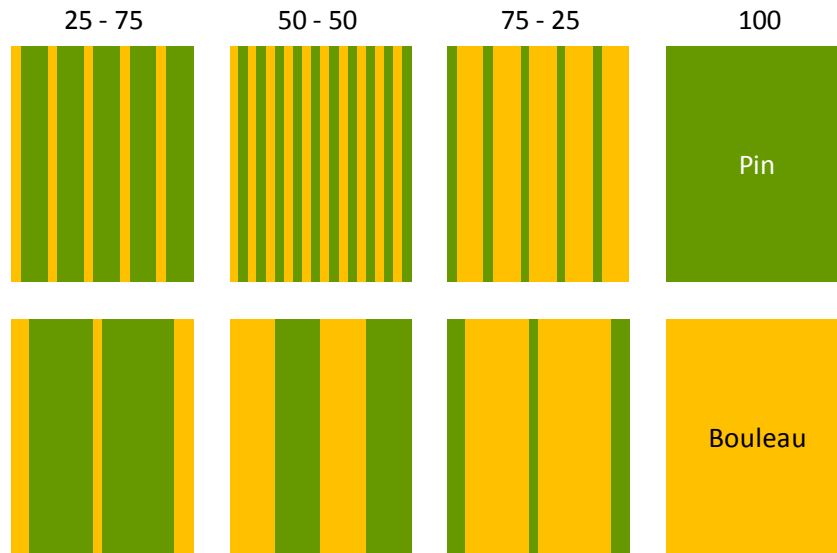




# CONCLUSIONS



Ces résultats permettent d'envisager le développement de plantations mélangées



# Merci pour votre attention



RESEARCH  
PAPER

## The effect of biodiversity on tree productivity: from temperate to boreal forests

Alain Paquette\* and Christian Messier

*Ecology Letters*, (2014)

doi: 10.1111/ele.12382

## Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species

Lars Gamfeldt<sup>1,2</sup>, Tord Snäll<sup>1</sup>, Robert Bagchi<sup>3</sup>, Micael Jonsson<sup>4</sup>, Lena Gustafsson<sup>1</sup>, Petter Kjellander<sup>5</sup>, María C. Ruiz-Jaen<sup>6</sup>, Mats Fröberg<sup>7,8</sup>, Johan Stendahl<sup>8</sup>, Christopher D. Philipson<sup>9</sup>, Grzegorz Mikusiński<sup>5</sup>, Erik Andersson<sup>10,11</sup>, Bertil Westerlund<sup>12</sup>, Henrik Andréén<sup>5</sup>, Fredrik Moberg<sup>11</sup>, Jon Moen<sup>4</sup> & Jan Bengtsson<sup>1</sup>

LETTER

## Stabilizing effects of diversity on aboveground wood production in forest ecosystems: linking patterns and processes

A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations

*Journal of Ecology*

doi: 10.1111/j.1365-2745.2011.01944.x

Daniel Piotta

## Forest productivity increases with evenness, species richness and trait variation: a global meta-analysis

Yu Zhang<sup>1</sup>, Han Y. H. Chen<sup>1\*</sup> and Peter B. Reich<sup>2,3</sup>

*Ecology Letters*, (2008) 11: 217–223

doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01148.x

OPEN ACCESS Freely available online



## Disentangling Biodiversity and Climatic Determinants of Wood Production

Montserrat Vilà<sup>1\*</sup>, Amparo Carrillo-Gavilán<sup>1</sup>, Jordi Vayreda<sup>2</sup>, Harald Bugmann<sup>3</sup>, Jonas Fridman<sup>4</sup>, Wojciech Grodzki<sup>5</sup>, Josephine Haase<sup>6,7</sup>, Georges Kunstler<sup>8</sup>, MartJan Schelhaas<sup>9</sup>, Antoni Trasobares<sup>3</sup>

LETTER

Biodiversity enhances individual performance but does not affect survivorship in tropical trees

