

Pourquoi les forêts mélangées sont plus résistantes aux attaques d'insectes ravageurs

Hervé Jactel¹, Eckehard Brockerhoff²
1- INRA Bordeaux, 2-ENSIS Christchurch

L'histoire récente des productions agricoles et forestières montre une réduction accélérée de la diversité des plantes cultivées



270 000 espèces de plantes vasculaires
7000 espèces cultivées
6 espèces assurent 75% de l'alimentation
(blé, riz, maïs, pomme de terre, orge, manioc)

Forêts de plantation (monocultures d'arbres)

- 50% approvisionnement en bois en 2050
- 5 genres assurent 50% de la production
(Pinus, Eucalyptus, Hevea, Acacia, Tectona)



**Parallèlement, une augmentation continue
des problèmes phytosanitaires
impliquant le recours systématique aux pesticides**



**Les monocultures forestières
sont-elles plus sensibles aux attaques
d'insectes ravageurs?**

Risques sanitaires et forêts mélangées vs. forêts monospécifiques

Un vieux débat...

Ch. Barthod (*Rev. For. Fr.* 1994)

cite Lorentz et Parade (1837), Boppe (1889)

qui préconisent la gestion en peuplements mélangés pour prévenir les infestations

Mais des effets confondus...

- gestion intensive (intrants)
- espèces exotiques
- variétés améliorées ...

Effet du mélange des essences forestières sur la résistance des forêts aux insectes ravageurs: méta-analyses

Comparaison:

- dégâts ou abondance d'une espèce d'insecte ravageur
- sur une essence forestière donnée
- conduite en peuplement *pur* / peuplement *mélangé*

$$d = J_{N_P, N_M} \frac{\text{Moyenne}_{\text{pur}} - \text{Moyenne}_{\text{mélangé}}}{\text{Ecart - type}_{P, M}}$$

Hervé Jactel^{1*} and Ekehard
Brockhoff²

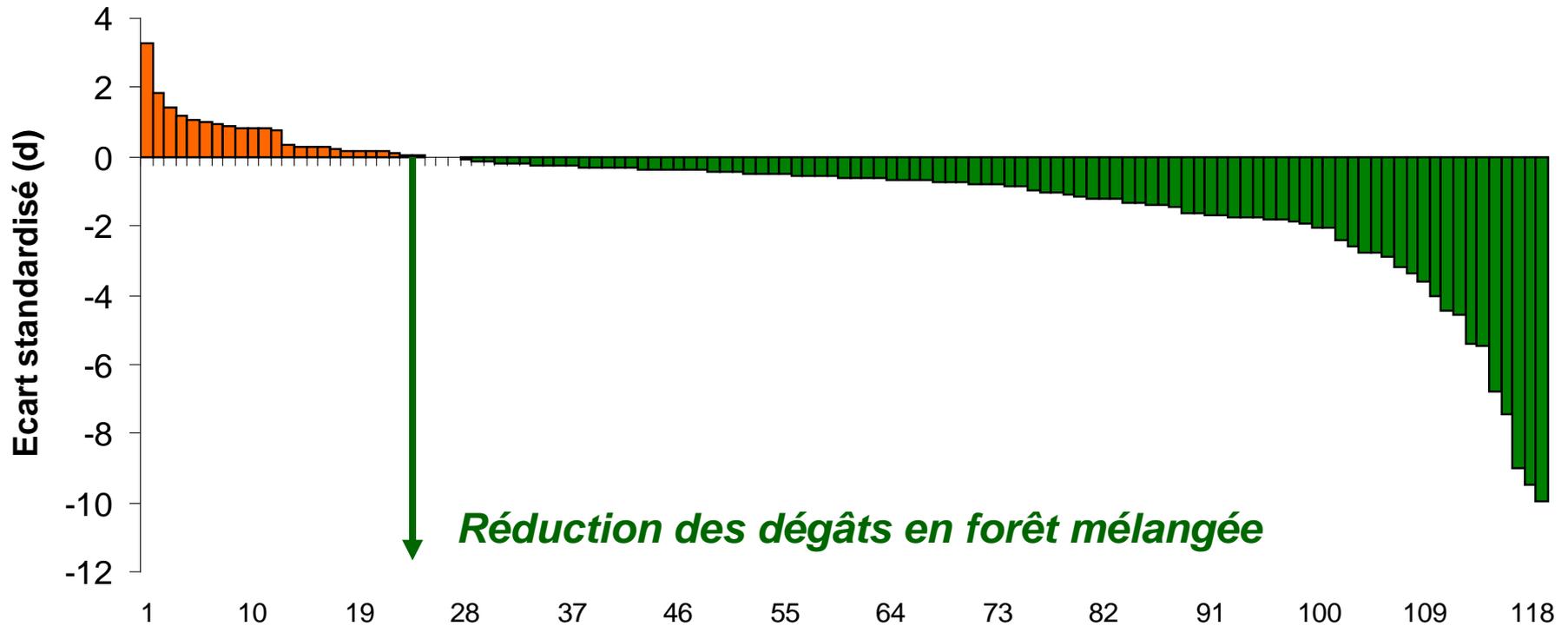
Ecology Letters (2007) 10: 1–14

**119 cas dans la littérature internationale (1966 – 2006)
comparaison forêt pure – forêt mélangée**

34 espèces d'arbres, 34 espèces d'insectes

Intensité des dégâts





119 études
 $d_{++} = - 0.65$

➔ 80% indiquent un effet positif de la diversification des arbres
 = une réduction des dégâts de phytophages

Relation positive entre diversité des forêts et résistance aux insectes ravageurs:

→ 2 principaux mécanismes écologiques

1. La réduction de l'accessibilité de la plante hôte
2. Le renforcement de l'action des ennemis naturels

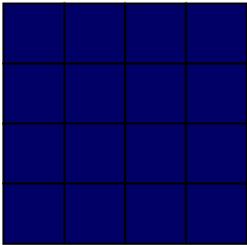
1. Accessibilité de l'arbre-hôte

1.1. La disponibilité abondante et prolongée des ressources alimentaires favorise les herbivores

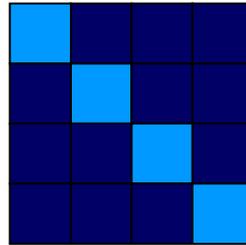
24 cas parmi les 119 étudiés

où comparaison niveau de dégâts par un insecte ravageur dans:

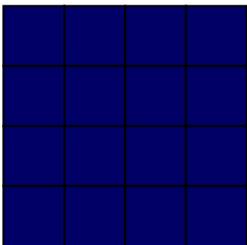
peuplement pur
100% arbre hôte



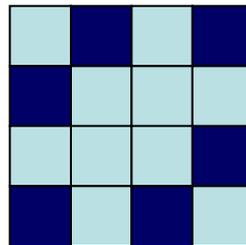
-
peuplement mélangé
> 50% arbre hôte



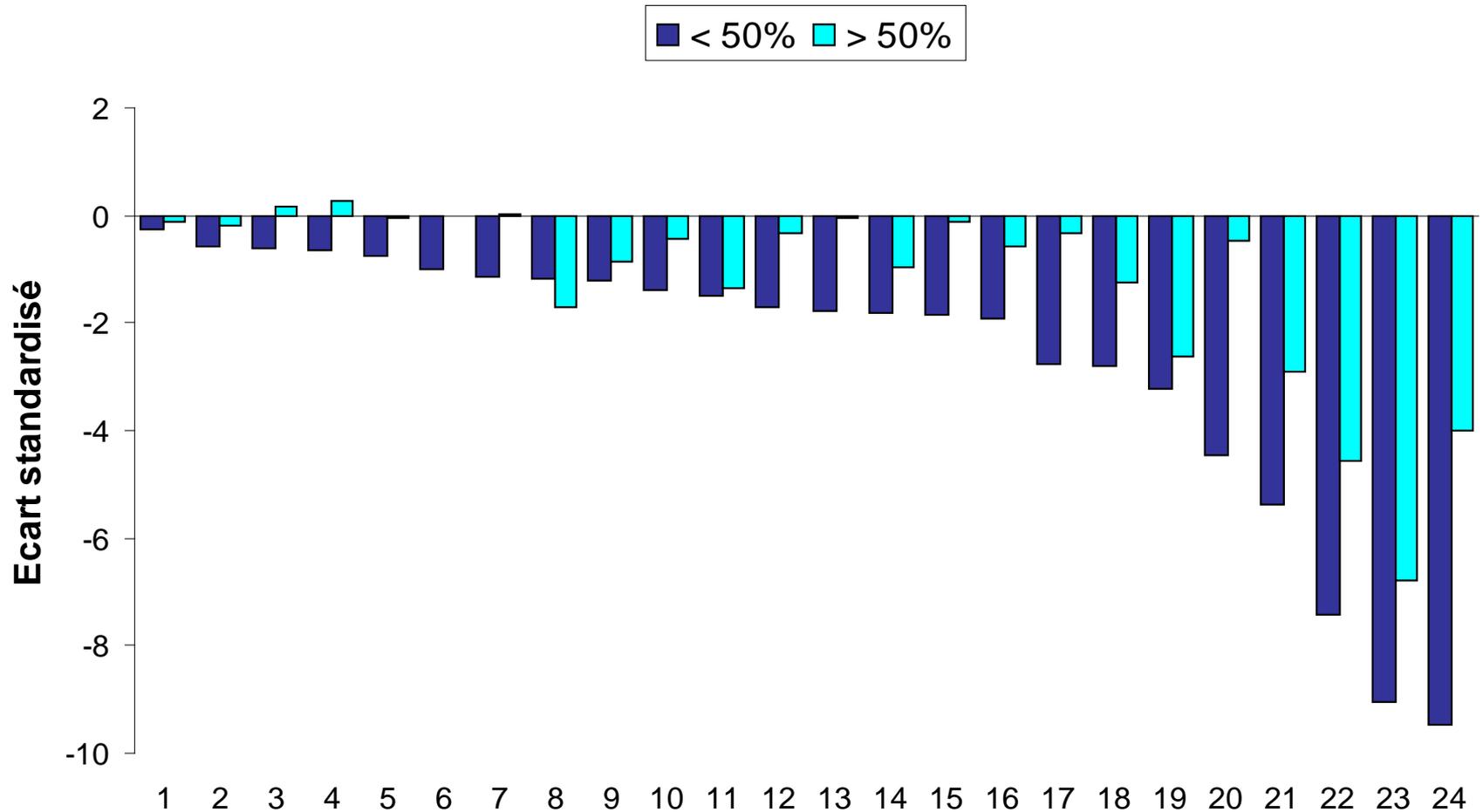
peuplement pur
100% arbre hôte



-
peuplement mélangé
< 50% arbre hôte



Proportion de plante hôte dans le mélange



Le niveau de dégâts par l'insecte ravageur diminue avec la proportion de plante hôte dans le mélange

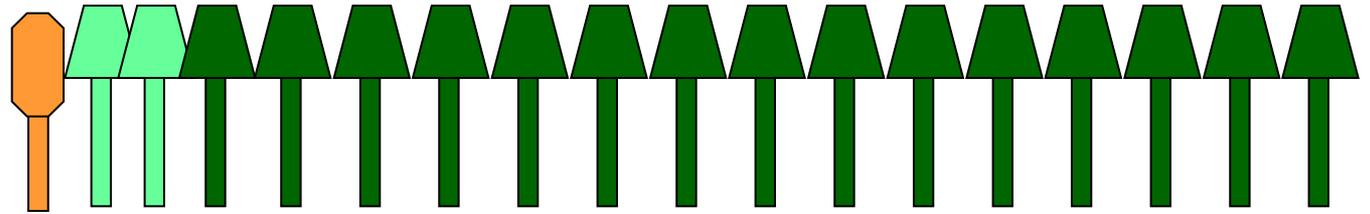
1. Accessibilité de l'arbre-hôte

1.2. La présence de plantes non-hôtes impose la présence de barrières physico-chimiques à l'accès aux arbres hôtes

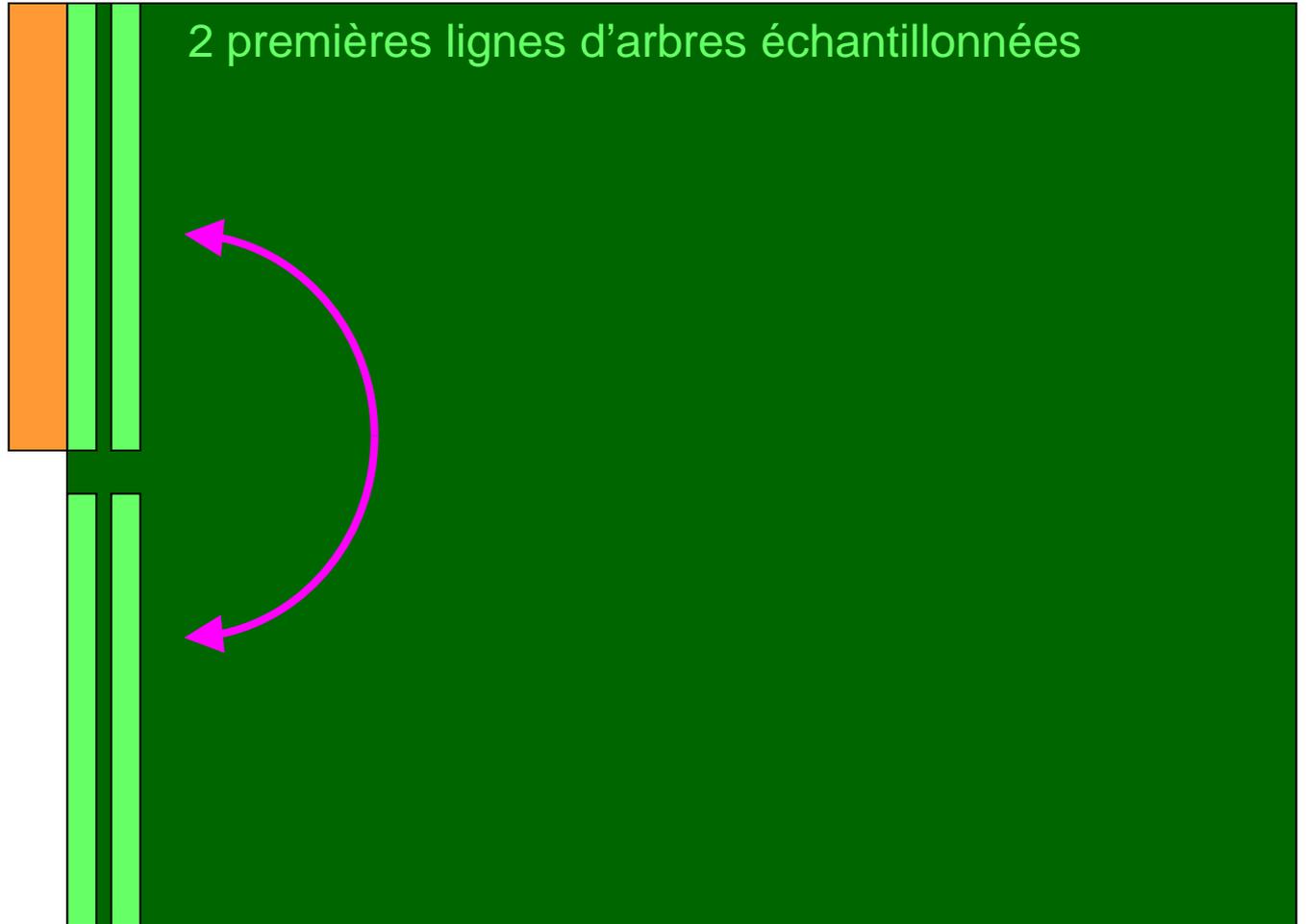
Certains insectes utilisent des signaux visuels pour repérer leur plante hôte

La femelle de processionnaire du pin repère la silhouette sombre des arbres sur un fond clair au crépuscule





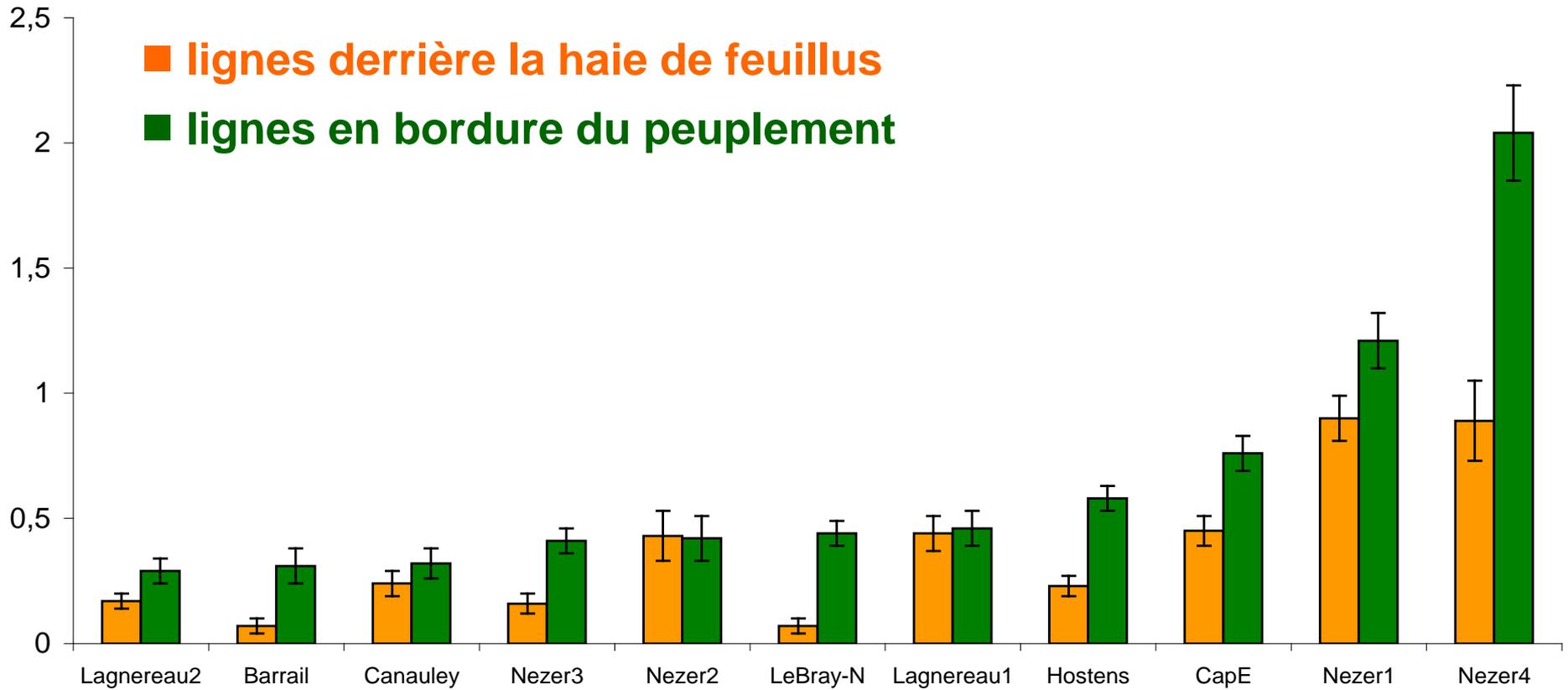
Haie de feuillus



2 premières lignes d'arbres échantillonnées

11 peuplements purs de pin maritime, 2028 trees

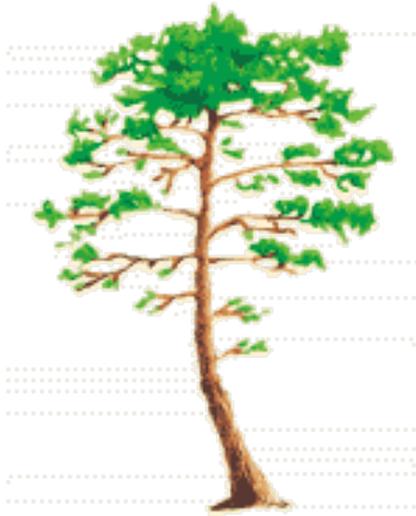
Nids de processionnaire / ha



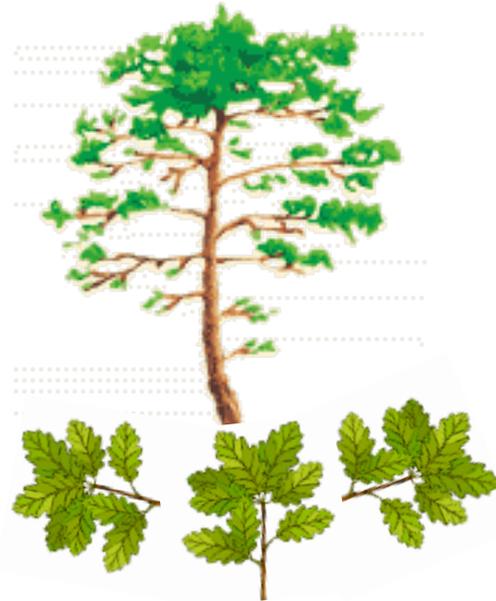
1. Accessibilité de l'arbre-hôte

1.2. La présence de plantes non-hôtes impose la présence de barrières physico-chimiques à l'accès aux arbres hôtes

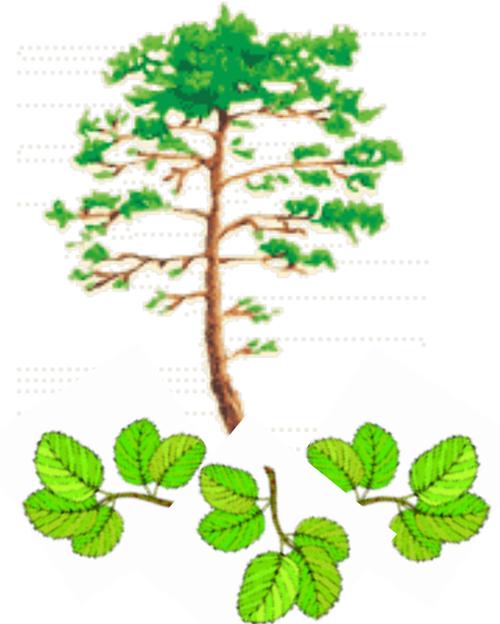
Certains insectes utilisent des signaux olfactifs pour repérer leur plante hôte



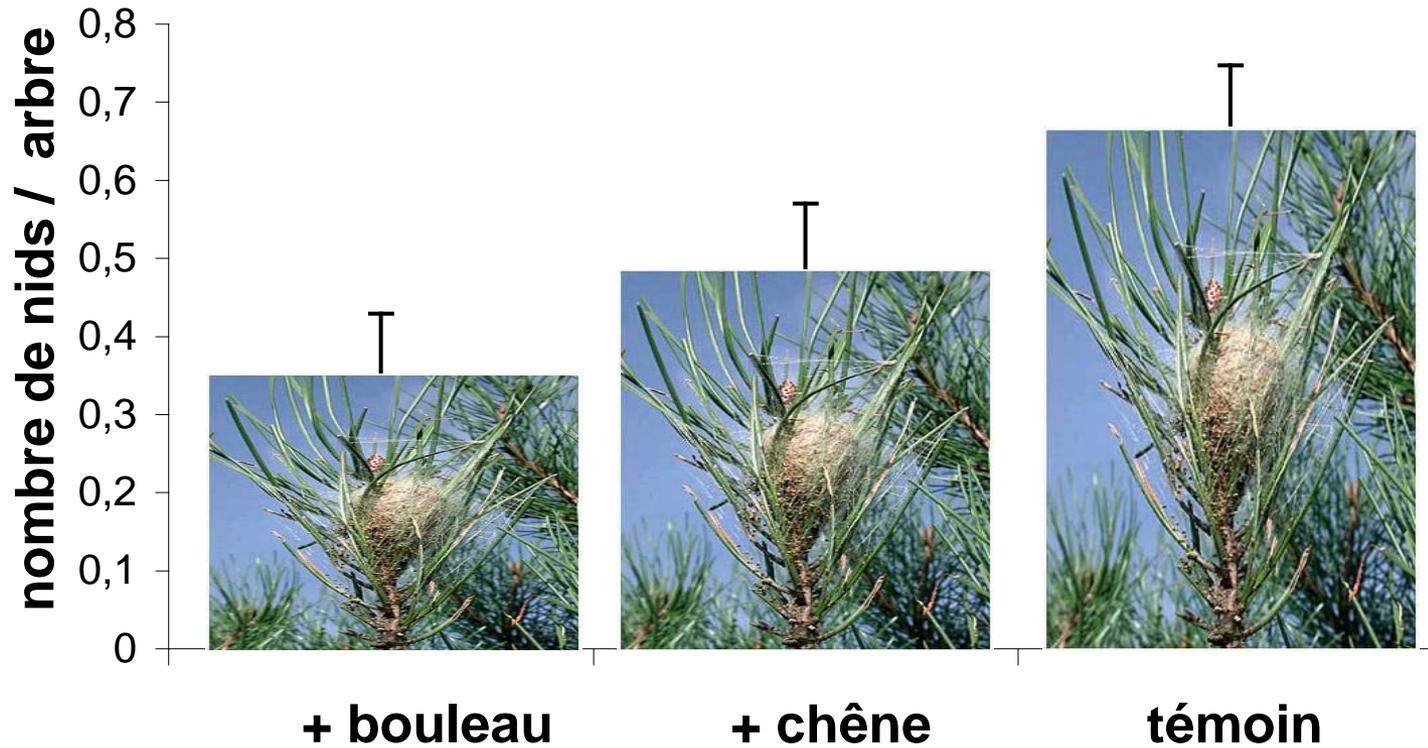
témoin



10 ml branches
Chêne



10 ml branches
Bouleau



L'émission de signaux répulsifs par les plantes non hôtes réduit l'attaque des plantes hôtes par leurs ravageurs

2. Renforcement du rôle des ennemis naturels

Les communautés végétales plus riches en espèces de plantes offrent:

- 2.1. davantage d'espèces d'herbivores
pouvant constituer des hôtes ou proies alternatives
pour les parasitoïdes ou prédateurs

- 2.2. une plus grande diversité d'abris ou refuges
permettant l'estivation ou l'hivernation
des ennemis naturels

- 2.3. des ressources alimentaires secondaires
comme le nectar, le pollen, le miellat
qui prolongent la durée de vie des femelles de parasitoïdes

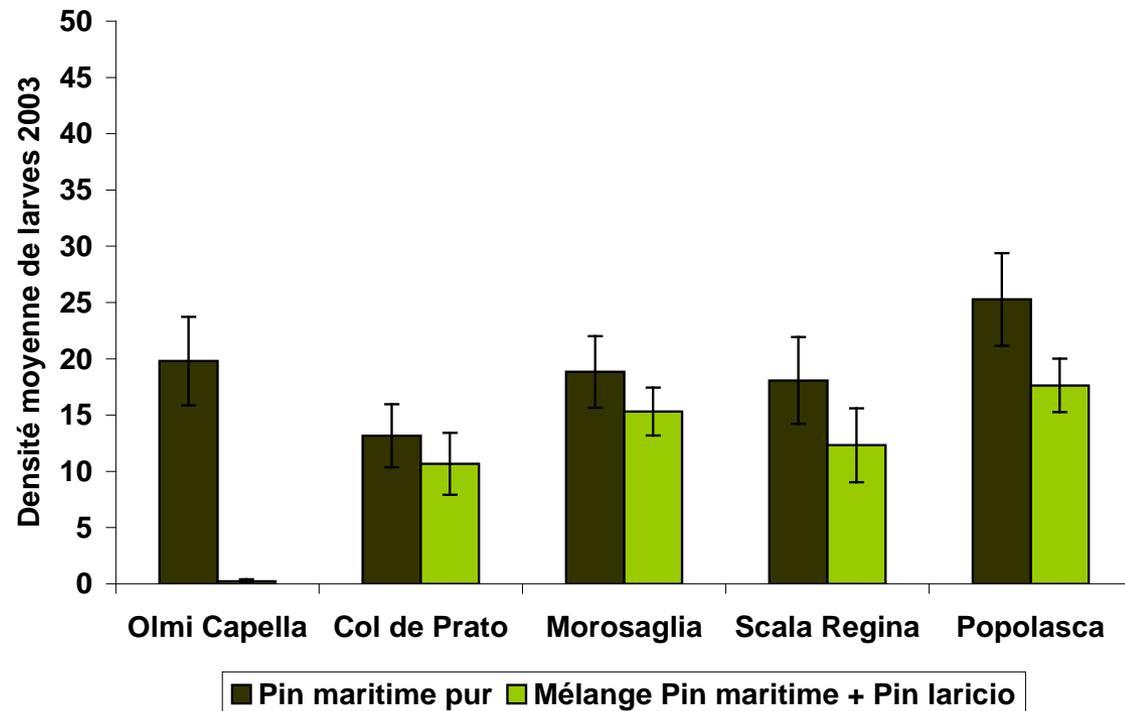
Tree species diversity reduces the invasibility of maritime pine stands by the bast scale, *Matsucoccus feytaudi* (Homoptera: Margarodidae)¹

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

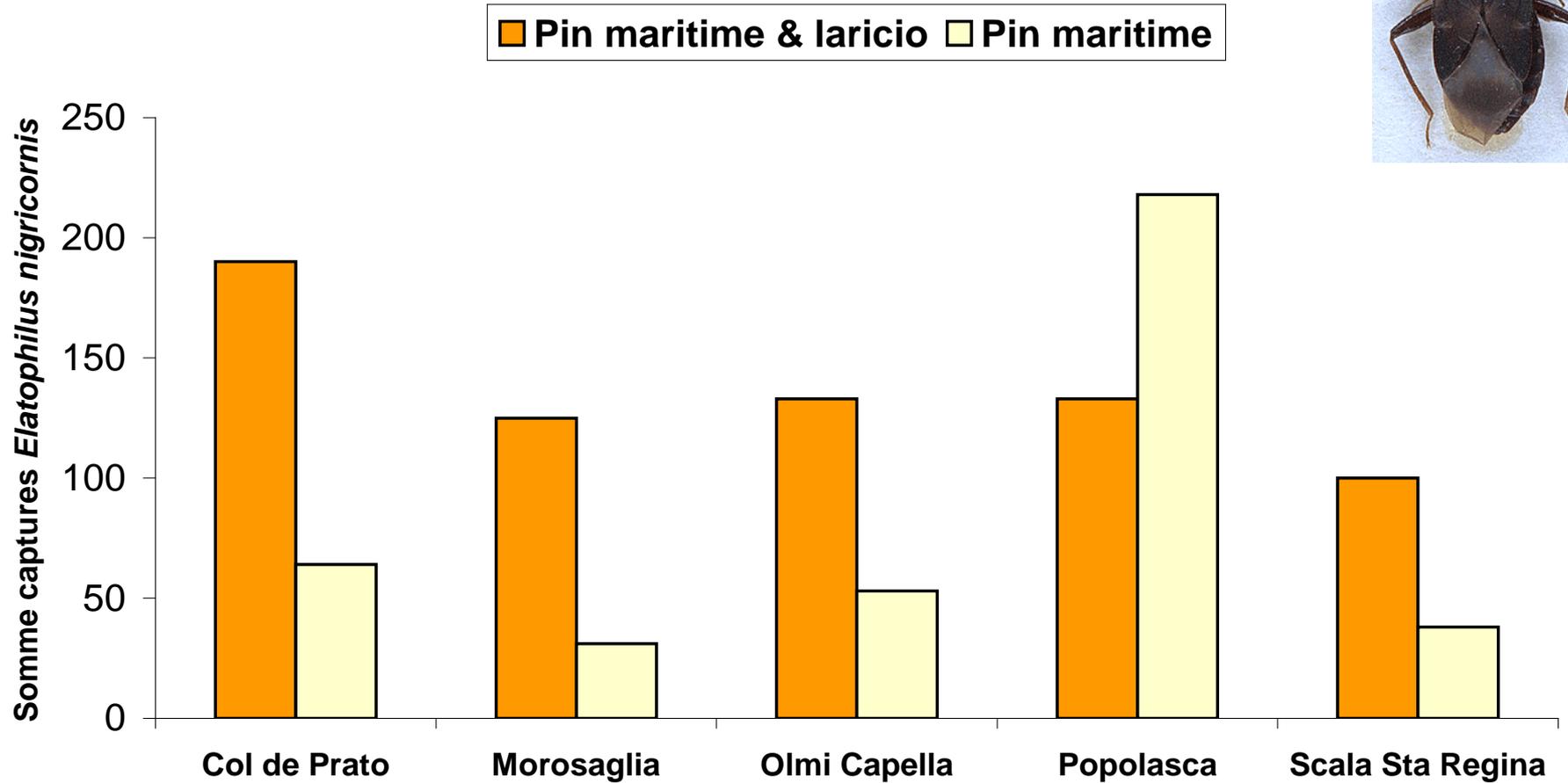
Can. J. For. Res. 36: 314–323 (2006)



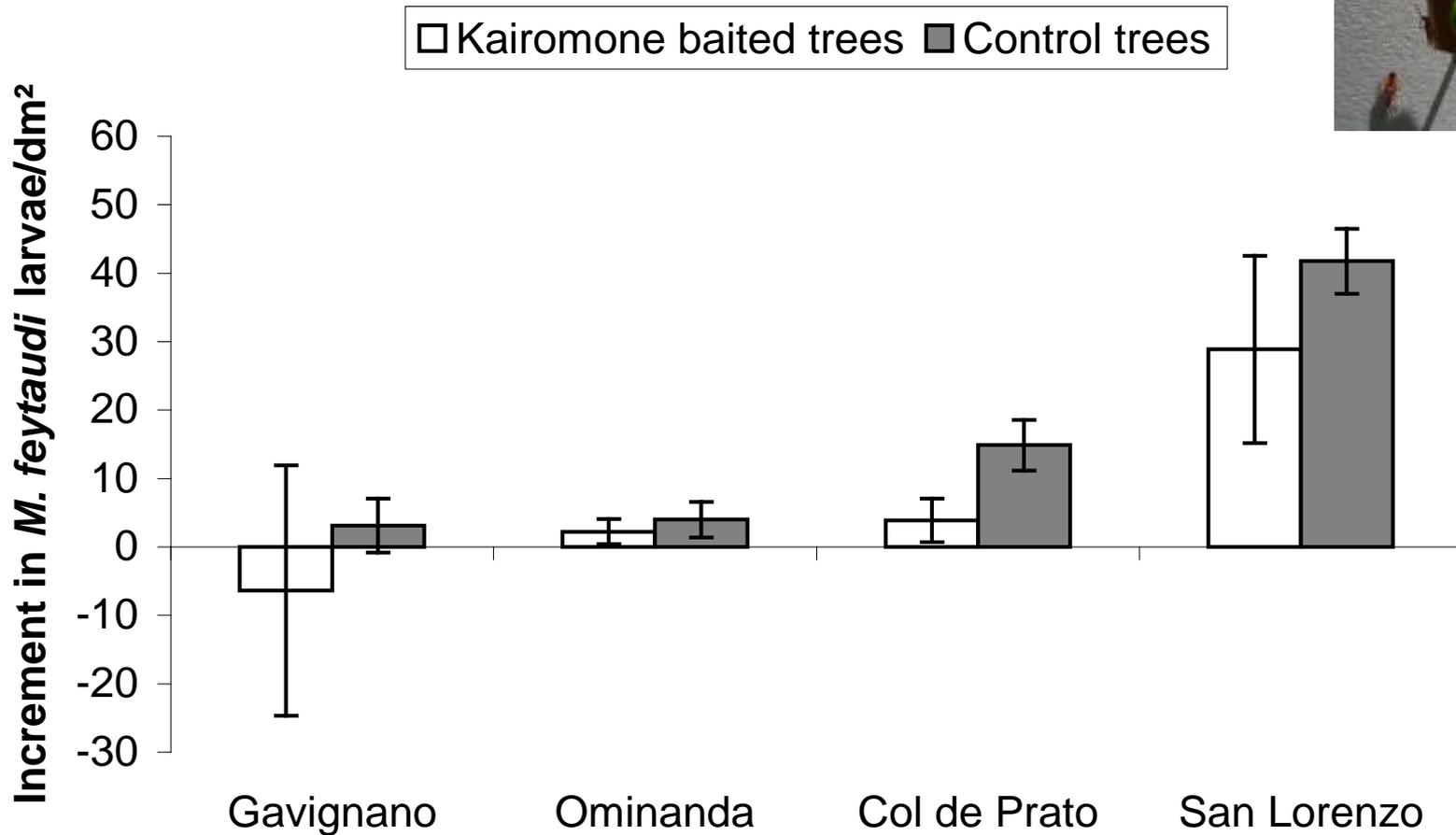
Matsucoccus feytaudi est plus abondante dans les peuplements purs de pin maritime que dans les peuplements mixtes avec du pin laricio



Elatophilus nigricornis (Anthocoridae) prédateur
de *Matsucoccus pini* (Pin laricio)
et *Matsucoccus feytaudi* (Pin maritime)



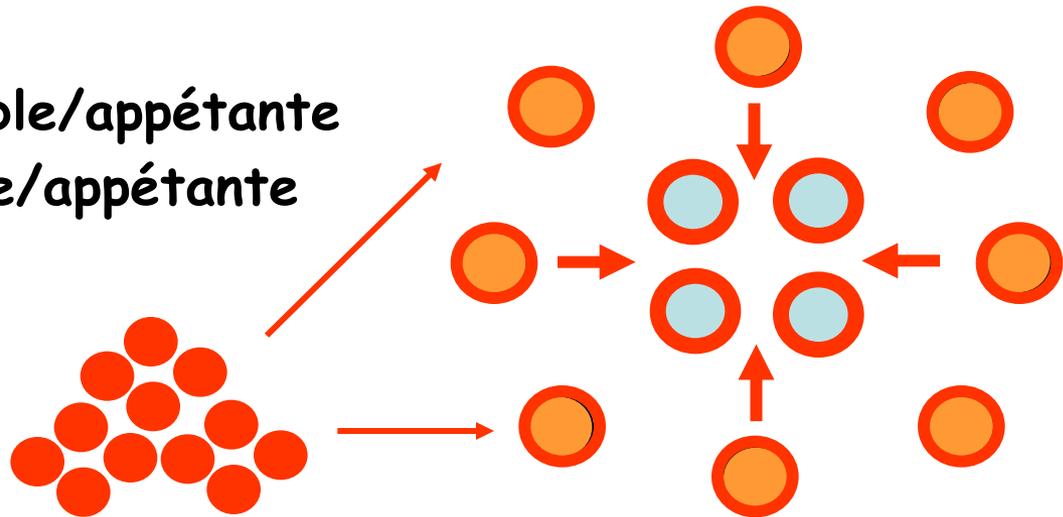
Attraction kairomonale de *Elatophilus nigricornis* sur Pin maritime



3. Certains mélanges d'essences forestières sont cependant favorables aux insectes ravageurs polyphages

- plante moins sensible/appétante
- plante plus sensible/appétante

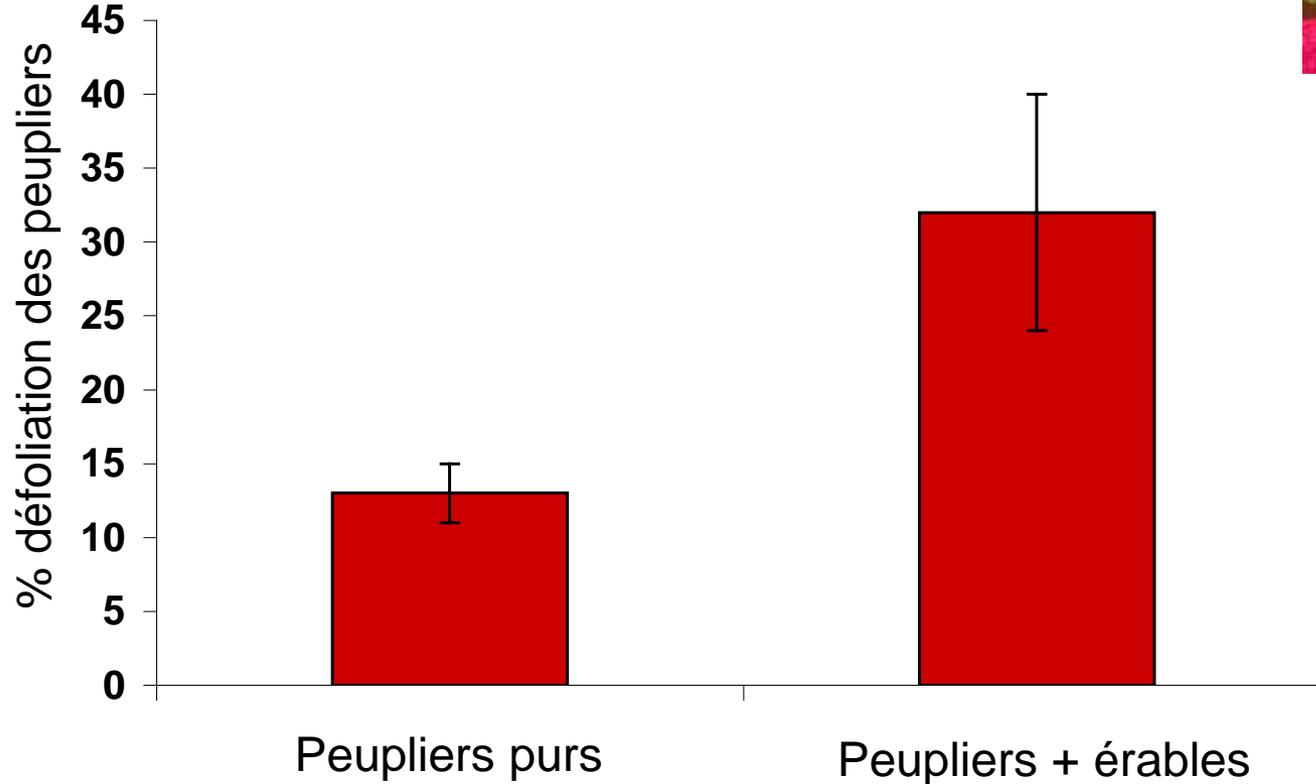
Fortes populations du ravageur polyphage



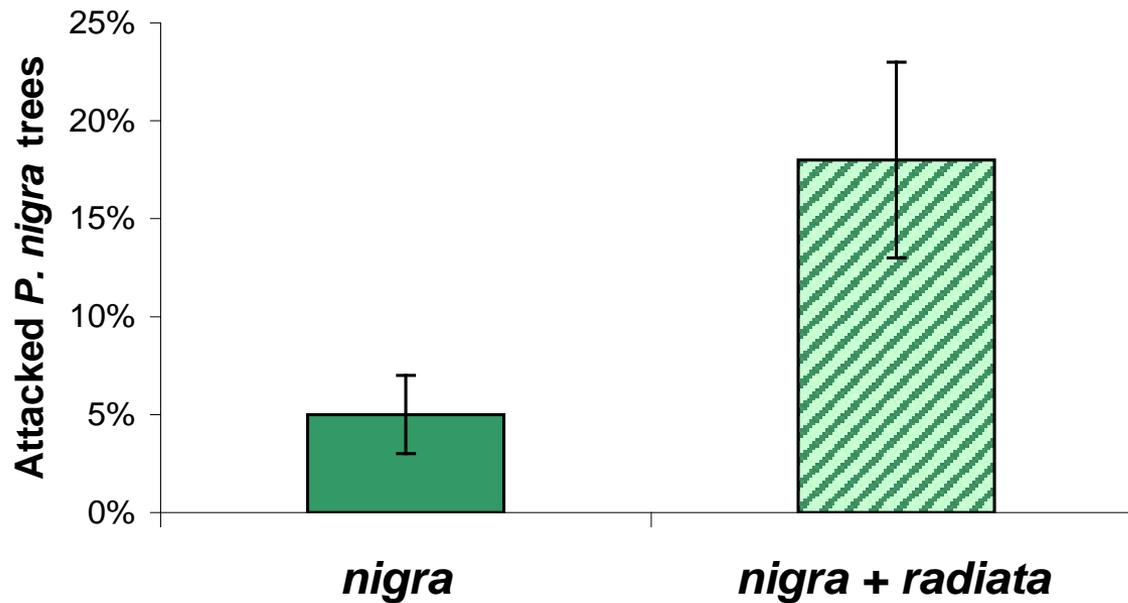
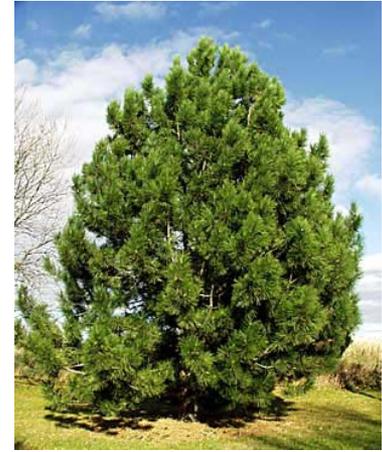
CONTAGION

Arpenteuse d'automne, *Alsophila pometaria* sur *Populus* pur / mélange *Populus* + *Acer negundo*

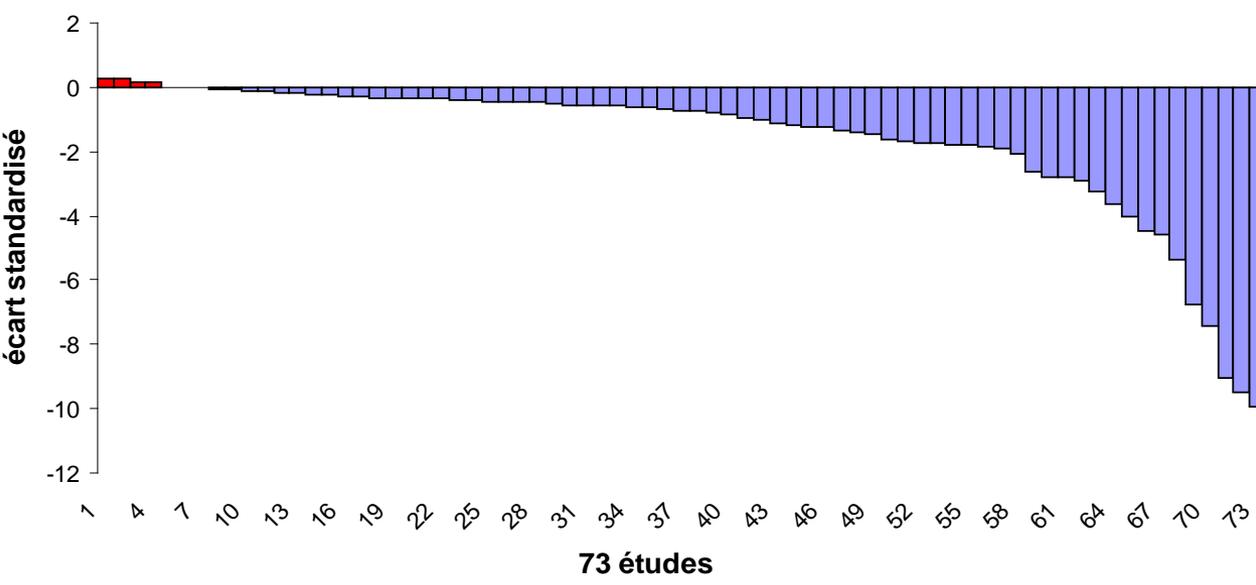
White and Whitham, 2000



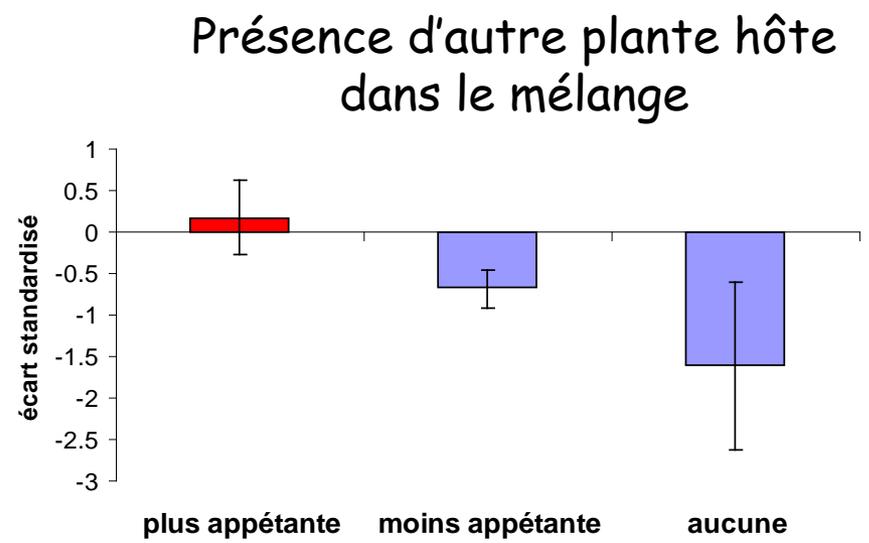
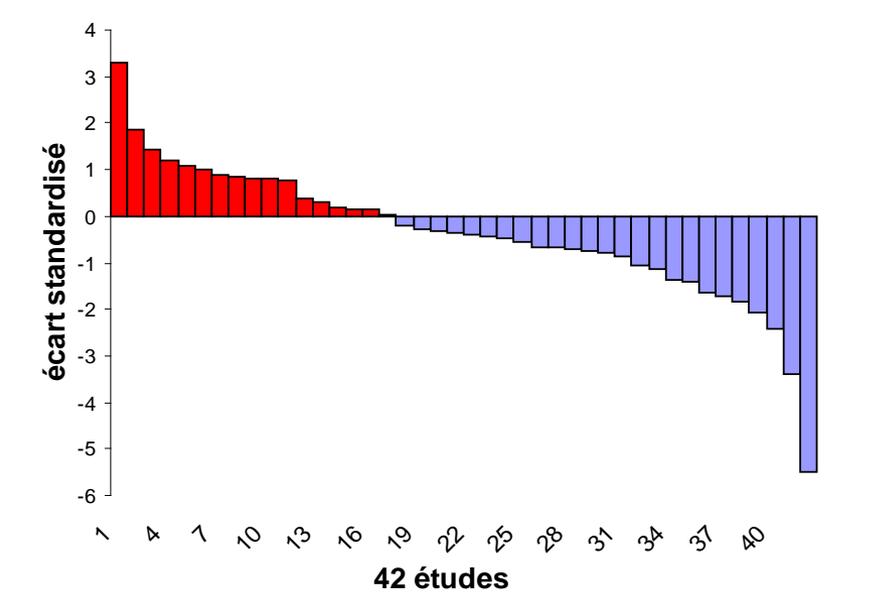
Processionnaire du pin pur *Pinus nigra* vs. *Pinus nigra* + *Pinus radiata*



insectes forestiers oligophages



insectes forestiers polyphages



CONCLUSIONS



1. Globalement, la diversité des arbres contribue à augmenter la résistance des forêts aux attaques d'insectes
2. Cette relation positive entre biodiversité et santé des forêts repose sur deux mécanismes écologiques fondamentaux:
 - la réduction de l'accessibilité aux plantes hôtes
 - le renforcement du contrôle par les ennemis naturels
3. Elle dépend donc des traits de vie des espèces:
 - du niveau de spécialisation des insectes ravageurs
 - des ressources ou barrières apportées par les plantes hôtes et non hôtes

Ce n'est pas tant le nombre d'essences forestières qui compte que leur qualité et la composition de leur assemblage

