

# ➤ Invasions biologiques et maladies des arbres : le tour du monde des champignons pathogènes.

Cécile Robin  
UMR BIOGECO

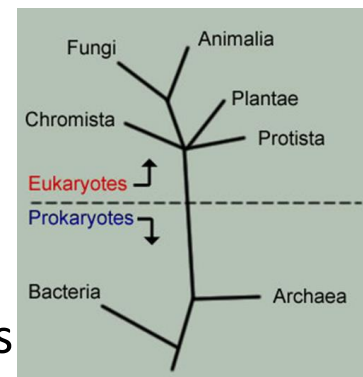


INRAE

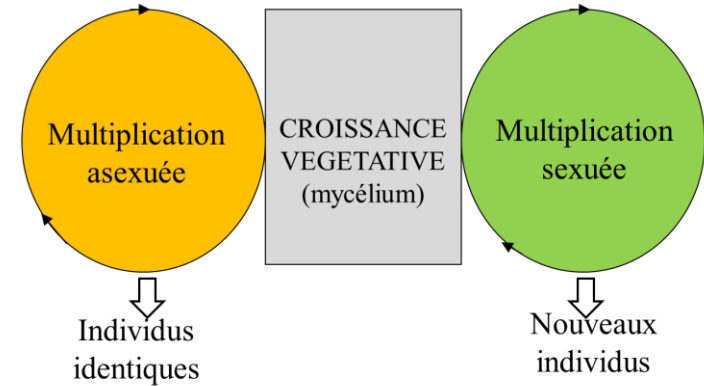
Quatrièmes rencontres de Thuret: Invasions biologiques en Méditerranée, 29 & 30 Novembre 2021

C; Robin

# ➤ Les champignons?



- un assemblage d'espèces eucaryotes appartenant à des lignées différentes, les « fungi » (= Eumycota) et Chromista
- mais partageant des similitudes morphologiques et écologiques
- une composante majeure de la biodiversité sur Terre: le 2<sup>ème</sup> plus grand groupe d'eucaryotes
- 712 000 à 1,5 million pour Eumycota, dont moins de 10 % ont été décrites (Hawksworth 2001)



# ➤ Les champignons invasifs

- Dimension fongique des invasions?
  - ✓ organismes discrets, beaucoup moins étudiés que les mammifères, les invertébrés ou les plantes vasculaires
  - ✓ peu représentés dans les bases de données sur les espèces exotiques: à peine 5% des espèces répertoriées dans la base de données mondiale sur les invasions

(<http://www.issg.org/database>)



## GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE

HOME

ABOUT THE GISD

HOW TO USE

CONTACTS



INRAE

Quatrièmes rencontres de Thuret: Invasions biologiques en Méditerranée, 29 & 30 Novembre 2021

C; Robin

# ➤ Les champignons invasifs

- Parmi les 100 « pires » espèces invasives

- ✓ *Aphanomyces astaci*, la peste des écrevisses
- ✓ *Batrachochytrium dendrobatidis*, la chytridiomycose des grenouilles
- ✓ *Cryphonectria parasitica*, le chancre du châtaignier
- ✓ *Ophiostoma ulmi*, la maladie de l'orme
- ✓ *Phytophthora cinnamomi*, l'encre du châtaignier



# ➤ Les champignons pathogènes des plantes

- Les champignons en étroites relations avec les plantes
  - ✓ relations trophiques



©D.Redecker 1994/2001

Commensalisme

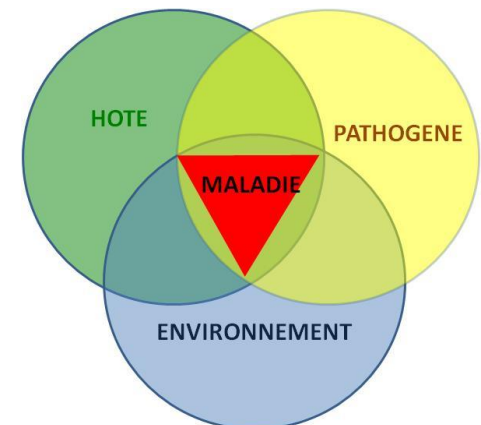


Mutualisme

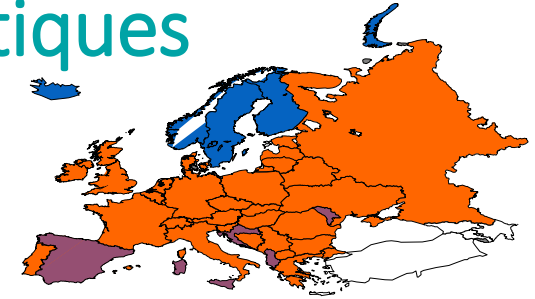


Parasitisme

✓ Une maladie = un agent pathogène +  
une plante hôte + un environnement



# ➤ Recensement des champignons exotiques



Plus de 700 espèces fongiques exotiques recensées pour l'Europe

Premier inventaire de 227 espèces fongiques pour la France, dont 148 parasites et 145 phytopathogènes, avec historique d'invasion documenté (date du premier signalement, origine).

Desprez-Loustau *et al.* 2007, 2009, 2010



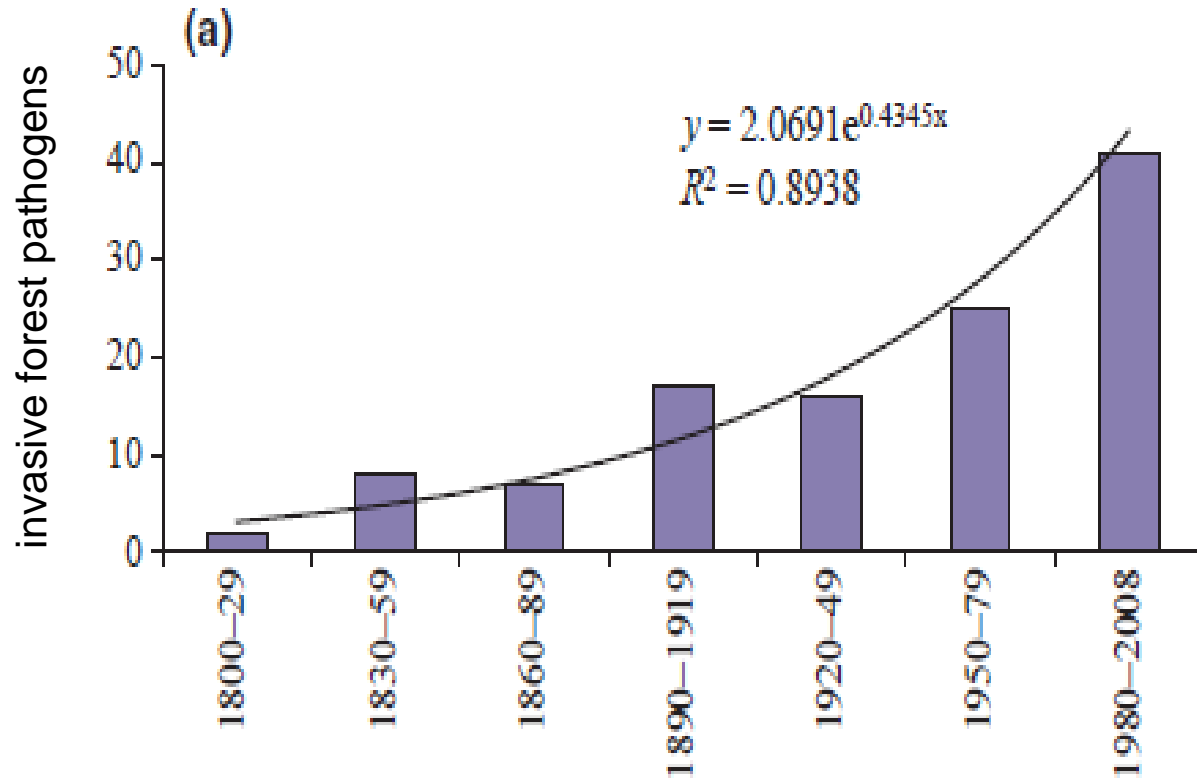
INRAE

Quatrièmes rencontres de Thuret: Invasions biologiques en Méditerranée, 29 & 30 Novembre 2021

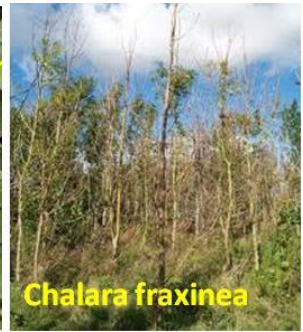
C; Robin



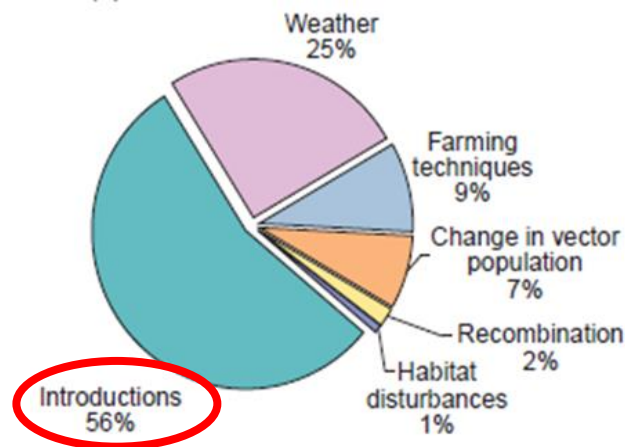
# ➤ Les champignons pathogènes forestiers en augmentation



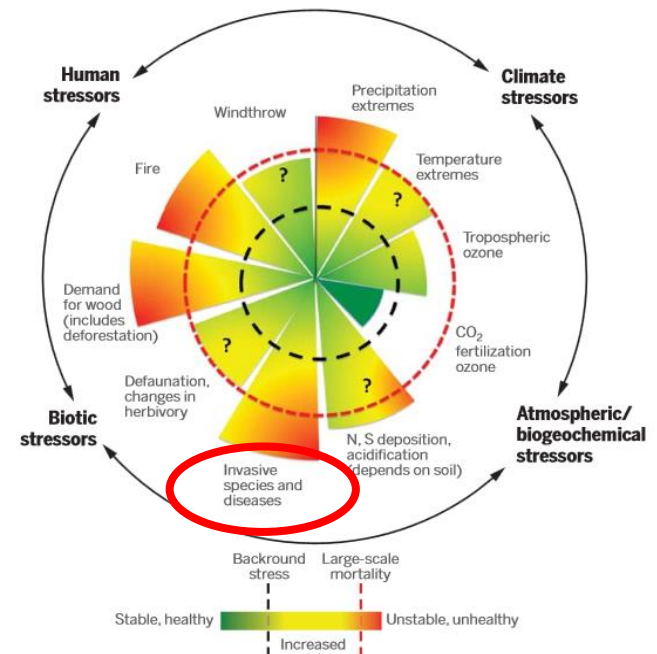
Santini et al.



# ➤ Les invasions d'agents pathogènes : 1ère cause des maladies émergentes des plantes



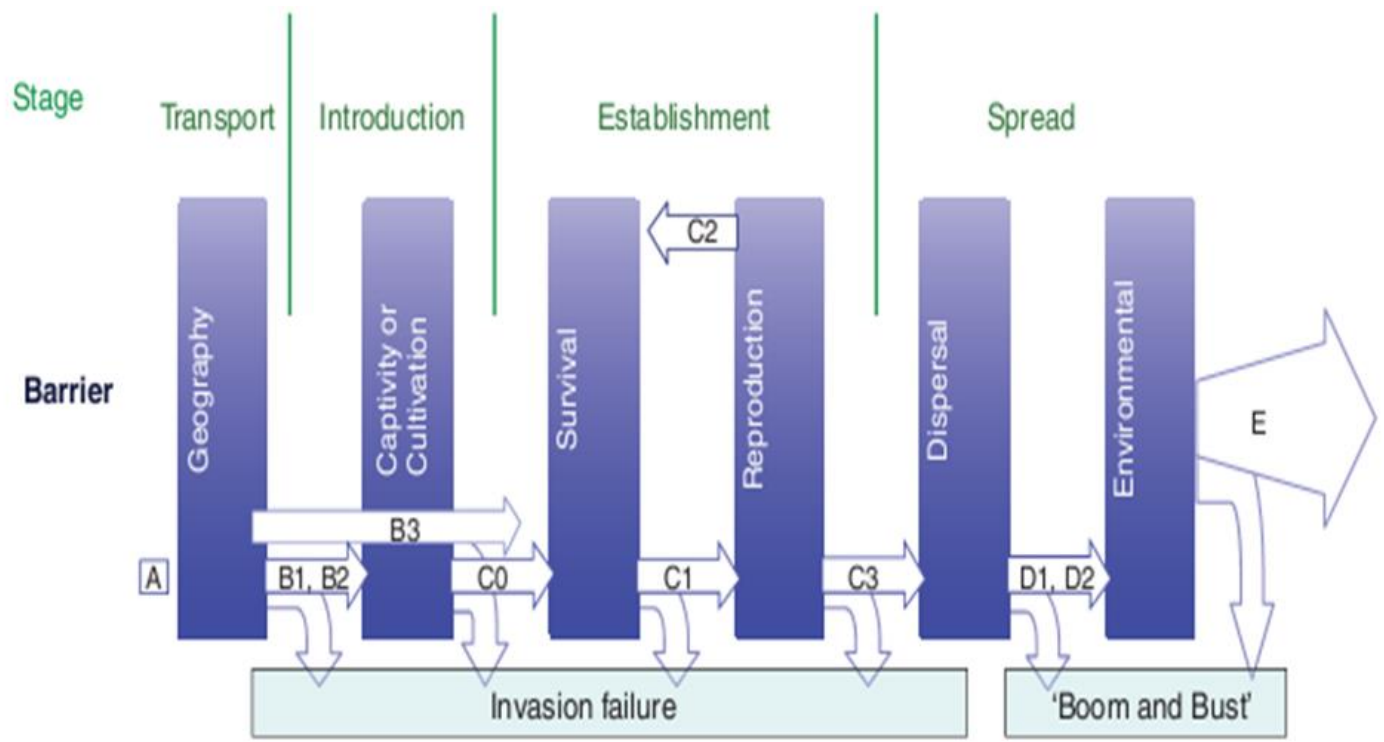
(ProMED data, 1996-2002)





# ➤ Ecologie et processus des invasions biologiques

## Le cadre unifié des invasions



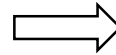
Blackburn et al. 2011



INRAE

# ➤ Transport et introduction de champignons pathogènes exotiques

- Survie sous forme de
  - ✓ Mycélium
  - ✓ Spores
- Spores libérées dans
  - ✓ Air, sol eau
  - ✓ Transportées par insectes



**Introduction par les plants**

**Introduction par le sol, l'eau**

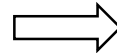
**Introduction par les insectes**

**Introduction par les graines**



## ➤ Etablissement

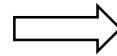
- Infection de plantes hôtes locales ou introduites
- Peu de résistance des plantes hôtes
- Peu d'ennemis naturels
- Reproduction asexuée



**Etablissement de populations**

# ➤ Développement épidémique

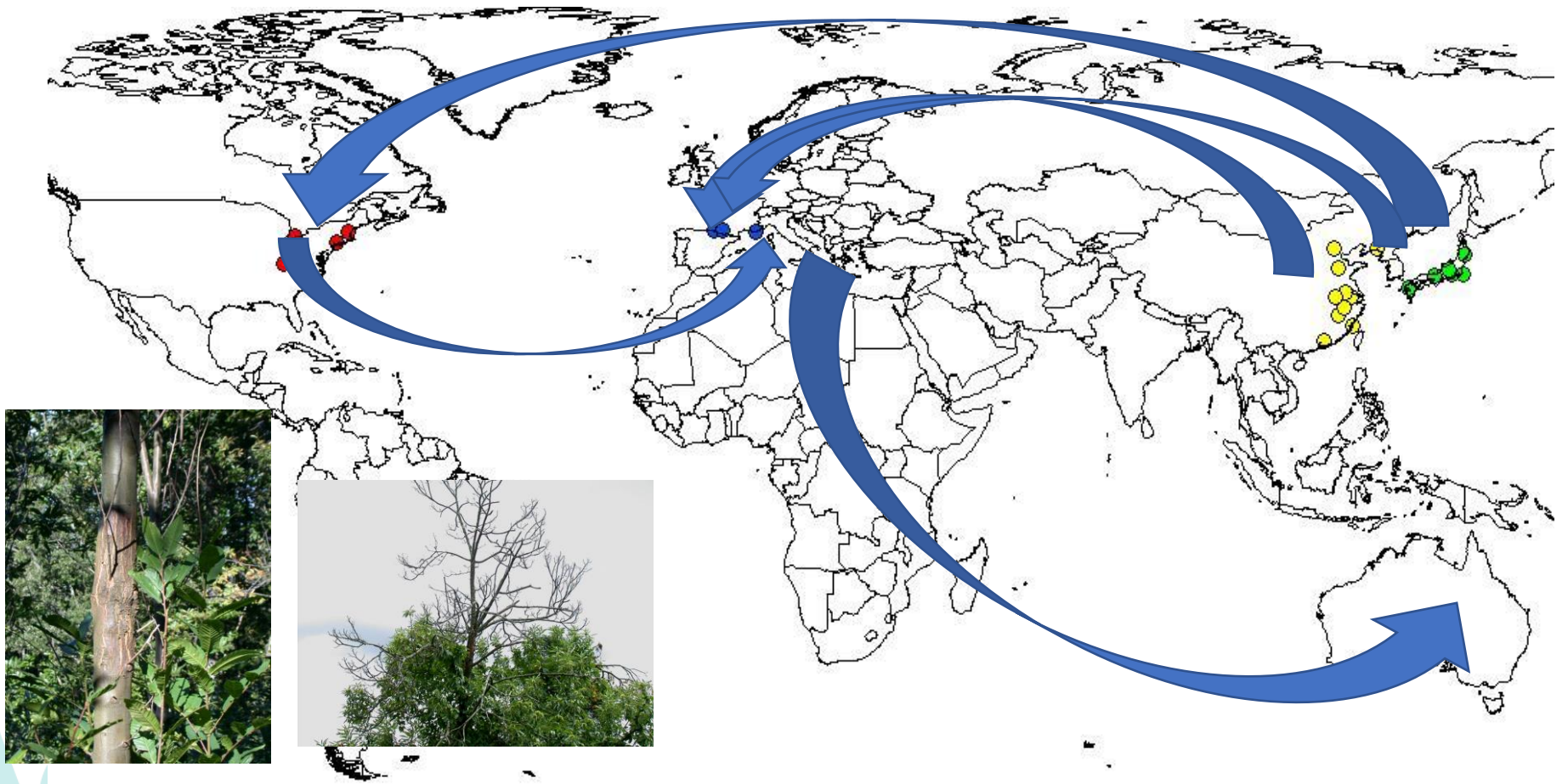
- Reproduction sexuée
- Dissémination longue distance
- Nouvelles populations, nouveaux hôtes
- Adaptation



**Maladies émergentes difficiles à contrôler**

## ➤ Invasions biologiques

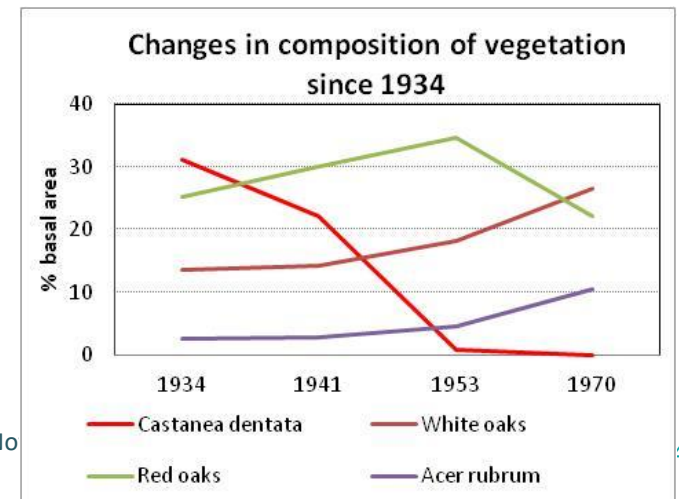
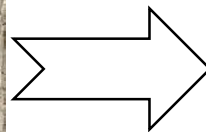
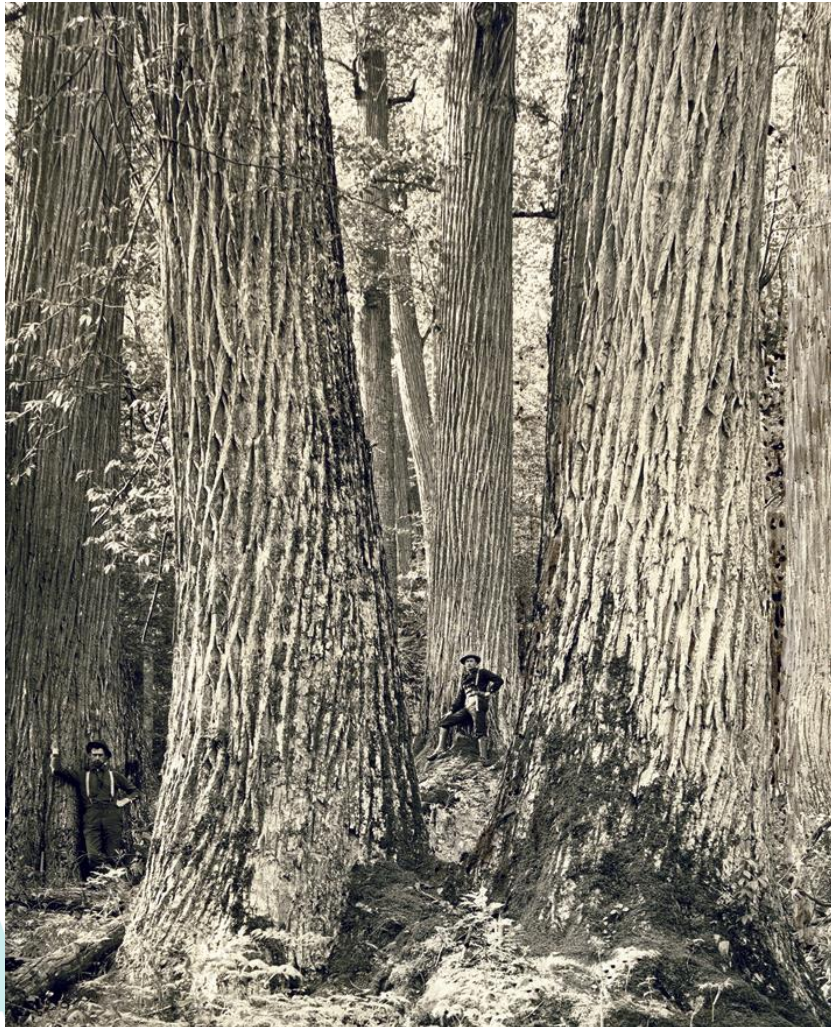
- Le tour du monde de *Cryphonectria parasitica*





## ➤ Impact

- Modifications importantes des écosystèmes
  - ✓ Exemple : le chancre aux Etats-Unis





# ➤ Les alliés de nos ennemis sont-ils nos ennemis ? caractérisation des champignons associés aux *Xylosandrus* spp

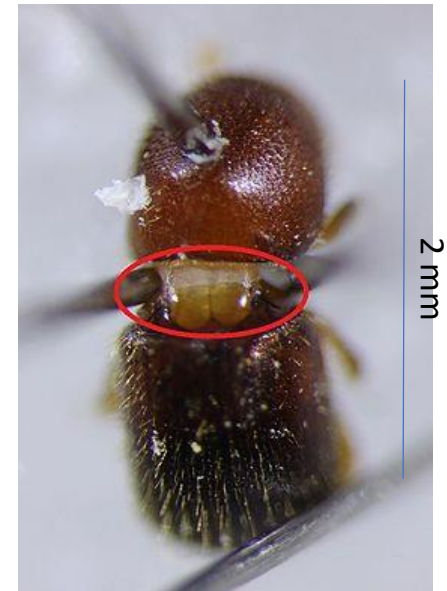
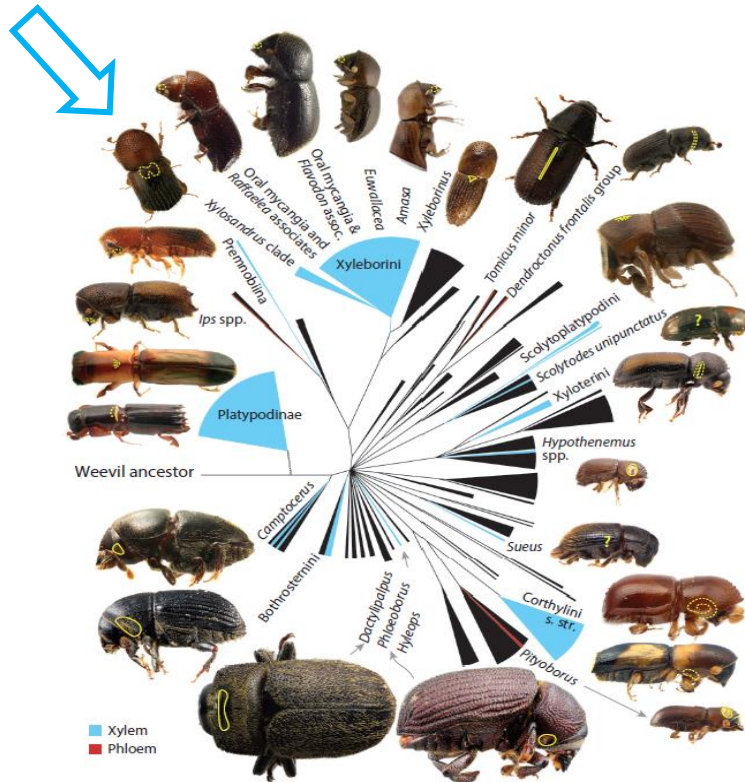
Projet SAMFIX:

Pilar Fernandez-Conradi, Benjamin Penaud, Julie Faivre d'Acier, Emilie Chancerel, Xavier Capedvielle, Gilles Saint-Jean, Martine Martin-Clotte, Cécile Robin

Et Teddy Urvois, Marie-Anne Auger-Rozenberg, Alain Roques (URZF)



# ➤ Les ambrosia beetles



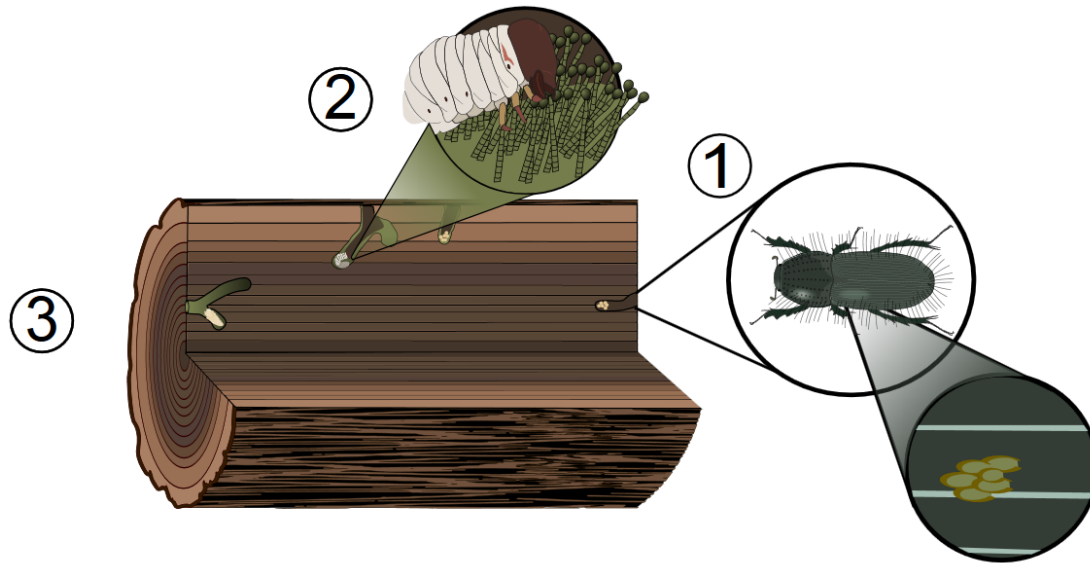
Mycangia de *Xylosandrus crassiusculus*



## ➤ La symbiose ambrosia beetle - champignon



Mutualisme



1: L'adulte femelle fait un trou dans le bois et dépose les oeufs, en même temps les champignons qu'elle porte.

2: Les larves se nourrissent des champignons qui pré-digèrent le bois, en enlevant les toxines.

3: Les larves font des pupes et éclosent, s'accouplent et seules les femelles, ayant acquis des champignons dans leur mycangia, émergent.

*Xylosandrus crassiusculus* dans son « jardin »  
d'*Ambrosiella xylebori*



## ➤ Certains champignons symbiotiques sont pathogènes de plantes

### **Exemple: le cas du dépérissement du laurier**

Après 10 ans depuis l'invasion du scolyte asiatique *Xyleborus glabratus* et son champignon symbiotique *Raffaella lauricola* dans le sud-est des EU environ 500 millions d'arbres de la famille Lauraceae sont morts.

La production d'avocats en Floride est aussi fortement menacée à cause de cette maladie.



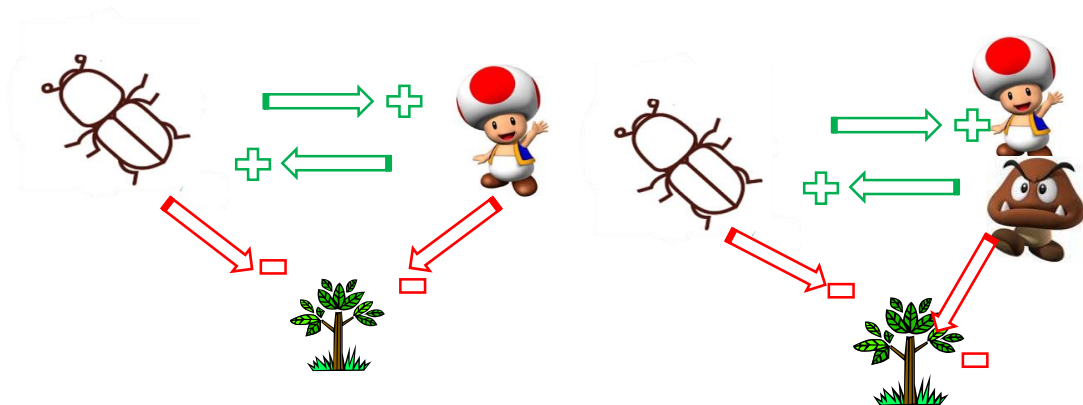
Photo: Jason Smith  
(University of Florida)



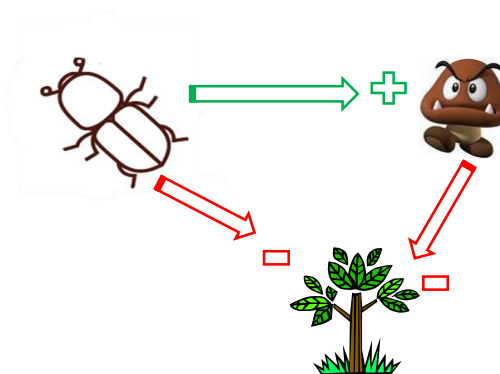
Photo: Ronald F. Biling  
(Texas A&M Forest Service)

# ➤ Les relations ambrosia beetles x champignons x arbres

- **Symbiose insecte/champignon**  
(interaction biotique à avantages partagés)



- **Commensalisme insecte/ champignon**  
(avantage pour les champignons, pas pour les vecteurs)





## > Projet

### ***Xylosandrus compactus:***

Depuis l'été 2015, des dégâts inédits sur végétaux arbustifs, surtout des lauriers-sauce, au cap d'Antibes, à Saint-Jean-Cap-Ferrat et à Saint-Tropez.



### ***Xylosandrus crassiusculus:***

Depuis août 2014, détection de sur un caroubier (*Ceratonia siliqua*) sur la commune de Nice.



Champignons associés aux *Xylosandrus* spp. exotiques?

Pouvoir pathogène ?



# ➤ Caractérisation des champignons

## Méthodes cultures dépendantes

Isolements de champignons à partir de *Xylosandrus spp.* morts broyés ou de galeries de scolytes

>>> Cultures de champignons commensaux, pathogènes, symbiotiques

Dissection des *Xylosandrus spp.*, puis isolement

>>> Cultures des champignons symbiotiques



Mycangia de *Xylosandrus crassiusculus*

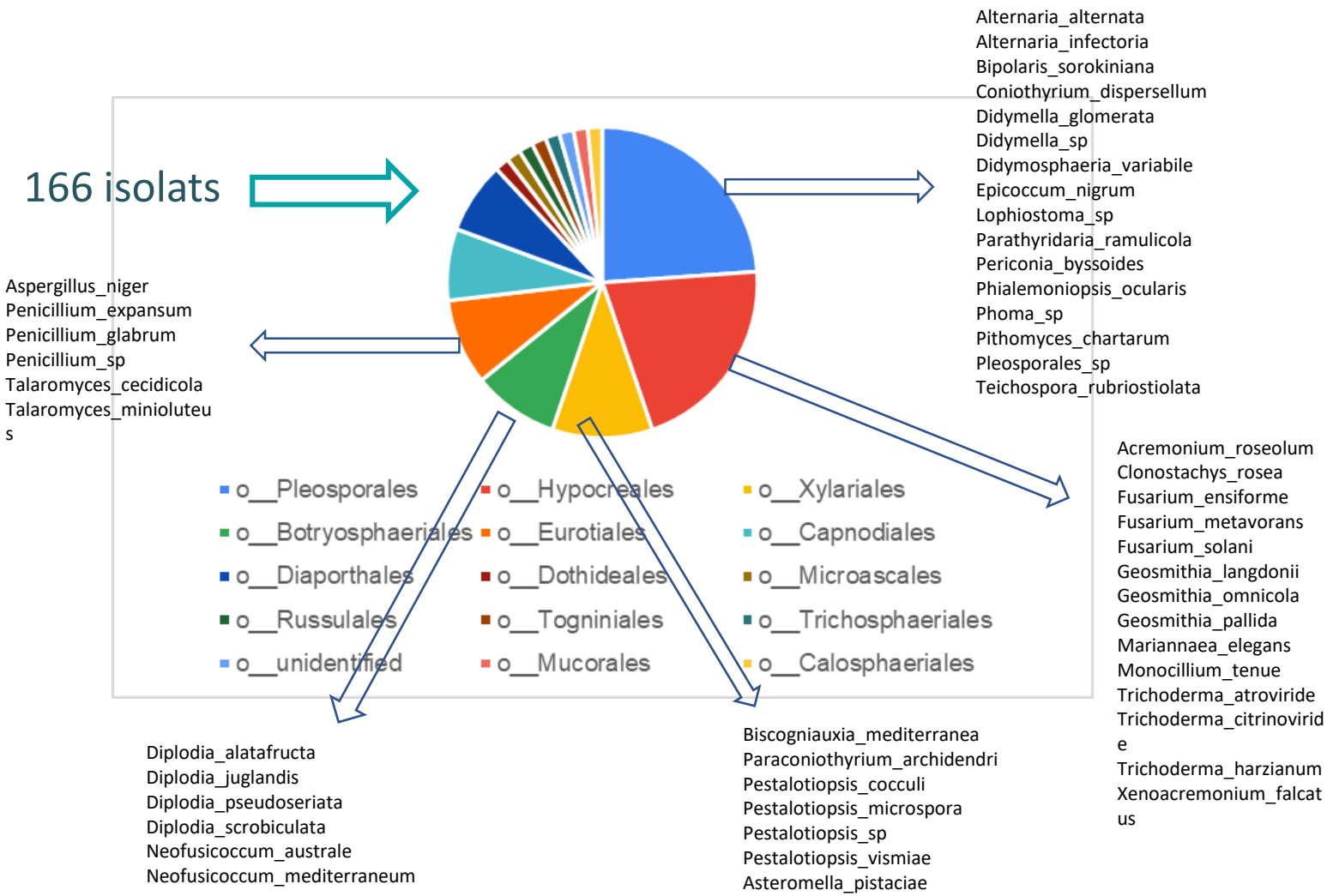


## Métabarcoding

Extraction d'ADN des insectes entiers, des galeries ou des mycangia

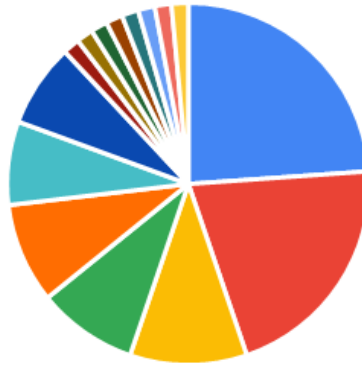


# ➤ Une grande diversité de champignons



## ➤ Une grande diversité de champignons

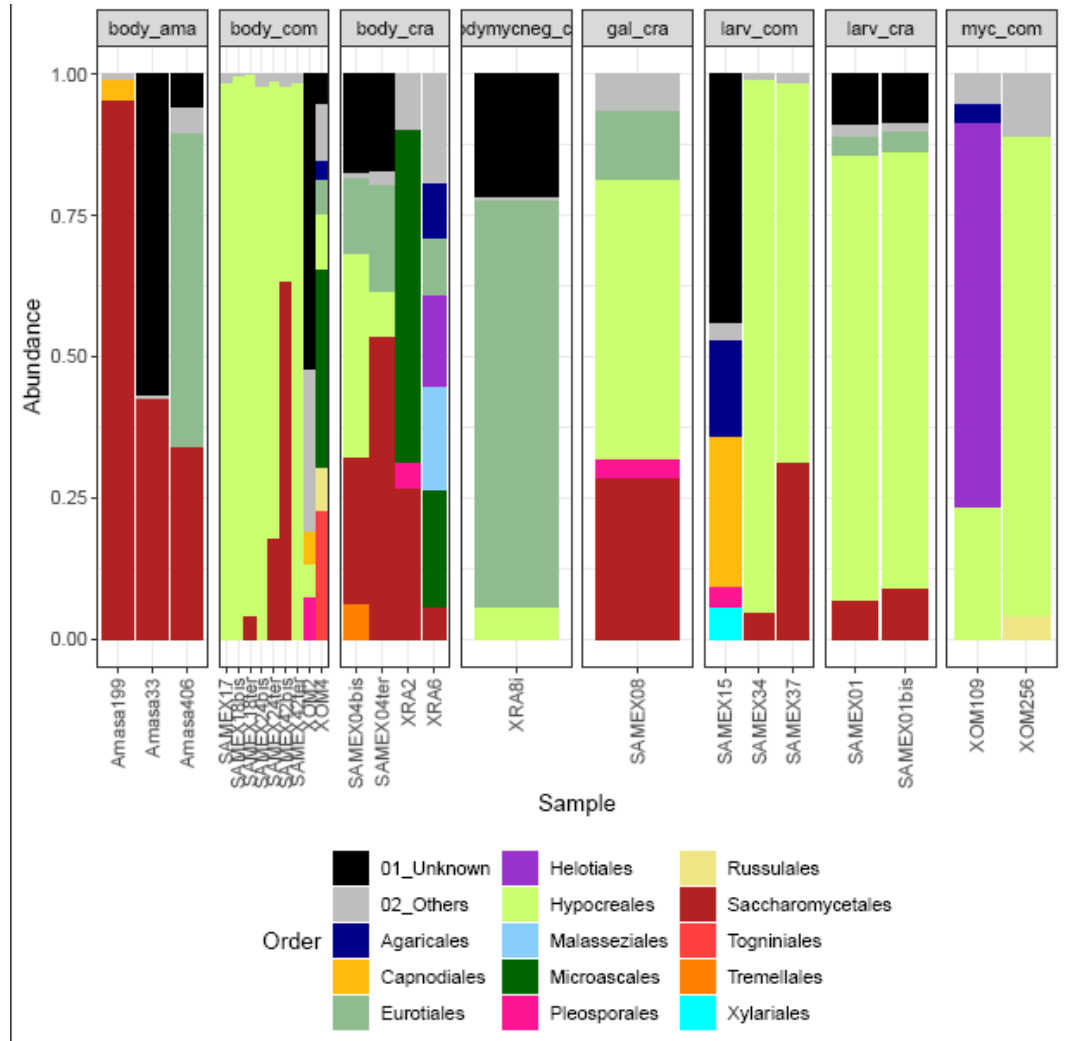
166 isolats



Champignons :

- Symbiotiques : *Ambrosiella xylebori*
- Pathogènes: *Fusarium solani* , *Geosmithia pallida*, *Botrysophaeracées* ...
- Saprophytes, antagonistes, entomophages....
  
- Et plusieurs autres dont le rôle fonctionnel n'est pas connu

# Assemblages de champignons différents en fonction des espèces *Xylosandrus* et des organes



INRAE

Quatrièmes rencontres de Thuret: Invasions biologiques en Méditerranée, 29 & 30 Novembre 2021

C; Robin

# ➤ Test du pouvoir pathogène

Inoculation des plants de caroubier

Quantification des **dégâts/ symptômes**

>>>Trois isolats testés, deux méthodes

>>> Pouvoir pathogène faible

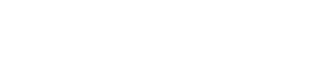


Isolat	Taxonomy	Plant/Insect	Organ
SAM24E	Geosmithia sp	Cordyline stricta	gallery
SAM147A	Fusarium sp	Xylosandrus compactus	abdomen
SAM166B	Phoma sp.	Amasa sp. 1	surface

## ➤ Résultats

Pas de symptômes significatifs

Modality	Mean lesion length (mm)	Standard deviation
SAM147A_A	2.3	4.0
SAM147A_B	2.2	4.1
SAM166B_A	2.7	5.6
SAM166B_B	1.1	2.4
SAM24E_A	0.5	2.1
SAM24E_B	3.0	4.1
Mock_A	3.4	0.4
Mock_B	5.4	1.3

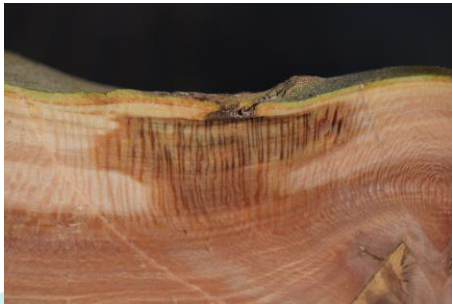




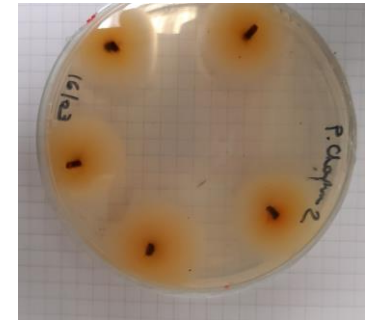
# ➤ Etudes en cours



*Phillyrea latifolia*  
*X. compactus*  
(photos JB Daubree, DSF)



Platane  
*Xylosandrus*  
(Photo E. Chapin, Cosave)



# ➤ Conclusions

- Les champignons: de redoutables globe-trotters et passagers clandestins
- Réglementation : pas de transports de plantes vivantes, en pot
- Association avec *Xylosandrus* sp. : étude en cours



# Merci pour votre attention

## Projet SAMFIX:

Pilar Fernandez-Conradi, Benjamin Penaud, Julie Faivre d'Acier, Emilie Chancerel, Xavier Capedvielle, Gilles Saint-Jean, Martine Martin-Clotte, Cécile Robin

Et Teddy Urvois, Marie-Anne Auger-Rozenberg, Alain Roques (URZF)

Jean-Baptiste Daubree, DSF



INRAE

Quatrièmes rencontres de Thuret: Invasions biologiques en Méditerranée, 29 & 30 Novembre 2021

C; Robin