

Prévoir et gérer les invasions d'insectes : Les projets européens HOMED et SAMFIX

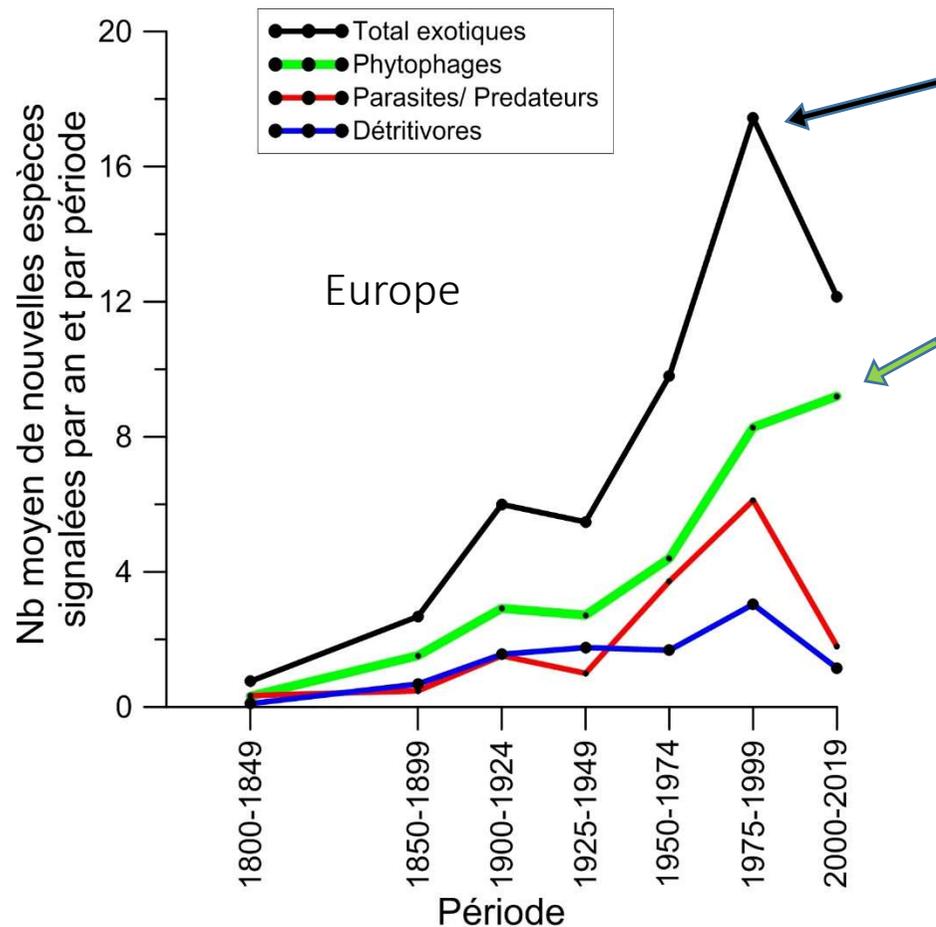


Alain ROQUES

Directeur de Recherches Emérite INRAE

Unité de Recherches Zoologie Forestière Orléans

L'accélération exponentielle du taux d'établissement d'insectes exotiques est liée à l'arrivée de nouveaux phytophages



- 2 fois plus d'espèces/ an que dans les années 1950 (données partielles pour 2000-2019)

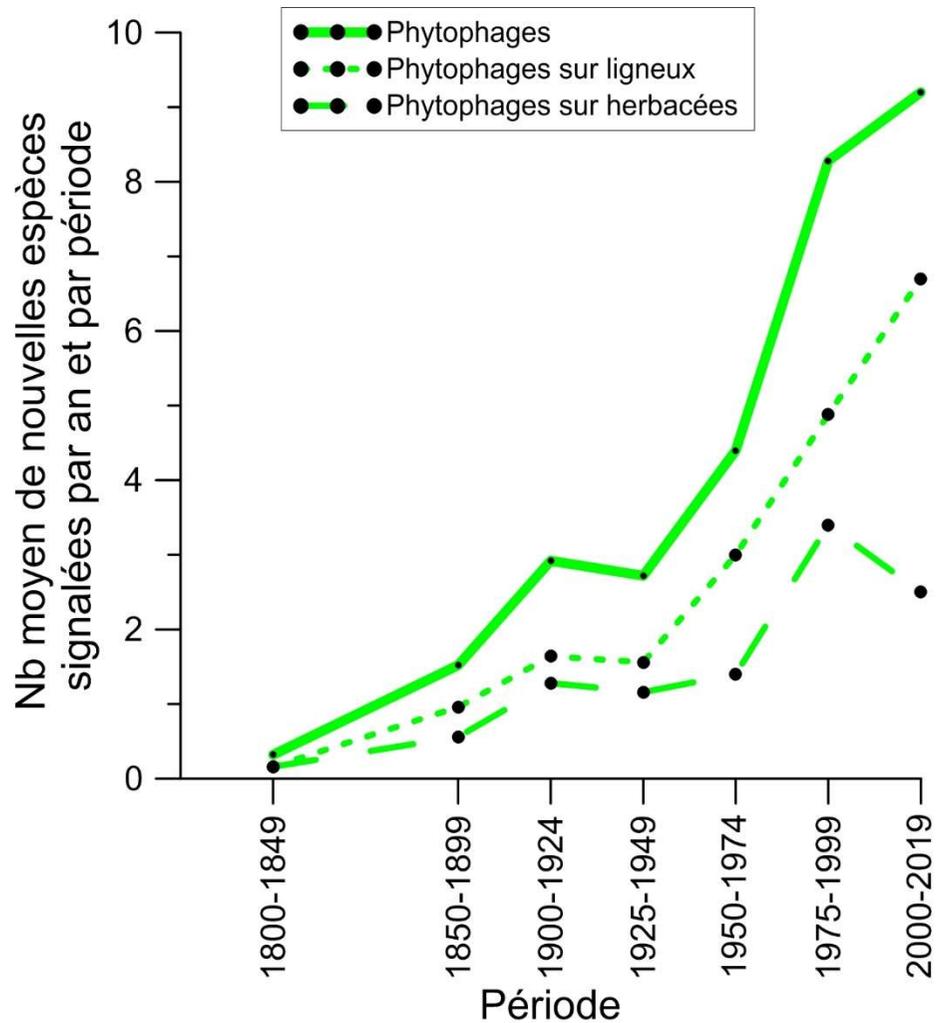
- Due à l'arrivée d'espèces phytophages (*9.5 nouvelles espèces par an depuis 2000 vs. 4.5/an durant 1950-1975*) (Roques et al., 2020)

- Autres groupes

Données: EU DAISIE 2005- 2008

Update: EU JCR- EASIN 2019; www.easin.org

L'accroissement en phytophages exotiques dû aux espèces liées aux plantes ligneuses plus qu'aux herbacées et grandes cultures



frontiers
in Forests and Global Change

Are Invasive Patterns of Non-native Insects Related to Woody Plants Differing Between Europe and China?

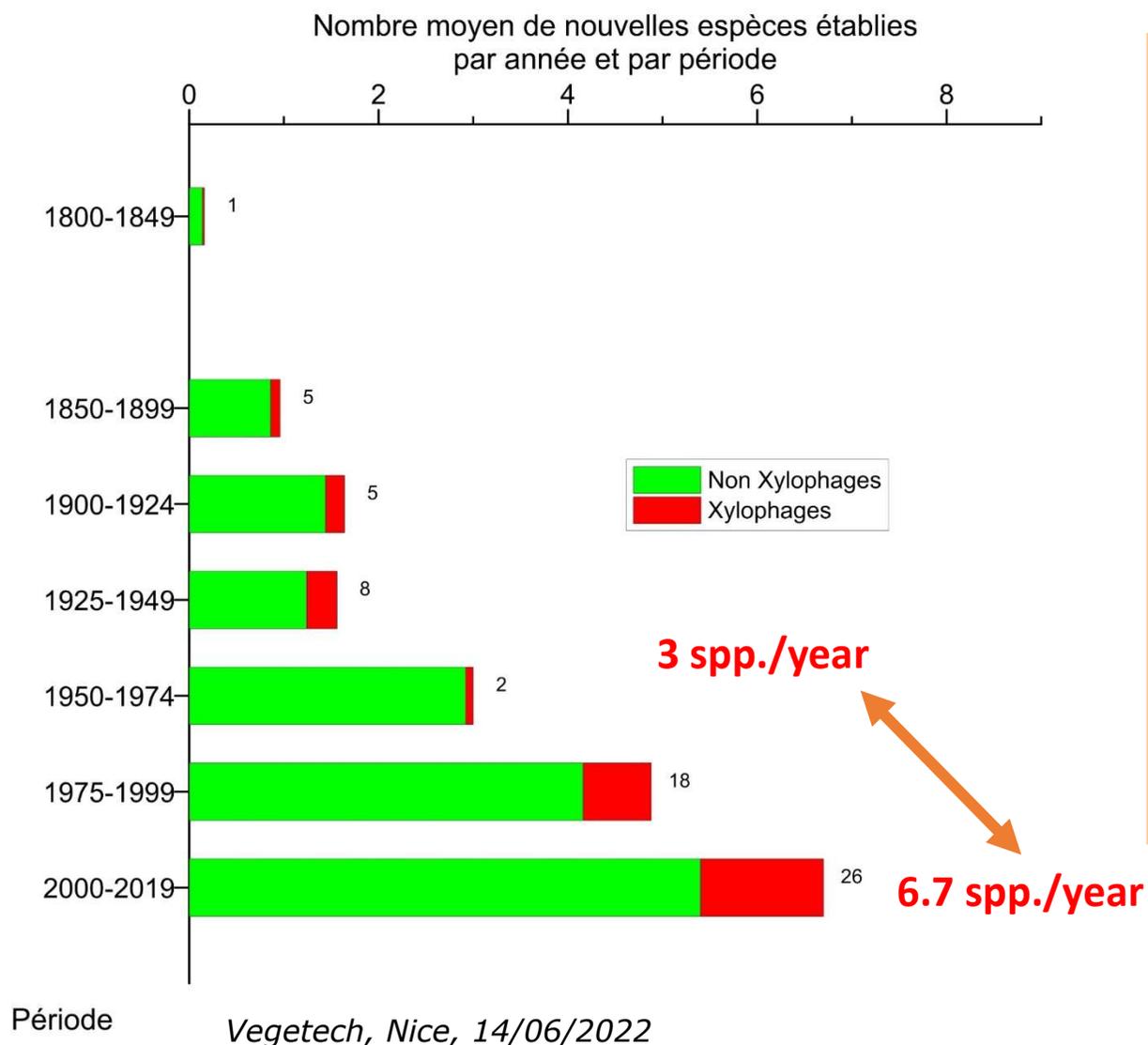
Alain Roques^{1,2*}, Juan Shi^{2,3}, Marie-Anne Auger-Rozenberg^{1,2}, Lili Ren^{2,3}, Sylvie Augustin^{1,2} and You-qing Luo^{2,3}

ORIGINAL RESEARCH
published: 15 January 2020
doi: 10.3389/fgc.2019.00091



Vegetech, Nice, 14/06/2022

L'explosion du commerce des plantes ornementales a fait doubler durant les 50 dernières années l'établissement des espèces exotiques liées aux plantes ligneuses



Résultat:

450 espèces phytophages exotiques liées aux ligneux établies en Europe en 2019

Surtout

- Suceurs de sève: 238 spp.



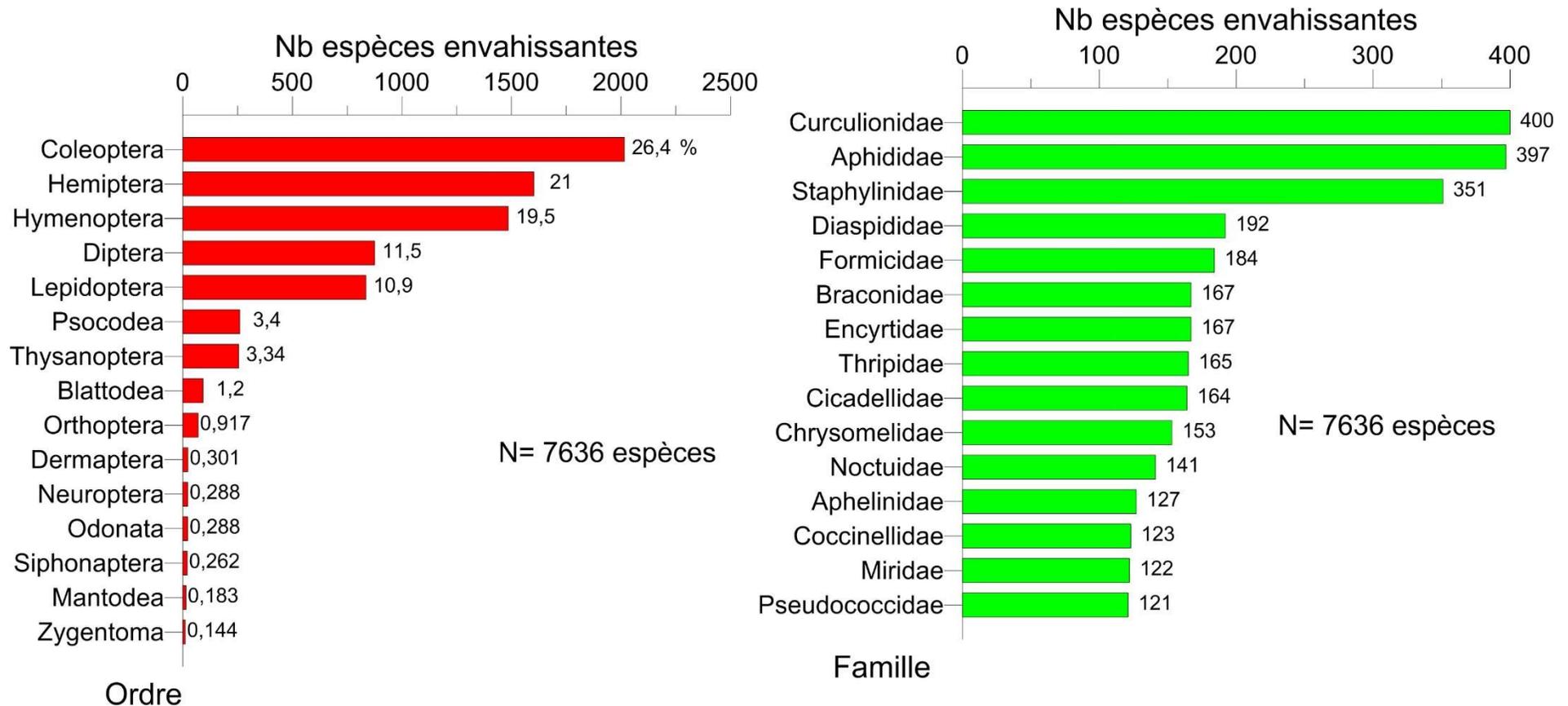
- Xylophages 73 spp.



Large dominance des Coléoptères et Hémiptères dans les envahisseurs au plan mondial

Base de données sur les invasifs établies en Amérique du Nord, Europe, Australie, Nouvelle-Zélande, Japon, Chine

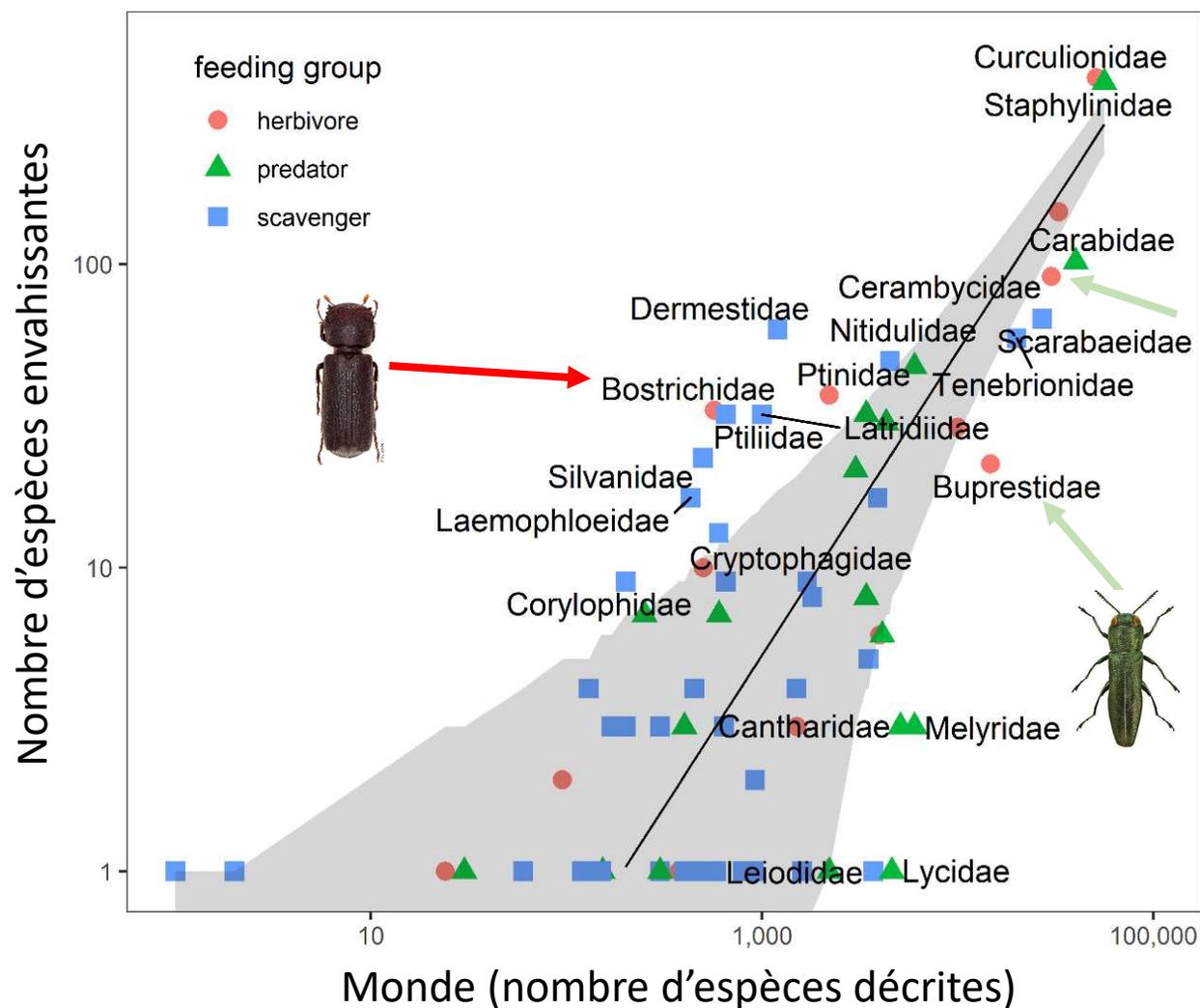
<https://doi.org/10.5281/zenodo.5245302>



Au niveau famille: Curculionides (en particulier scolytes), Aphides, et Cochenilles (Diaspines-Pseudococcides) – que 71 cérambycides

Vegetech, Nice, 14/06/2022

Des familles sur-représentées dans les Coléoptères envahissants en comparaison de leur faune mondiale



Sur-représentation des Bostryches

Sous-représentation des Buprestes et Cerambycides

Received: 10 December 2020 | Revised: 26 May 2021 | Accepted: 18 June 2021
DOI: 10.1111/1365-3113.12381

RESEARCH ARTICLE

Diversity in Distributions WILEY

Invasion disharmony in the global biogeography of native and non-native beetle species

Andrew M. Liebhold^{1,2} | Rebecca M. Turner³ | Rachael E. Blake⁴ | Cleo Bertelsmeier⁵ | Eckehard G. Brockerhoff⁶ | Helen F. Nahrung⁷ | Deepa S. Pureswaran⁸ | Alain Roques⁹ | Hanno Seebens¹⁰ | Takehiko Yamanaka¹¹

Une même sur-représentation de certaines familles parmi les Lépidoptères envahissants

742 espèces de 59 familles introduites accidentellement dans 10 régions biogéographiques

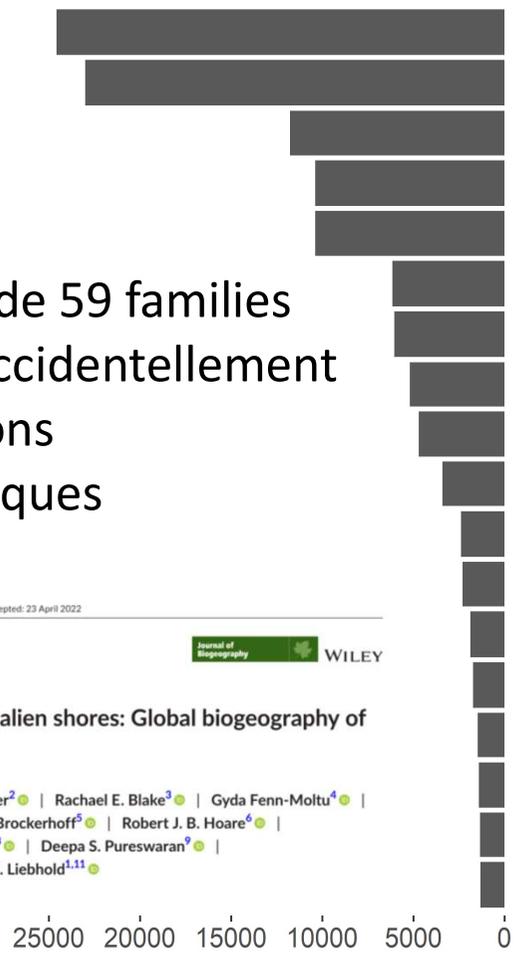
Received: 2 November 2021 | Revised: 15 April 2022 | Accepted: 23 April 2022
DOI: 10.1111/jbi.14393

RESEARCH ARTICLE

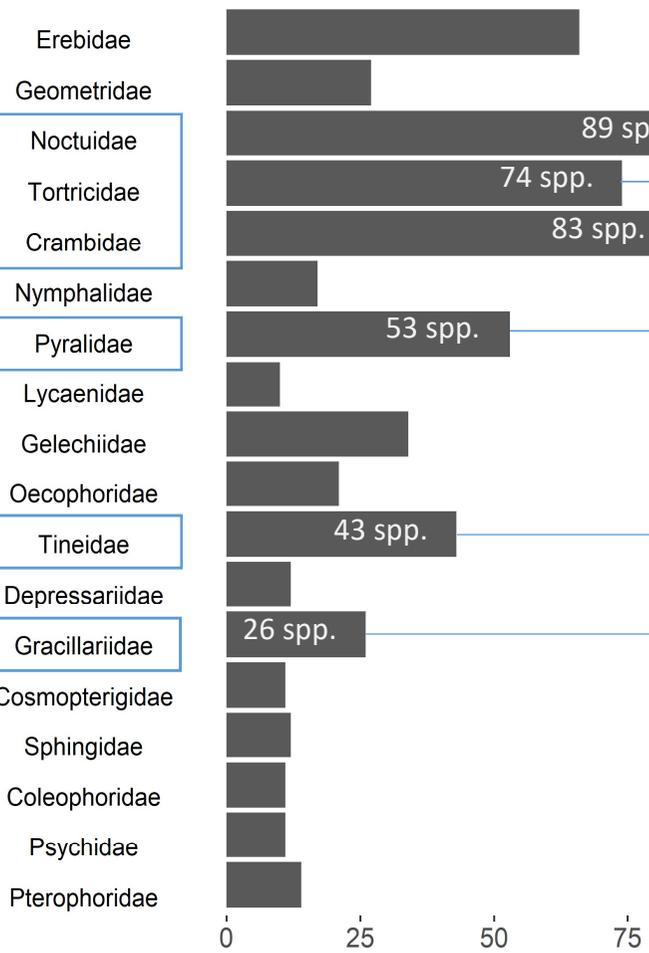


Moths and butterflies on alien shores: Global biogeography of non-native Lepidoptera

Richard Mally¹ | Rebecca M. Turner² | Rachael E. Blake³ | Gyda Fenn-Moltu⁴ | Cleo Bertelsmeier⁴ | Eckehard G. Brockerhoff⁵ | Robert J. B. Hoare⁶ | Helen F. Nahrung⁷ | Alain Roques⁸ | Deepa S. Pureswaran⁹ | Takehiko Yamanaka¹⁰ | Andrew M. Liebhold^{1,11}



Monde (nombre d'espèces décrites)



Nombre d'espèces envahissantes



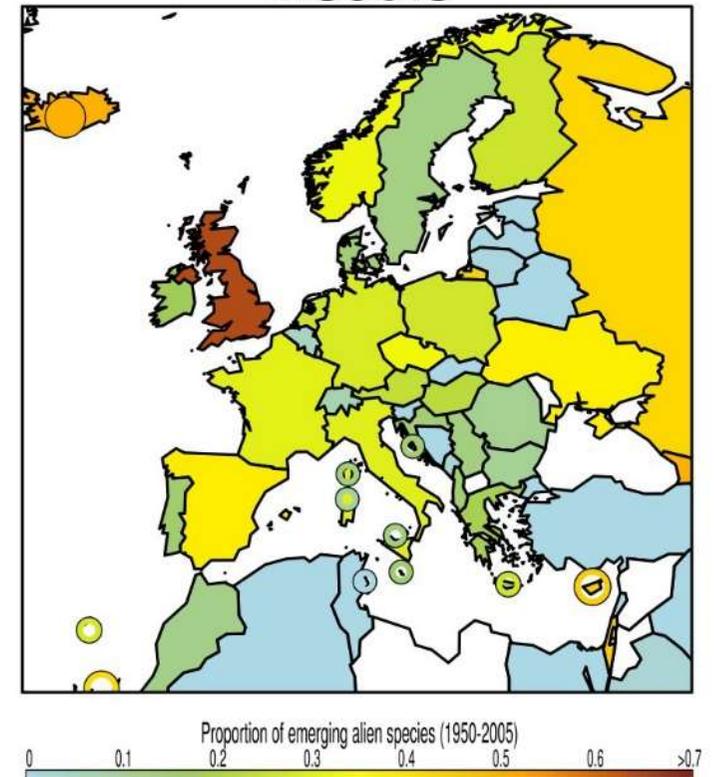
Accroissement continu de la proportion d'espèces dites « émergentes »

Par espèces “émergentes”, on désigne des espèces qui n'ont jamais été précédemment observées comme introduites sur un continent autre que celui d'origine. C'est le cas de la plupart des espèces d'insectes récemment arrivées en Europe:

- Pyrale du buis, *Cydalima perspectalis*
- Mineuse de la tomate, *Tuta absoluta*
- Mouche du robinier, *Obolodiplosis robiniae*
- Frelon asiatique, *Vespa velutina*
- Tenthrède de l'Orme, *Aproceros leucopoda*
- Papillon du palmier, *Paysandisia archon*
- Punaise des graines de conifères, *Leptoglossus occidentalis*



Insects



Global rise in emerging alien species results from increased accessibility of new source pools

Hanno Seebens^{a,b,1}, Tim M. Blackburn^{c,d,e}, Ellie E. Dyer^{c,d}, Piero Genovesi^{f,g}, Philip E. Hulme^h, Jonathan M. Jeschke^{i,j,k}, Shyama Pagad^l, Petr Pyšek^{m,n}, Mark van Kleunen^{o,p}, Marten Winter^q, Michael Alonso^r, Margarita Arjanoutsova^s

Quelques espèces notables récemment arrivées, révélatrices de la diversité des groupes invasifs



Contarinia pseudotsugae
Pityophthorus juglandis *Thaumastocoris*
peregrinus

Xylosandrus compactus
Platynota stultana
Batrachedra enormis
Lopholeucaspis japonica

Aromia bungii
Xylotrechus chinensis
Popilia japonica

Octodonta nipae
Trachymela sloanei
Nematus lipovskyi
Neophyllaphis podocarpi

Et parmi elles les espèces « émergentes »



Contarinia pseudotsugae
Pityophthorus juglandis



Platynota stultana
Batrachedra enormis
Lopholeucaspis japonica



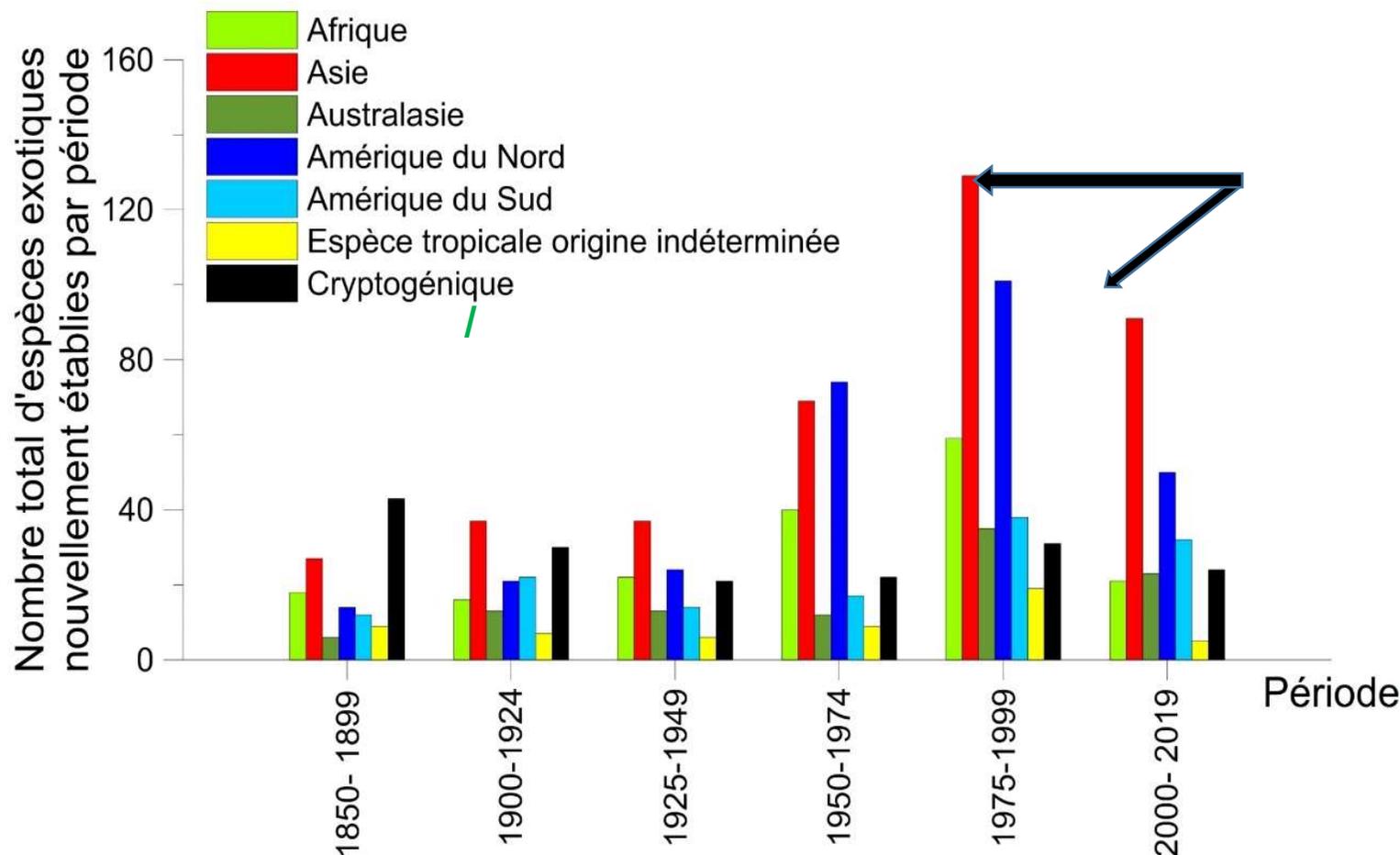
Aromia bungii
Xylotrechus chinensis



Octodonta nipae
Trachymela sloanei
Nematus lipovskyi
Neophyllaphis podocarpi

Pourquoi ces espèces « émergentes » ?

Arrivée de nouveaux pools d'espèces avec de nouvelles routes commerciales « Origine x espèces de plantes »

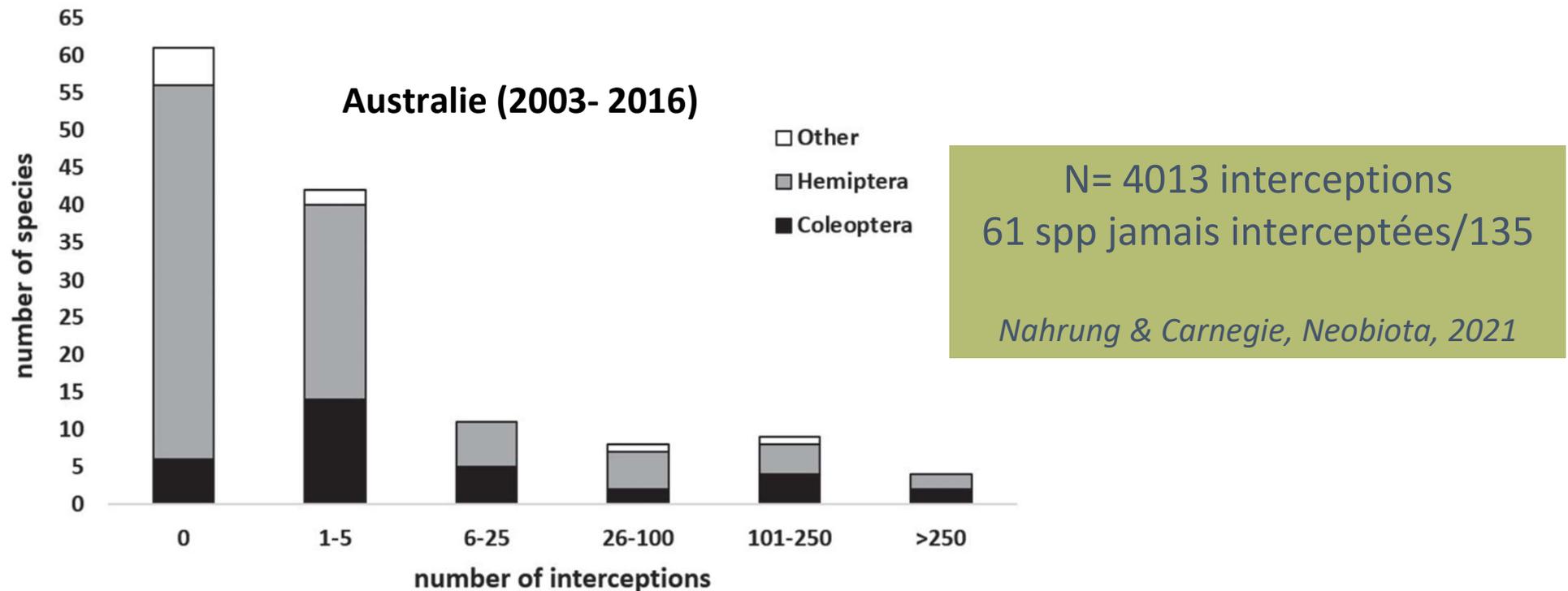


**Asie (Chine)
désormais
origine
dominante
pour l'Europe**

Cohérence avec la montée en puissance des importations de plantes ornementales depuis l'Asie vs. Amérique du Nord

S'appuyer sur les interceptions pour prédire les arrivées ?

En Europe 7 espèces exotiques d'insectes liés aux ligneux interceptées pour 117 établies entre 1995- 2012 (EPPO, Europhyt)- (*Eschen, Roques & Santini, 2014, Div & Dist.*)



Des problèmes majeurs pour prédire/détecter les nouvelles arrivées

- Seuls les ravageurs sur les listes de quarantaine EPPQ sont vraiment ciblés dans les contrôles phytosanitaires aux frontières.
- La plupart des nouvelles espèces ne sont pas des ravageurs dans leurs zones natives (cf Agrile du frêne). **Les listes locales de ravageurs ne peuvent pas servir de base unique pour prévoir.**
- Une majorité des récentes espèces sont « émergentes », voire inconnues pour la Science, en relation avec l'ouverture de nouvelles routes commerciales. **Les listes d'envahisseurs sur d'autres continents ne peuvent servir que de compléments.**

Comment cibler ces « inconnus » ?

Deux projets européens complémentaires

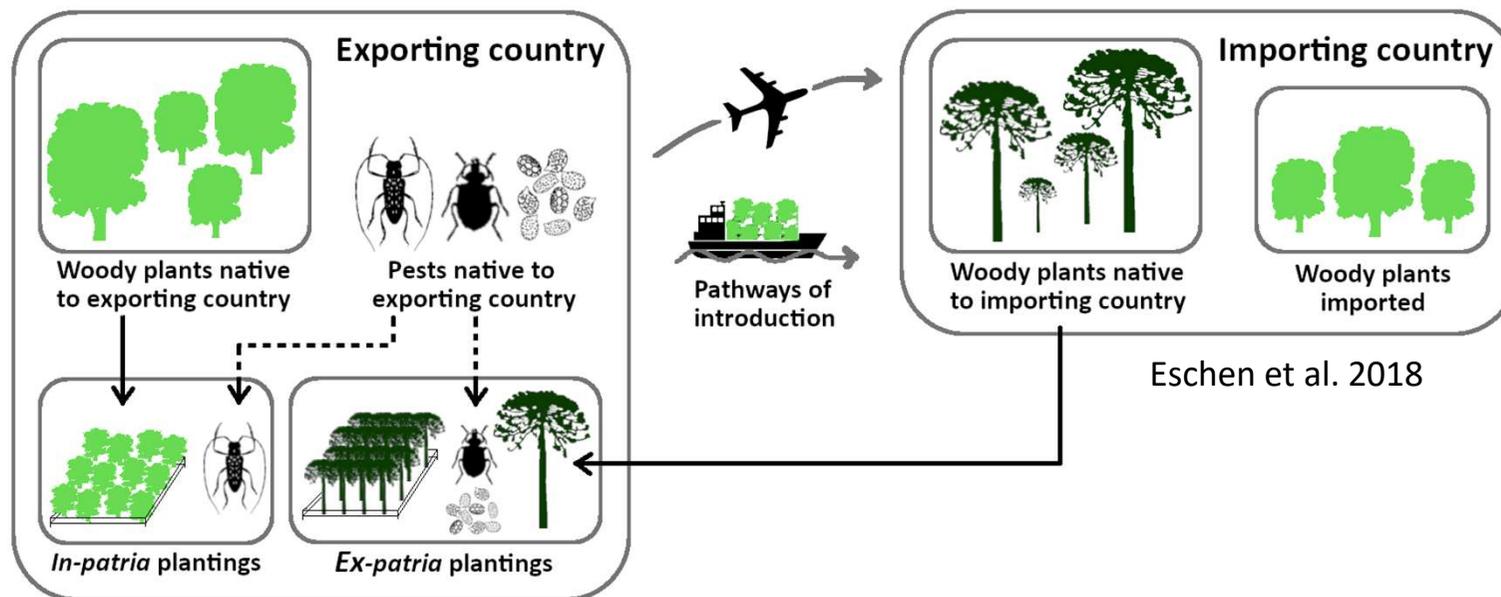
HOMED, un projet générique pour insectes envahissants

SAMFIX, un projet dédié aux Scolytes *Xylosandrus*

1. Identification *a priori* les espèces potentiellement envahissantes *en amont* de leur arrivée:
 - Mise en place de plantations sentinelles dans les pays sources (HOMED)
2. Développement de nouvelles procédures de détection précoce des espèces xylophages « inconnues » à l'arrivée dans les ports d'entrée (HOMED) et pour la surveillance des expansions d'espèces déjà établies (SAMFIX):
 - Piégeages par mélanges à spectre d'attraction générique
 - Pièges « intelligents »
3. Identifier les routes d'invasion par traçage génétique (*Xylosandrus*- SAMFIX)
4. Test de méthodes de gestion des envahisseurs établis (SAMFIX)
 - « Push and Pull »

Vegetech, Nice, 14/06/2022

1- Dispositifs sentinelles du projet HOMED



Plantations *Ex-patria* (= Plantations sentinelles; ex: arbres européens en Chine):
Capacité de colonisation et impact potentiel des insectes exotiques s'ils sont introduits

Plantations *In-patria* (= Pépinières sentinelles; ex: arbres chinois plantés en Chine avant exportation en Europe sans traitement phytosanitaire): **Probabilité d'introduction des espèces d'insectes dans le pays d'importation**

Premiers tests probants en Chine

❑ Plantations sentinelles de 7 espèces d'arbres européens:

- 3 années suffisent pour apprécier le recrutement des défoliateurs et des espèces s'attaquant aux racines; Mais 8-10 ans pour les xylophages
- une **liste de 39 menaces potentielles dont 5 très dangereuses et auparavant inconnues**

❑ Pépinières sentinelles des 5 ligneux les plus exportés de Chine vers l'Europe

- 5 années suffisent pour détecter des xylophages
- Détection de 90 nouvelles associations insecte x hôte / littérature chinoise !
- **La Pyrale du buis aurait pu être détectée avant son arrivée en Europe**



Pteroma nr. pendula (testé sous conditions de quarantaine) à l'INRA: capable de défeuiller tous les feuillus!



RESEARCH ARTICLE

Planting Sentinel European Trees in Eastern Asia as a Novel Method to Identify Potential Insect Pest Invaders

Alain Roques^{1*}, Jian-ting Fan², Béatrice Courtial¹, Yan-zhuo Zhang³, Annie Yart¹, Marie-Anne Auger-Rozenberg¹, Olivier Denux¹, Marc Kenis⁴, Richard Baker⁵, Jiang-hua Sun²

SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

Sentinel nurseries to assess the phytosanitary risks from insect pests on importations of live plants

Received: 14 November 2017
Accepted: 3 July 2018

Marc Kenis¹, Hongmei Li², Jian-ting Fan², Béatrice Courtial¹, Marie-Anne Auger-Rozenberg¹, Annie Yart¹, René Eschen⁵ & Alain Roques^{*}

Des méthodes d'analyse désormais standardisées



Field Guide for the
Identification of Damage
on Woody Sentinel Plants

Edited by Alain Roques, Michelle Cleary,
Iryna Matsiakh and René Eschen

**Guide issu du projet COST project “Global
Warning”, associant entomologistes and
pathologists. Gratuit !**

**[http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/2017
3265430](http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20173265430)**

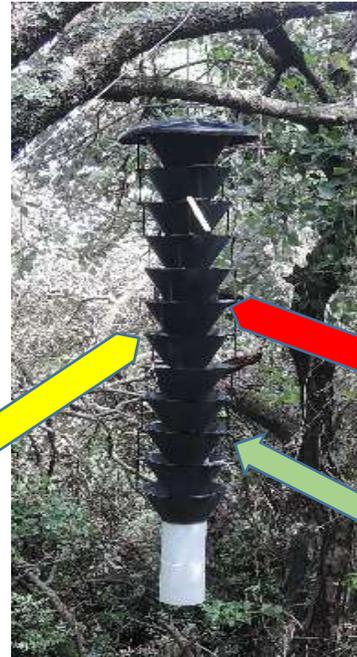


**Dispositif réciproque avec des arbres et
arbustes chinois en France, Italie et Suisse**

2- Développement de pièges appâtés avec des attractifs à vocation générique

Mélange Cérambycides à 10 composés

Produits	Cibles (non exhaustif)
Fuscumol	Aseminae
Fuscumol Acétate	Aseminae
Geranyl acetone	Acanthocinus
Monochamol	Monochamus
3-hydroxyhexan-2-one	Callidium
Acide prionique	Prionus
2-méthylbutanol	Clytini
2R*,3S*-hexanediol	Xylotrechus
Trichoferone	Trichoferus
(E)-2-cis-6,7-epoxynonanal	Aromia bungii
isopropanol (ml)	Solvant



Attractifs Xylosandrus
Ethanol
 α -pinene
 α -copaene
Quercivorol

Journal of Pest Science (2019) 92:281–297
<https://doi.org/10.1007/s10340-018-0997-6>

ORIGINAL PAPER



Multi-component blends for trapping native and exotic longhorn beetles at potential points-of-entry and in forests

Jian-ting Fan^{1,2} · Olivier Denux¹ · Claudine Courtin¹ · Alexis Bernard¹ · Marion Javal¹ · Jocelyn G. Millar^{3,4} · Lawrence M. Hanks⁵ · Alain Roques⁶

INRAE

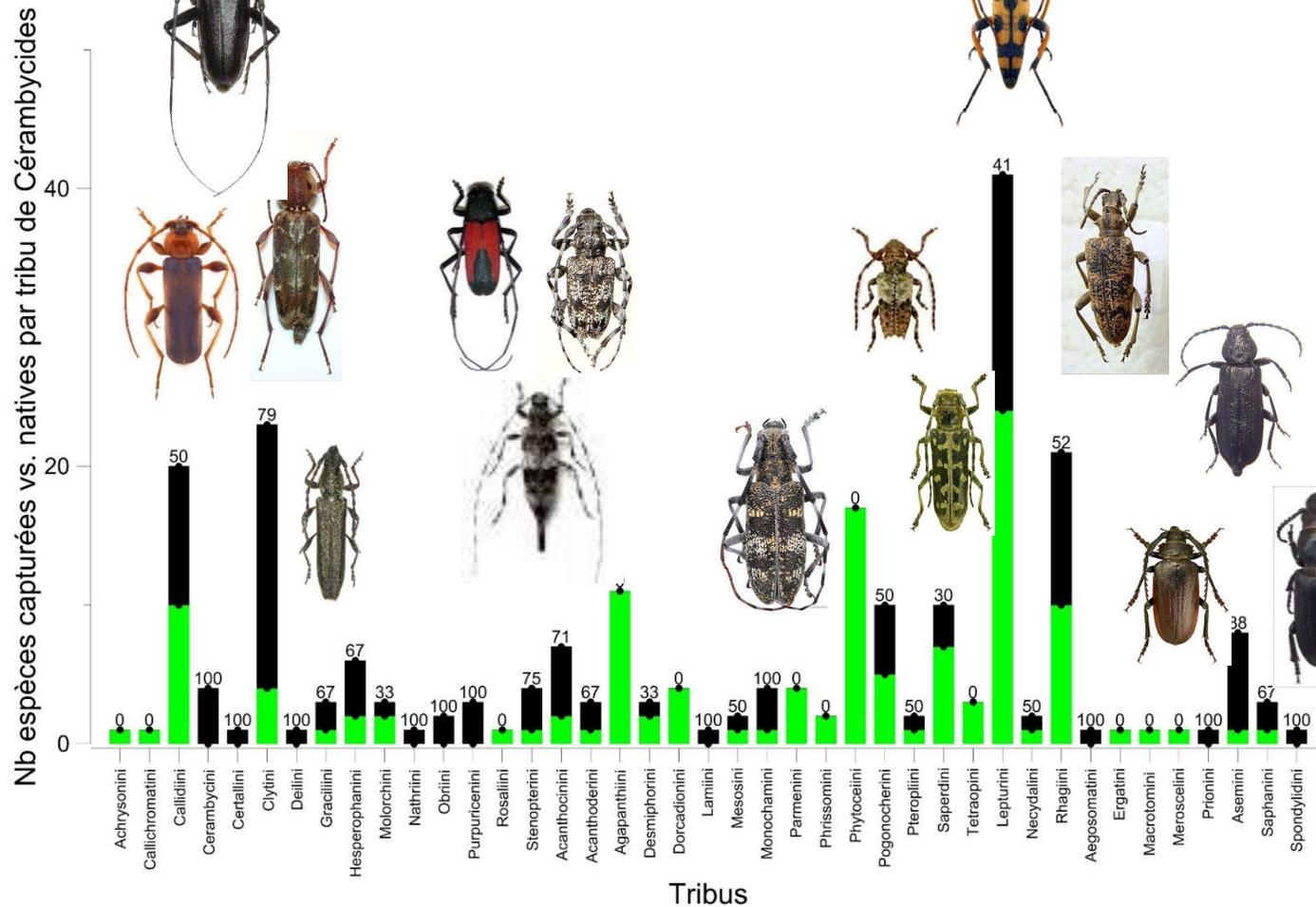


Une très forte attractivité générique du mélange à 10 composés vérifiée en forêt

126 spp. piégées
51.9% de la faune native

25 / 42 tribus bien représentées:

- 10 tribus à 100%
- 15 tribus > 50%
- 7 espèces exotiques

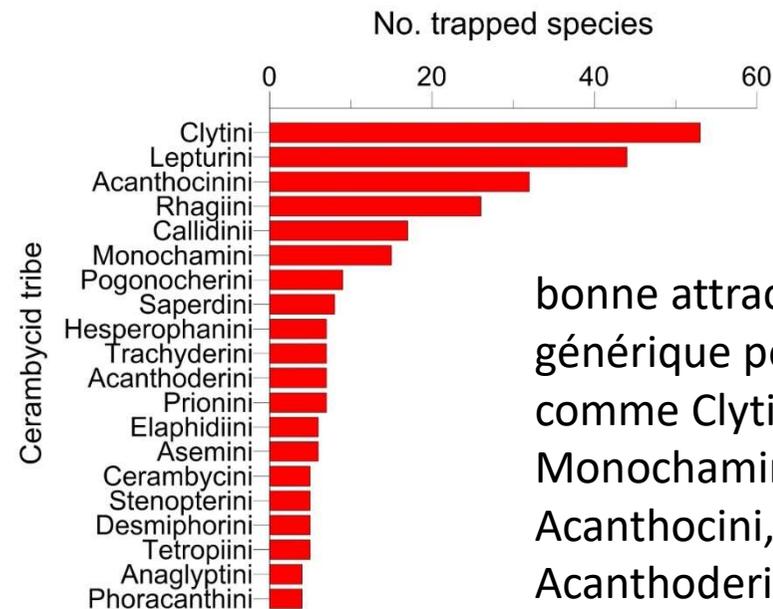
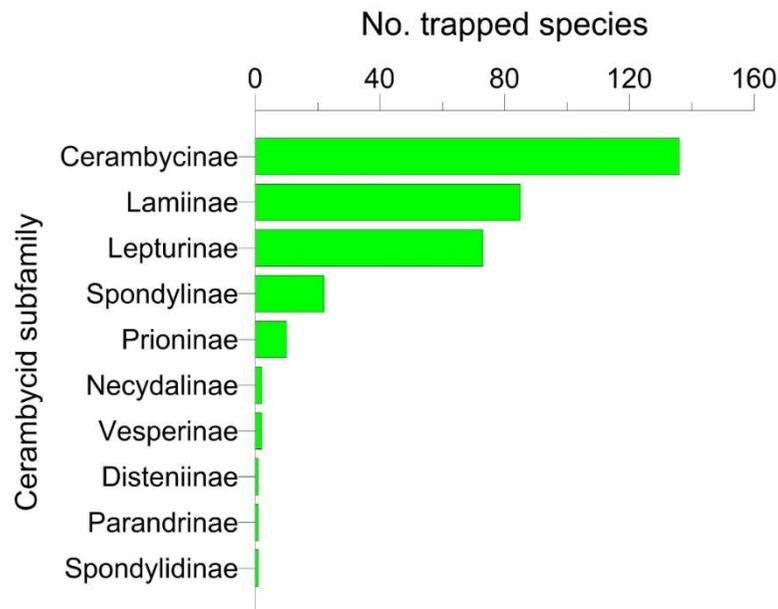


Pas de répulsion constatée

Prendre appui sur un programme mondial de piégeage pour la détection des exotiques à l'arrivée

- L'attractivité générique du mélange Cérambycides est testée dans 12 provinces de Chine, aux USA, Canada, Australie, et dans 12 pays européens: ***Si une espèce est capturée en nombre avec le même mélange sur un autre continent, la probabilité de capture à son arrivée en Europe est importante***

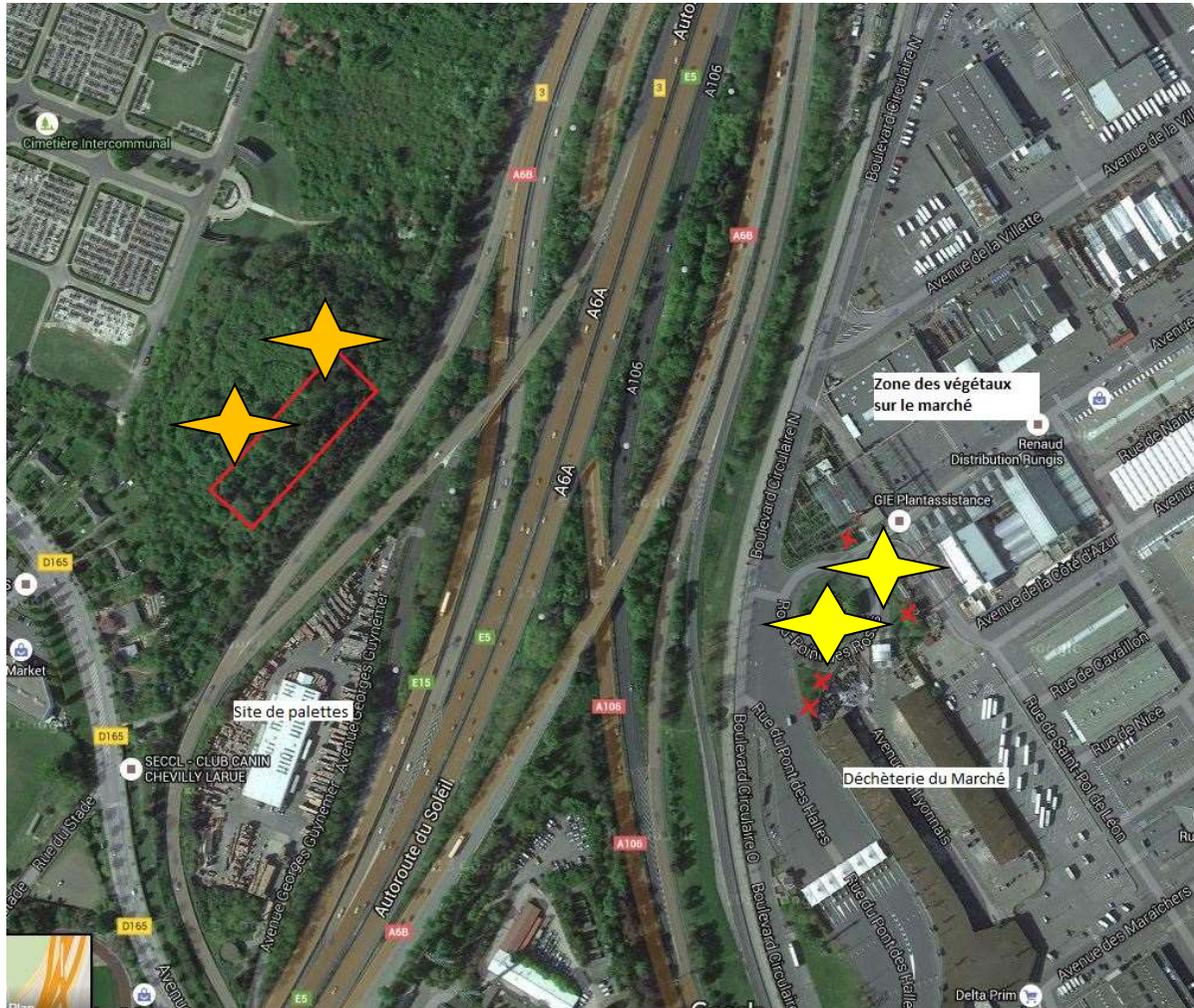
335 espèces déjà piégées au niveau mondial, dont 108 > 20 spécimens



bonne attractivité
générique pour tribus
comme Clytini, Callidini,
Monochamini,
Acanthocini,
Acanthoderini, Prionini, ...

16 ports surveillés en routine sur le territoire

Exemple du MIN Rungis



- 2 jeu de pièges à l'intérieur
- 2 jeu de pièges à l'extérieur (rayon 1 km) pour apprécier l'expansion possible de l'exotique
- Partout où possible sur les décharges ou stocks de palettes

De premiers résultats dans les ports

- 8 espèces exotiques de cérambycides, dont 2 nouvelles observations pour l'Europe
- 3 platypodides et scolytes exotiques
- Le vecteur du nématode du pin capturé à Roissy CDG et sur le port de Fos (>250 !)

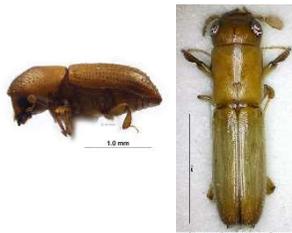


Uraecha angusta
Camphrier- Chine

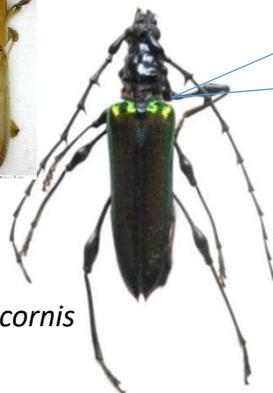


Xylotrechus altaicus
Larix Sibérie

Xyleborus affinis
Euplatypus parallelus
Euplatypus hintzi

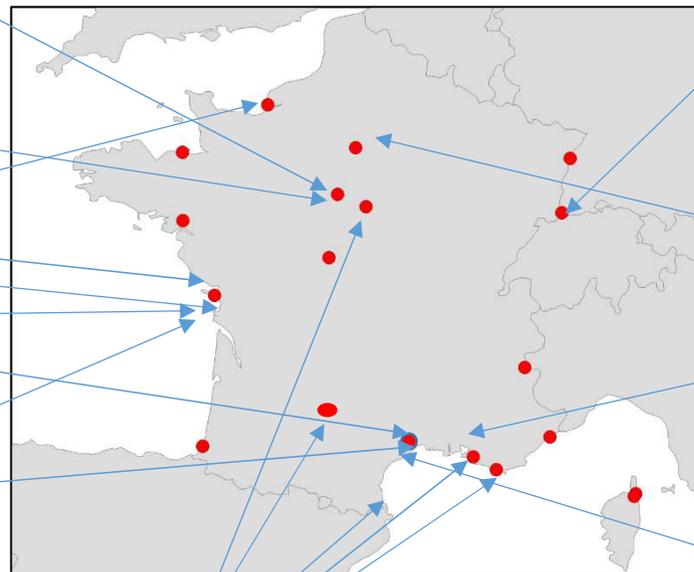


Cordylomera spinicornis
Gabon



Xylotrechus stebbingi
Feuillus- Chine

Vegetech, Nice, 14/06/2022



Trichoferus campestris
Chine

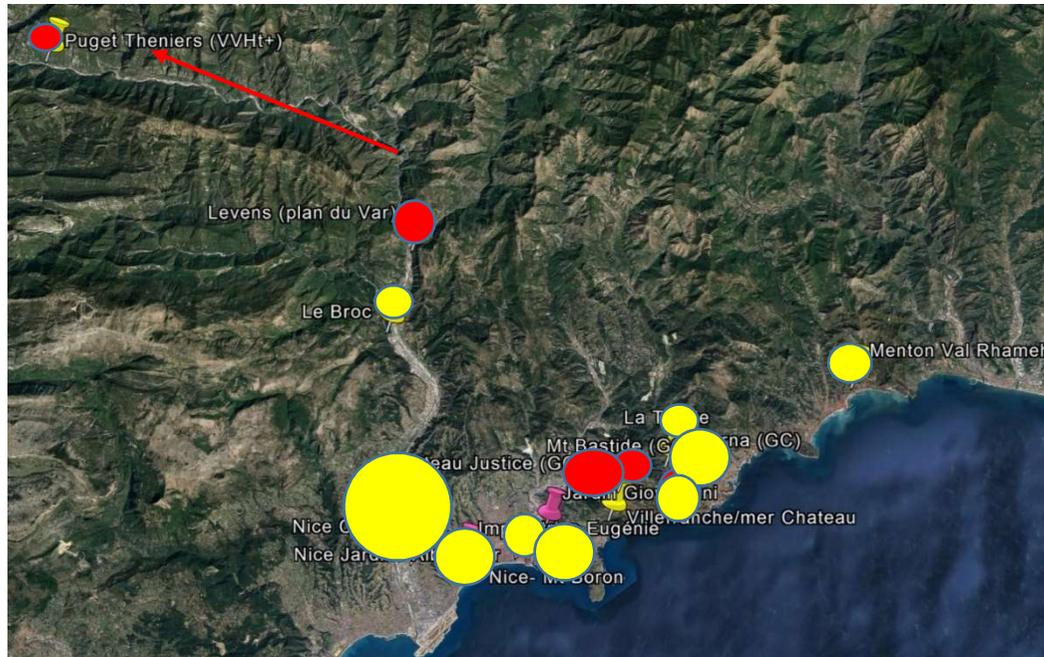


Monochamus galloprovincialis



Xylotrechus chinensis
Mûrier- Chine

Expansion des *Xylosandrus* dans le sud-est surveillée par pièges appâtés SAMFIX



Xylosandrus crassiusculus



Xylosandrus compactus

● Les 2 espèces présentes

● Seule *X. crassiusculus*

La pépinière de Nice (CPHM), et les centres de recyclage de déchets sources des expansions des 2 espèces ?

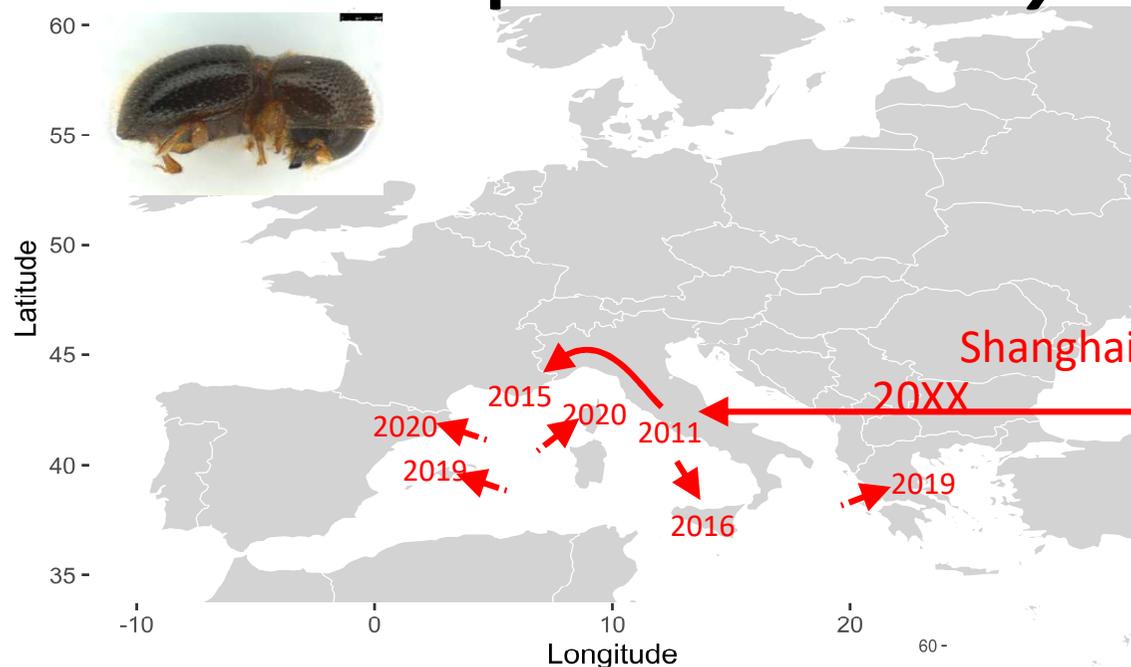
La phase d'après: Pièges « intelligents » SAMFIX

- Fonctionnent sur batterie solaire,
- Transmettent à distance les images de capture en temps réel

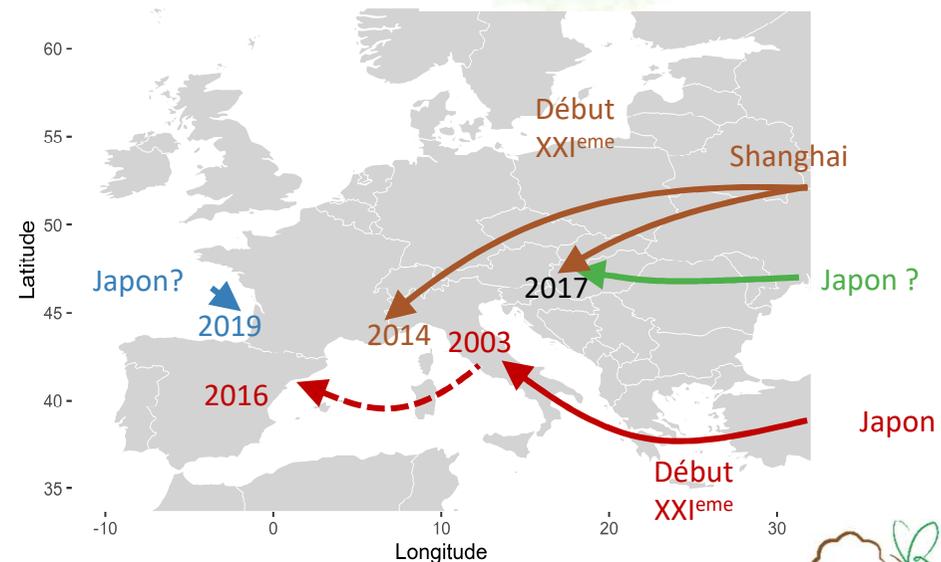


Vegetech, Nice, 14/06/2022

3- Le traçage génétique révèle des histoires invasives différentes pour les deux *Xylosandrus* en Europe



- *X. compactus*: l'invasion en France peut procéder de l'Italie
- *X. crassiusculus*: l'invasion en France est indépendante et provient directement de Chine



Repérer les zones favorables à l'établissement par des modèles de distribution spécifiques (SDM)

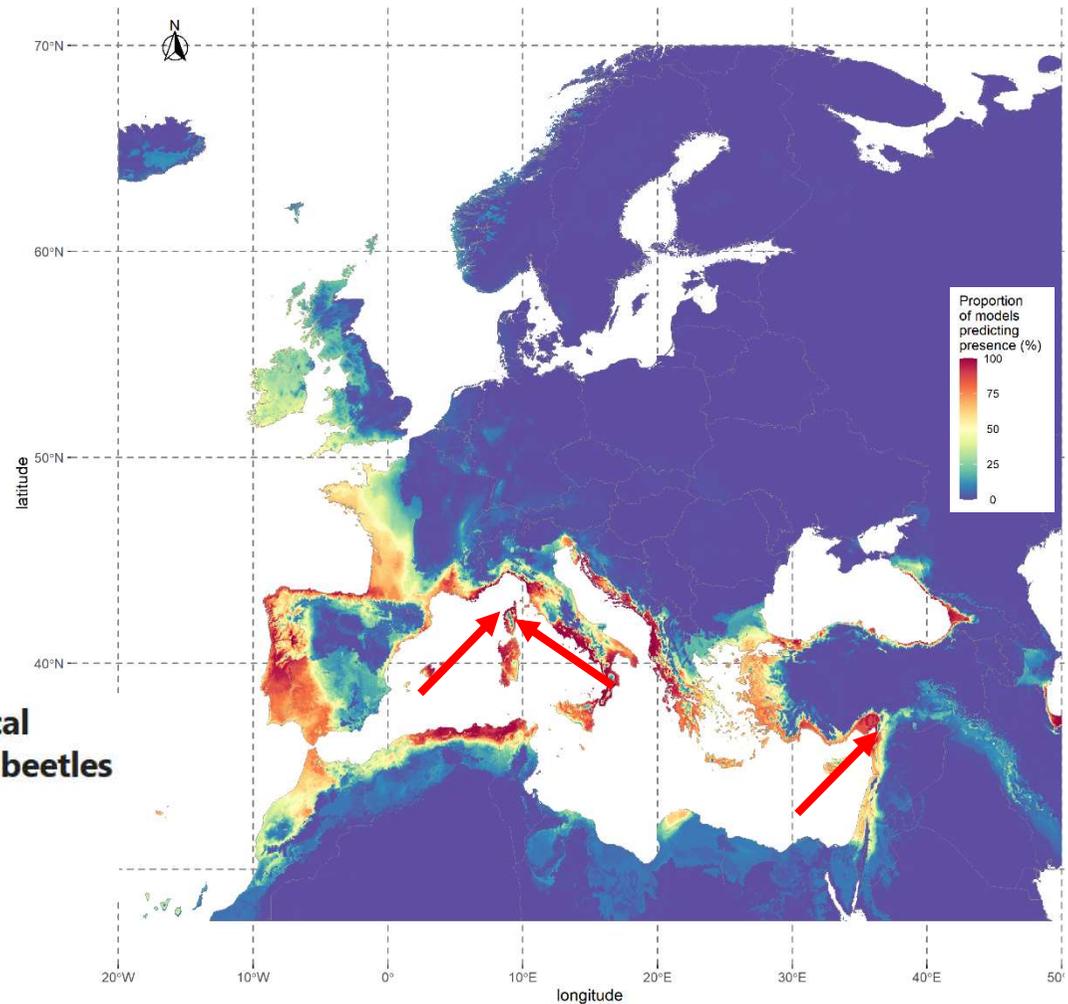


Xylosandrus compactus

Climate change impact on the potential geographical distribution of two invading *Xylosandrus* ambrosia beetles

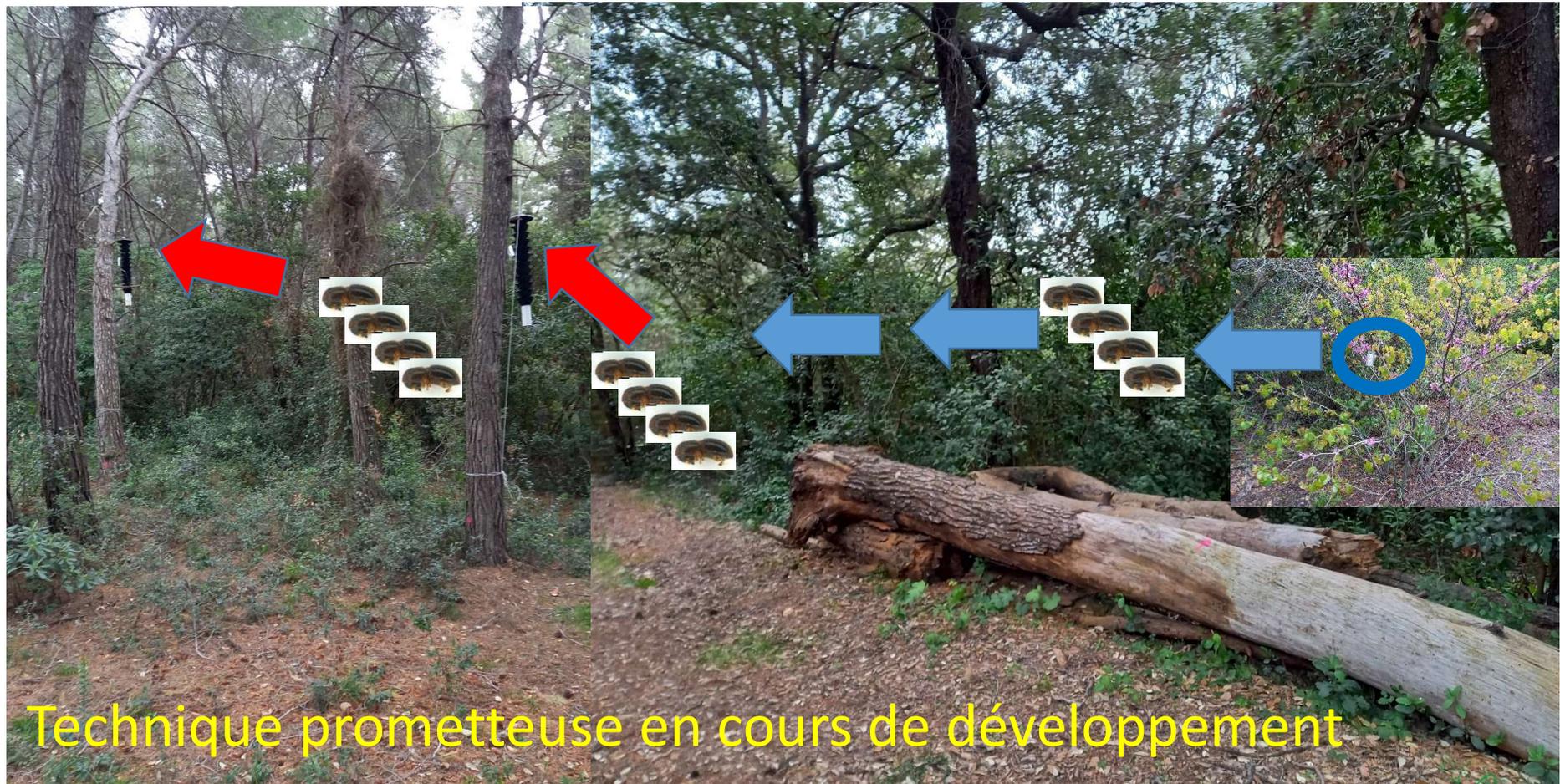
T. Urvois , M. A. Auger-Rozenberg, A. Roques, J. P. Rossi & C. Kerdelhue

Scientific Reports **11**, Article number: 1339 (2021) | [Cite this article](#)



4- Gérer et protéger par Push-Pull

Dans une zone infestée, des doses de répulsif (Verbenone) sont placées sur troncs pour faire fuir (**Push**) les scolytes vers la lisière où des pièges appâtés avec des attractifs les capturent (**Pull**)



Messages à retenir

- ❑ Les invasions d'insectes s'accélèrent avec la mondialisation, sans saturation
- ❑ La majorité des nouveaux invasifs sont liés à des ligneux ornementaux
- ❑ L'arrivée de nouvelles espèces envahissantes, jamais signalées comme telles auparavant, est en train de se multiplier avec l'ouverture de nouvelles voies commerciales
- ❑ Pour tenter d'identifier en amont ces espèces largement inconnues, le développement d'un réseau de plantations sentinelles est suggéré à travers le monde
- ❑ La mise en place de contrôles automatisés dans les points potentiels d'entrée s'appuyant sur des pièges appâtés par des mélanges de phéromones à vocation générique est une piste pour détecter précocement l'arrivée des espèces exotiques de certains groupes. *Ne pas oublier pas que la probabilité que les insectes arrivent au stade adulte est faible!*
- ❑ De nouvelles techniques de gestion (Push & Pull) sont en cours de développement

Merci pour votre attention !

