

Mondialisation et changement climatique, moteurs des invasions d'insectes Comment prévoir les invasions à venir ?



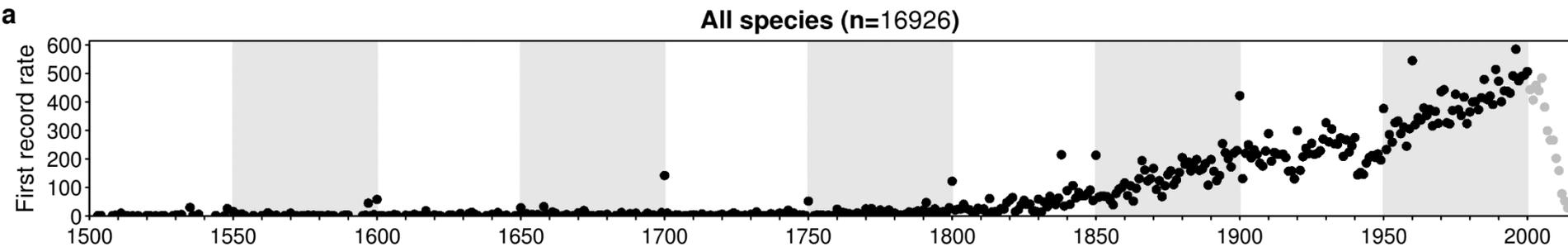
Alain ROQUES

Directeur de Recherches Emérite INRAE
Unité de Recherches Zoologie Forestière,
Orléans



Pas de saturation au niveau mondial dans l'établissement de nouvelles espèces exotiques

Le pool d'invasifs se tarit-il avec le temps? Non !



Tendance temporelle globale pour les 1^{ers} signalements de toutes espèces animales et végétales confondues



ARTICLE

Received 16 Feb 2016 | Accepted 28 Dec 2016 | Published 15 Feb 2017

DOI: 10.1038/ncomms14435 OPEN

No saturation in the accumulation of alien species worldwide

Hanno Seebens et al.^{1*}

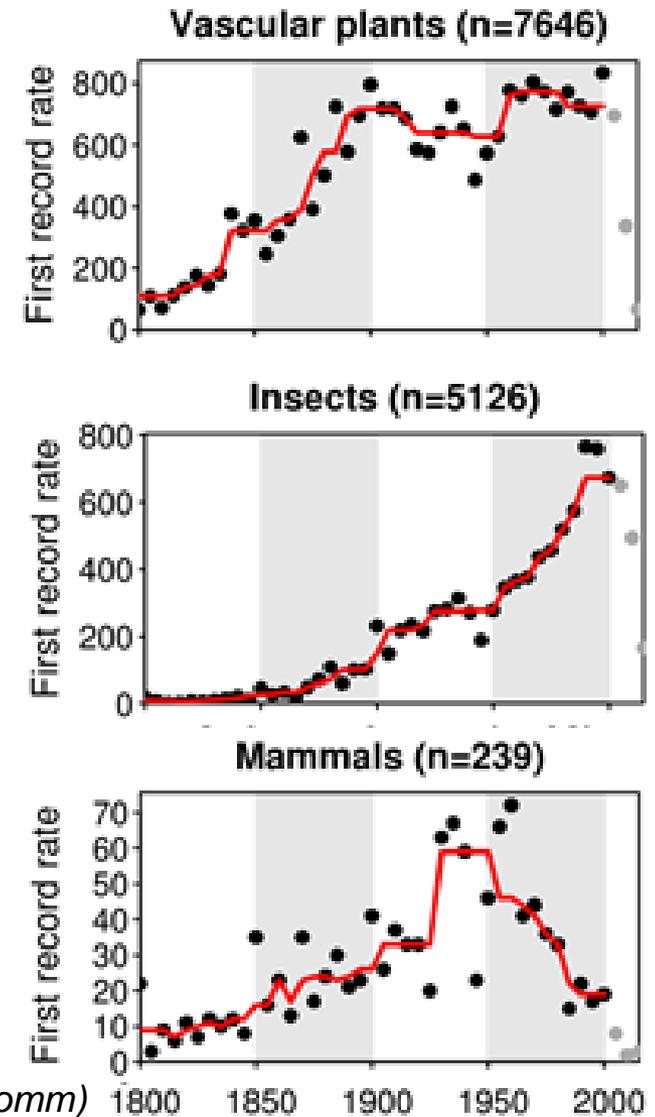


Mais des différences entre groupes comme entre régions

Accroissement exponentiel
pour les insectes vs. baisse
des mammifères et stabilité
relative des plantes

Changement dans le mode
d'introduction:

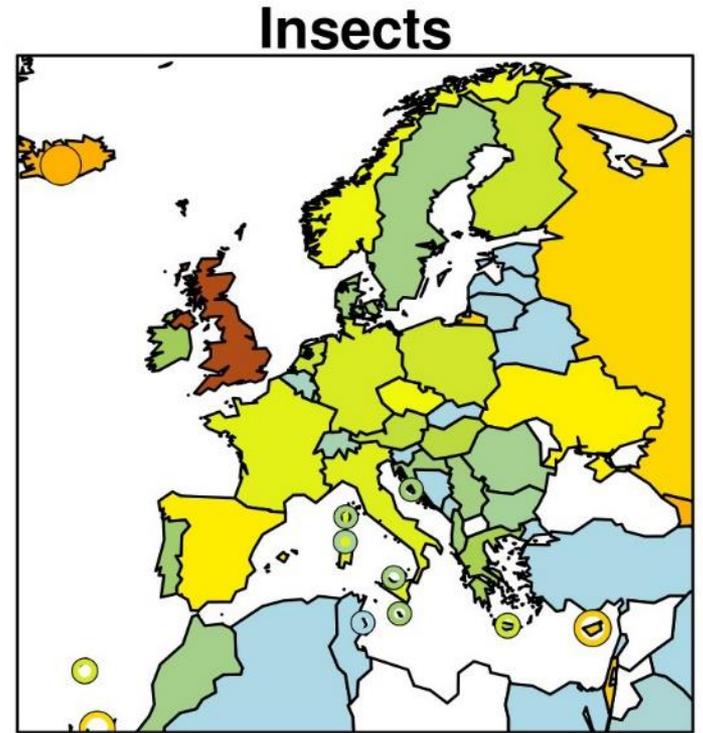
***Prédominance des
introductions accidentelles
vs. volontaires***



(Seebens et al., 2017, Nat Comm)

Une autre caractéristique-clé: L'accroissement continu de la proportion d'espèces « 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, Mouche du robinier, Frelon asiatique, Tenthrède de l'Orme, Papillon du palmier, Punaise des graines de conifères)



Proportion of emerging alien species (1950-2005)

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 >0.7

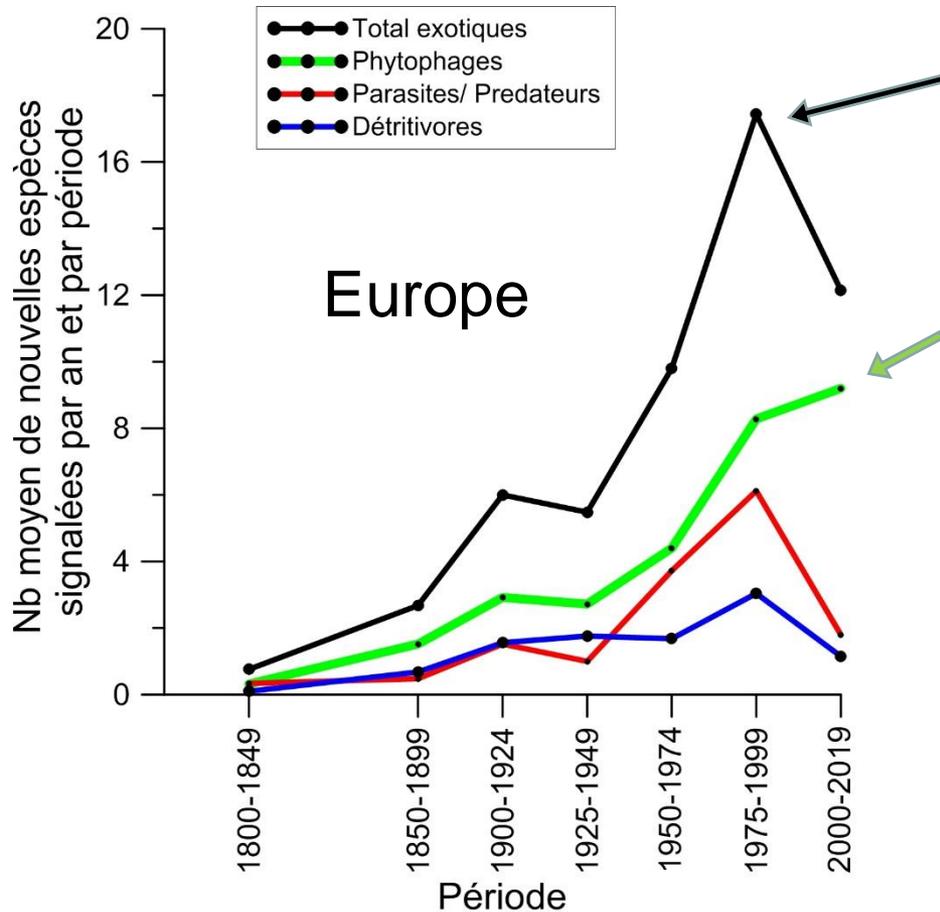
PNAS

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^{ij,k}, Shwama Panad^l, Petr Puřek^{m,n}, Mark van Kleunen^{o,p}, Marten Winter^q, Michael Ansong^r, Margarita Arianooutou^s

Accélération exponentielle de

l'établissement d'insectes exotiques en Europe avec la mondialisation



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

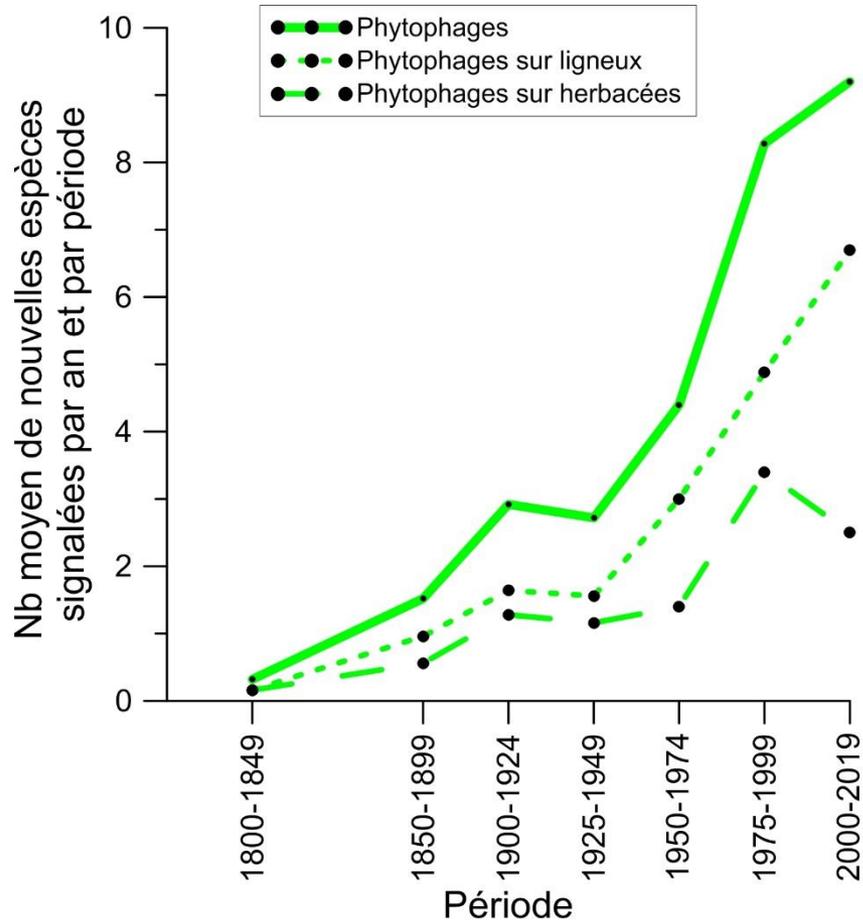
- Due à l'arrivée d'espèces phytophages (*9.5 nouvelles espèces par an depuis 2000 vs. 4.5/an durant 1950-1975*) (Roques et al., 2020)

- 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



Nouvelles espèces liées aux ligneux arrivant en Europe:

1950-1975: 3.0/an

2000-2019: 6.7/an

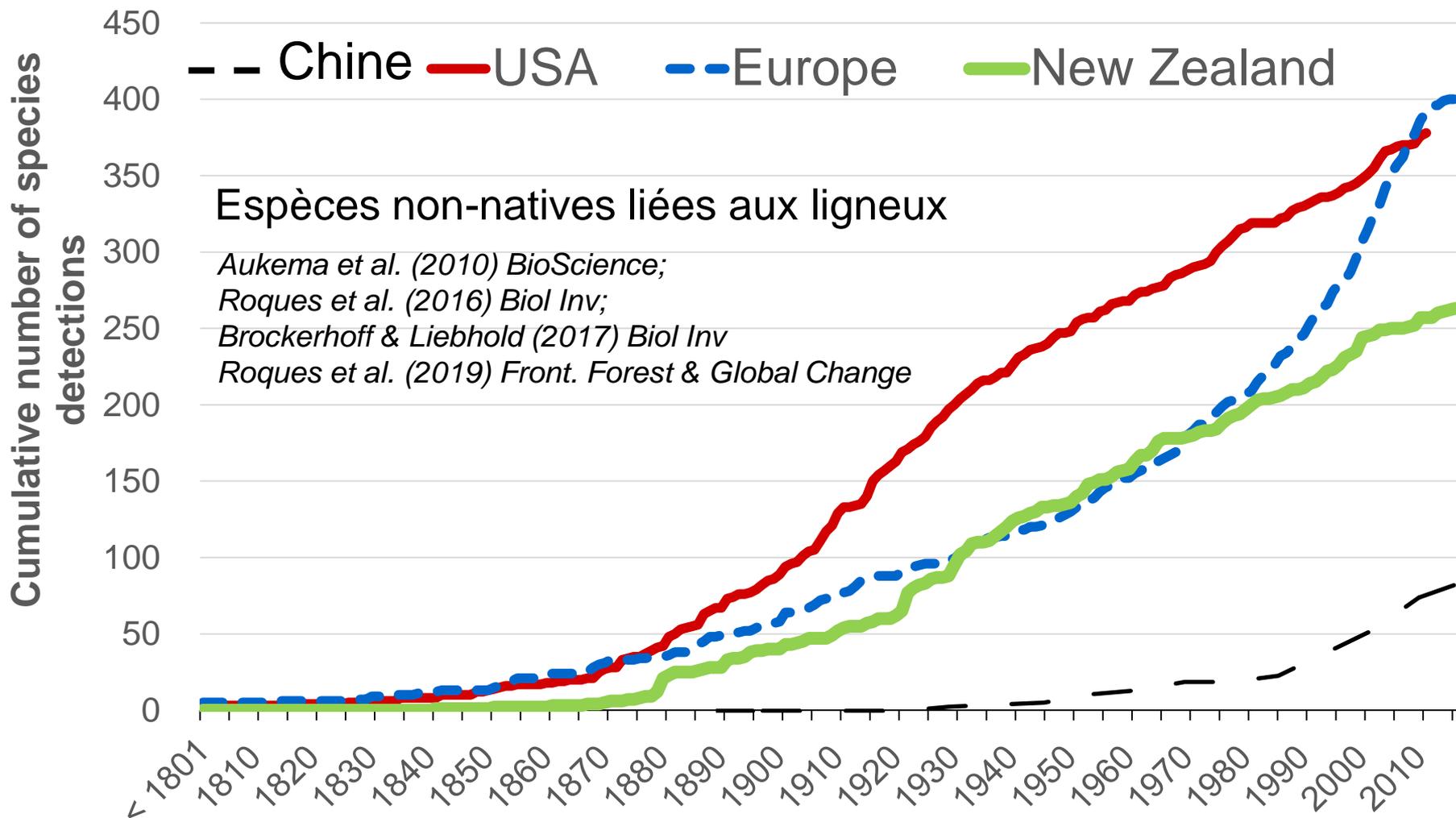
Explosion du commerce des plantes ornementales

Résultat:

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

(Roques et al., 2020)

Des tendances similaires à travers le Globe



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



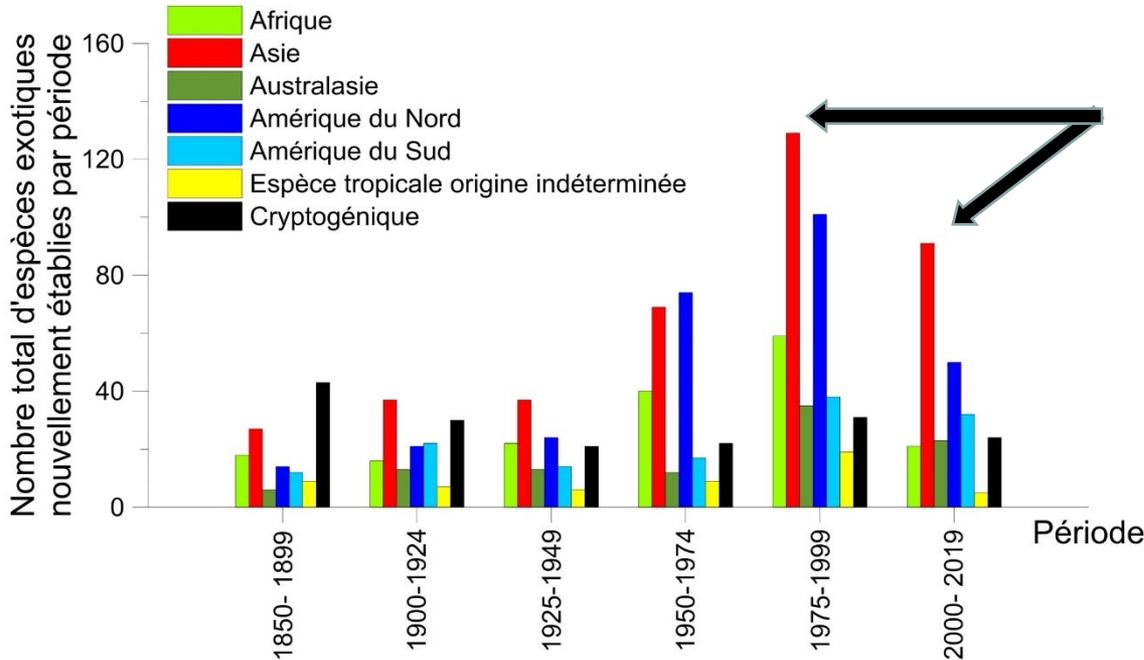
Contarinia pseudotsugae
Pityophthorus juglandis
Thaumastocoris peregrinus

Xylosandrus compactus
Platynota stultana
Batrachedra enormis
Lopholeucaspis japonica

Aromia bungii
Trichoferus campestris
Popilia japonica

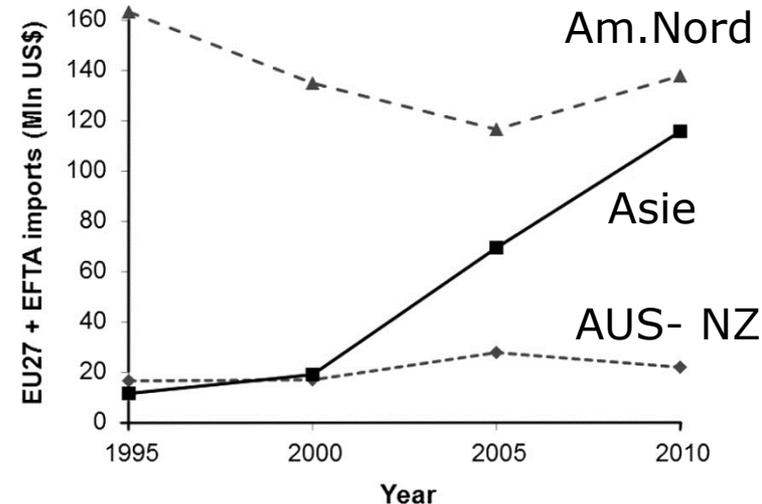
Octodonta nipae
Trachymela sloanei
Nematus lipovskyi
Neophyllaphis podocarpi

Changements temporels: L'Asie (Chine) désormais l'origine dominante



Lien direct avec la montée en puissance des importations de plantes ornementales depuis l'Asie

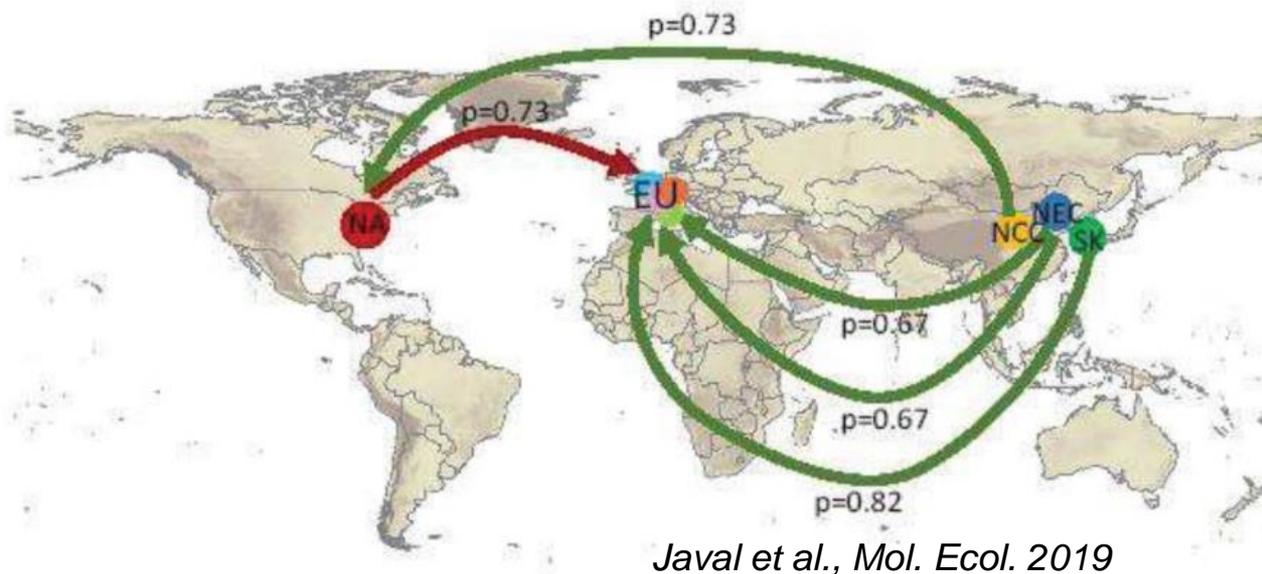
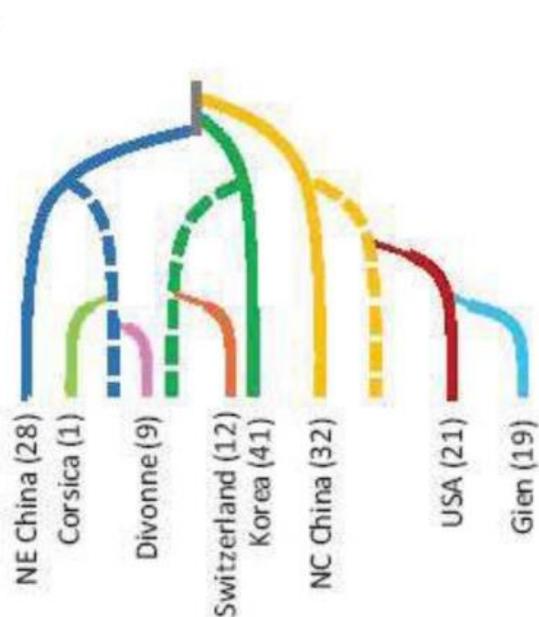
Importations de plantes ornementales dans l'UE
(Eschen et al., 2014 FEM)



Les phénomènes « tête de pont » (bridgehead) plus répandus que prévu



Ex: le capricorne asiatique, *Anoplophora glabripennis*



Javal et al., Mol. Ecol. 2019

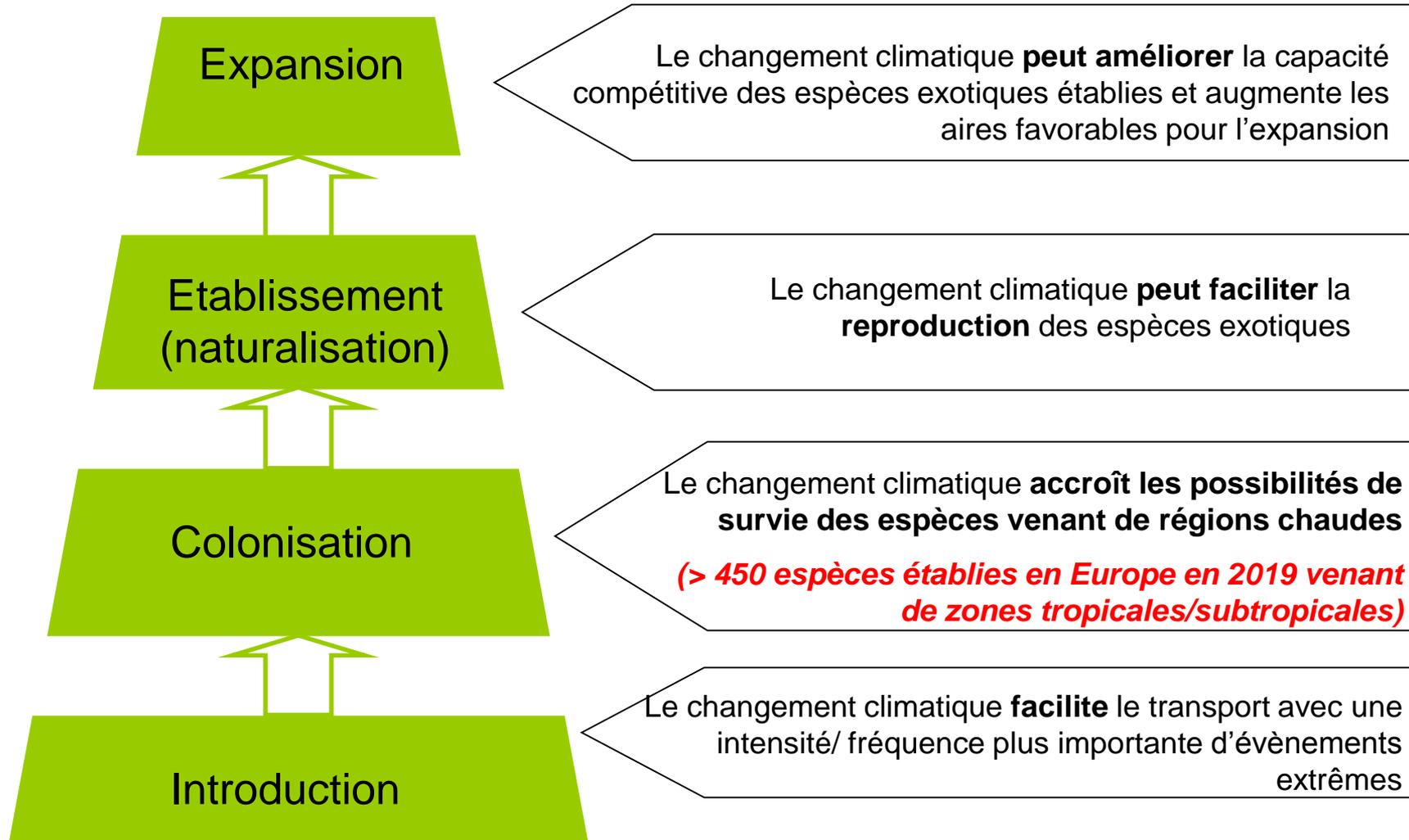
Analyses ABC sur marqueurs ADN microsatellites

Chine \longrightarrow USA \longrightarrow Gien

Idem pour pyrale du buis, punaise des graines, coccinelle asiatique, etc...

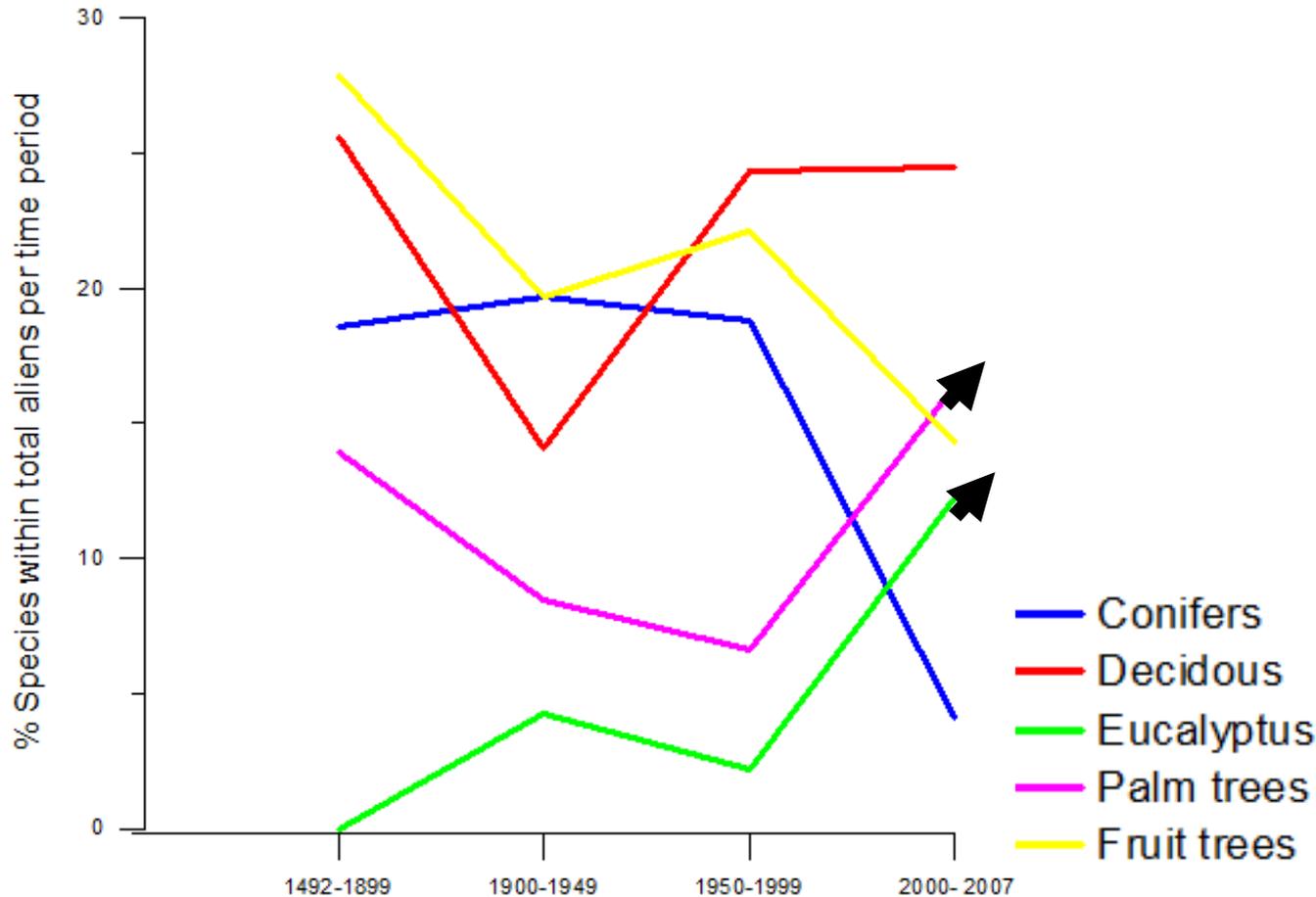


Le changement climatique interfère à toutes les phases de l'invasion



(Walter, Roques et al., TREE, 2009)

Une évidence indirecte: la colonisation croissante des plantes subtropicales plantées en Europe



La vitesse de colonisation des eucalyptus, palmiers et Citrus par des nouveaux insectes exotiques est devenue significativement supérieure à celle des conifères et feuillus tempérés

(Eschen, Roques & Santini, 2014, Div. Dist.)



L'établissement et l'expansion des insectes exotiques favorisés par la levée des seuils thermiques ?

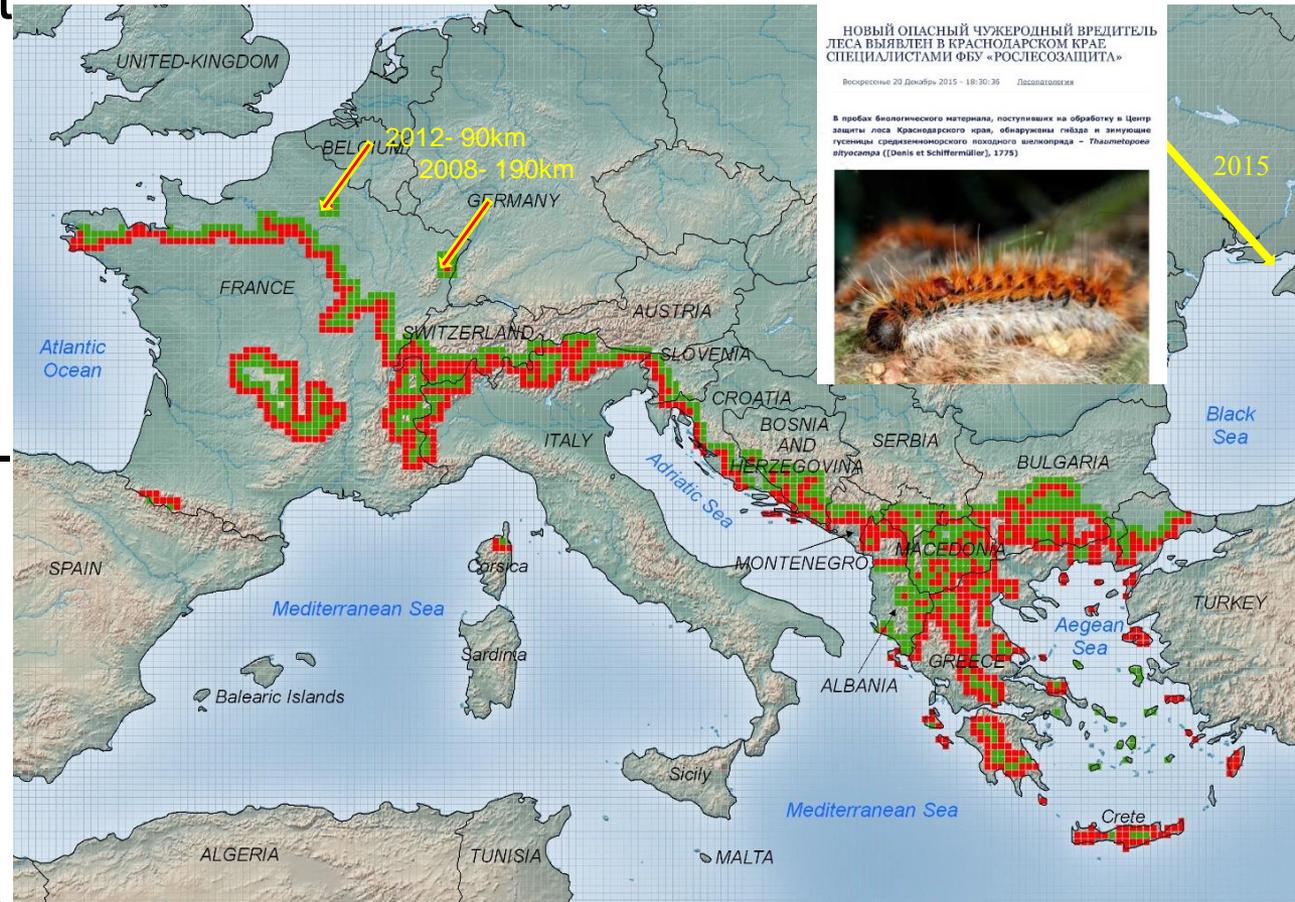
L'exemple des Palmiers:

- 31 espèces nouvelles d'insectes arrivées en Europe depuis 1993
- Dont le charançon *Rhynchophorus ferrugineus* et le papillon *Paysandisia archon*, arrivés respectivement en Espagne continentale et aux Canaries depuis la fin des années 1990
- Pas de dispersion de ces 2 espèces pendant une dizaine d'années
- Entre 2004 et 2009, elles colonisent toute l'Europe du Sud: « time-lag » ou levée des seuils thermiques.
- Lien avec le commerce: arrivée en Grèce durant les JO d'Athènes 2004 avec les importations massives de palmiers espagnols pour l'ornement.



Une espèce native envahissante: la processionnaire du pin

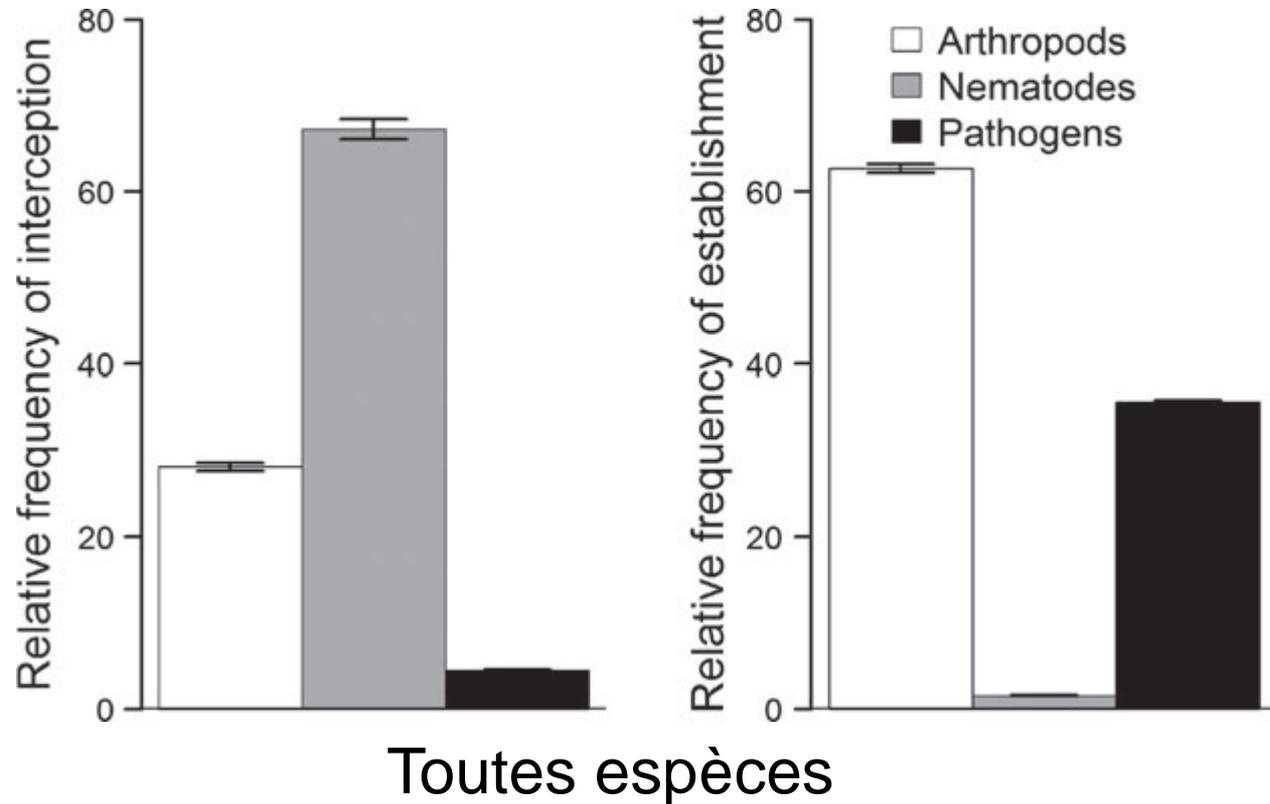
Avec le réchauffement hivernal, des colonies transportées accidentellement par l'Homme avec des plants infestés ont pu s'établir largement au-delà du front d'expansion (*en rouge*). La majeure partie de l'Europe de l'Ouest devient favorable à leur survie



S'appuyer sur les interceptions pour prédire les arrivées ?

Sur les ligneux:

7 espèces exotiques
interceptées pour 117
établies en Europe
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 OEPP 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 » ?



De nouvelles stratégies de prévision/ détection précoce

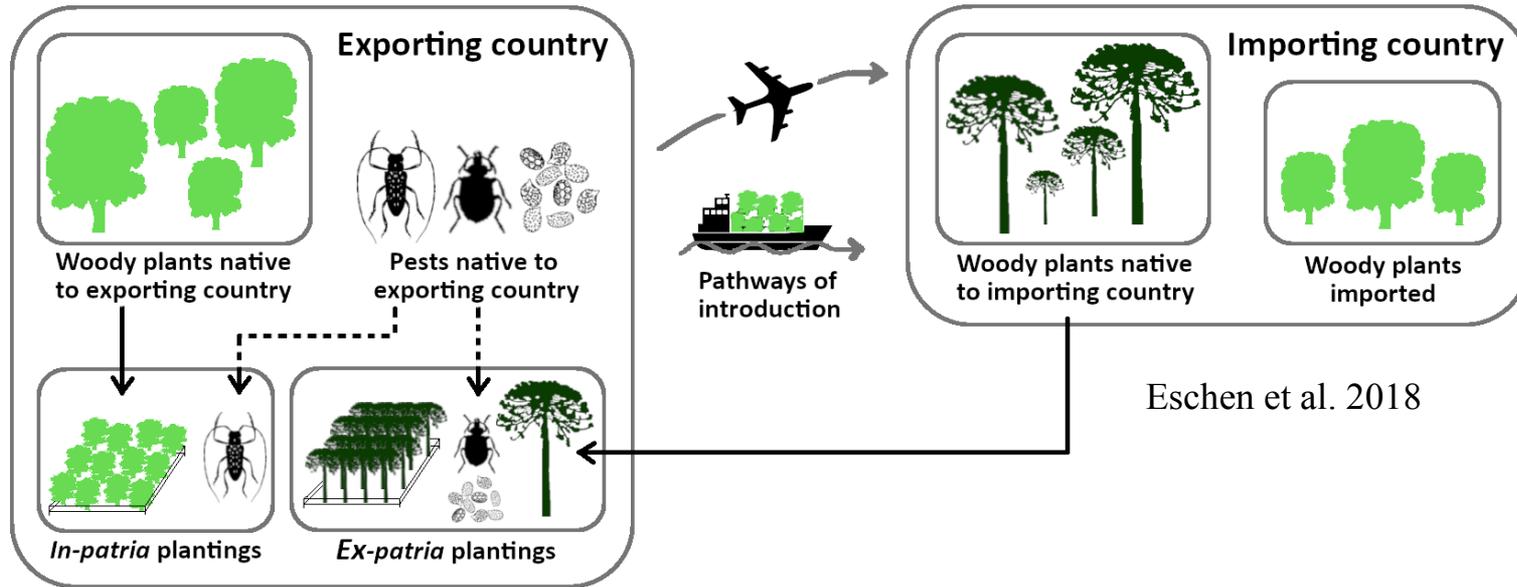
□ Mise en place de plantations sentinelles sur d'autres continents pour identifier les espèces potentiellement envahissantes en amont de leur arrivée



□ Définition de pièges automatisés dans les ports d'entrée appâtés avec des mélanges attractifs multi-composés à vocation générique permettant de piéger des espèces inconnues



Deux types de plantes sentinelles



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 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

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

¹ INRA UR 633 Zoologie Forestière, Orléans, France, ² School of Forestry and Bio-technology, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Lin'an, China, ³ State key laboratory of Integrated Management of pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, ⁴ CABE, Delsmont, Switzerland, ⁵ Department for Environment Food and Rural Affairs, Sand Hutton, York, United Kingdom

* alain.roques@orleans.inra.fr



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

Des méthodes 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/20173265430>



Dispositif récemment étendu à l’Afrique du Sud et aux USA (projet H2020 HOMED)

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

De nouvelles procédures de détection à l'arrivée dans les ports d'entrée

Est-il possible de définir des mélanges pour une attraction générique, permettant la détection d'espèces inconnues sur nos listes ?

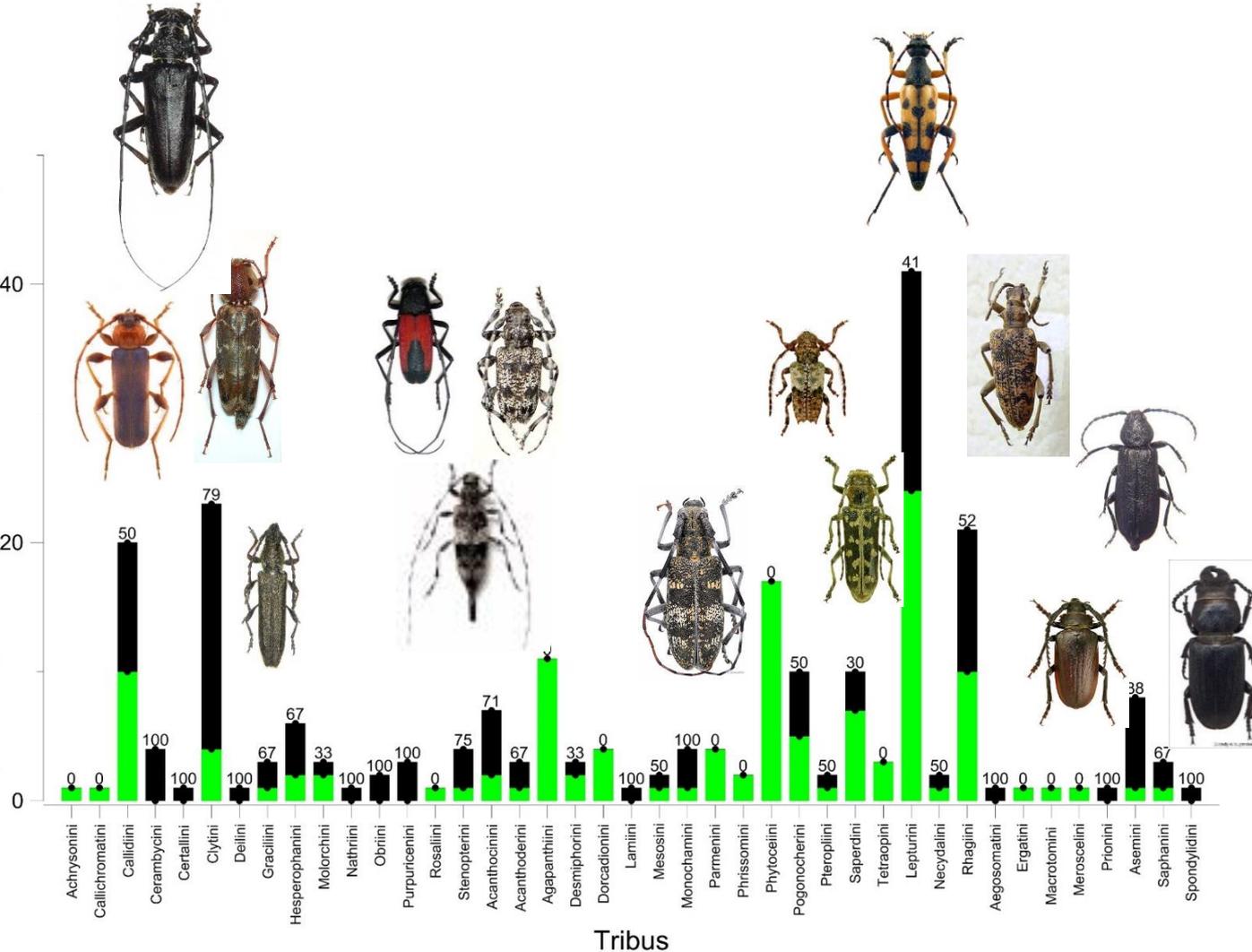
Les Cérambycides, de bons candidats

- Phéromones sexuelles et d'agrégation bien conservées au niveau du genre, de la tribu ou de la sous-famille, cela *au niveau mondial*.
- Attractivité générique espérée de la **combinaison de 8 de ces phéromones** (Fan et al, *J. Pest Science* 2019)
- Démontrer, via des tests en forêts, que ce mélange n'engendre pas de répulsion
- Ajout d' α -pinene et d'Ethanol permet d'espérer la capture additionnelle de scolytes exotiques



Une très forte attractivité générique du mélange à 8 composés vérifiée en forêt

Nb espèces capturées vs. natives par tribu de Cérambycides



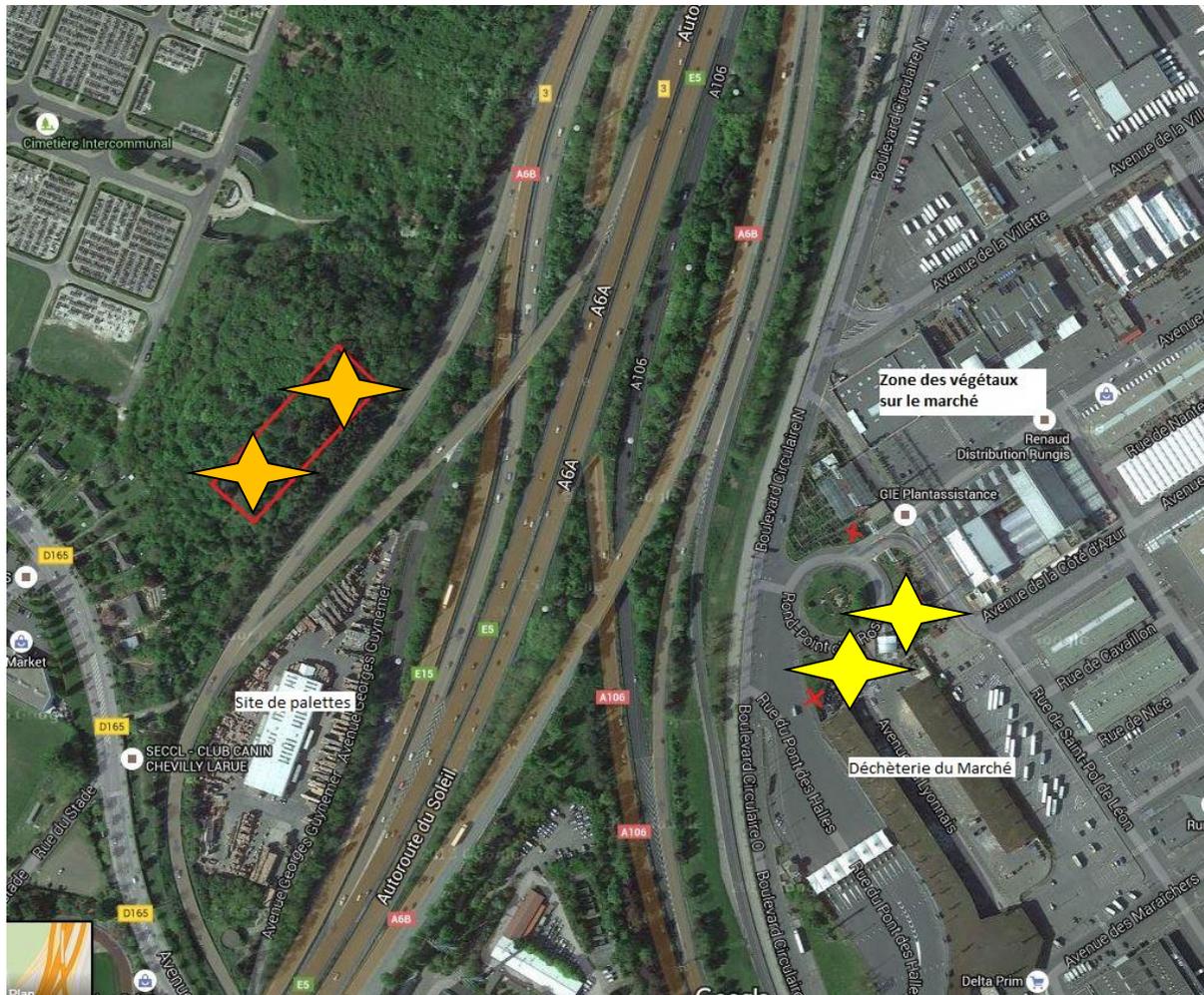
126 spp. piégées
51.9% de la faune native

25 / 42 tribus bien représentées:

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

• Pas de répulsion constatée

Les tests en port d'entrée: 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

« Que » 39 espèces de cérambycides piégées dans les ports d'entrées ... mais

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



*Xylotrechus
altaicus*
Larix Sibérie

Uraecha angusta
Camphrier- Chine

Xyleborus affinis
Euplatypus parallelus
Euplatypus hintzi



Cordylomera spinicornis
Gabon



Xylotrechus stebbingi
Feuillus- Chine

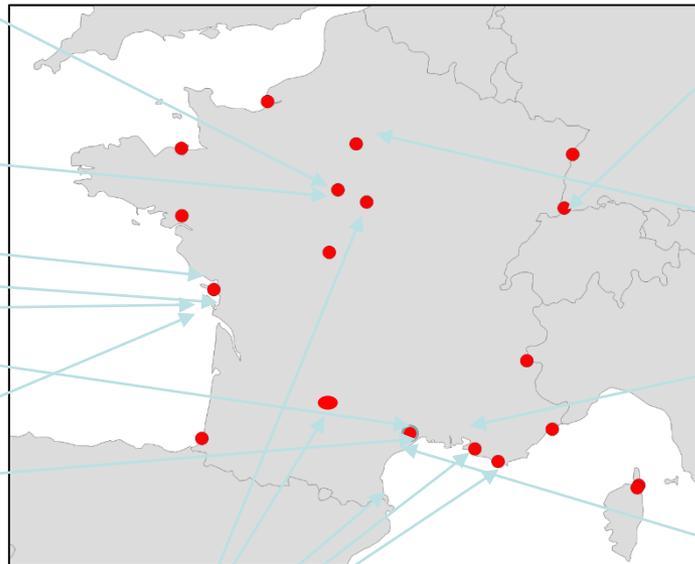
Xylotrechus chinensis
Mûrier- Chine



Trichoferus campestris
Chine



Monochamus galloprovincialis



Le mélange multi-composés, *Un programme mondial de piégeage pour la détection des exotiques à l'arrivée*

- ❑ Si une espèce est capturée en nombre avec le même mélange à 8 composants sur un autre continent, la probabilité de capture à son arrivée en Europe est importante
 - Piégeages 2019 et 2020 dans 6 Provinces de Chine, USA, Canada et Australie, et 12 pays européens
 - **310 espèces déjà piégées au niveau mondial**
- ❑ Développement d'une base mondiale de données moléculaires des espèces piégées avec le mélange
- ❑ Test en développement d'un mélange à 10 composants
- ❑ **Mais pas encore sur que l'on puisse définir une méthode similaire pour d'autres groupes (buprestes, pucerons, etc)**



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
- ❑ La relation entre changement climatique et facilitation de l'invasion est encore (relativement) une boîte noire mais l'augmentation des établissements sur arbres d'origine subtropicale tend à l'indiquer.
- ❑ 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!*

Remerciements

La réalisation des travaux présentés a été rendue possible par le financement issu des projets ci-dessous



PORTRAP- DGAL FRANCE

COST GLOBAL WARNING





Merci pour votre attention !