

Rôle du commerce ornemental dans l'introduction, l'établissement et la propagation des insectes invasifs

L'exemple de la pyrale de la buis

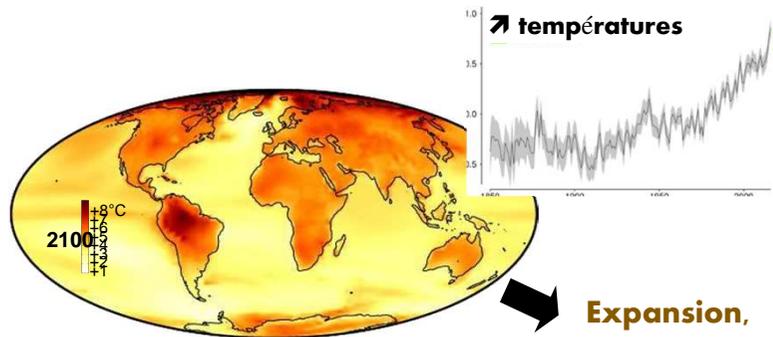


Jérôme Rousselet
Unité de Recherche de Zoologie Forestière
Centre Val de Loire - Orléans
Département Ecologie des Forêts, Prairies et milieux Aquatiques
Institut National de la Recherche Agronomique

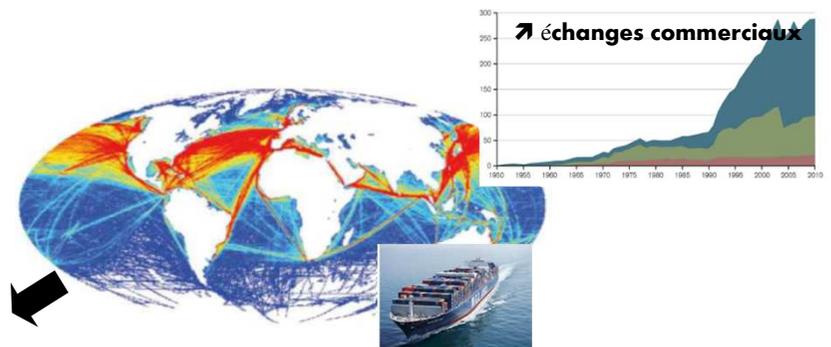
Unité de Recherche de Zoologie Forestière

⇒ Réponse des insectes forestiers aux changements globaux

Changement climatique



Mondialisation économique



Expansion,
Rétraction
ou disparition
d'espèces natives

Invasions
biologiques

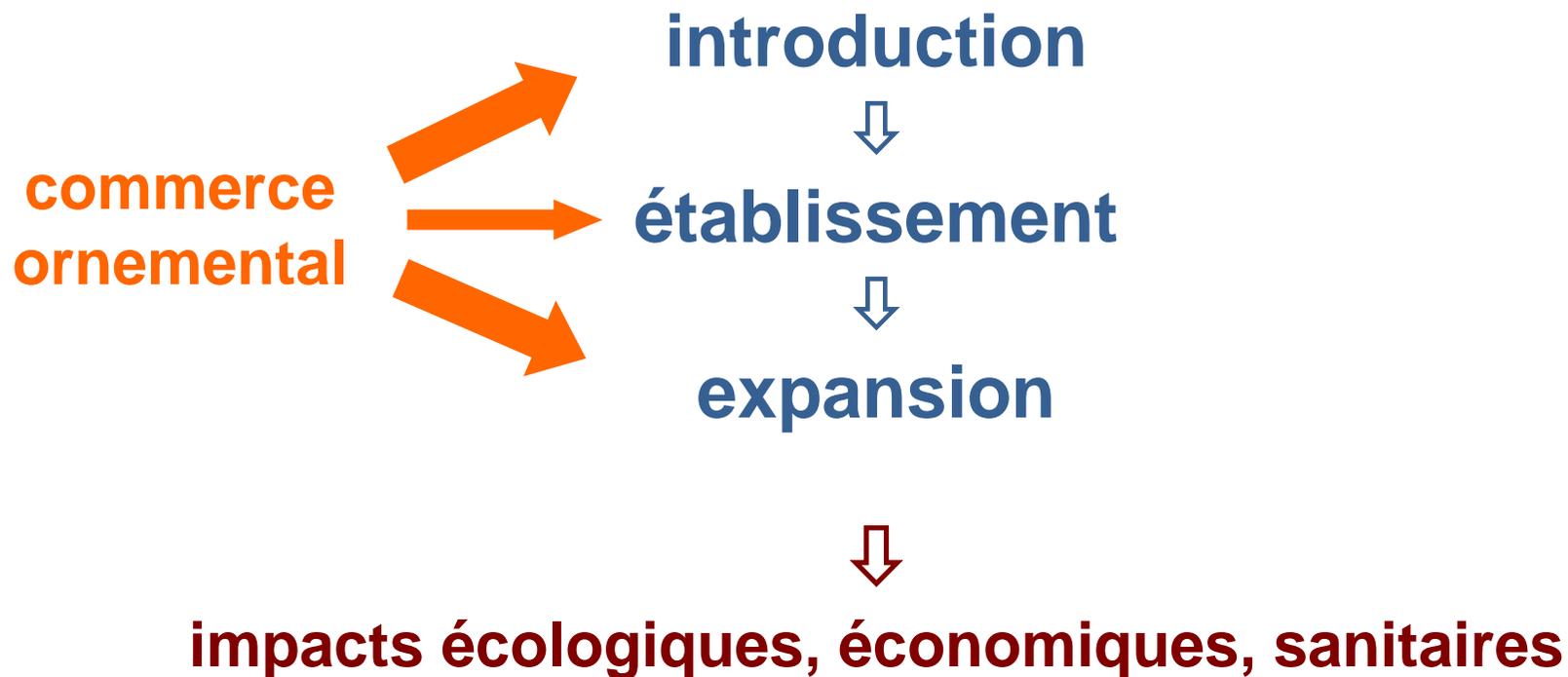
Changement d'usage des sols



INSECTES PHYTOPHAGES et COMMERCE ORNEMENTAL

Invasions biologiques et commerce ornemental

Espèce Exotique Envahissante (EEE)

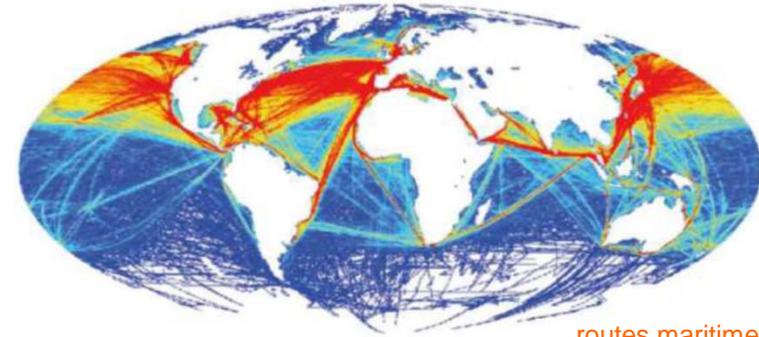
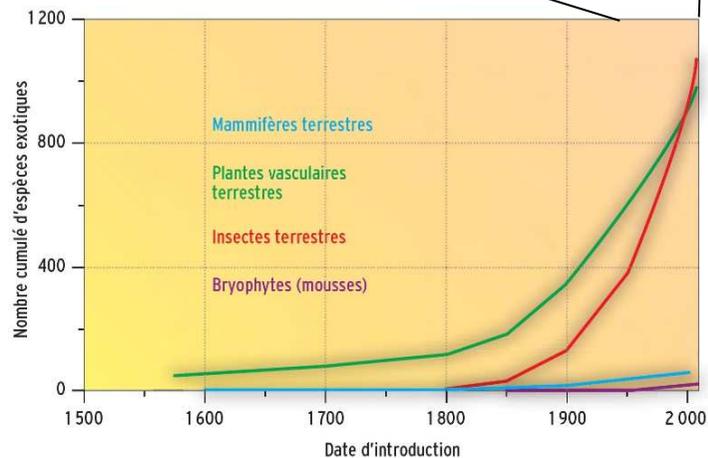


Commerce ornemental et introduction d'espèces exotiques

Commerce inter-continentale et introduction



Source: WTO Secretariat.



routes maritimes

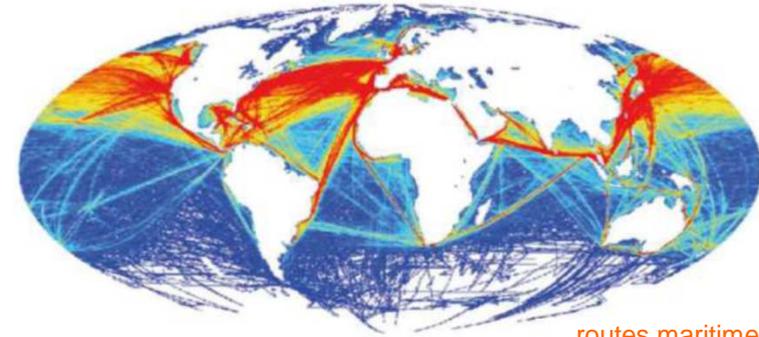
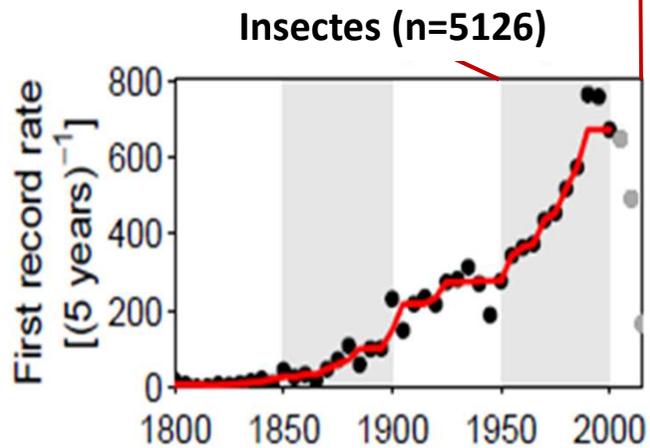


En Europe, 12 000 espèces exotiques introduites depuis un autre continent ou transportées d'une région à une région

Commerce inter-continentale et introduction



Source: WTO Secretariat.



routes maritimes

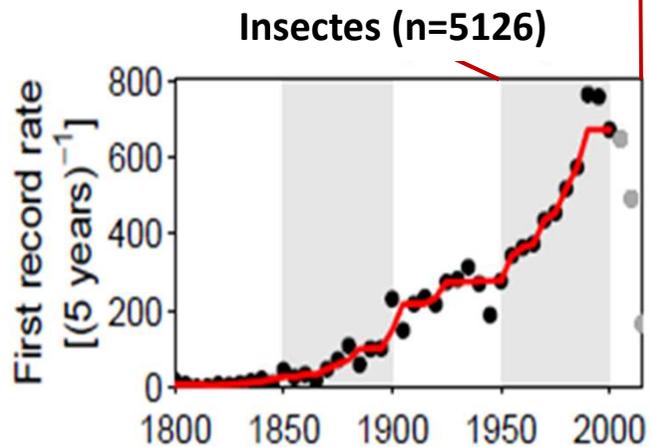


En Europe, 12 000 espèces exotiques introduites depuis un autre continent ou transportées d'une région à une région

Commerce inter-continental et introduction

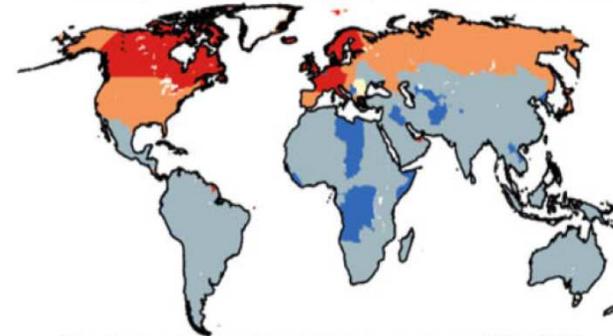


Source: WTO Secretariat.



Importations de plantes vivantes

Live plant imports per person 2001–2010



Plant import value (US dollar) per person 2001–2010



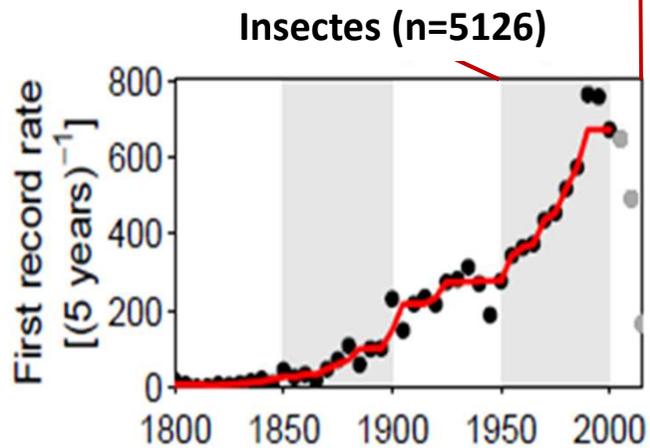
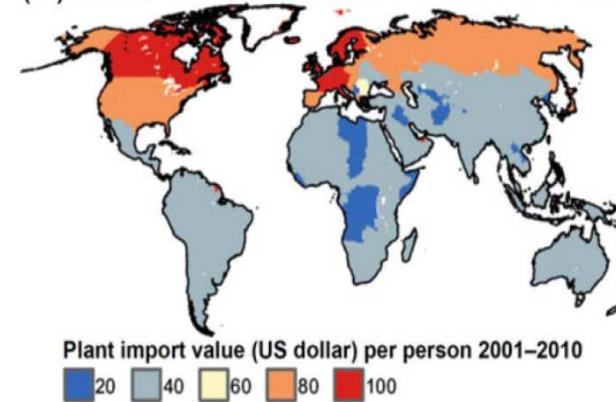
En Europe, 12 000 espèces exotiques introduites depuis un autre continent ou transportées d'une région à une région

Commerce inter-continentale et introduction

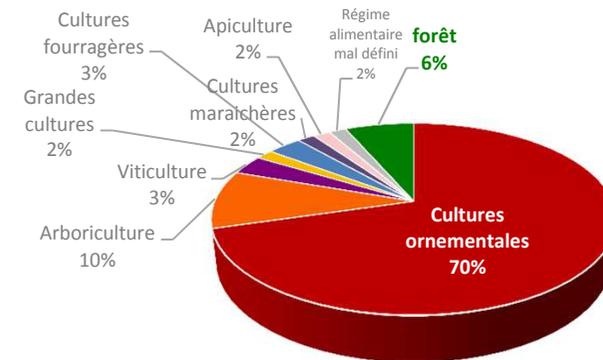


Source: WTO Secretariat.

Importations de plantes vivantes
(A) Live plant imports per person 2001–2010



Introductions
d'insectes d'importance agricole
selon les filières
(France, période 2005-2014)

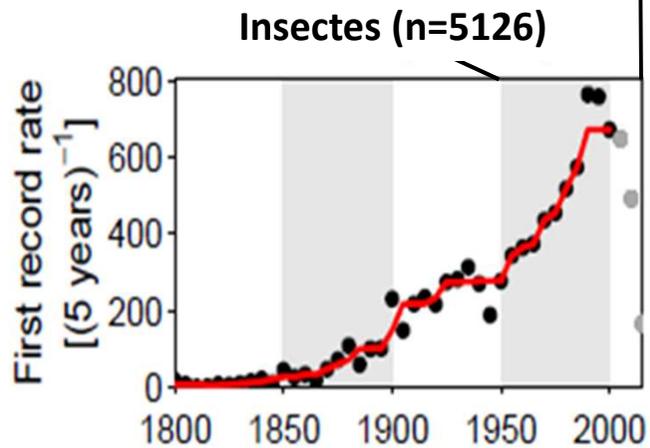


Martinez et al., 2014

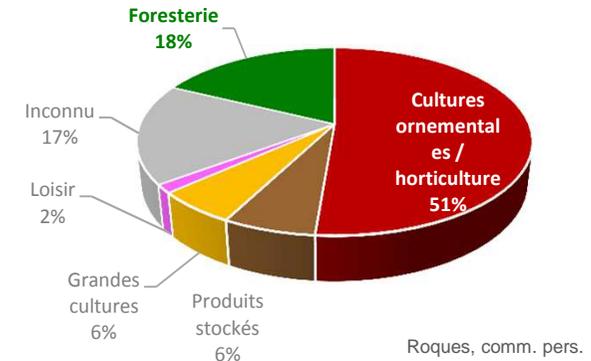
Commerce inter-continental et introduction



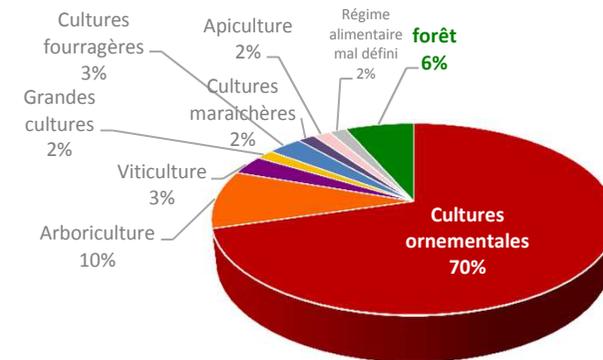
Source: WTO Secretariat.



Introductions d'insectes forestiers

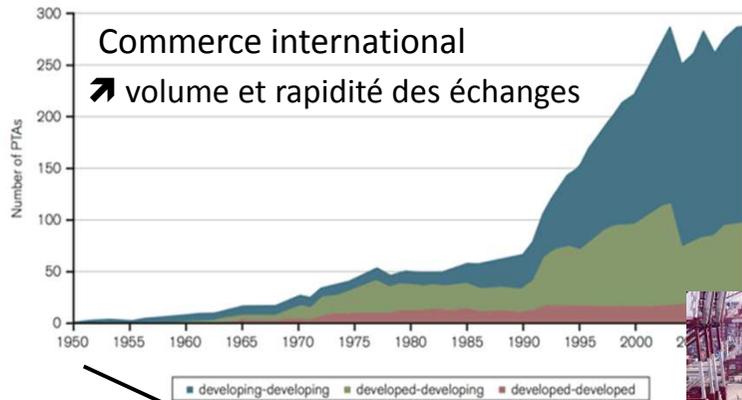


Introductions d'insectes d'importance agronomique selon les filières (période 2005-2014)



Martinez et al., 2014

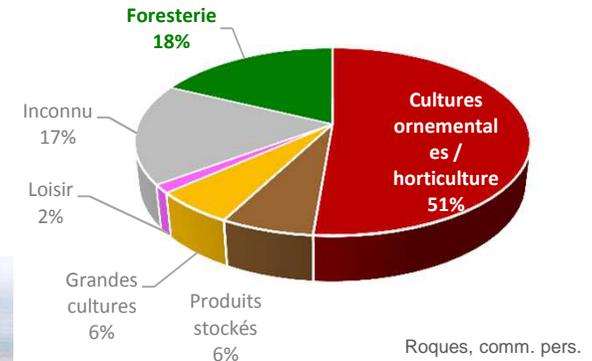
Commerce inter-continental et introduction



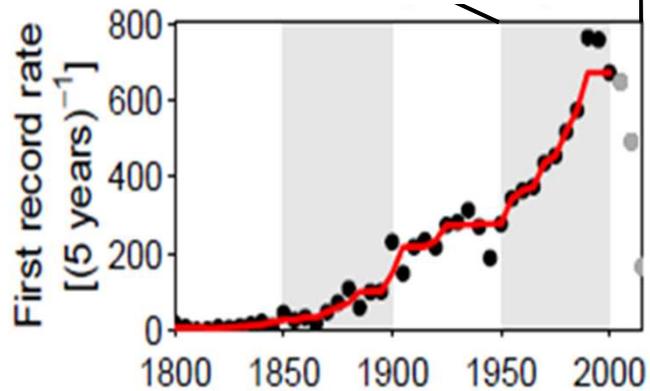
Source: WTO Secretariat.



Introductions d'insectes forestiers



Insectes (n=5126)



Dispositif arbres sentinelles

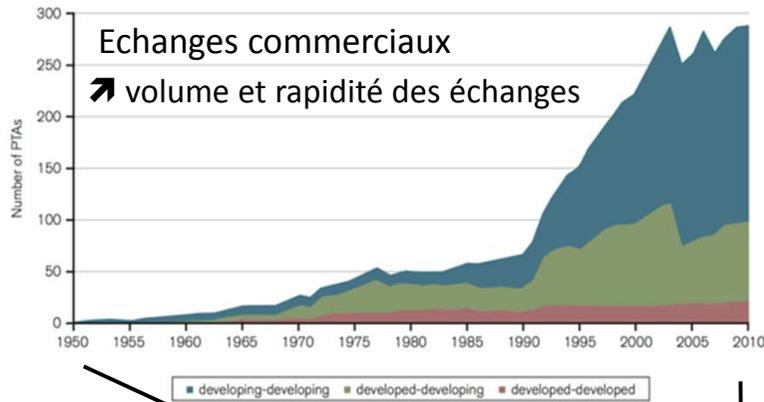


Création d'un Laboratoire International Associé avec l'université forestière de Pékin

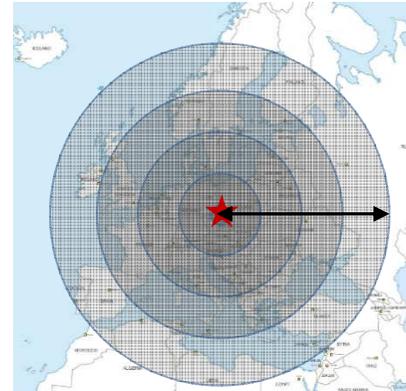
Commerce ornemental et propagation d'espèces exotiques

Commerce intra-continental et propagation

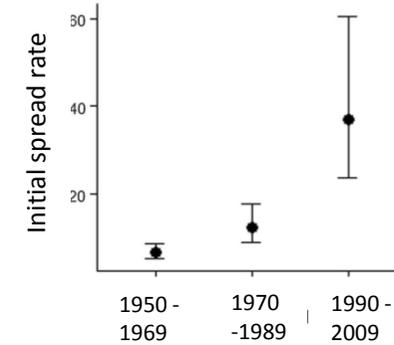
Introduction



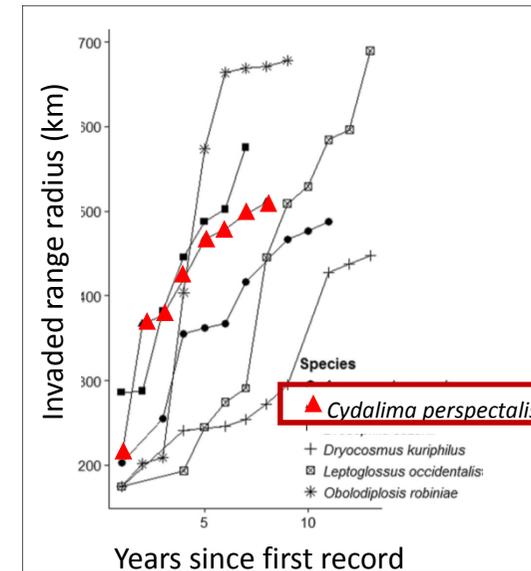
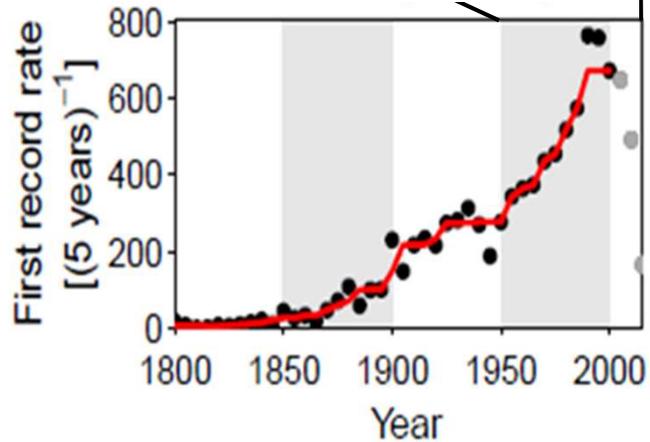
Source: WTO Secretariat.



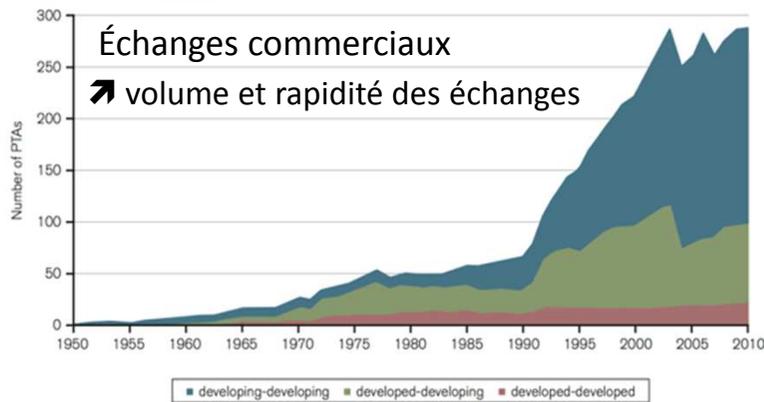
Propagation



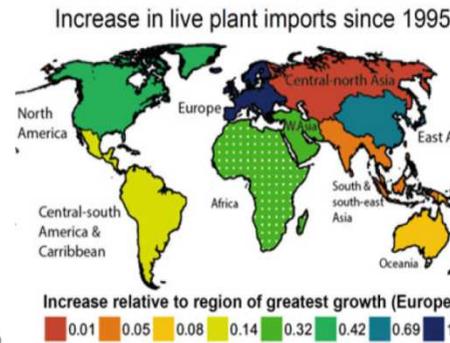
Insectes (n=5126)



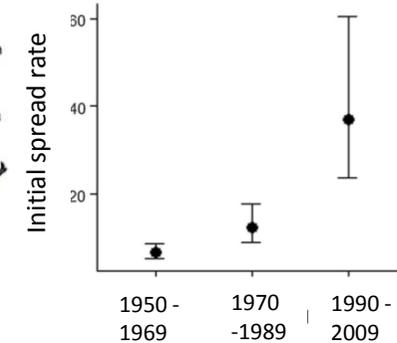
Commerce intra-continental et propagation



Source: WTO Secretariat.

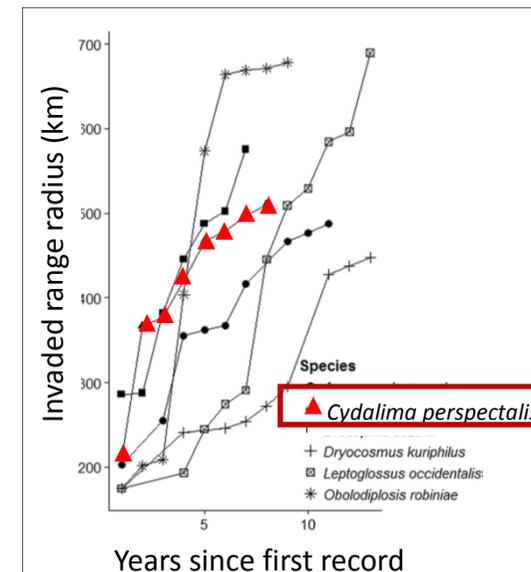


Propagation



Invasions fulgurantes : quelles explications ?

- ⇒ chute du mur de Berlin
- ⇒ marché unique au sein de l'Union Européenne
- ⇒ introductions en de multiples points
- ⇒ premiers foyers d'invasions = sources des suivants ("têtes de pont")



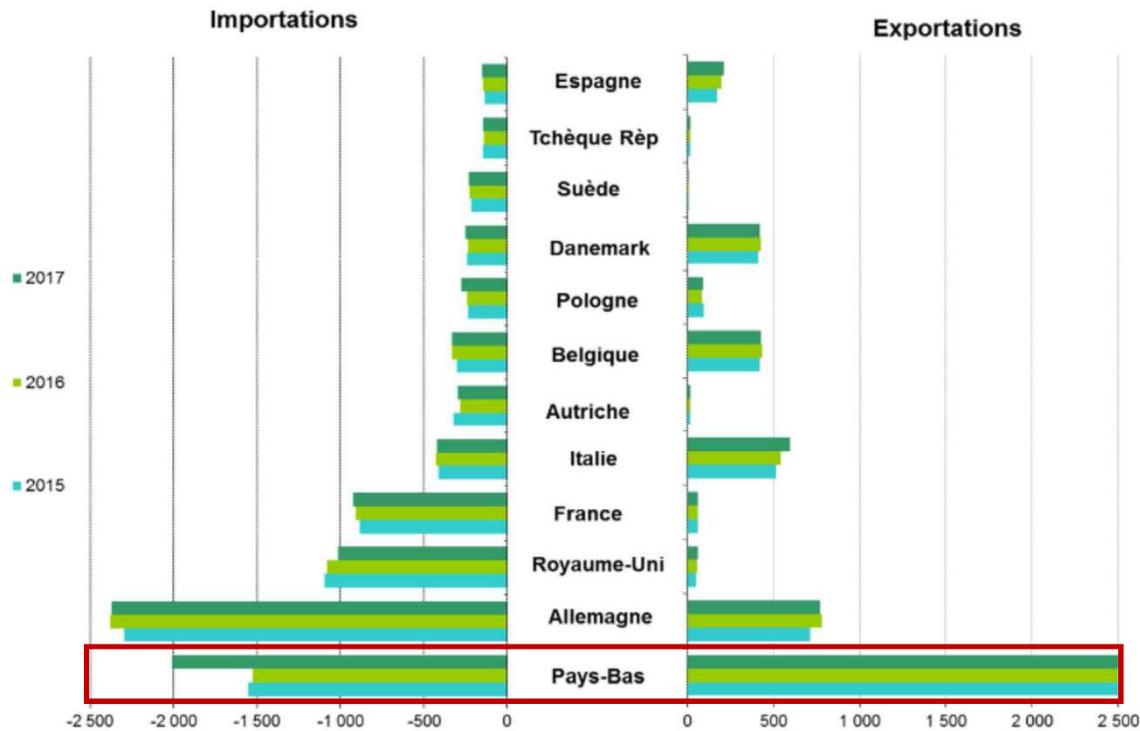
Commerce intra-continentale et propagation

⇒ évolution structurelle du secteur horticole

plaque-tournante



Les échanges des principaux pays importateurs de végétaux d'ornement en Union Européenne de 2015 à 2017 (millions d'euros)

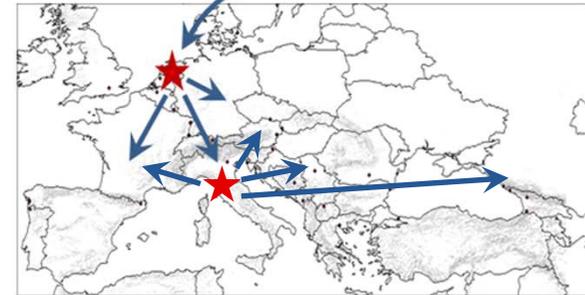


Source : Douanes des pays cités/Eurostat

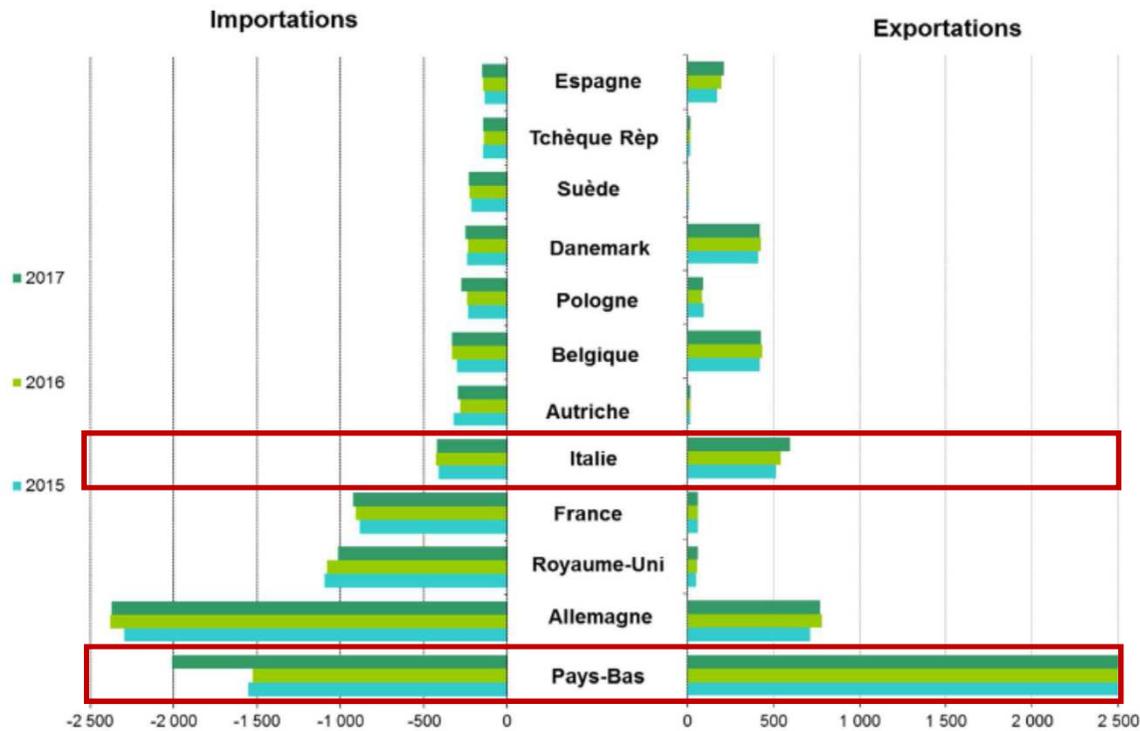
Commerce intra-continentale et propagation

⇒ évolution structurelle du secteur horticole

plaque-tournante



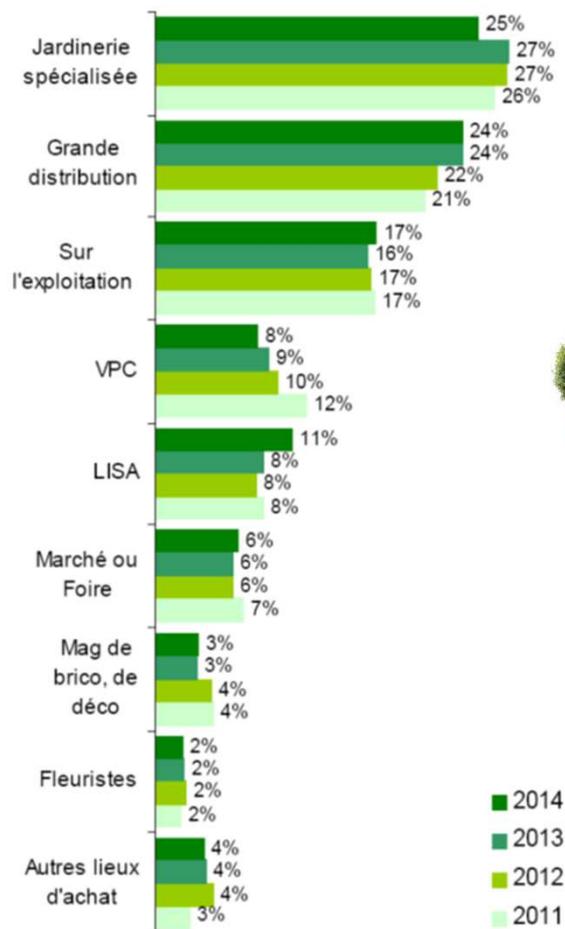
Les échanges des principaux pays importateurs de végétaux d'ornement en Union Européenne de 2015 à 2017 (millions d'euros)



Source : Douanes des pays cités/Eurostat

Commerce intra-continentale et propagation

Répartition des achats de végétaux d'extérieur selon les lieux d'achat
% volume (hors imprécis)



Evolution des quantités achetées et des sommes dépensées en végétaux d'extérieur entre 2013 et 2014

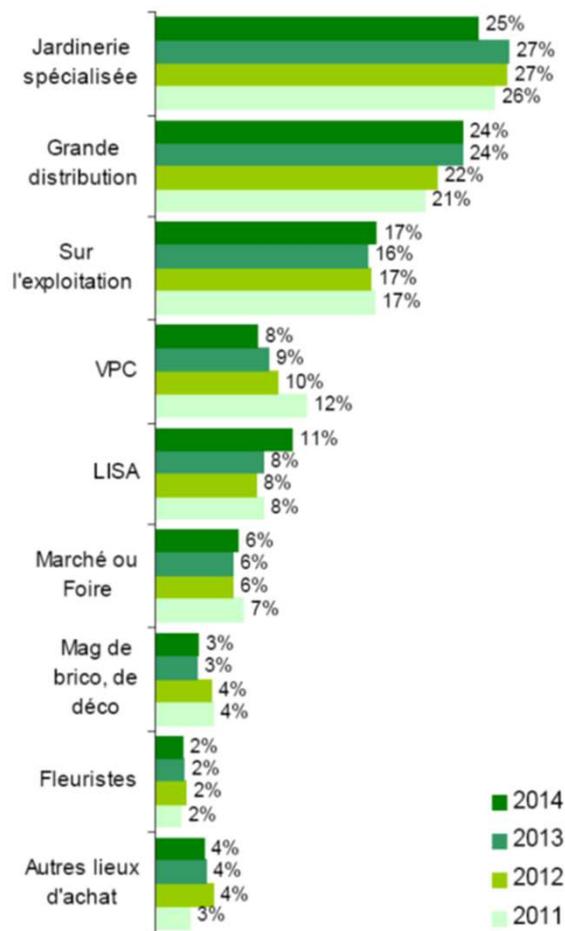
	Quantités achetées extrapolées (en milliers)	Evolution 2014 vs 2013 en %	Sommes dépensées extrapolées (milliers d'euros)	Evolution 2014 vs 2013 en %
Arbres et arbustes fruitiers	5 466	-3,9%	79 144	4,3%
Arbres fruitiers	2 223	-8,1%	55 456	-1,5%
Arbustes petits fruits	3 243	-0,8%	23 688	21,2%
Fraisiers	15 597	-0,8%	18 107	-1,7%
Rosiers	7 371	-15,0%	79 710	5,3%
Conifères (isolés, de rocaille ou de haies)	2 307	-25,0%	20 236	-35,1%
Autres arbres et arbustes pour haies	1 353	-6,1%	10 211	-7,5%
Arbres et arbustes méditerranéens	4 974	-5,7%	81 172	4,4%
Plantes de terres de bruyère	4 142	-1,4%	38 713	1,5%
Buis et topiaires	1 660	-31,1%	14 411	-9,0%
Autres arbres et arbustes d'ornement	11 463	-0,3%	111 291	9,2%
Plantes à massif et plantes vivaces	119 038	-9,5%	182 260	0,1%
Plantes vivaces	17 780	2,6%	58 132	8,9%
Plantes à massif	101 259	-11,3%	124 128	-3,6%
Géraniums	51 144	-19,0%	94 537	-16,0%
Hortensias	1 863	-13,3%	19 791	16,4%
Bulbes et oignons à fleurs	96 949	-5,7%	51 385	-1,1%
Graines (de fleurs, de gazon)	8 255	-1,9%	31 319	-11,3%
Plantes aquatiques	296	-5,1%	2 600	139,6%
Cyclamens	2 086	19,2%	5 389	10,6%
Chrysanthèmes	1 089	-25,5%	4 250	-28,3%
Autres plantes d'ornement	865	13,8%	4 061	2,7%
Total	335 919	-9,3%	848 533	-1,4%

vente en masse ⇒ quel rôle dans la dispersion passive ?

Source : France Agrimer

Commerce intra-continentale et propagation

Répartition des achats de végétaux d'extérieur selon les lieux d'achat
% volume (hors imprécis)



Evolution des quantités achetées et des sommes dépensées en végétaux d'extérieur entre 2013 et 2014

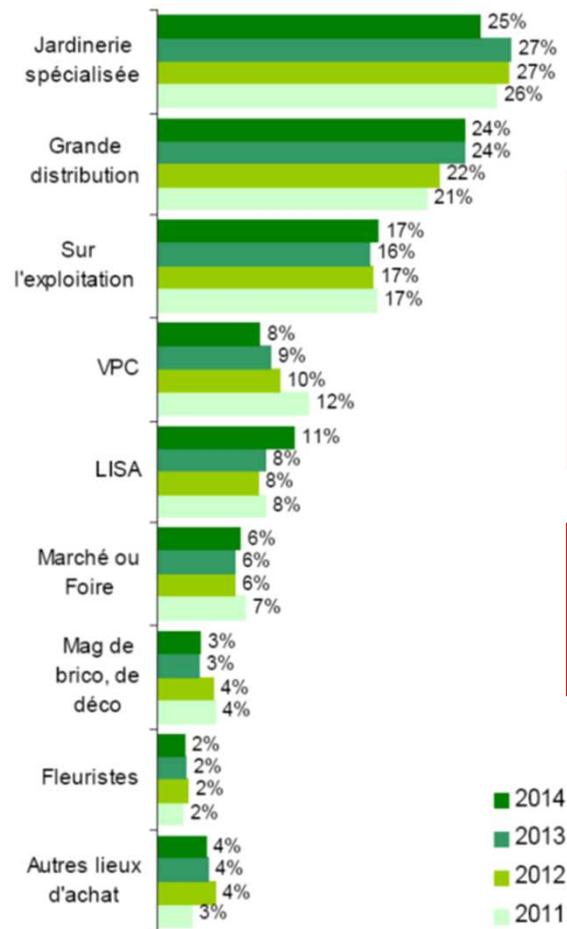
	Quantités achetées extrapolées (en milliers)	Evolution 2014 vs 2013 en %	Sommes dépensées extrapolées (milliers d'euros)	Evolution 2014 vs 2013 en %
Arbres et arbustes fruitiers	5 466	-3,9%	79 144	4,3%
Arbres fruitiers	2 223	-8,1%	55 456	-1,5%
Arbustes petits fruits	3 243	-0,8%	23 688	21,2%
Fraisiers	15 597	-0,8%	18 107	-1,7%
Rosiers	7 371	-15,0%	79 710	5,3%
Conifères (isolés, de rocaille ou de haies)	2 307	-25,0%	20 236	-35,1%
Autres arbres et arbustes pour haies	1 353	-6,1%	10 211	-7,5%
Arbres et arbustes méditerranéens	4 974	-5,7%	81 172	4,4%
Plantes de terres de bruyère	4 142	-1,4%	38 713	1,5%
Buis et topiaires	1 660	-31,1%	14 411	-9,0%
Autres arbres et arbustes d'ornement	11 463	-0,3%	111 291	9,2%
Plantes à massif et plantes vivaces	119 038	-9,5%	182 260	0,1%
Plantes vivaces	17 780	2,6%	58 132	8,9%
Plantes à massif	101 259	-11,3%	124 128	-3,6%
Géraniums	51 144	-19,0%	94 537	-16,0%
Hortensias	1 863	-13,3%	19 791	16,4%
Bulbes et oignons à fleurs	96 949	-5,7%	51 385	-1,1%
Graines (de fleurs, de gazon)	8 255	-1,9%	31 319	-11,3%
Plantes aquatiques	296	-5,1%	2 600	139,6%
Cyclamens	2 086	19,2%	5 389	10,6%
Chrysanthèmes	1 089	-25,5%	4 250	-28,3%
Autres plantes d'ornement	865	13,8%	4 061	2,7%
Total	335 919	-9,3%	848 533	-1,4%

vente en masse ⇒ quel rôle dans la dispersion passive ?

Source : France Agrimer

Commerce intra-continentale et propagation

Répartition des achats de végétaux d'extérieur selon les lieux d'achat
% volume (hors imprécis)



Evolution des quantités achetées et des sommes dépensées en végétaux d'extérieur entre 2013 et 2014

	Quantités achetées extrapolées (en milliers)	Evolution 2014 vs 2013 en %	Sommes dépensées extrapolées (milliers d'euros)	Evolution 2014 vs 2013 en %
Arbres et arbustes fruitiers	5 466	-3,9%	79 144	4,3%
Arbres fruitiers	2 223	-8,1%	55 456	-1,5%
Arbustes petits fruits	3 243	-0,8%	23 688	21,2%
Fraisiers	15 597	-0,8%	18 107	-1,7%
Plantes à massif et plantes vivaces	119 038	-9,5%	182 260	0,1%
Plantes vivaces	17 700	2,6%	58 132	8,9%
		-11,3%	124 128	-3,6%
		-19,0%	94 537	-16,0%
		-13,3%	19 791	16,4%
		-5,7%	51 385	-1,1%
		-1,9%	31 319	-11,3%
		-5,1%	2 600	139,6%
Cyclamens	2 086	19,2%	5 389	10,6%
Chrysanthèmes	1 089	-25,5%	4 250	-28,3%
Autres plantes d'ornement	865	13,8%	4 061	2,7%
Total	335 919	-9,3%	848 533	-1,4%

achat des français en 2010 :
 ⇒ **52,8 millions d'arbres et d'arbustes**
 ↳ 15,1 millions d'arbustes à petits fruits
 ↳ 4,2 millions d'arbres fruitiers
 ↳ 33,5 millions d'arbres et d'arbustes d'ornement
 (source FranceAgrimer)

Total ventes de plants forestiers en France en 2009-2010
 ↳ **55,1 millions d'arbres**

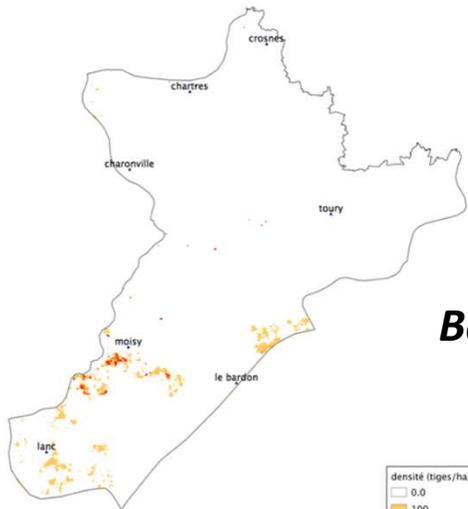
vente en masse ⇒ quel rôle dans la dispersion passive ?

Source : France Agrimer

Commerce intra-continentale et propagation

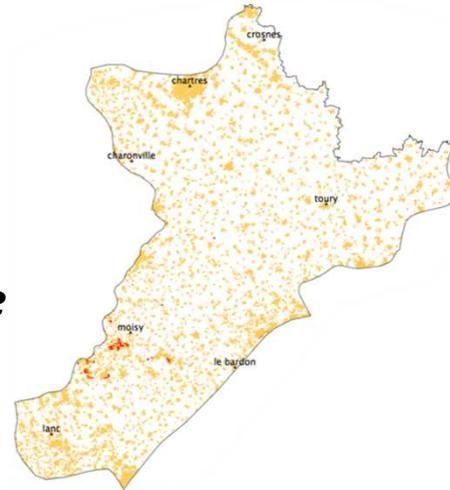


⇒ quel rôle dans la dispersion active une fois planté ?

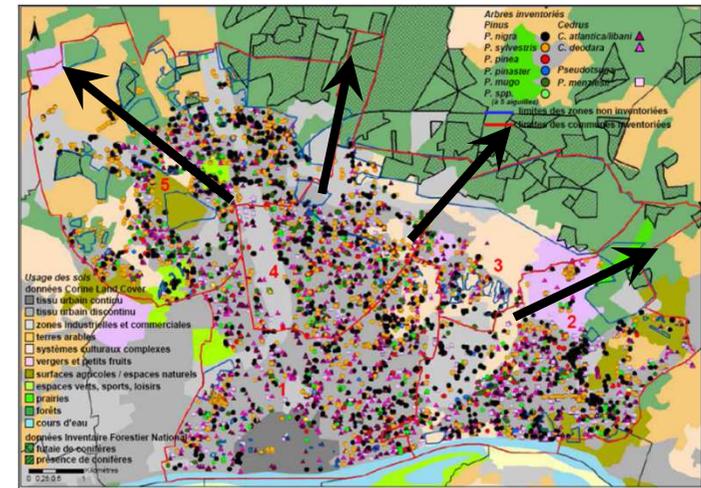


forêts de conifères

Beauce



conifères ornementaux

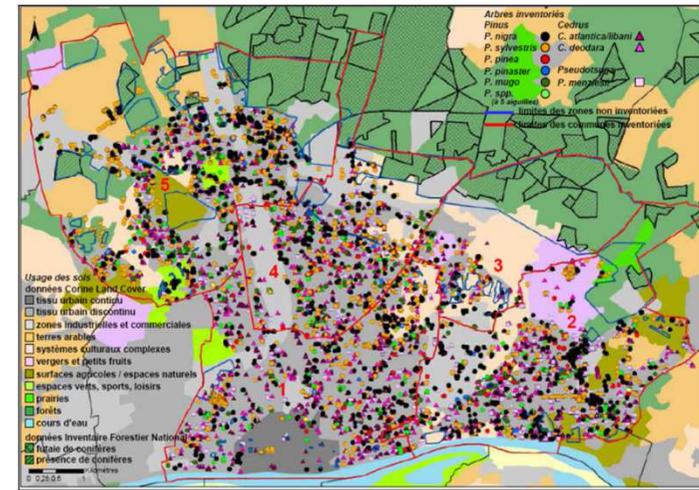
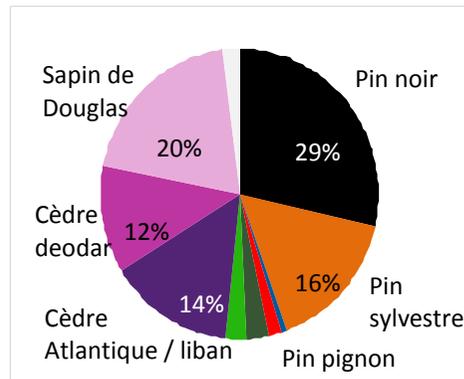
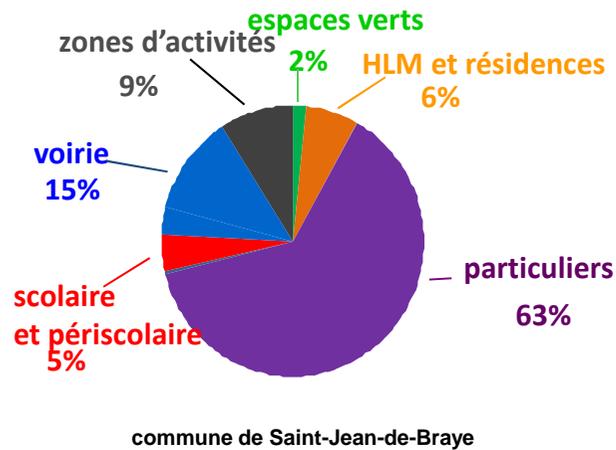


conifères dans l'agglomération orléanaise

Commerce intra-continental et propagation



⇒ quel rôle dans la dispersion active une fois planté ?



La Pyrale du buis : un cas emblématique

ornement \Rightarrow impact sur le patrimoine culturel et naturel

La pyrale du buis
Cydalima perspectalis



L'INVASION FULGURANTE DE LA PYRALE DU BUIS

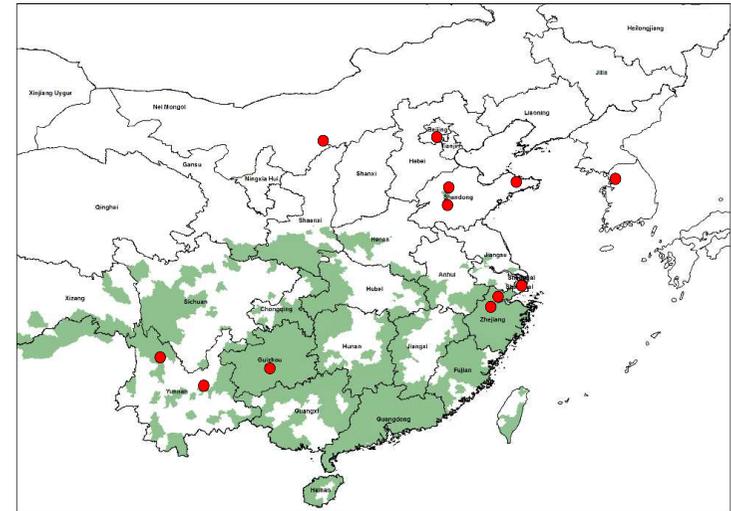
Projet INCA :



Origine de la pyrale

La pyrale du buis, *Cydalima perspectalis*

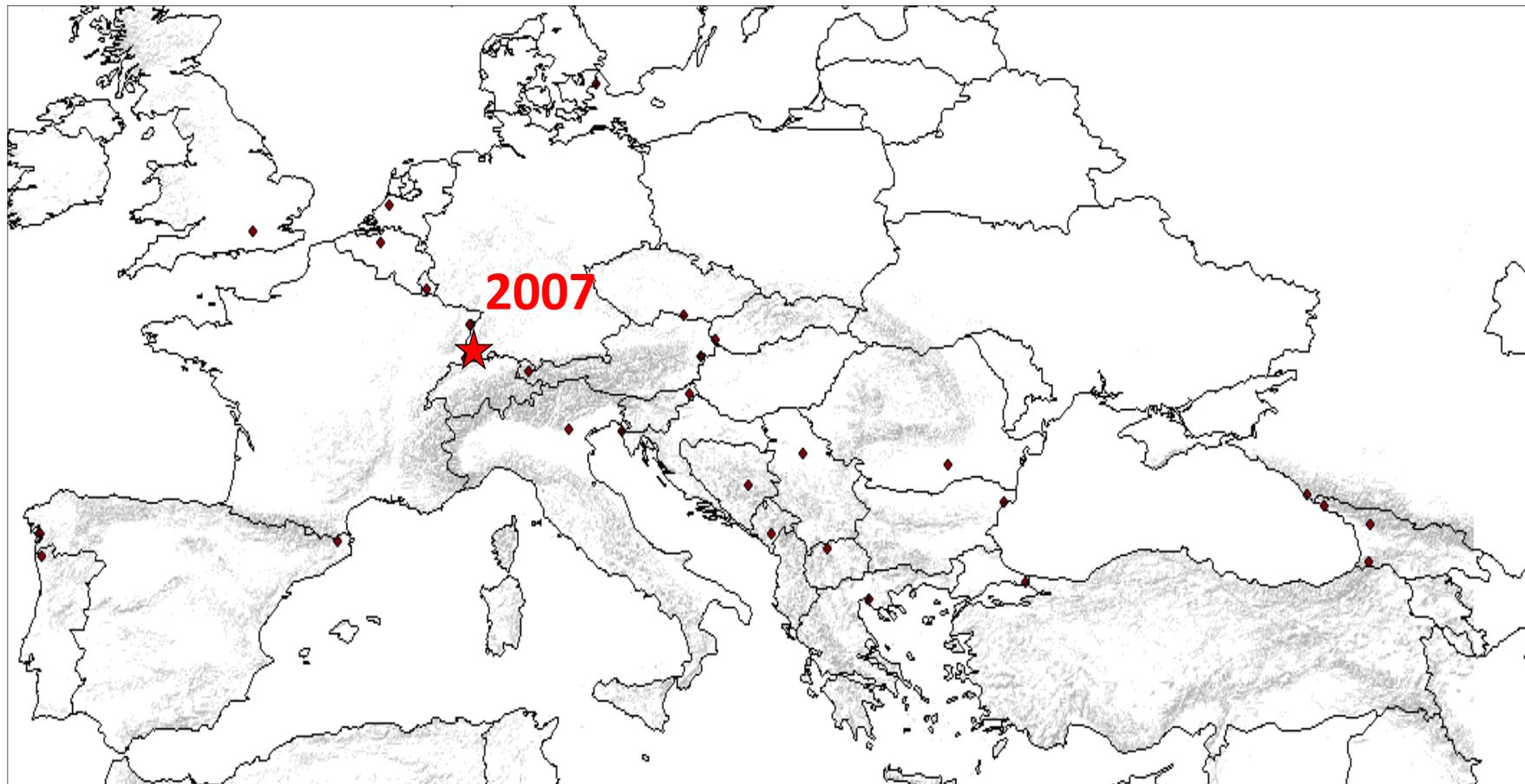
- Aire de répartition :
Chine, Corée, Japon
- Hôtes : *Buxus sp*



(c) Sebastien Morel

Invasion en Europe & au Caucase

- 1^e observation de *C. perspectalis* en **Allemagne, 2007**

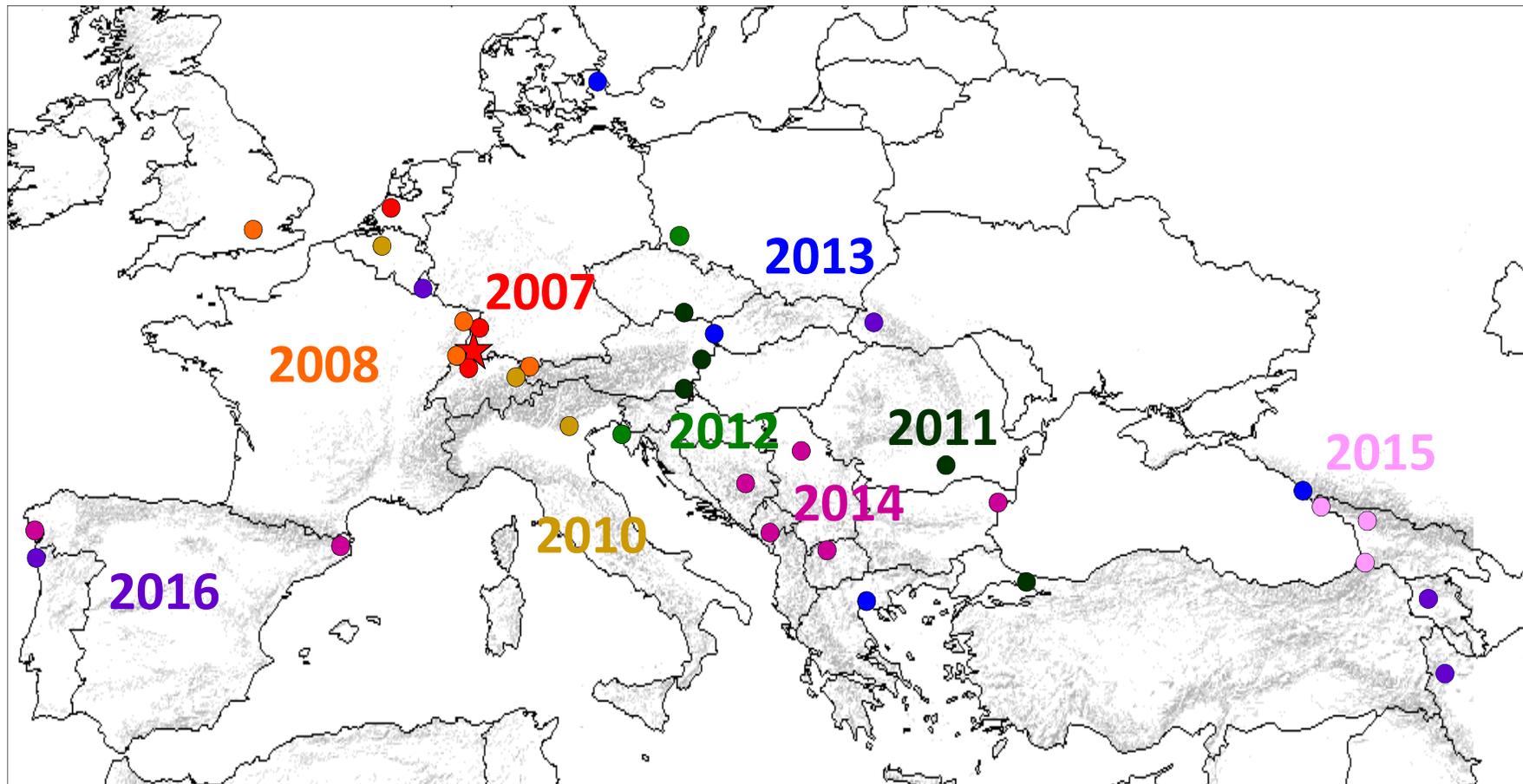


Invasion en Europe & au Caucase

- 1^e observation de *C. perspectalis* en **Allemagne, 2007**

➔ 2018 : 32 pays envahis

➔ Dispersion fulgurante de la pyrale du buis



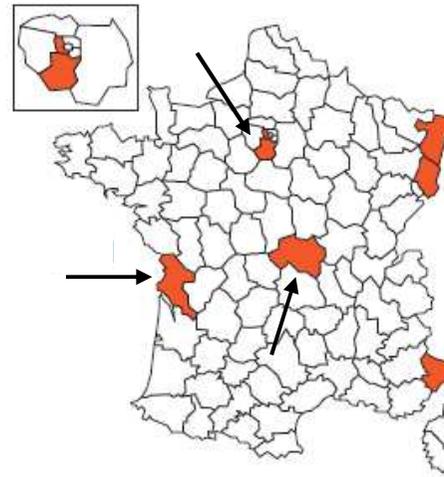
Invasion en France

- 1^e observation en France en Alsace, 2008



2008

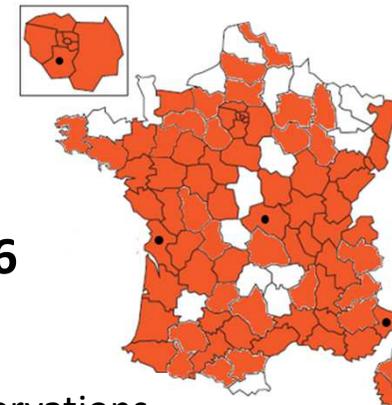
1^e observation



2011

4 nouvelles
observations éloignées
les unes des autres

**➔ 2018 : + de 79 départements envahis
en 10 ans**

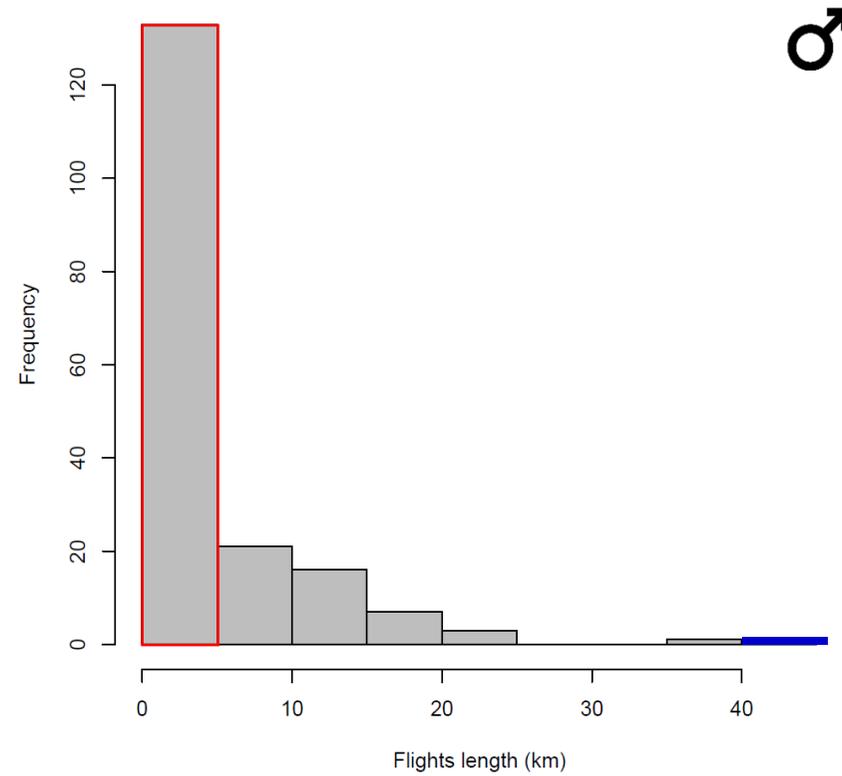
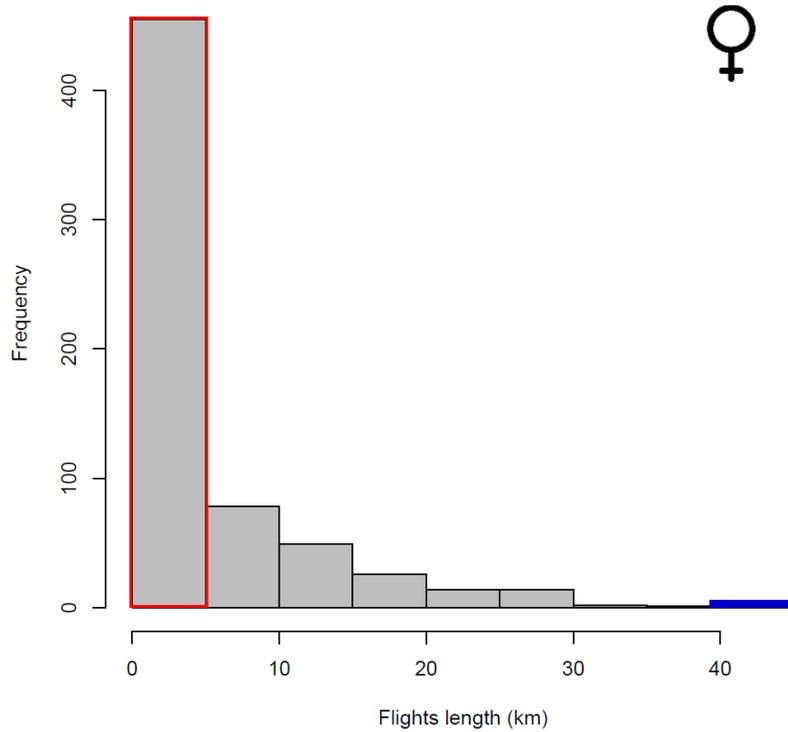
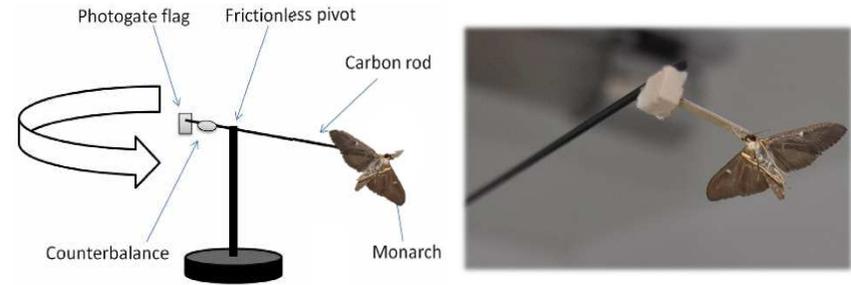


2016

● : observations
de 2011

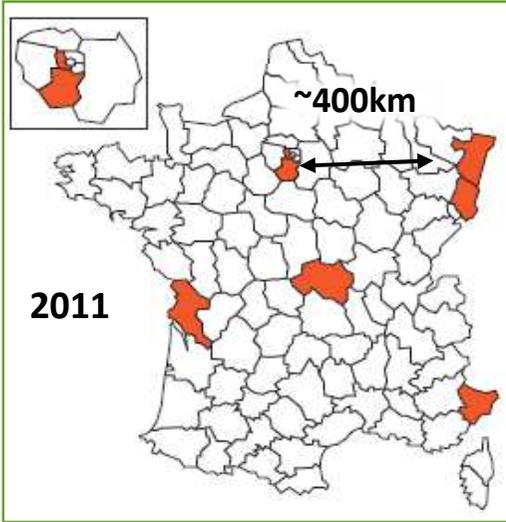
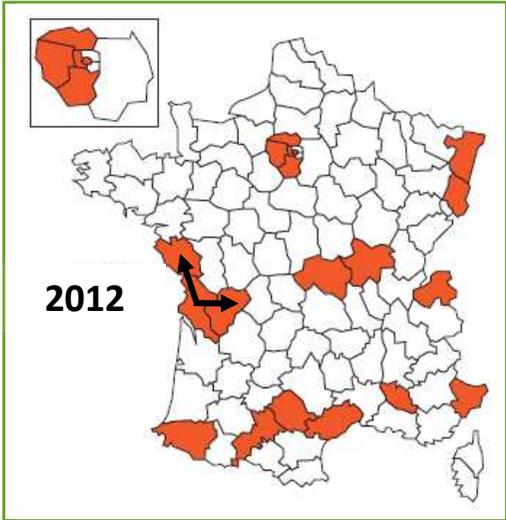
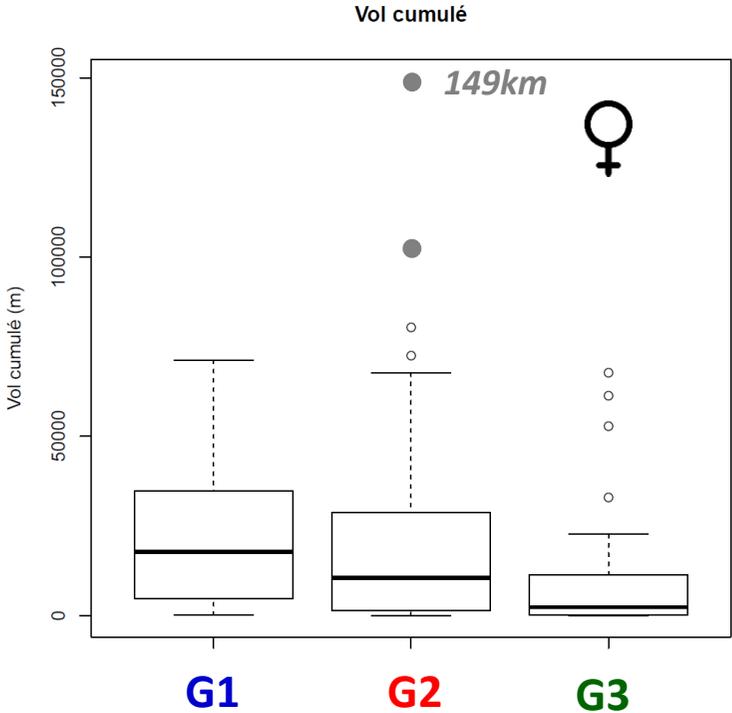
Capacités de vol par jour

↻ en moyenne, 4km / jour
↻ au maximum, 44km / jour



Capacités de vol par génération

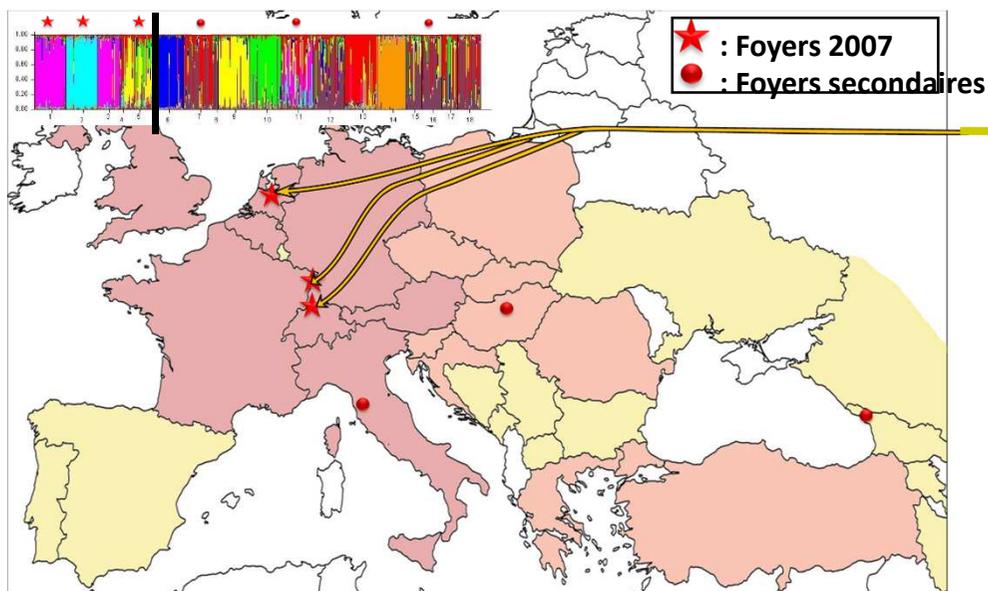
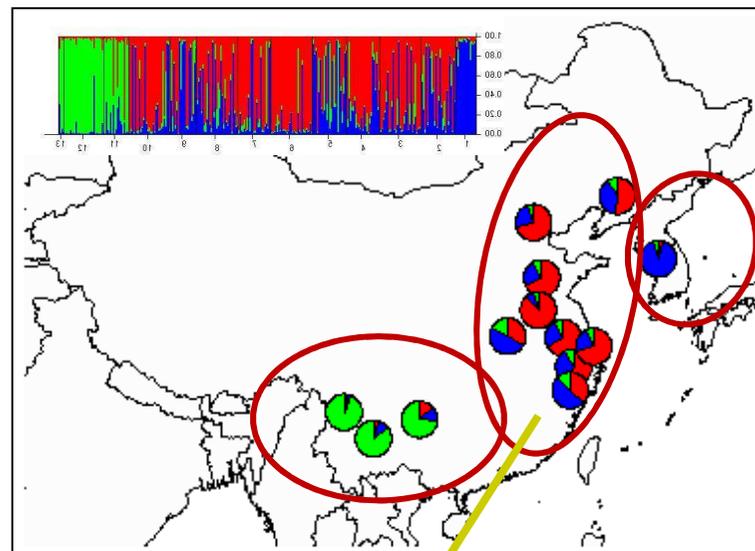
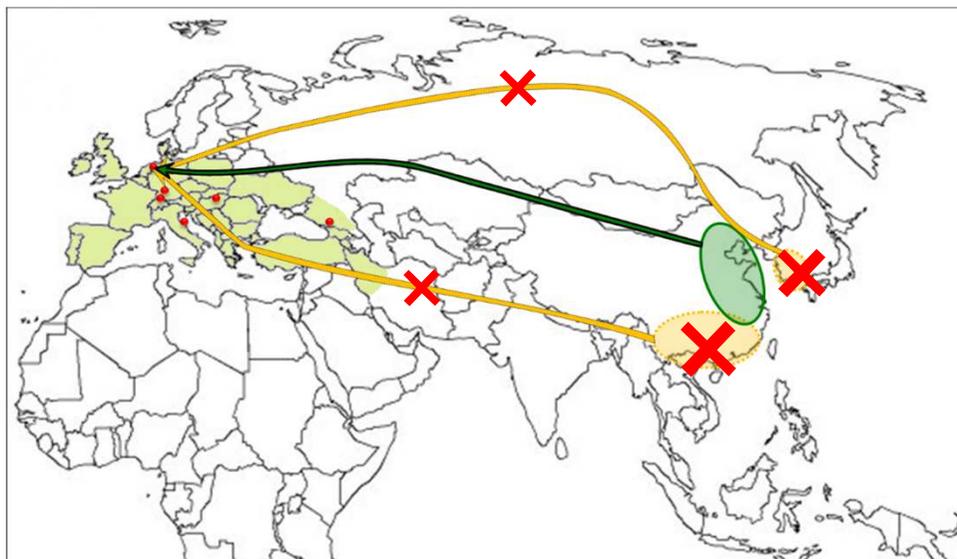
Distance cumulée parcourue au cours de la vie de l'insecte :



↪ **10 à 20 km en moyenne par génération**
(mais différences selon les individus et les générations)

⇒ **~ 30 à 60 km de progression par an**

Marqueurs génétiques

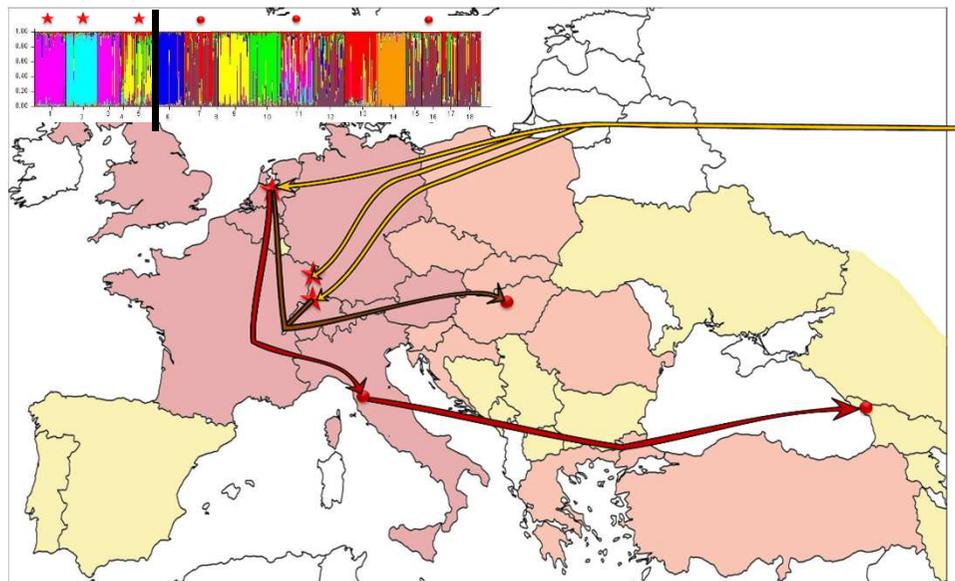
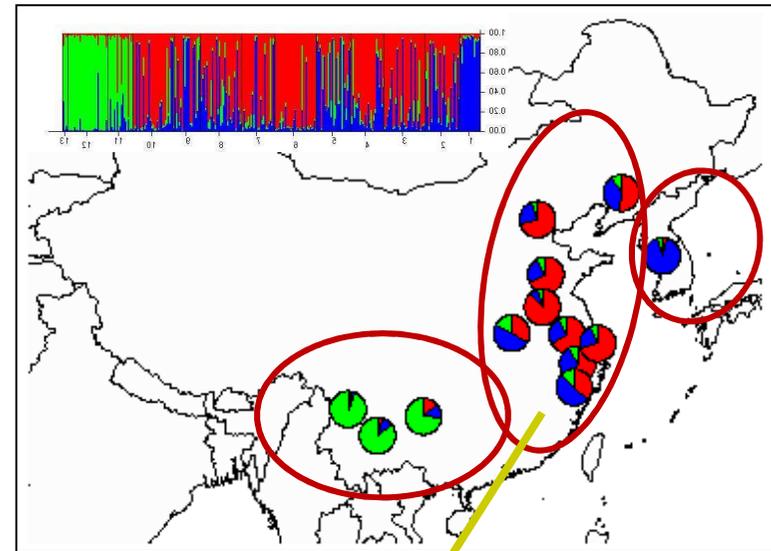
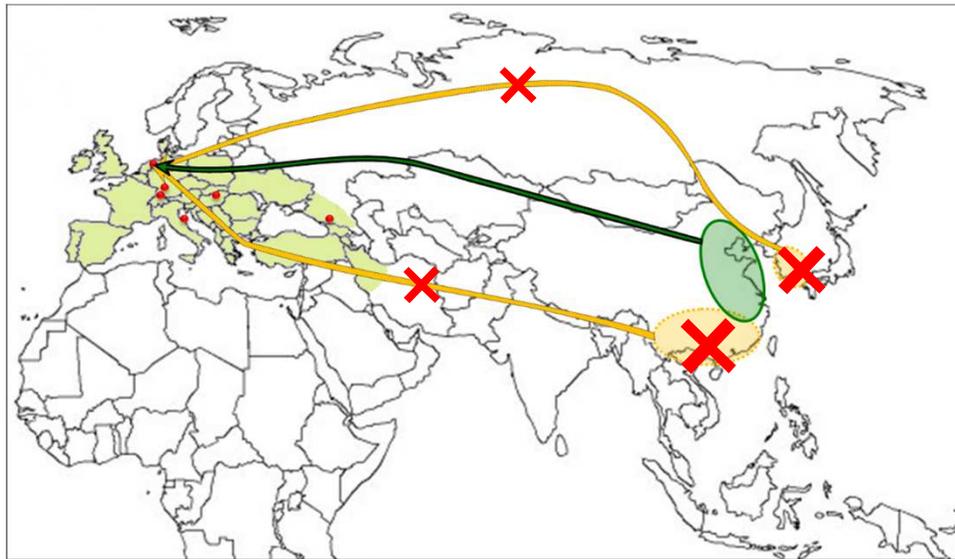


⇒ origine = régions côtières
du centre / nord de la Chine

↪ 3 des 6 grandes régions
productrices de bois

⇒ au moins 3 introductions
indépendantes en Europe

Marqueurs génétiques



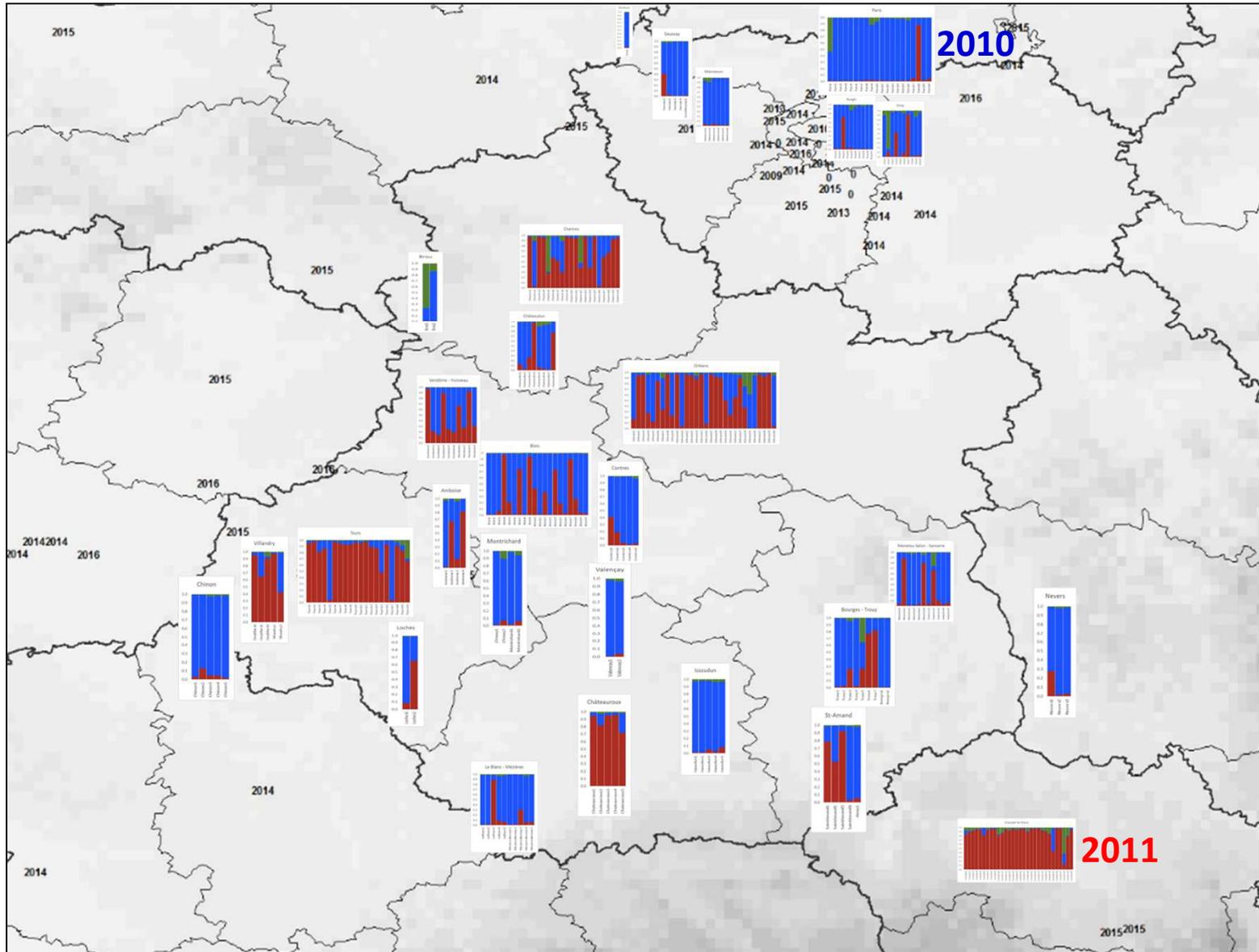
⇒ origine = régions côtières
du centre / nord de la Chine

↪ 3 des 6 grandes régions
productrices de buis

⇒ au moins 3 introductions
indépendantes en Europe

⇒ des phénomènes « têtes de pont »

Structure génétique en Région Centre Val de Loire



Biologie de la pyrale



La chenille



Dernier stade larvaire

INRA

La chenille



La chenille



Chenille en hiver dans sa logette

INRA



Dès les premières chaleurs du printemps

INRA

La chenille



La chenille

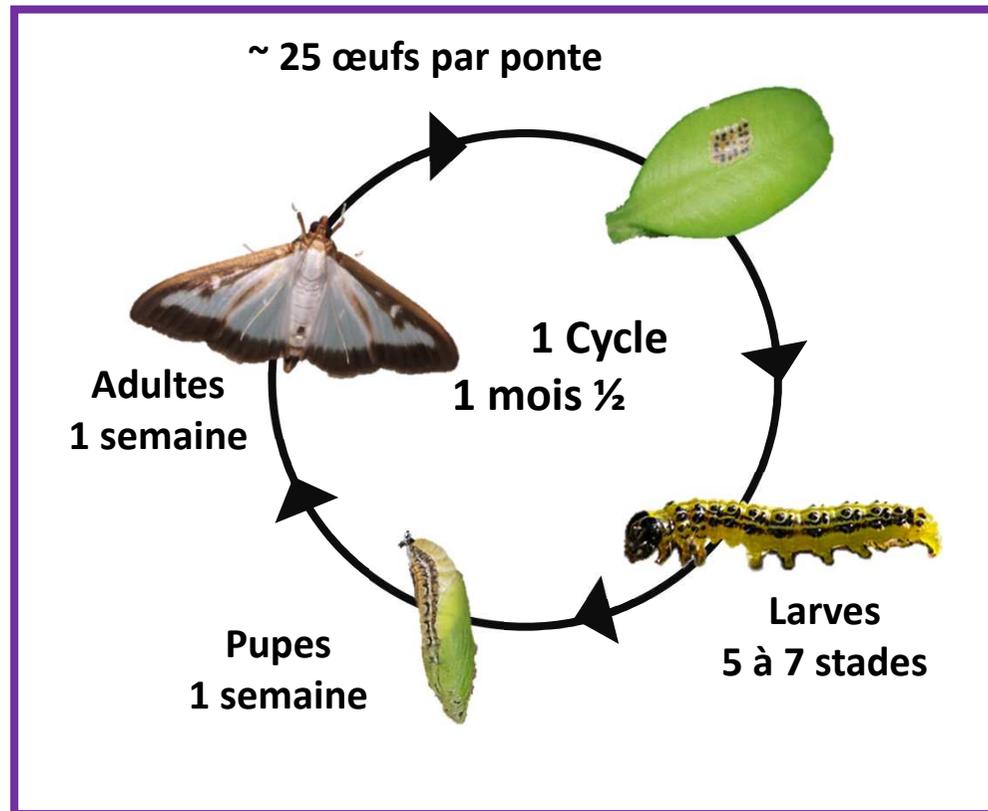


La chenille



Biologie de la pyrale du buis

- Cycle biologique d'une génération :



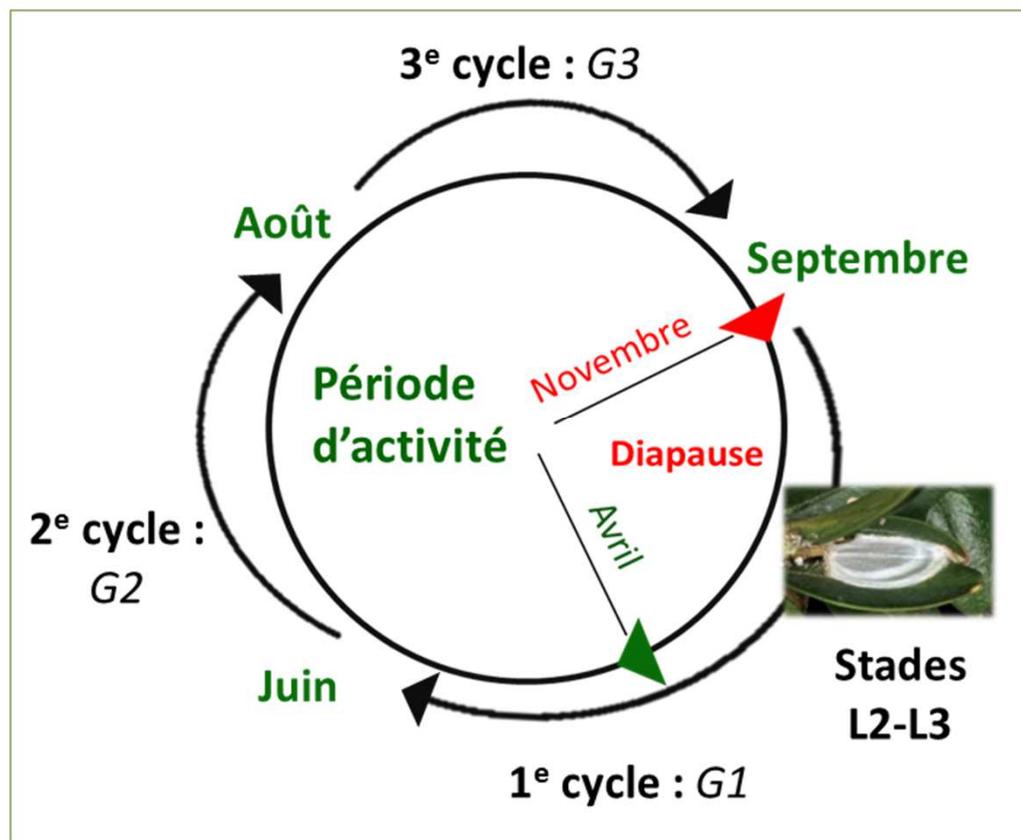
➔ Cycle Rapide

- Zone native : 3 à 5 / an
- Zone d'introduction : 2 à 4 / an

Nacambo *et al*, 2013 ; Wan *et al*, 2014 ; SaveBuxus results 2015

Biologie de la pyrale du buis

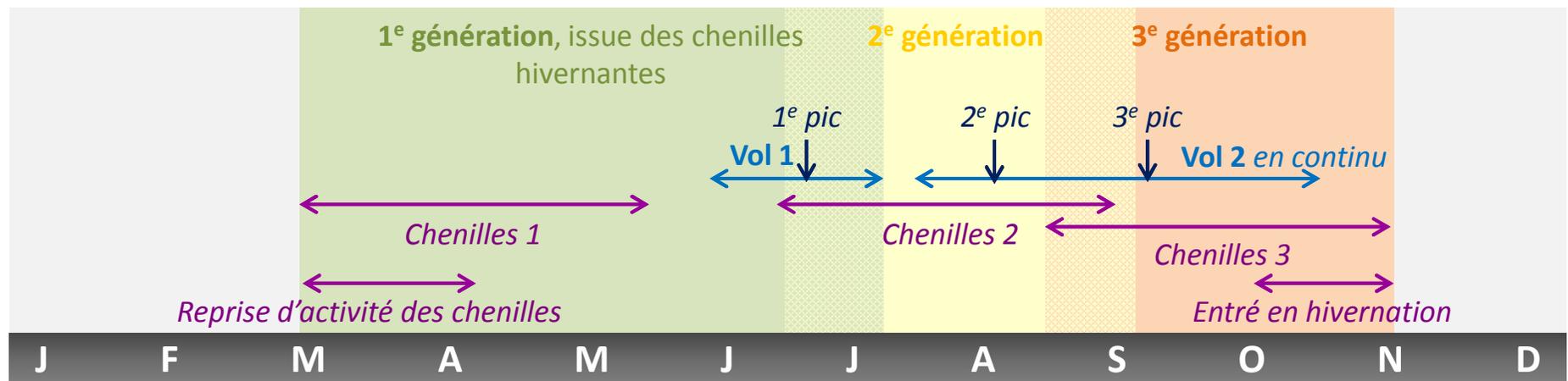
- Plusieurs générations par an :



Nacambo *et al*, 2013 ; Wan *et al*, 2014 ; SaveBuxus results 2015



Dynamique de développement



↗ **nb d'individus et des dégâts**

Chevauchement des stades et générations

Phénomène qui s'intensifie d'année en année si absence d'interventions de gestion adaptées

Les méthodes de gestion

Evaluation des agents



Chenille de pyrale après un traitement au Btk



(! Lessivage par la pluie, derive du au vent)

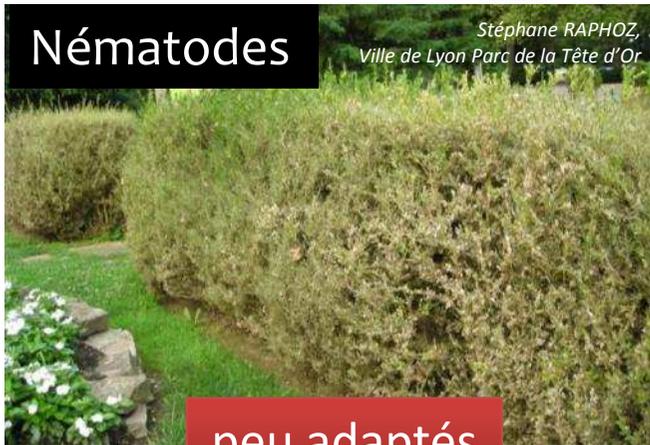
Optimisation des traitements



- Pour maximiser l'efficacité
- . Utiliser un atomiseur
 - . Atteindre la limite de ruissellement

Evaluation des agents

Nématodes Stéphane RAPHOZ, Ville de Lyon Parc de la Tête d'Or



peu adaptés

Bt Kurstaki Stéphane RAPHOZ, Ville de Lyon Parc de la Tête d'Or



Chenille de pyrale après un traitement au Btk



(M. Guérin, Plante & Cité)

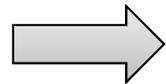
Limite les dégâts, agit sur tous les stades

(! Lessivage par la pluie, derive du au vent)

Huile de colza + pyrèthre

Efficace mais spectre d'action large

Optimisation des traitements



- Pour maximiser l'efficacité
- . Utiliser un atomiseur
- . Atteindre la limite de ruissellement

Piégeage phéromonal

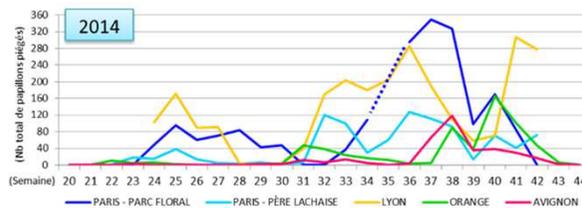
test des diffuseurs

- Persistance d'action et efficacité variables selon les diffuseurs
 - Depuis 2015, Phérodix© : le plus adapté à la surveillance

test des pièges



adapté à la surveillance
mais non adapté à la lutte



Parasitoïdes oophages

INRA : en cours de développement

Sélection de souches de trichogrammes

- 54 souches testées
- 5 souches intéressantes, dont 3 indigènes

Développer les stratégies de lâcher



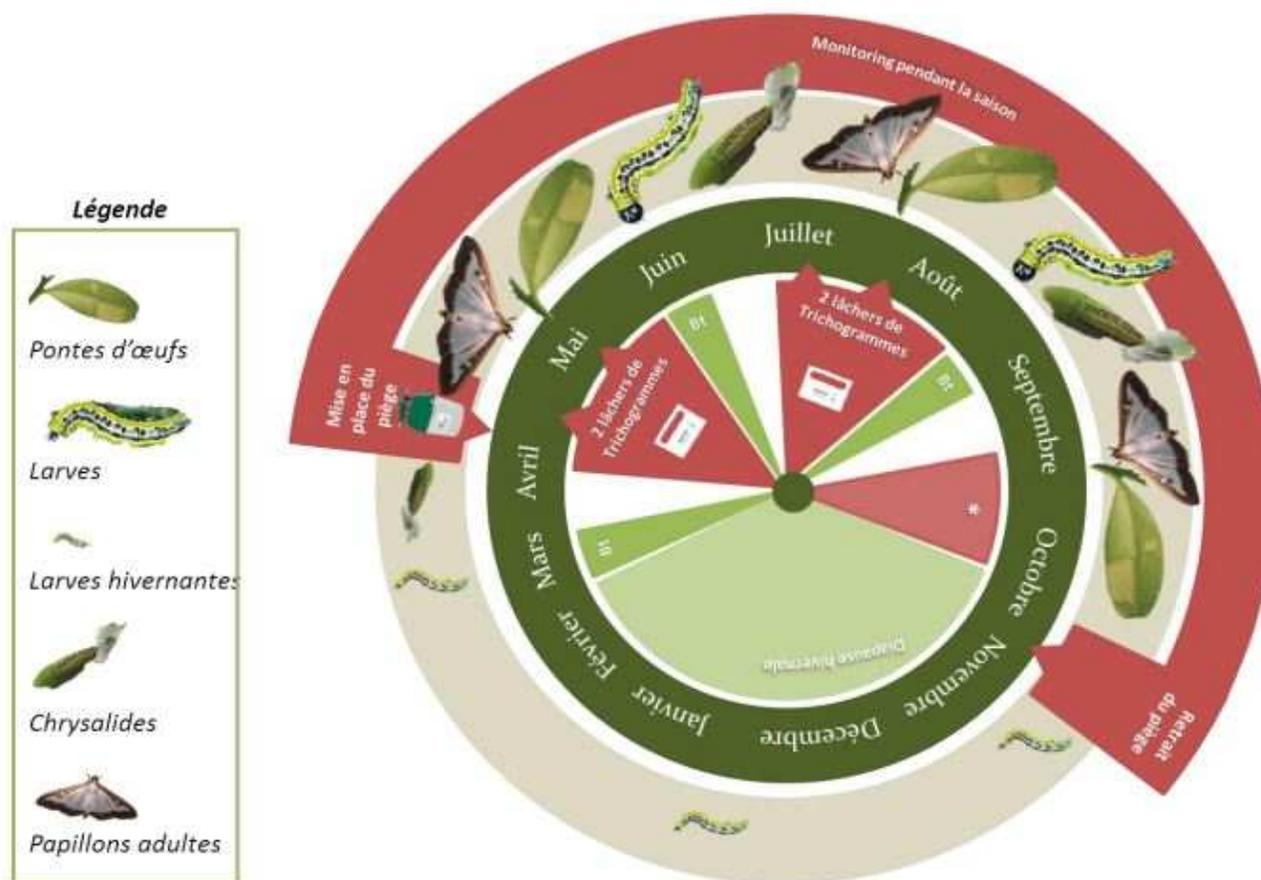
E. Tabone, INRA UEFM

Solution commerciale déjà disponible



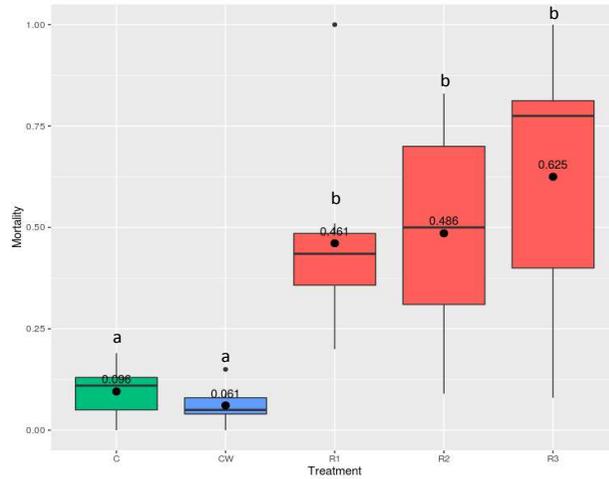
Méthodes de lutttes actuelles

⇒ nécessitent plusieurs interventions par an

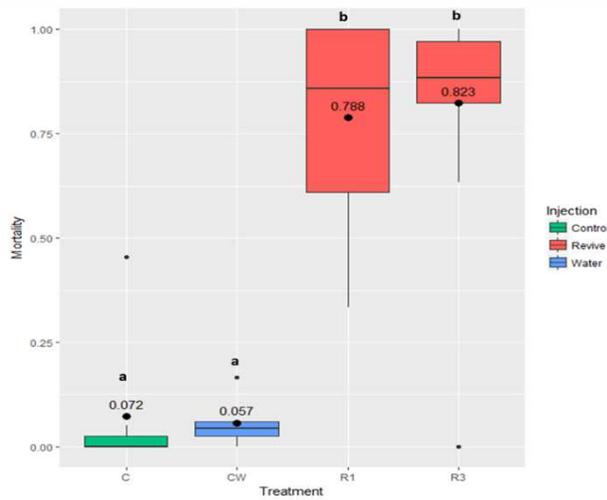


Micro-injections de Revive (emamectine benzoate)

2016



2017



Des alliés à favoriser

Prédateurs, parasitoïdes

- Oiseaux : mésanges, geais, poules ...
- Insectes : guêpes, frelons ...





Bilan pour la gestion en JEVI

Que faire ?	Avec quoi ?	Quand ?
PROPHYLAXIE		
Supprimer les feuilles mortes et autres débris	A la main	Toute l'année
Supprimer les stades du ravageur (si faible infestation)	A la main	Mars-Novembre
Observer minutieusement tous les nouveaux pieds achetés ou à planter	A l'œil nu	Toute l'année
SUIVI/MONITORING		
Surveiller les buis à la recherche : <ul style="list-style-type: none">• De chenilles hivernantes pour intervenir le plus tôt possible• Des 1^e chenilles de chaque génération	A l'œil nu	Mars-Avril Après les pics de vols
Surveiller les vols des papillons	Piège à entonnoir à eau Diffuseur Phérodos ©	Mai-Novembre
LUTTE		
Favoriser l'habitat et les conditions d'installation de l'avifaune prédatrice et des auxiliaires	Nichoirs, aménagements de zone refuge	Toute l'année
Effectuer si nécessaire un traitement larvicide	Btk ou d'huile de colza+ pyrèthre Atomiseur, ou pulvérisateur pour lequel le volume de bouillie permet d'atteindre la limite de ruissellement	En fin d'hiver et/ou 1 semaine après les pics de vol
En complément, piéger les papillons mâles	Piège Buxatrap© Diffuseur pyrale du buis	Mai-Novembre

Que faire ?

Avec quoi ?

Quand ?

PROPHYLAXIE

Supprimer les feuilles mortes et autres débris	A la main	Toute l'année
Supprimer les stades du ravageur (si faible infestation)	A la main	Mars-Novembre
Observer minutieusement tous les nouveaux pieds achetés ou à planter	A l'œil nu	Toute l'année

SUIVI/MONITORING

Surveiller les buis à la recherche :

- De chenilles hivernantes pour intervenir le plus possible
- Des 1^{er} chenilles de chaque génération

Surveiller les vols des papillons

LUTTE

Favoriser l'habitat et les conditions d'installation de l'avifaune prédatrice et des auxiliaires

Effectuer si nécessaire un traitement larvicide

En complément, piéger les papillons mâles

Piège
Diffus

Niche

Btk ou
Atom
volun
limite

Piège

Diffuseur pyrale du buis

Non adapté pour la gestion des espaces naturels !

AFPP – 4^e CONFÉRENCE SUR L'ENTRETIEN
DES JARDINS, ESPACES VÉGÉTALISÉS ET INFRASTRUCTURES
TOULOUSE – 19 et 20 OCTOBRE 2016

VERS UNE STRATEGIE DE GESTION DURABLE DE LA PYRALE DU BUIS *CYDALIMA PERSPECTALIS*
(WALKER 1859)

M. GUERIN ⁽¹⁾, E. TABONE ⁽²⁾, J.-C. MARTIN ⁽²⁾, A. I. LACORDAIRE ⁽³⁾, C. GUTLEBEN ⁽¹⁾, F. ROBERT ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Plante & Cité, 26 rue Jean Dixméras 49066 ANGERS Cedex 1, France, maxime.guerin@plante-et-cite.fr, caroline.gutleben@plante-et-cite.fr

⁽²⁾ INRA PACA, Domain Saint-Paul, Site Agroparc, 84140 AVIGNON elizabeth.tabone@paca.inra.fr, jean-claude.martin@paca.inra.fr

⁽³⁾ Koppert France, 147 avenue des Banquets, 84300 CAVAILLON, France, ailacordaire@koppert.fr

⁽⁴⁾ ASTREDHOR, 44 rue d'Alésia 75682 PARIS Cedex 14, fabien.robert@astredhor.fr

RÉSUMÉ

Depuis 2014, des solutions de biocontrôle et autres méthodes alternatives à la lutte chimique sont expérimentées dans le cadre du programme SaveBuxus©. L'objectif de ce programme est de développer et proposer une stratégie de gestion qui soit durable contre les 2 principaux bio-agresseurs du buis en France métropolitaine qui sont : la pyrale du buis (*Cydalima perspectalis*) et la cylindrocladiose du buis (*Cylindrocladium buxicola*). Pour la pyrale, les axes travaillés sont : (i) l'étude de sa biologie, pour pouvoir notamment positionner aux mieux les interventions de gestion ; (ii) des tests avec des agents entomopathogènes qui ciblent les stades larvaires ; (iii) le piégeage phéromonal, qui cible les imagos ; (iv) la recherche de parasitoïdes oophages, qui ciblent les oeufs.

Pour la cylindrocladiose, les axes travaillés sont : (i) la gestion préventive, avec la rédaction d'un guide de bonnes pratiques ; (ii) la tolérance variétale ; (iii) les produits alternatifs en traitement des parties aériennes ; (vi) les produits alternatifs en traitement de sol.

Merci de votre attention

Remerciements

INCA (contacts : Marie-Anne Auger-Rozenberg & Jérôme Rousselet, INRA-URZF)



FREDON
Centre - Val de Loire



SaveBUXUS (contacts : Maxime Guérin, Plante et Cité & Jean-Claude Martin, INRA-UEFM)

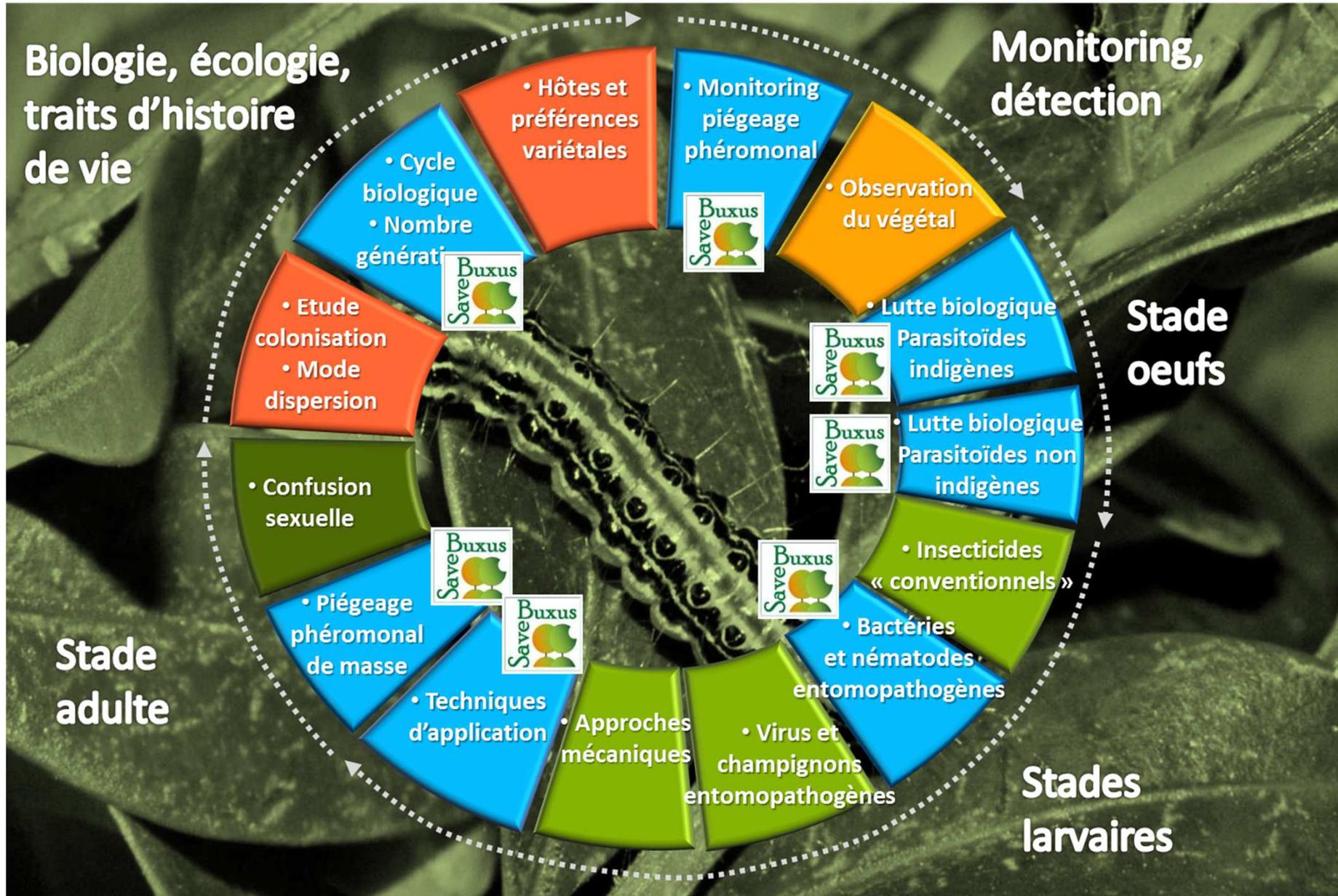


Gestion des Espèces Exotiques Envahissantes en milieu urbain, Avoine, 14/06/2018

Articulation des projets INCA et SaveBuxus



- ▶ Généralisation à la problématique des insectes envahissants dans le secteur horticole
 - Analyse bibliographique
- ▶ Productions de connaissances sur le modèle biologique
 - Biologie de la Pyrale
 - Origine et écologie des populations invasives
- ▶ Stratégie de gestion
 - Cartes de risque pour la Région Centre Val de Loire
 - Développement d'un modèle de dynamique temporelle intégrant divers scénarii de lutte
- ▶ Méthodes de lutte
 - Piégeage phéromonal
 - Agents entomopathogènes
 - Parasitoïdes oophages
 - Micro-injection d'insecticide à base d'emamectine benzoate



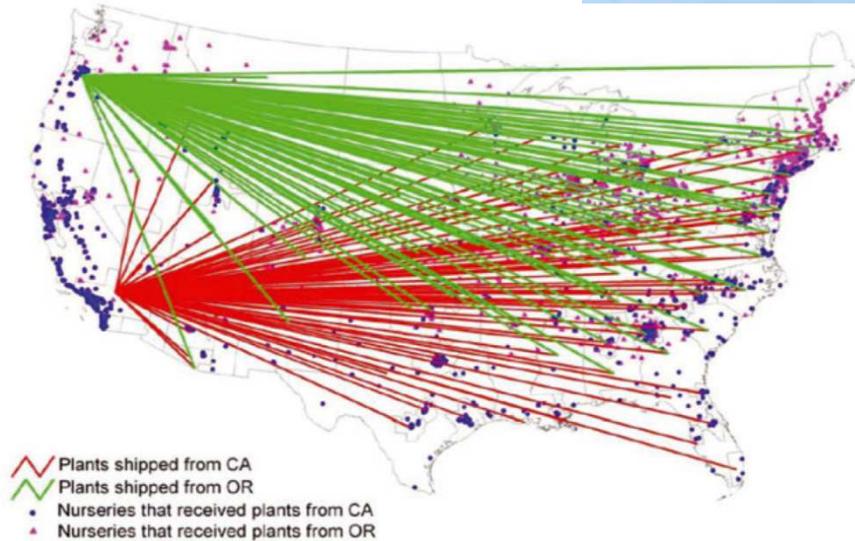
Commerce ornamental et invasions biologiques

en tant que « *melting pot* »

BIOLOGICAL REVIEWS
 Cambridge Philosophical Society
 Biol. Rev. (2010), 85, pp. 729–755.
 doi: 10.1111/j.1469-823X.2010.00123.x

Plant health and global change – some implications for landscape management

Marco Pautasso^{1*}, Katharina Dehnen-Schmutz², Ottmar Holdenrieder³, Stéphane Pietravalle⁴, Nabeil Salama¹, Mike J. Jeger¹, Eckart Lange⁵ & Sigrid Hehl-Lange³



Human-mediated long-distance jumps of the pine processionary moth in Europe

Christelle Robinet · Charles-Edouard Imbert · Jérôme Rousselet · Daniel Sauvard · Jacques Garcia · Francis Goussard · Alain Roques

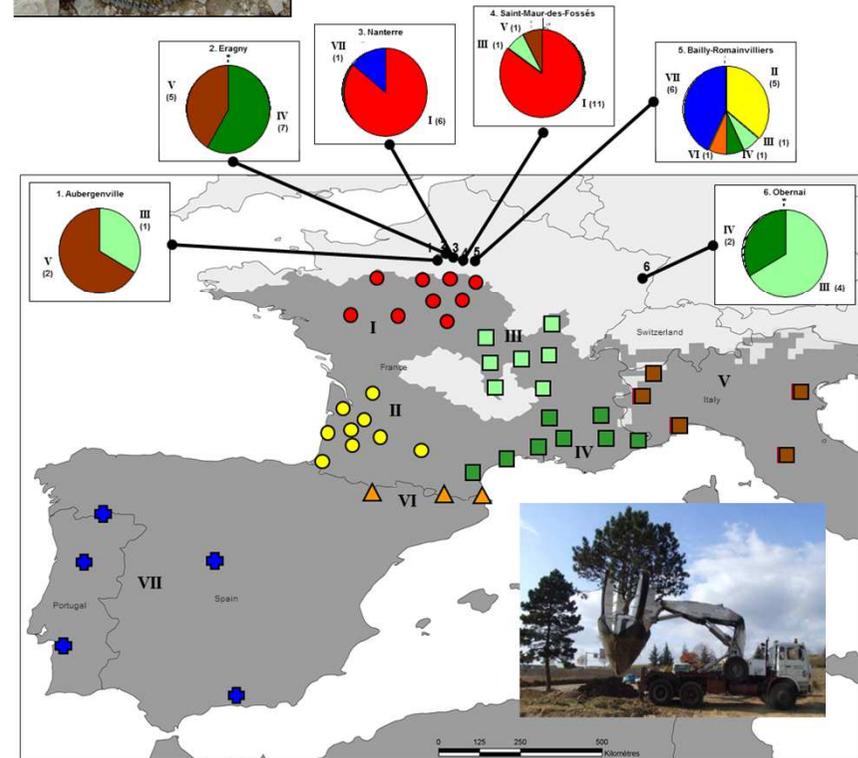
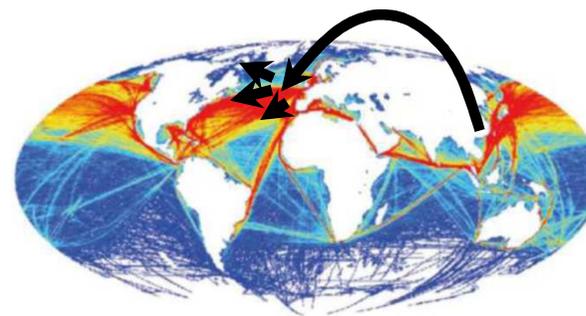


Fig. 3. Continent-wide shipments of *Phytophthora-ramorum*-associated plants from plant nurseries found infected with the pathogen in California and Oregon in 2004 (from McKelvey, Koch & Smith, 2008).

Commerce ornemental et invasions biologiques



⇒ établissement

Les villes, terres d'accueil

Philippe CLOUET, professeur au Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité du Muséum national d'Histoire naturelle, à Paris. Les villes ne sont pas des terres de béton. De plus en plus vertes, elles accueillent beaucoup d'espèces exotiques. Les citadins, qui relâchent souvent leurs animaux de compagnie dans la nature, déclenchent alors de multiples invasions.



Pour la Science, oct-nov 2009
La conquête des espèces

Les villes sont des points d'entrée majeurs

Biol Invasions

DOI 10.1007/s10530-017-1595-x

URBAN INVASIONS

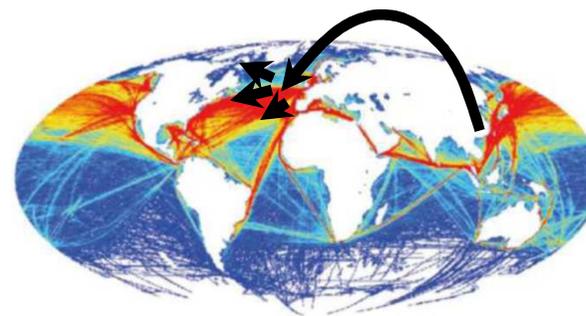
Urban trees: bridge-heads for forest pest invasions

Trudy Paap · Treena I. Burgess · Michael J. Wingfield

T. Paap (✉) · T. I. Burgess · M. J. Wingfield
Department of Microbiology and Plant Pathology,
Forestry and Agricultural Biotechnology Institute (FABI),
University of Pretoria, Pretoria 0002, South Africa
e-mail: Trudy.Paap@fabi.up.ac.za

mais plusieurs autres facteurs favorisent les bioagresseurs dont les îlots de chaleur urbains et le caractère "perturbé" de ces milieux

Commerce ornemental et invasions biologiques



⇒ établissement

Les villes, terres d'accueil

Philippe CLOUET, professeur au Département écologie et gestion de la biodiversité du Muséum national d'Histoire naturelle, à Paris.

Les villes ne sont pas des terres de béton. De plus en plus vertes, elles accueillent beaucoup d'espèces exotiques. Les citadins, qui relâchent souvent leurs animaux de compagnie dans la nature, déclenchent alors de multiples invasions.



Pour la Science, oct-nov 2009
La conquête des espèces

Biol Invasions

DOI 10.1007/s10530-017-1595-x

URBAN INVASIONS

Les villes sont des points d'entrée majeurs

Urban trees: bridge-heads for forest pest invasions

Trudy Paap · Treena I. Burgess · Michael J. Wingfield

T. Paap (✉) · T. I. Burgess · M. J. Wingfield
Department of Microbiology and Plant Pathology,
Forestry and Agricultural Biotechnology Institute (FABI),
University of Pretoria, Pretoria 0002, South Africa
e-mail: Trudy.Paap@fabi.up.ac.za

Urbanization transforms native herbivores into exotic pests

Steven D. Frank – North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA
Adam G. Dale – University of Florida, Gainesville, Florida, USA
Emily K. Meineke – Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA
Elsa K. Youngsteadt – North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA

Pest insects on urban trees: How quickly do populations build up?

Kristi Backe – North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA