



# Invasion du capricorne asiatique *Anoplophora glabripennis* : génétique, traits d'histoire de vie et écologie

Géraldine Roux, Maître de conférences Univ. Orléans

INRA Orléans Unité de Recherche en Zoologie Forestière



# Unité de recherche en Zoologie Forestière : Réponse des insectes au changement global

**Axe 1 : Réponse des populations d'insectes forestiers au changement climatique**



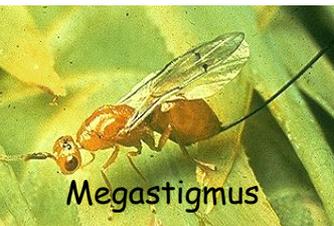
**Axe 2 : Ecologie des invasions d'invertébrés terrestres**

- Thématiques porteuses d'enjeux sur plan scientifique et sociétal
- Approche intégrative multidisciplinaire avec décloisonnement des disciplines (Entomologie, Biologie moléculaire, Ecologie, Modélisation)

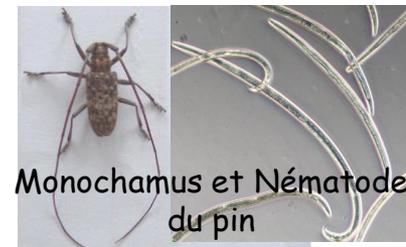


# Déséquilibres liés au climat ou à l'arrivée d'invasifs :

## Les mêmes questions scientifiques sous-jacentes



- Quel rôle de la composition génétique et des caractéristiques biologiques et physiologiques des populations « pionnières » *sensu lato* dans le processus de développement spatial et temporel de ces populations ?
- Quels mécanismes adaptatifs en jeu au niveau des pionniers ?
- Quelles conséquences pour la faune et la flore native ?
- Quelles spécificités du milieu forestier et des arbres en général ?



Quels outils pour prévoir l'arrivée potentielle, pour la détecter précocement et pour prédire l'expansion dans un contexte de changement global ? Comment gérer une fois les insectes arrivés ?

# Pourquoi s'est-on intéressé au Capricorne Asiatique ?

- Insecte **xylophage invasif** urbain
- Menace pour les **forêts de feuillus** ?
- Dynamique d'infestation inconnue : nombreux foyers en Europe – En France, foyer « stable » (Gien 2003), nouvelles détections (Corse 2013)...



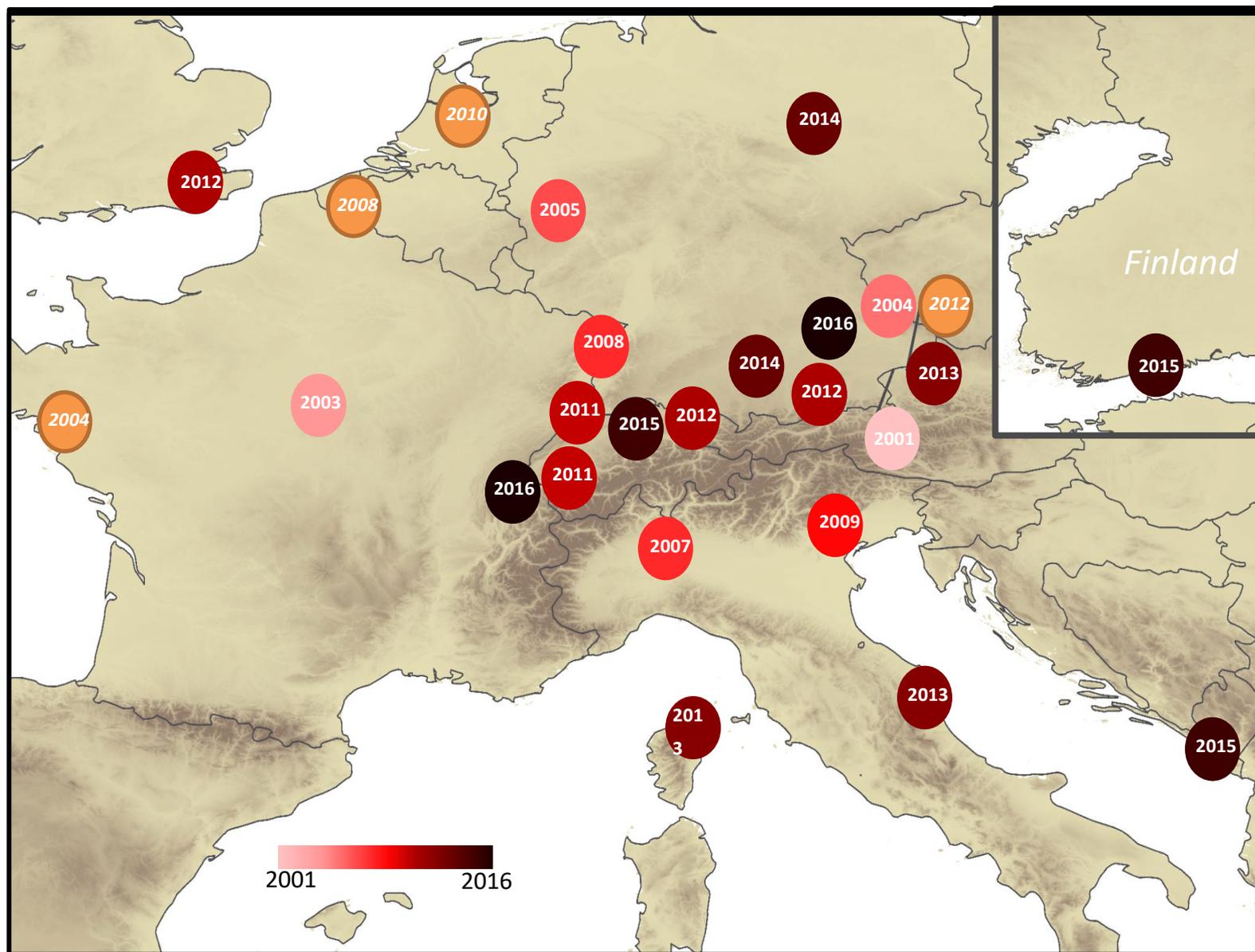
- Thèse de Marion Javal (oct 2014 – déc 2017)  
(co-financement DSF / Région Centre)



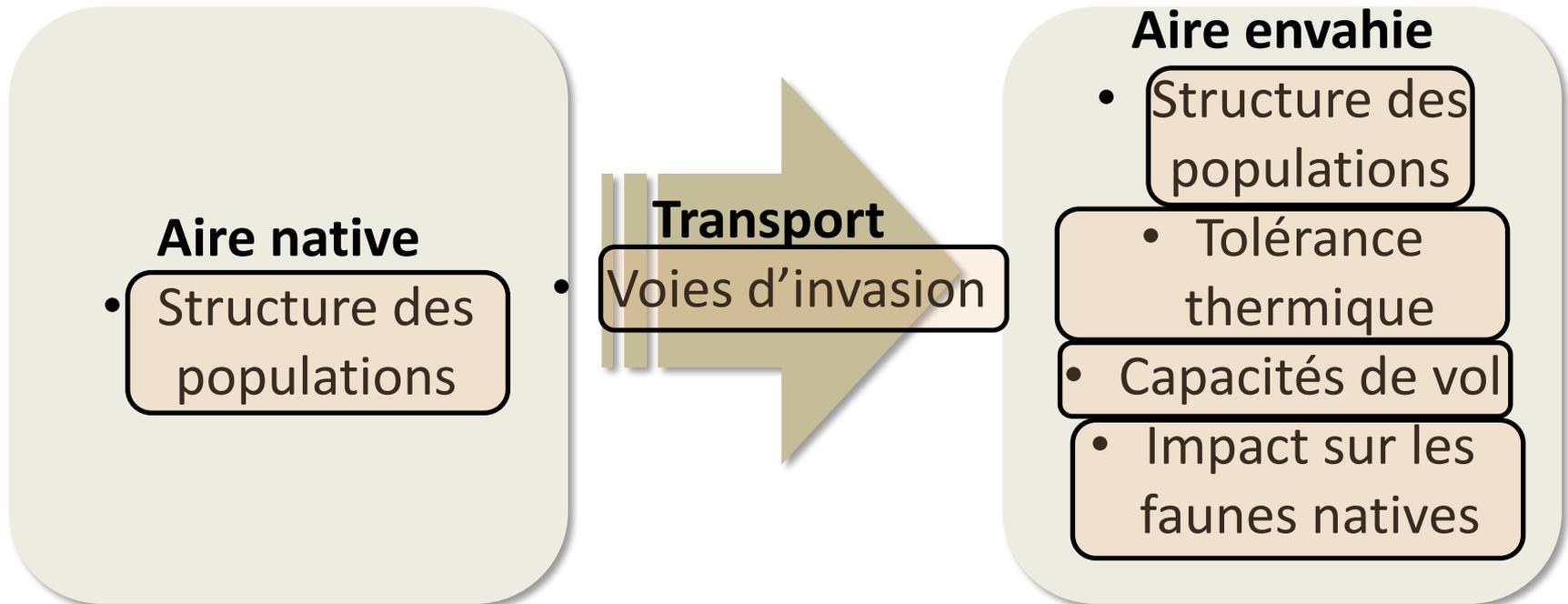
## Historique des détections en Europe :

- Des introductions récurrentes

- Des foyers peu étendus

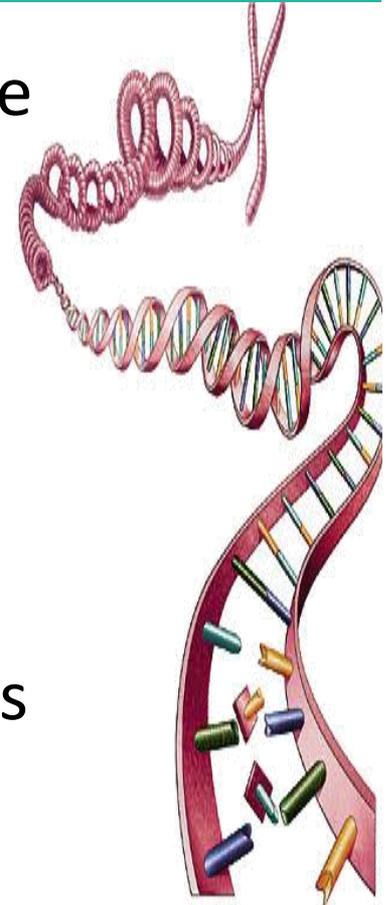


- **Que nous apporte l'étude de la structure génétique des populations natives et introduites d'ALB ?**
- **Peut-on reconstruire l'histoire de l'invasion ?**
- **Un succès lié aux traits d'histoire de vie ?**
- **Quelles conséquences sur l'aire d'introduction ?**

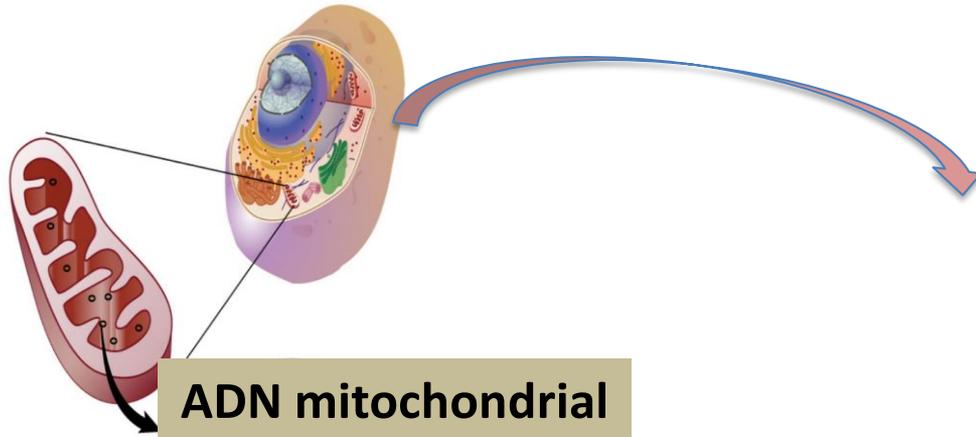


## 1<sup>ère</sup> partie - Etude de la structure des populations : les outils moléculaires, marqueurs du polymorphisme

- ① Evaluer la variabilité génétique au sein de l'espèce
- ② Comment se structure cette variabilité ?
- ③ Identifier les différentes « lignées génétiques »
- ④ Combien d'événements d'introduction ?
- ⑤ Peut on retracer les routes d'invasion des populations introduites ?



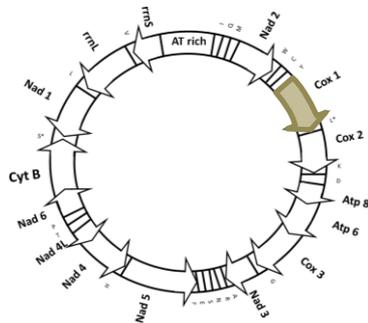
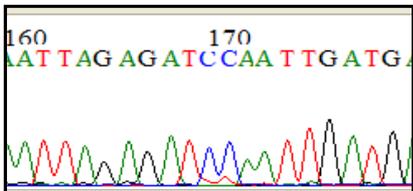
# Méthodes : les marqueurs moléculaires



**ADN mitochondrial  
Séquençage**

- Fragment barcode, 710 pb
- 696 individus de 89 sites  
(échantillonnage + GenBank)

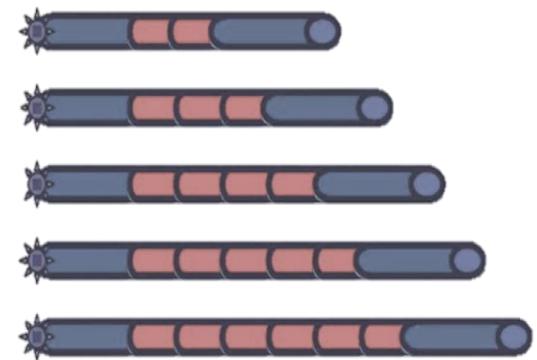
- Vérification taxonomique
- Lignées maternelles



**Marqueurs microsatellites  
Génotypage**

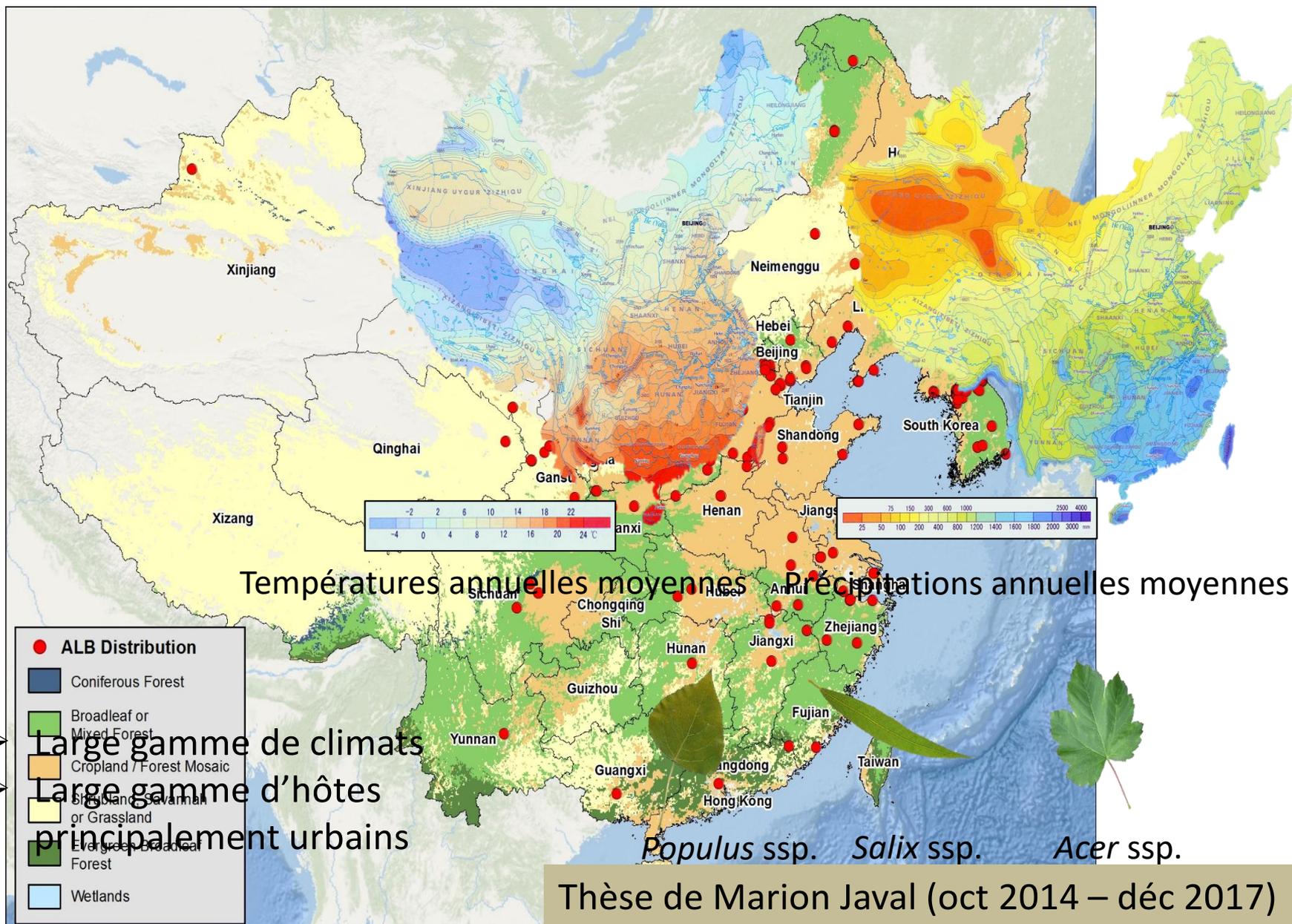
- 15 loci (13 conservés pour l'analyse)
- 633 individus de 43 sites

**Retrace l'histoire récente de l'espèce**

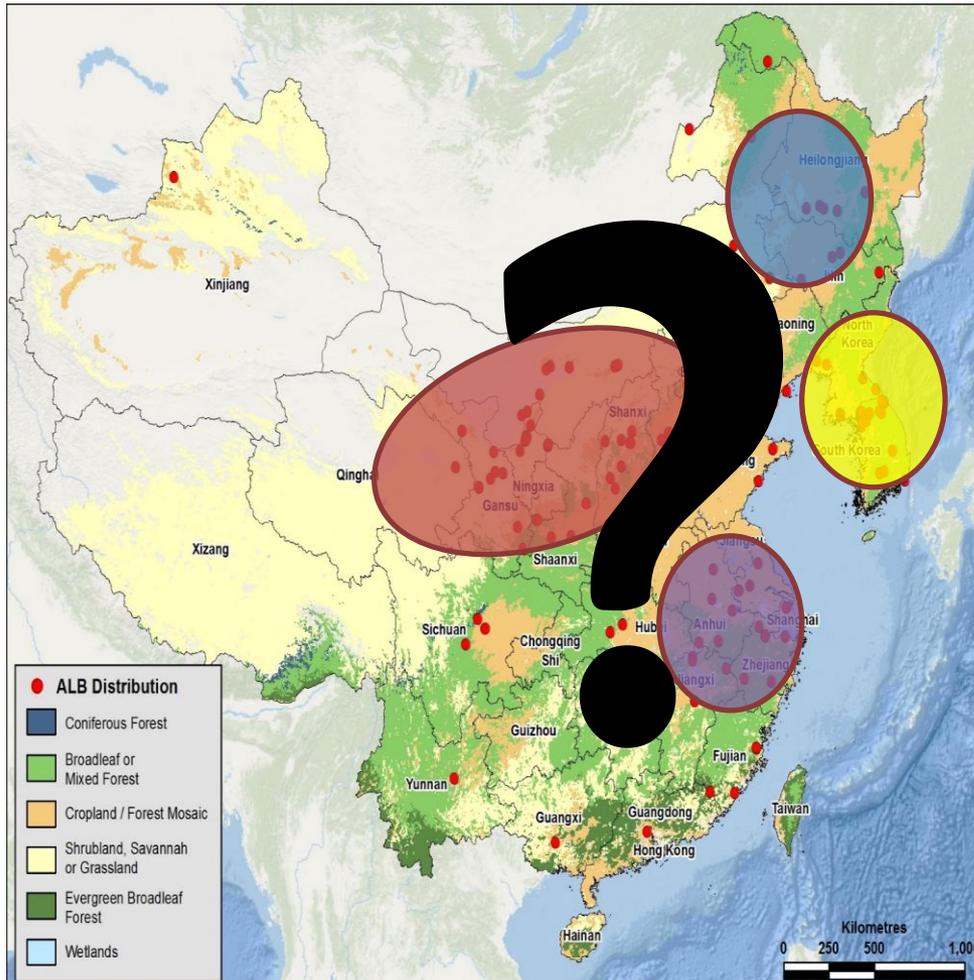


Carter et al, 2008

# Etude de l'aire native : caractéristiques



# ① Les populations natives d'ALB sont-elles structurées ?

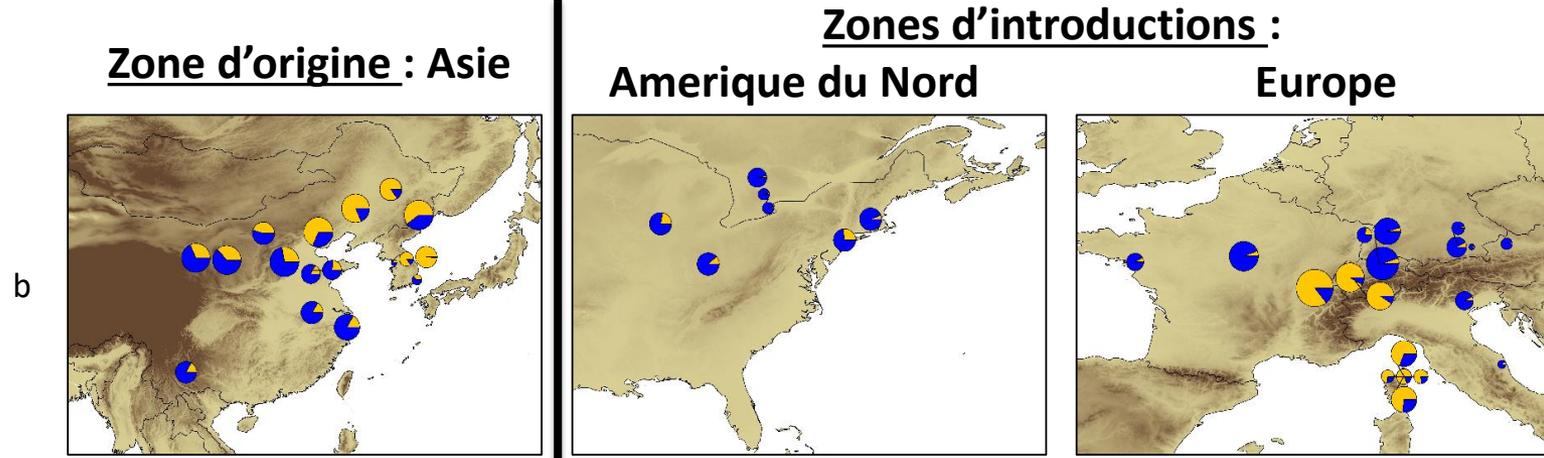


- Espèce très polyphage
  - Large répartition des essences hôtes
  - Reforestation massive au début des années 1980
  - Translocations d'arbres infestés ?
- Signal génétique « brouillé »

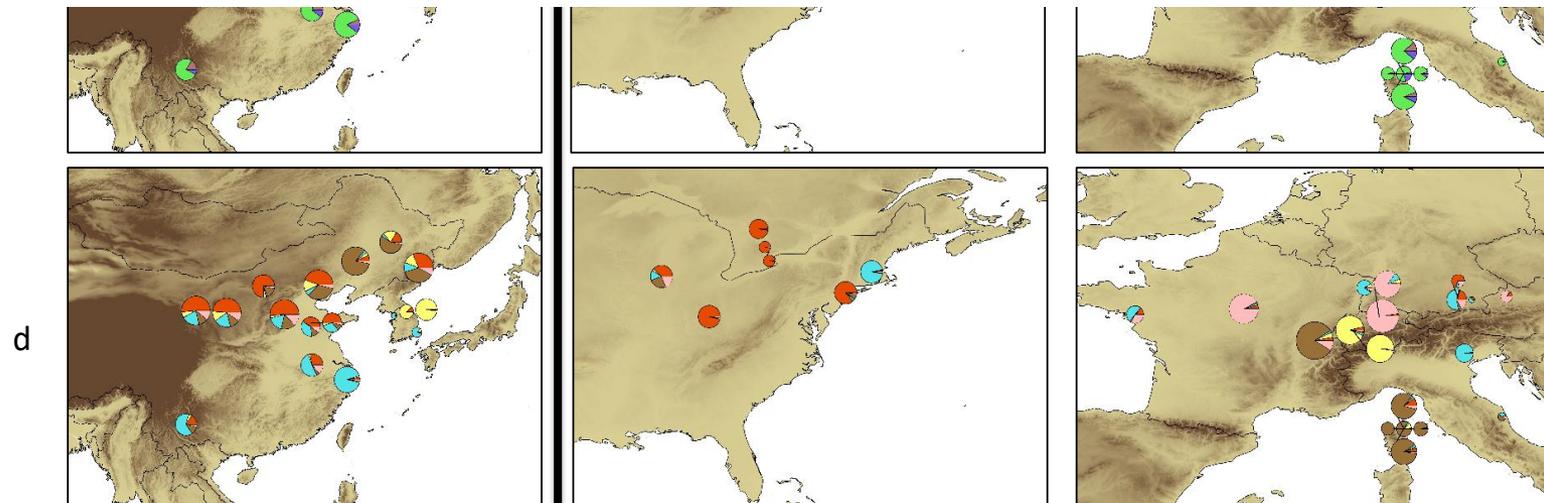




# Structure génétique : les mouvements récents



- Peu de structuration génétique dans l'aire native
  - Plusieurs événements d'introduction

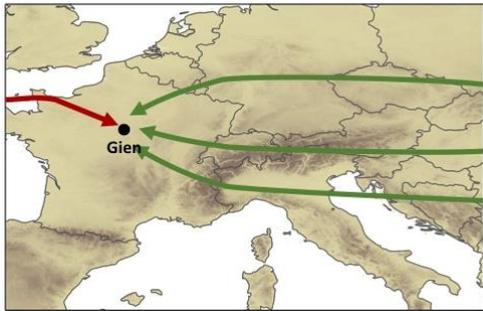


## ② Comment retracer les routes d'invasion ?

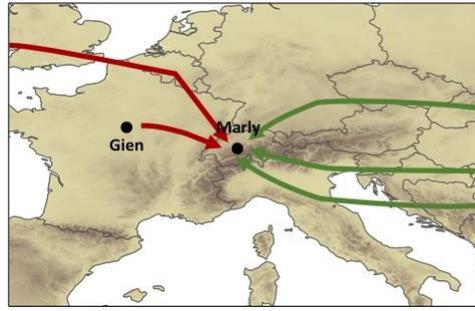
### Approximate Bayesian Computation (ABC)



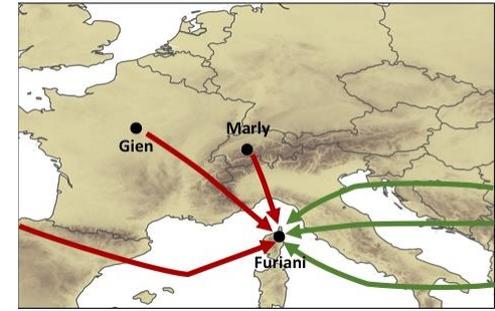
Comparaison de différents scénarios d'invasion : test de la probabilité liée à différentes hypothèses d'introduction



Gien ?



Suisse ?

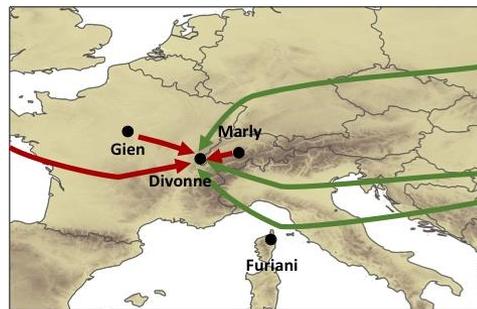


Corse ?

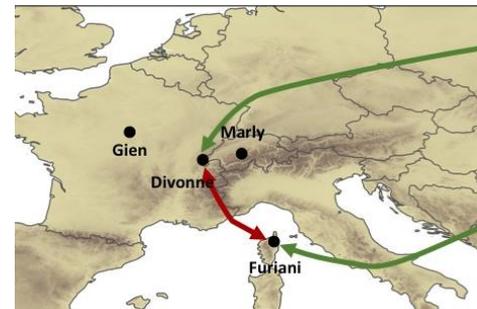
Origines :

Asie

Amérique  
du Nord

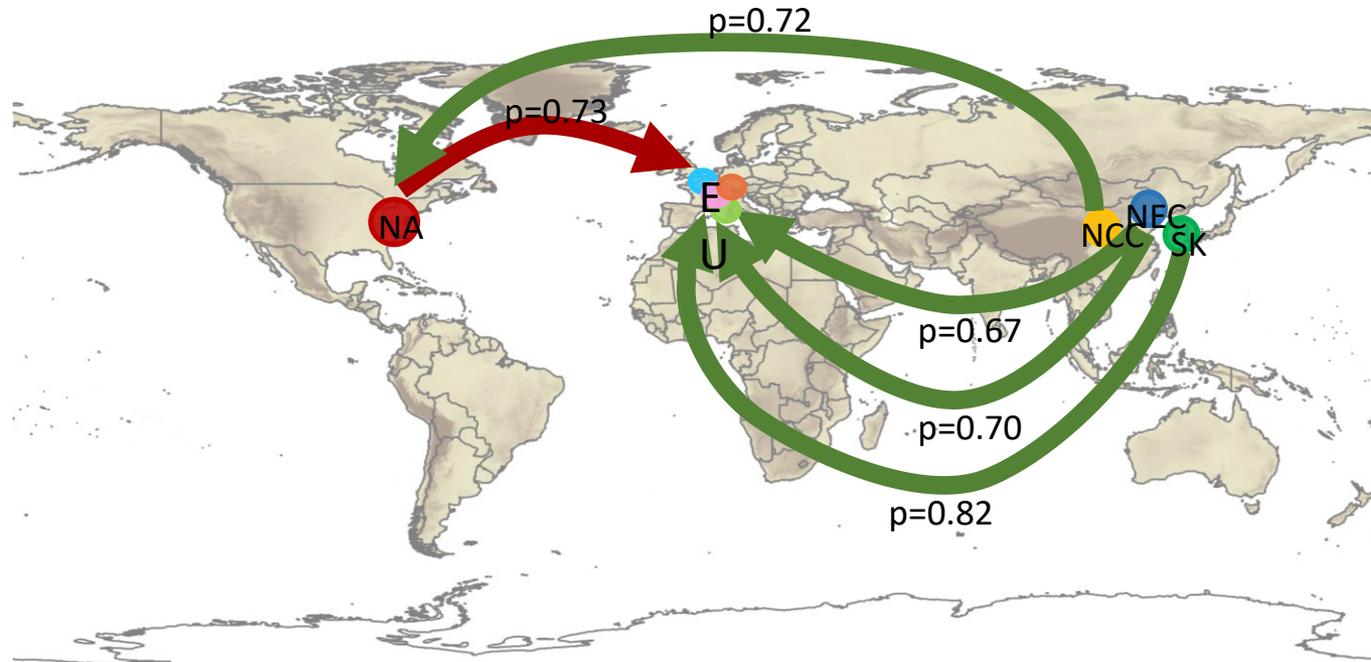


Divonne les Bains ?



Indépendance des introductions ?

## Routes d'invasion : scénarios les plus probables :

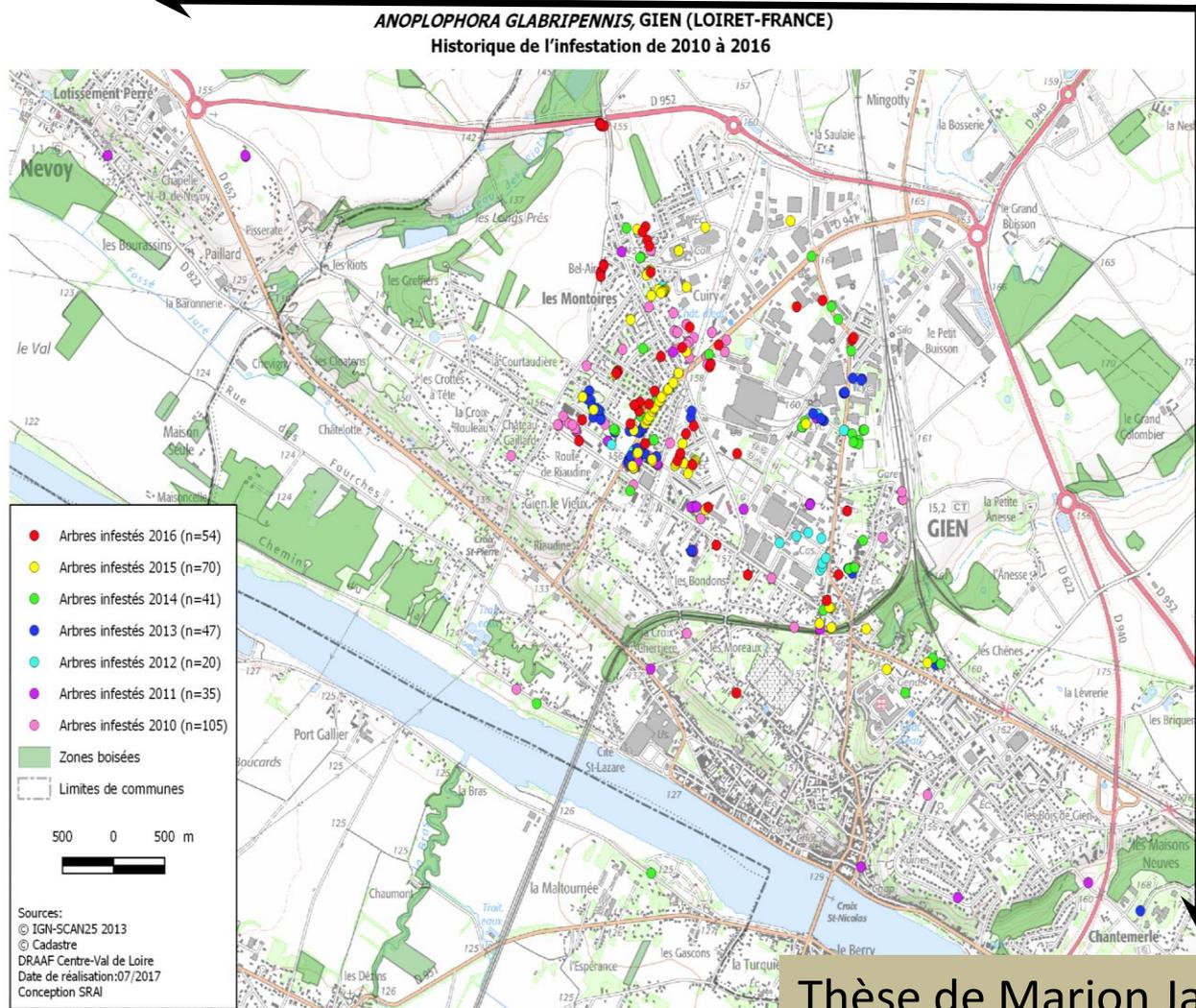


- Amérique du Nord : Origine ouest de la Chine
- Introductions multiples et indépendantes en Europe :
  - Phénomène de tête de pont à Gien : introduction depuis l'Amérique du Nord
  - Foyer de Furiani : origine du nord de la Chine (est-centre?)
  - Foyer de Divonne les Bains : origine du nord-est de la Chine
  - Foyer de Marly (Suisse) : origine Coréenne

## II<sup>ème</sup> partie – Les capacités de dispersion de l'espèce

5 km

3,5 km



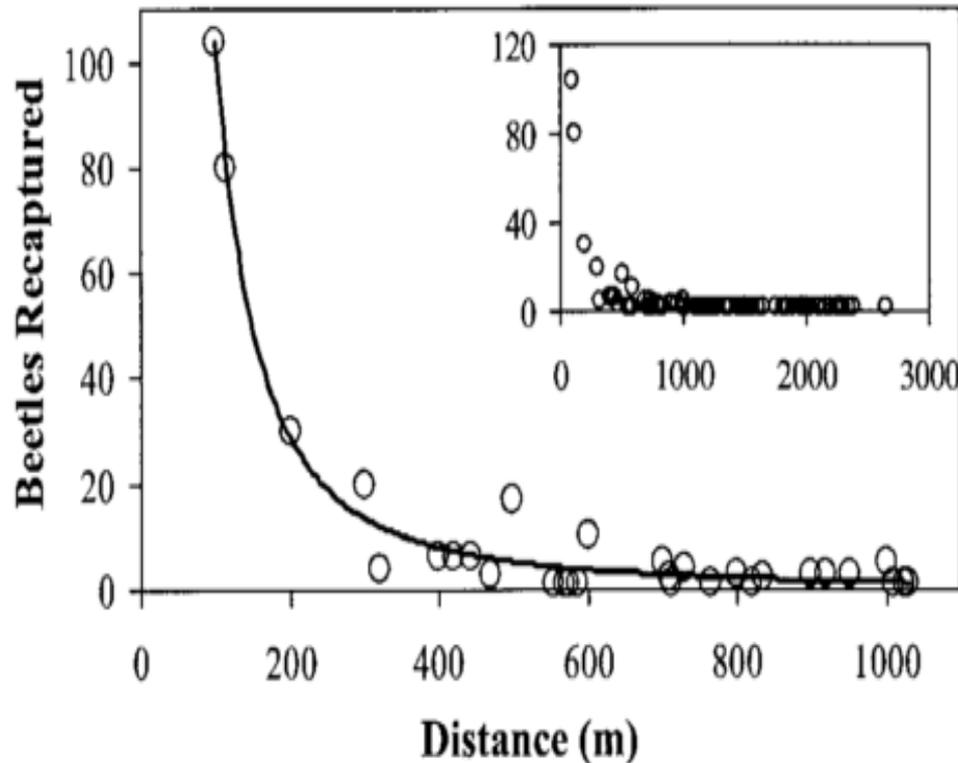
**Détection des arbres infestés à Giens depuis 2010 :**

Des foyers nombreux mais peu étendus...

**Pourquoi ?**

# L'expansion du capricorne asiatique est-elle limitée par ses capacités de vol ?

Un constat : des insectes qui s'éloignent peu de leur arbre-hôte larvaire.



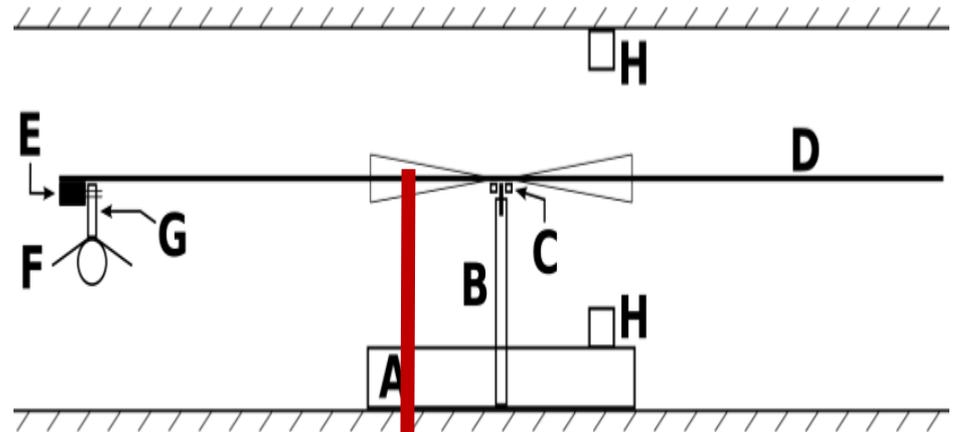
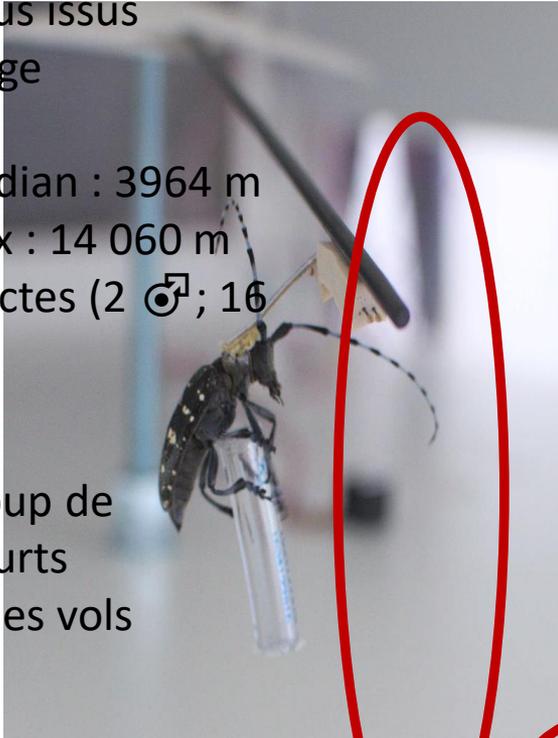
## Dispersion des insectes en milieu naturel :

Expériences de « Capture Marquage Recapture »

- Faible dispersion (200m)
- Distance maximale d'environ 2 km par insecte

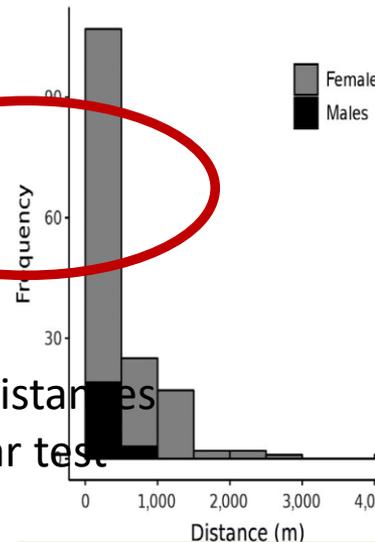
# Mesure de la capacité physiologique de vol :

- Individus issus d'élevage
- Vol médian : 3964 m
- Vol max : 14 060 m
- 18 insectes (2 ♂; 16 ♀)
- Beaucoup de vols courts
- Quelques vols longs

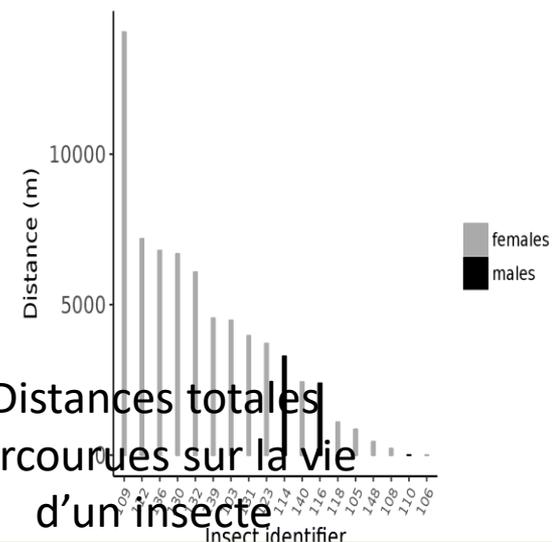


Des résultats confortés par une étude américaine (Lopez et al. 2017)

Fréquence des distances parcourues par test



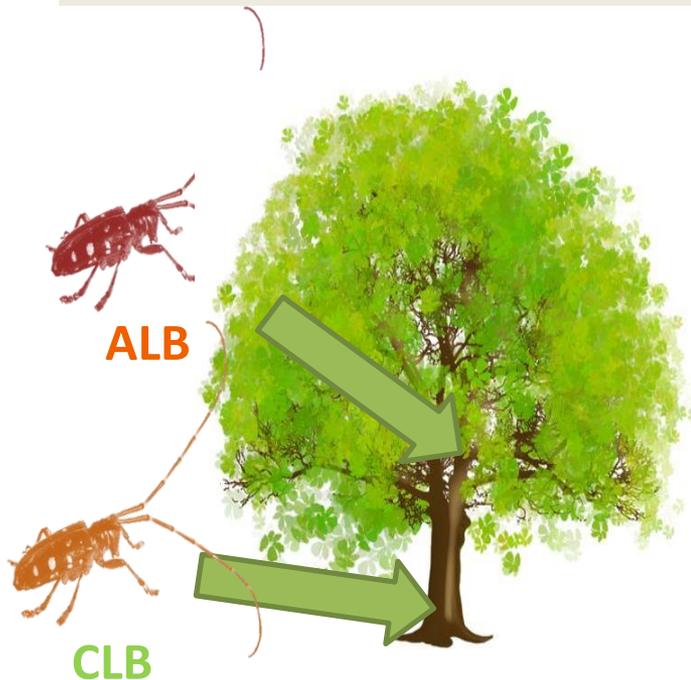
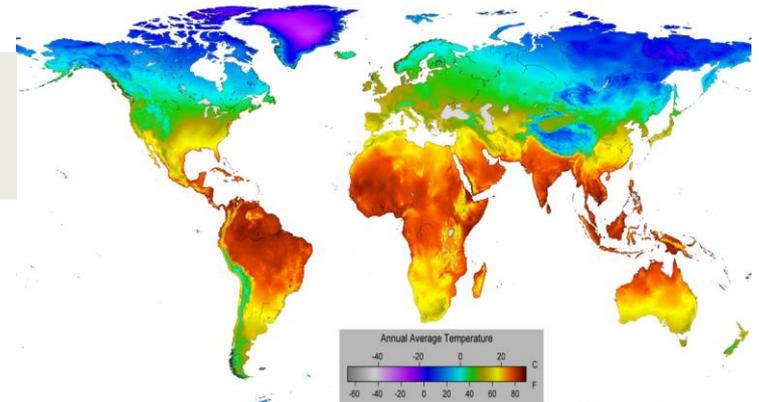
Distances totales parcourues sur la vie d'un insecte



## III<sup>ème</sup> partie – Des capacités d'adaptation à différentes contraintes environnementales propres à l'espèce ?

Deux espèces de capricorne asiatique invasives en Europe, ALB et CLB

Des introductions sous différents climats (méditerranéens, continentaux)

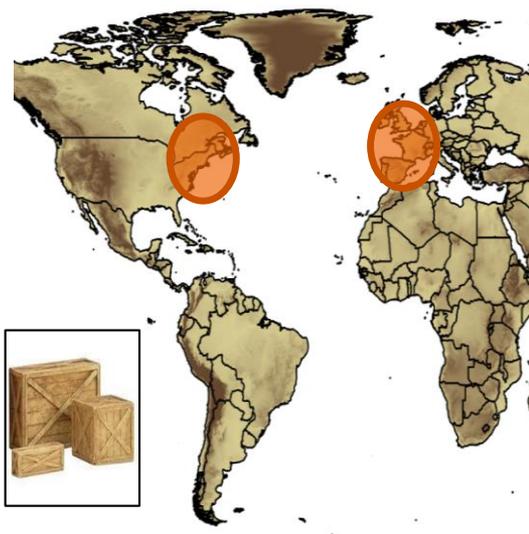
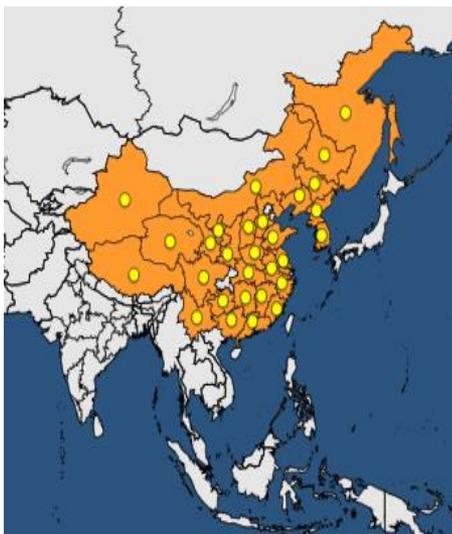


Des traits d'histoire de vie distincts (ex. micro-environnements lors du développement larvaire)

## Des tolérances thermiques différentes ?



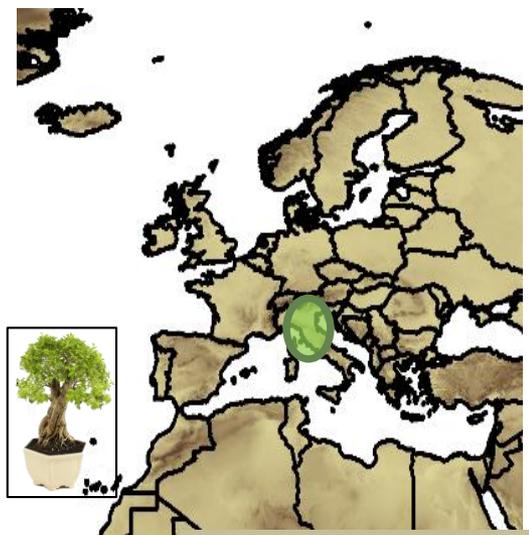
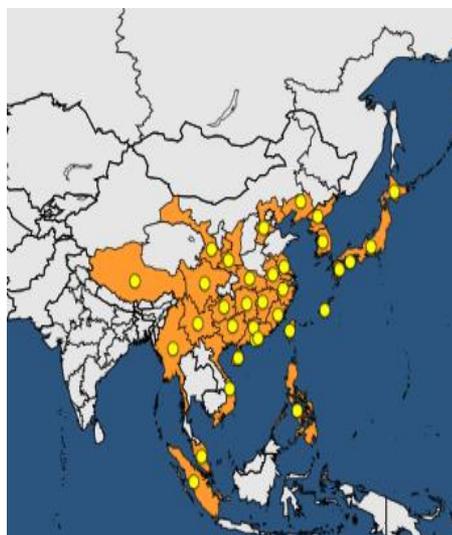
ALB



Climats différents dans les zones de répartition (native et envahies) des deux espèces



CLB



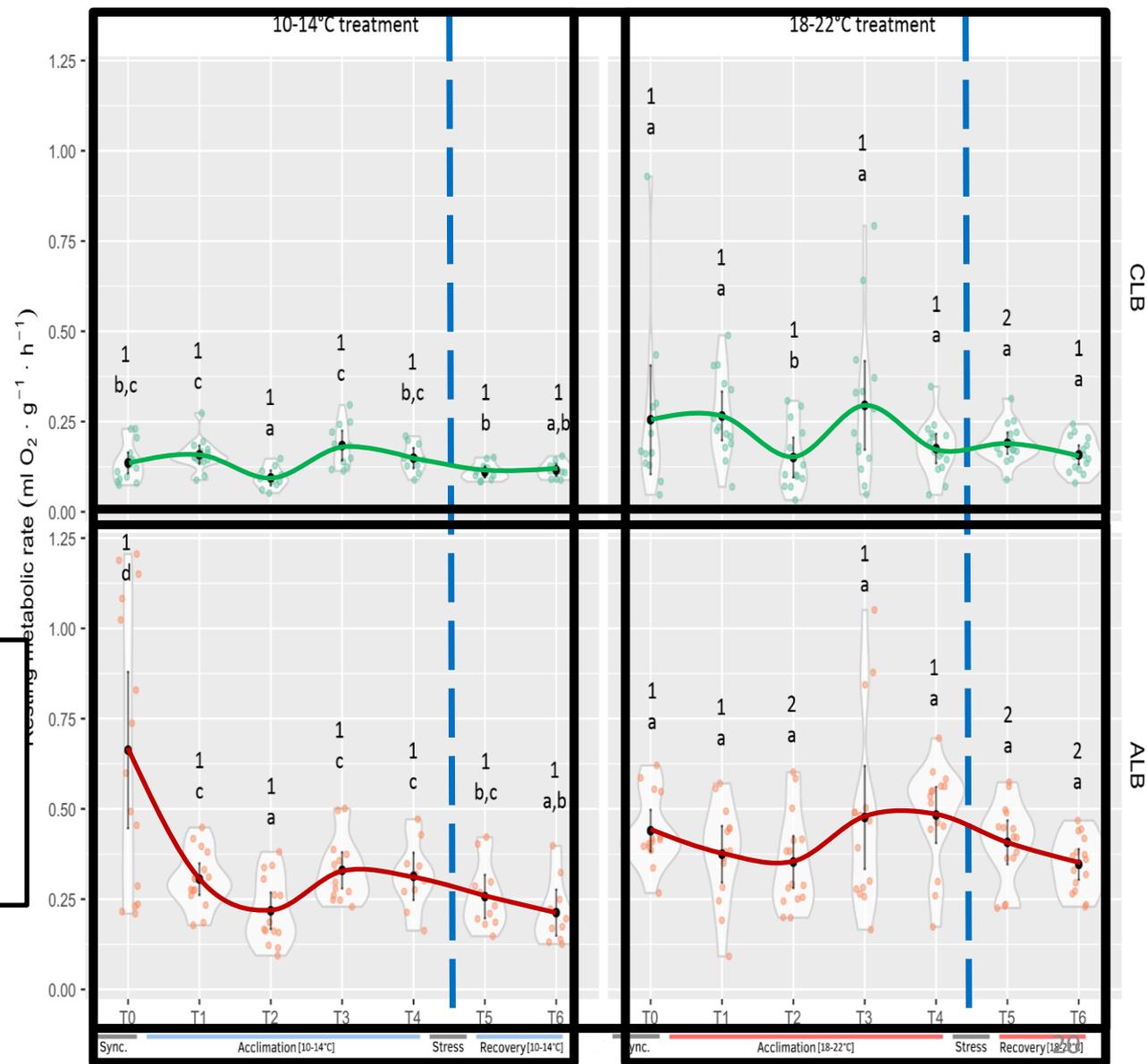
H: ALB et CLB ne tolèrent pas les températures froides de la même façon

# Résistance à la température - Résultats

Respirométrie

resting metabolic rate (RMR)  
mL d'O<sub>2</sub> · g<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>

froid



# Résistance à la température - Résultats

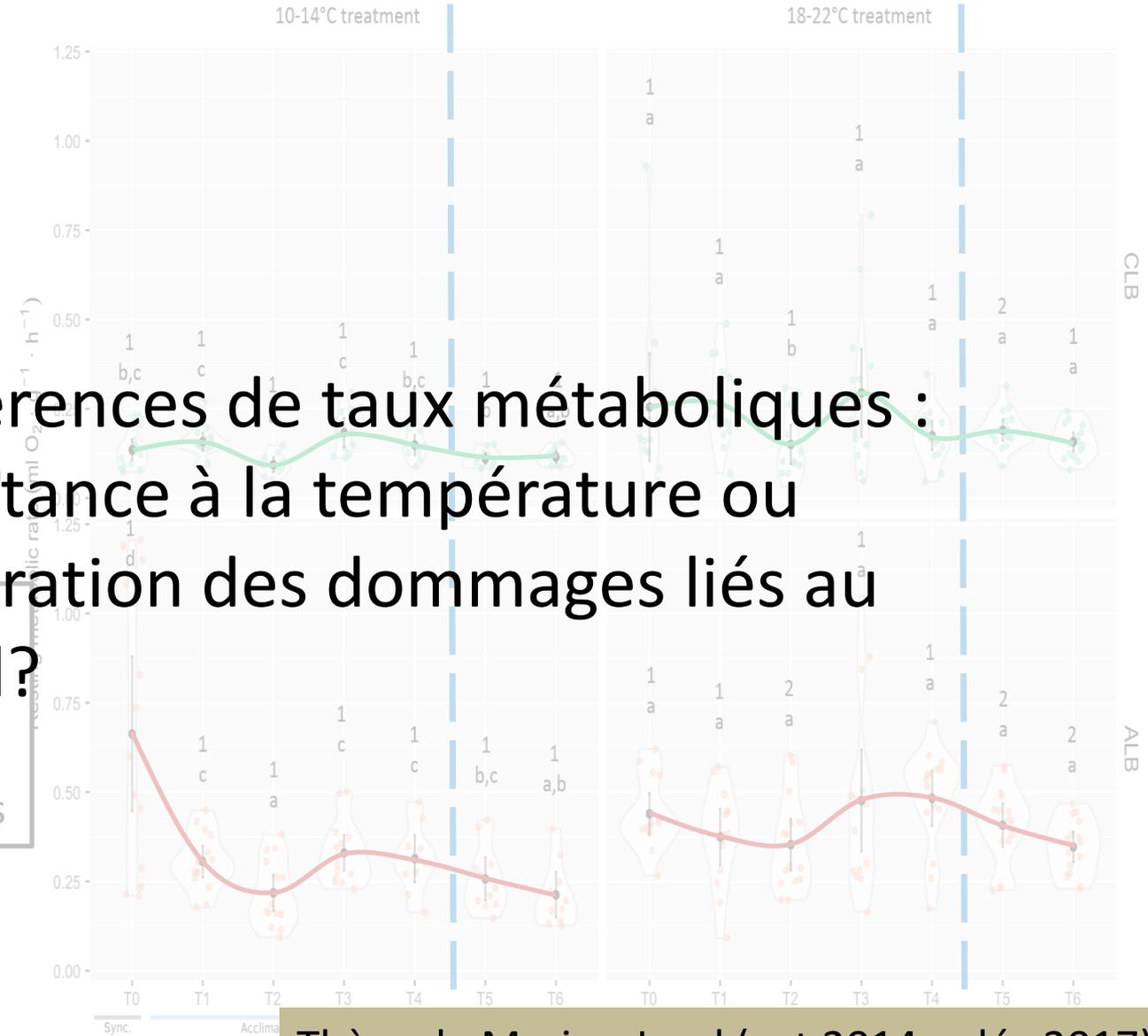


Respirométrie



resting metabolic rate (RMR)  
mL d'O<sub>2</sub> · g<sup>-1</sup> · h<sup>-1</sup>

**Différences de taux métaboliques :  
résistance à la température ou  
réparation des dommages liés au  
froid?**



# Etudes complémentaires en collaboration avec d'autres équipes

- Suisse (Simone Prospero, Tetyana Tsykun) : dynamique des foyers (suivi des infestation et recherche/identification des femelles fondatrices)
- Canada (Amanda Roe NRCAN): Génomique - Etude de gènes d'intérêt (liés aux traits d'histoire de vie)
- France : Surveillance, détection :
  - Piégeage sélectif : phéromones – metabarcoding (projet européen HOMED)
  - Détection acoustique lors du développement larvaire (coll. Massimo Faccoli & Riccardo Favaro)



Merci de votre attention !

**DES QUESTIONS ?**