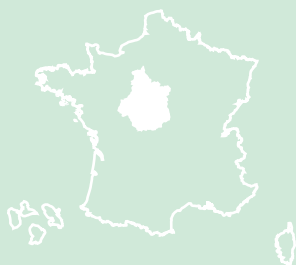


INRA Val de Loire  
2163, av. de la pomme de pin  
CS 40001 - Ardon  
Orléans Cedex 2



#### Contact

Tél. : + 33 (0)2 38 41 78 51  
Fax : + 33 (0)2 38 41 78 79  
[www.val-de-loire.inra.fr](http://www.val-de-loire.inra.fr)

#### Direction

Alain Roques, Directeur  
Sylvie Augustin, Directrice adjointe

#### Quelques chiffres

- 21 personnes dont :
  - 8 chercheurs Inra ;
  - 1 Maître de Conférences associé de l'université d'Orléans ;
  - 5 ingénieurs ;
  - 7 techniciens.

#### Formation par la recherche

Depuis 2006, l'UR ZF a accueilli :

- 8 doctorants, avec 5 thèses soutenues et trois en cours ;
- 12 étudiants en Master II des Universités d'Orléans, Rennes et Valencia (Espagne) ;
- 15 en Master I d'Orléans et de Metz ;
- 12 BTS en Biotechnologie (Saint-Jean-de-Braye et Pontivy).

L'unité a régulièrement accueilli des post-doctorants français et étrangers (Chine, Russie, Mexique) ainsi qu'un chercheur confirmé anglais sur bourse régionale LE STUDIUM®.

#### Liens avec les professionnels

Les liens sont historiquement importants avec le DSF (Département Santé des Forêts) du Ministère de l'Agriculture et se sont développés avec les FREDON (Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles).

## Unité de recherche

# Zoologie forestière

### Mission et objectifs

L'Unité de Recherche de Zoologie Forestière (UR ZF) a pour vocation de comprendre les mécanismes qui régissent les populations d'insectes en expansion sous l'effet des activités humaines et des changements environnementaux.

Les principaux objectifs de l'UR ZF sont de :

- caractériser aux plans génétique, physiologique et comportemental les populations d'insectes forestiers envahissants ou en expansion sous l'effet du changement climatique ;
- analyser les mécanismes gouvernant la réussite des invasions biologiques d'insectes ;
- mesurer les risques écologiques et économiques et en déduire des mesures de gestion.

### Modèles

Le modèle principal de l'unité est la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*, Lépidoptère : Notodontidae) compte-tenu de son intérêt scientifique pour l'étude de la réponse des insectes forestiers aux changements globaux (insecte à évolution larvaire hivernale sensible à des variations climatiques limitées), mais aussi de son impact économique et surtout des questions sanitaires nouvelles que pose l'expansion actuelle de cet insecte urticant en zone urbaine et péri-urbaine. D'origine méditerranéenne, cet insecte a vu les seuils thermiques hivernaux qui limitaient sa survie (températures > -16°C) et son développement être levés avec le réchauffement climatique intervenu depuis la fin des années 1990. Ses populations progressent donc vers Paris et le nord de la France, ainsi qu'en altitude dans tous les massifs montagneux. Cette progression l'amène au contact d'une espèce menacée de Lépidoptère, l'Isabelle de France (*Graellsia isabelae* ; Lépidoptère : Saturniidae), qui vit sur pins en moyenne montagne dans les Alpes. Nous étudions donc les interactions entre ces deux espèces ainsi qu'avec leurs cortèges respectifs d'ennemis naturels.

Les études sur les organismes envahissants concernent principalement la mineuse du marronnier d'Inde (*Cameraria ohridella*, Lépidoptère : Gracillariidae), les chalcidiens *Megastigmus* invasifs des graines (Hyménoptère : Torymidae) et la punaise nord-américaine des cônes, *Leptoglossus occidentalis* (Hémiptère : Lygaeidae), ainsi que les capricornes *Monochamus* (Coléoptère : Cerambycidae), vecteurs du nématode du pin en raison du danger présenté par l'invasion récente de la péninsule Ibérique par cet organisme.



## Thèmes de recherche

Ils sont déclinés suivant deux axes comportant plusieurs actions de recherche, associant chacune des chercheurs spécialisés en écologie, biologie moléculaire et modélisation :

### Volet "Populations en expansion sous l'effet du changement climatique"

- Préciser l'histoire évolutive de la processionnaire du pin pour mieux comprendre l'expansion présente ;
- Préciser les processus adaptatifs au niveau des populations en expansion et leur impact écologique dans les zones nouvellement colonisées ;
- Caractériser précisément le front d'expansion à l'échelle de l'Europe et développer la modélisation prédictive de l'expansion de la processionnaire et celle d'autres espèces envahissantes en lien avec les hypothèses de changement climatique futur ;
- Favoriser le développement de recherches collaboratives en Europe pour une approche intégrée des conséquences écologiques et sanitaires de l'expansion de la processionnaire avec le changement climatique.

### Volet "Invasions biologiques"

- Inventorier les espèces exotiques d'insectes présents en Europe afin d'apprécier les processus globaux d'introduction et de définir des outils de prédiction des risques liés aux envahisseurs potentiels ;
- Définir, pour l'Europe, des outils moléculaires d'identification des espèces invasives d'insectes et tracer leur origine ;
- Commencer à mesurer l'impact écologique d'insectes forestiers envahissants, notamment sur la conservation d'insectes ou d'essences forestières menacées.

## Résultats significatifs récemment obtenus par l'UR ZF

- L'histoire passée de la processionnaire depuis la fin des glaciations quaternaires a été précisée, montrant l'existence de plusieurs voies naturelles d'expansion vers le nord, mais aussi de transports accidentels par l'Homme avec le développement récent du commerce des grands arbres ;
- Des modèles prévisionnels de l'expansion future de la processionnaire sous les différents scénarios disponibles pour le réchauffement climatique ont été élaborés ;
- La phéromone sexuelle de l'Isabelle de France a été identifiée, ouvrant de nouvelles possibilités pour la conservation de cette espèce en danger ;
- La première liste européenne des arthropodes terrestres exotiques introduits sur le continent a été établie, incluant l'édition d'un ouvrage de référence pour toute la communauté scientifique (Alien terrestrial arthropods of Europe). Cette liste contient 1590 espèces, dont 1390 insectes, et sa composition démontre que l'accélération de l'arrivée d'espèces exotiques durant la dernière période est liée à la mondialisation des échanges, avec un accroissement notable du commerce des plantes ornementales depuis l'Asie ;
- En conséquence, l'UR ZF a mis en place un dispositif d'arbres-sentinelles européens en Chine afin d'identifier précocement les espèces asiatiques potentiellement envahissantes en Europe, dont les capacités sont ensuite plus précisément testées dans son laboratoire de quarantaine ;
- L'origine jusqu'alors inconnue de la mineuse du Marronnier d'Inde a été identifiée par analyse génétique et confirmée par l'analyse d'herbiers anciens comme étant le sud-ouest des Balkans ;
- Un modèle de développement de l'invasion du nématode du pin en Chine a été élaboré et doit servir de base à la construction d'un tel modèle pour l'Europe.

## Collaborations et coopérations internationales

L'UR ZF a coordonné le projet ANR 2008-2011 "URTICLIM- Anticipation des effets du changement climatique sur l'impact écologique et sanitaire d'insectes forestiers urticants", puis le réseau international PCLIM, qui a pour objectif de regrouper la plupart des entomologistes, écologistes, modélisateurs, médecins, vétérinaires et épidémiologistes travaillant sur le modèle processionnaire en France, Europe et dans le bassin Méditerranéen. De fortes collaborations existent donc avec les autres équipes d'Entomologie du département Inra *Ecologie des Forêts, Prairies et Milieux Aquatiques* (EFPA) de Bordeaux (BIOGECO) et, Avignon (URFM, UEFM, BIOPS), ainsi qu'avec le Centre de Biologie et Génétique des Populations (CBGP) de Montpellier. De forts liens existent aussi avec l'Institut de Recherches sur la Biologie de l'Insecte de Tours (IRBI).

L'unité a participé à la plupart des projets européens des 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> programmes-cadres consacrés aux invasions biologiques et à l'impact du changement climatique, comme ALARM (*Assessing large-scale environmental risks with tested methods*), DAISIE (*Delivering alien invasive species inventories for Europe*) dont elle assurée la coordination de l'activité invertébrés, FORTHREATS (*European network on emerging diseases and invasive species threats to European forest ecosystems*), BACCARA (*Biodiversity and climate change, a risk analysis*), PRATIQUE (*Enhancements of pest risk analysis techniques*), et QBOL (*Development of a new diagnostic tool using DNA barcoding to identify quarantine organisms in support of plant health*).

L'UR ZF est aujourd'hui également engagée dans les projets européens dédiés aux invasions biologiques comme ISEFOR (*Increasing sustainability of European forests : modelling for security against invasive pests and pathogens under climate change*), RePHRAME (*Refinement and delivery of improved methods for detection and management of pinewood nematode*), COST-PERMIT (*Pathway evaluation and pest risk management in transport*) et COST-TDI (*European Information System for Alien Species*) ainsi que dans un projet ANR franco-canadien (MACBI- *Megastigmus et conifères : Biologie de l'invasion*). L'UR ZF a aussi assuré la coordination du projet ECONET (*Modélisation de l'expansion liée au réchauffement climatique d'un ravageur urticant dans les Balkans*), qui a regroupé des laboratoires de recherche de tous les pays des Balkans. L'ensemble de cette activité a conduit à développer des liens privilégiés avec l'Institut de Zoologie de Beijing de l'Académie des Sciences de Chine, le CABI Délémont (Suisse), le Sukachev Institute de Krasnoyarsk en Sibérie, et les Universités de Padoue (Italie), Berkeley (USA), Victoria (Canada), Marrakech (Maroc) et La Coruña (Espagne).

