

# Transmission et évolution de virus d'abeilles...

...entre des espèces d'abeilles occidentales et orientales (*Apis mellifera* et *A. cerana*) et le frelon prédateur *Vespa velutina*

Projet dirigé par Eric DARROUZET<sup>1</sup> et HOU Chunsheng<sup>2</sup>

## Le frelon est-il un vecteur de virus pour les abeilles ?

Le frelon à pattes jaunes (*Hymenoptera, Vespidae*) aurait été introduit accidentellement vers 2004 en France probablement suite à l'importation de poteries en provenance de la région de Shanghai en Chine.

Une étude génétique a montré que la population française serait issue de l'introduction d'un faible nombre d'individus, voire même d'un seul. Cette espèce de frelon a depuis envahi les pays européens limitrophes comme le Portugal, l'Espagne, l'Italie, la Suisse, l'Allemagne, la Belgique, les Pays-Bas et le Royaume-Uni. Ce frelon est aussi une espèce invasive dans d'autres régions du globe, comme la Corée du Sud et le Japon.



## Le cycle de vie des frelons

Dès les premiers beaux jours du printemps, des femelles reproductrices cherchent un endroit pour construire leur nid de fondation. Celui-ci est initialement constitué d'une dizaine d'alvéoles entourées d'une enveloppe, le tout ayant la taille d'une balle de Ping-Pong.

Dans chaque alvéole, la reine pond un œuf. Au printemps et en été, les œufs pondus donnent des ouvrières qui ont pour tâches : l'agrandissement du nid, la quête de matériaux de construction et l'approvisionnement en nourriture, les soins aux larves, etc.. C'est la période d'accroissement de la colonie tant par la taille du nid que par le nombre d'ouvrières. Le mois de septembre entame une période marquée par le développement des individus sexués : des mâles et des reproductrices ( futures reines).

Ceux-ci restent dans le nid où ils sont nourris par leurs sœurs ouvrières jusqu'au moment de leur vol nuptial qui peut s'échelonner de fin septembre à décembre. Après l'accouplement, les mâles meurent et les femelles reproductrices recherchent ensuite un endroit à l'abri des intempéries (souches de bois mort, cavités, toitures) pour passer l'hiver endormies. Ces femelles seront les seules à survivre à l'hiver.

La reine et les ouvrières meurent généralement en début d'hiver. Il est cependant encore possible d'observer des nids habités en janvier suivant les conditions climatiques (le froid) et la disponibilité

en nourriture. De nombreuses reproductrices ne survivent pas à la rigueur de l'hiver. Parmi celles qui se réveillent, seule certaines réussiront à établir un nid de fondation pour perpétuer le cycle.

## Les frelons et les abeilles

*Vespa velutina* est un prédateur généraliste qui fait de nombreux insectes ses proies potentielles. Néanmoins, l'impact écologique de cette prédation reste inconnu à ce jour.

Par contre, comme les autres espèces de frelon connues, *V. velutina* est capable d'attaquer les colonies d'abeilles *Apis*. En Europe, *V. velutina* est ainsi devenue une des principales menaces de l'abeille domestique *Apis mellifera*, qui semble totalement incapable de se défendre contre ce prédateur. Cette prédation pose un grave problème aux apiculteurs, qui rapportent ainsi la perte de nombreuses colonies d'abeilles chaque année, en raison de la présence d'ouvrières de *V. velutina* en prédation dans leurs ruchers. **Cette nouvelle menace de l'abeille, et des activités apicoles, est certainement l'une des plus importantes, à ce jour, à laquelle de nombreux acteurs doivent faire face.** Outre l'Europe, ce problème pour le secteur apicole se pose également dans les autres pays où *V. velutina* est une espèce invasive, comme la Corée du sud et le Japon.



ouvrières frelon en activité de prédation sur une colonie d'abeilles *Apis mellifera* en France.

ouvrière frelon ayant capturé une abeille. Elle dépece sa proie pour en rapporter au nid que le thorax.



<sup>1</sup>Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI) UMR CNRS 7261, Université de Tours (<http://irbi.univ-tours.fr>) ; Sites: <http://frelonasiatique.univ-tours.fr>  
<sup>2</sup>Institute of Apicultural Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China

Ouvrière du frelon asiatique *Vespa velutina nigrithorax*

### Les virus...un troisième larron ?

En tant que prédateurs, les frelons s'exposent à deux nombreux agents pathogènes, tels que des virus, portés par leurs proies. En particulier, les abeilles, qui font parties des proies préférées des frelons, sont porteuses de nombreuses maladies. A ce jour, plus de vingt espèces de virus d'abeille ont été découverts.

L'apport de virus pathogènes dans les colonies de frelons par les ouvrières pourrait entraîner des problèmes sanitaires dans ces colonies : diminution du taux de survie des individus et par conséquent diminution des capacités reproductives des frelons. Cet aspect, plutôt positif dans un cadre de lutte contre cette espèce invasive problématique en Europe, peut poser toutefois un problème notable pour les autres insectes, comme les abeilles.

En effet, si les frelons peuvent abriter, transporter voire multiplier des virus, ils pourraient servir de réservoirs et de nouveau vecteur de ces virus entre les colonies d'abeilles et entre différents ruchers. Ces transferts viraux pourraient ainsi être un nouveau paramètre avec un fort impact négatif sur la santé des colonies d'abeilles, et par conséquent sur les activités apicoles.



■ Virus AmFV («Apis mellifera filamentous virus») retrouvé chez les abeilles et les frelons.

### Le projet TEVAH

Une étude préliminaire réalisée en Chine (aire d'origine de *V. velutina*) et en France (aire d'invasion) a montré que les frelons *V. velutina* peuvent abriter différents virus d'abeilles. Nous avons en effet retrouvé dans des frelons capturés en milieu naturel les virus IAPV (« Israeliite Acute Paralysis Virus »), DWV (« Deformed Wing Virus ») et SBV (« Sacbrood Bee Virus »), trois virus parmi les plus pathogènes et donc dommageables pour l'apiculture. Suite à ces premiers résultats, le projet TEVAH (« Transmission and Evolution of honeybee Viruses between Apis bees and Hornets ») associant des chercheurs spécialistes des virus et d'autres spécialistes des insectes sociaux, notamment d'espèces invasives comme *V. velutina*, a été initié en 2018.

Cette collaboration entre chercheurs français et chinois vise à analyser la prévalence et la transmission de virus entre les abeilles et le frelon *V. velutina* par des analyses phylogénétiques sur des gènes viraux spécifiques. Cette étude intercontinentale se fera sur deux espèces d'abeilles, une ayant coévolué avec *V. velutina* (*Apis cerana* en Chine) et une autre au contact avec ce prédateur depuis peu de temps (*A. mellifera* introduit au siècle dernier en Chine, en contact avec une population native du frelon, et *A. mellifera* en France, au contact d'une population invasive du frelon).

Les résultats de cette étude permettront de mieux comprendre les interactions entre les colonies d'abeilles et *V. velutina*, l'impact du frelon sur la santé des colonies d'abeilles, si celui-ci passe en parti par des échanges d'agents pathogènes, comme des virus, et au final, quels risques *V. velutina* représente réellement sur les colonies d'abeilles. ❁



DR, chercheur à l'Institut de recherche sur la biologie de l'insecte (IRBI), UMR7261



HOU Chunsheng, Ph.D., Institute of Apicultural Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China

## Taxinomie : étude de la communauté des sols forestiers en Chine

Par Christine Rollard et Louis Deharveng<sup>1</sup>

Le projet de coopération PRC entre le CNRS et la NSFC intitulé « Utilisation des traits morphologiques comme marqueurs des changements dans la structure fonctionnelle des communautés des sols forestiers »<sup>2</sup> se propose d'étudier les changements dans la **structure des communautés d'arthropodes du sol**, afin de tester certaines hypothèses relatives à la variation des traits morphologiques et fonctionnels sur un gradient altitudinal. Le projet est dirigé par le **prof. WU Donghui** du **Key Laboratory of Wetland Ecology and Environment**, au NEIGAE à Changchun (Jilin) et **Christine Rollard** de l'Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (ISYEB - UMR 7205) du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris.

Le site de travail est le point culminant (2744 m) de la chaîne de *Chang Bai Shan*, qui s'étend sur des centaines de kilomètres le long de la frontière orientale de la Chine, de la Corée à la Russie. La région, soumise à un climat tempéré-continentale, est couverte de vastes forêts naturelles de 700 à 1700 m, puis de toundras et landes jusqu'au sommet. Ce gradient altitudinal et la qualité des forêts rendent ce site particulièrement favorable à l'étude de l'**impact de l'altitude sur la diversité des sols** pour la région paléarctique orientale. La faune du sol a fait l'objet de recherches récentes, menées en collaboration avec le laboratoire du prof. WU, et qui ont permis une bonne connaissance de la **taxinomie des arthropodes locaux**.

<sup>1</sup>UMR7205 ISYEB MNHN Paris  
<sup>2</sup>Using morphological traits to infer changes in functional structure of soil communities in forest habitats



■ Forêt Changbai (1700m)

Plusieurs patrons de changements dans la diversité des organismes sur un gradient altitudinal ont été décrits. Le plus fréquent est un pic de diversité aux altitudes intermédiaires, mais les données pour la faune du sol restent extrêmement rares, alors même qu'elle est beaucoup plus sensible aux changements altitudinaux que la faune de surface, en raison de capacités de dispersion inférieures.

Notre projet contribuera à combler cette lacune, en considérant la diversité des grands traits adaptatifs dans le but de **caractériser et comprendre les changements fonctionnels des communautés** au long du gradient. Nous prendrons comme marqueurs **les collemboles et les araignées**, qui sont parmi les groupes les plus importants de décomposeurs et de prédateurs dans les sols de la région étudiée, avec l'avantage d'être manipulables taxonomiquement. Une partie de l'échantillonnage a déjà été réalisée dans le cadre de projets antérieurs et sera complétée à l'occasion du présent projet.



■ Collemboles Dipyromidae Chang Bai



■ Collemboles collectés un réseau



**Christine Rollard**, est une biologiste et arachnologue française, spécialisée en écologie et biologie des organismes.

### Les objectifs du projet PRC en bref :

- évaluer les changements dans la diversité, la rareté et la largeur de niche des espèces le long du gradient ;
- comparer les patrons de diversité des sols profonds et des littères sus-jacentes, sous l'hypothèse que les changements sont tamponnés en profondeur ;
- comparer la distribution sur le gradient des décomposeurs (collemboles) et prédateurs (araignées), sous l'hypothèse que les prédateurs moins liés aux changements microbiens seront moins sensibles aux différences altitudinales ;
- traduire la distribution des grands traits biologiques et morphologiques en termes fonctionnels pour dégager des hypothèses explicatives. Deux prédictions seront testées plus particulièrement sur le gradient altitudinal : une plus faible diversité de pièces buccales avec l'altitude chez les collemboles, reflétant une plus faible diversité des ressources alimentaires ; une diminution de la taille du corps que suggèrent quelques études partielles sur la question ;
- comparer les patrons de Chang Bai avec les informations réunies lors de projets précédents dans les Pyrénées françaises, situées à une latitude comparable à l'extrémité opposée de la région paléarctique ;
- tester l'adéquation entre les changements de la biodiversité du sol le long des gradients et les modèles classiques de type « humped » ou monotone, établis sur des organismes non édaphiques.

Le **barcode COI** sera utilisé pour sécuriser les identifications, en lien avec les bibliothèques que nous gérons par ailleurs et qui couvrent des centaines d'espèces du monde avec plus de 20 000 séquences. Le COI signe par ailleurs des structurations génétiques locales très fines chez les collemboles. La variabilité génétique de plusieurs espèces cibles sera donc évaluée à différentes altitudes, affinant ainsi la caractérisation des communautés.

L'**approche par traits est inédite dans l'étude** des changements liés aux gradients altitudinaux, mais assez classique dans les études d'écologie des peuplements. Des ensembles de traits morphologiques ont été définis dans la littérature pour les collemboles, incluant dimension du corps, élongation des

appendices, développement de l'appareil oculaire, pigmentation ainsi que morphologie de différentes structures propres au groupe. Ces traits seront caractérisés à une résolution plus fine dans notre projet, en particulier pour les pièces buccales, directement liées à l'alimentation, et très diversifiées chez les collemboles. Plusieurs traits biologiques seront en outre pris en compte pour les deux groupes d'étude, liés à la **reproduction** (stratégie sexuelle, dimorphisme sexuel), à l'**alimentation** (morphologie buccale, stratégie de chasse, contenu intestinal), à la **dispersion** (capacité de dispersion aérienne, comportement d'agrégation), à la **dimension du corps** et à l'**équipement sensoriel**.

Les résultats de l'étude sont potentiellement importants. Ils apporteront en premier lieu des indications précieuses sur le **patrimoine biologique et sa distribution altitudinale dans les massifs étudiés**, même s'ils ne permettent pas à eux seuls de préconiser des mesures de gestion. Ils apporteront en second lieu les premières informations lourdes sur **les liens entre diversité des sols et altitude**. Dans ce cadre, leur intérêt prédictif pour évaluer l'impact des changements climatiques sur la faune et le fonctionnement des sols est évident, puisque le premier effet du réchauffement est de déplacer les limites altitudinales et latitudinales des écosystèmes. Certaines des espèces, intégrant des changements écoclimatiques subtils, pourront constituer des marqueurs solides dans cette perspective.

Ce projet perpétuera enfin les liens scientifiques entre les équipes française et chinoise concernées, initiés en 2010, et qui se sont traduits par de nombreux articles scientifiques signés en commun, diverses rencontres scientifiques et des échanges de doctorants et post-doctorants. Dans un cadre plus général, le présent projet s'inscrit dans l'objectif de valoriser la forte expertise taxonomique des laboratoires impliqués par des approches écologiques de bon niveau, en accord avec les thèmes de recherche centraux du partenaire chinois du projet. ☞

<sup>1</sup> L'UMR a aussi pour tutelles l'Université Pierre et Marie Curie et l'École Pratique des Hautes Études.

Titulaire d'un DEA en parasitologie (1982), puis d'un doctorat. Enseignante-chercheuse au **Muséum national d'histoire naturelle** depuis 1988. Elle est membre de plusieurs commissions ou conseils scientifiques, de sociétés dont l'Association française d'arachnologie (AsFra). Ses activités scientifiques se sont orientées en **systématique, bio-écologie et faunistique** dans différentes zones géographiques avec participation à de nombreux programmes d'études sur la biodiversité.



C. Rollard est directrice de recherche à l'**Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (UMR 7205)**, unité CNRS du **Muséum national d'Histoire naturelle de Paris**<sup>1</sup>.

L'UMR a pour objectif de répondre aux questions concernant l'origine de la biodiversité, les modalités de diversification des espèces, la mise en place des communautés animales en lien avec l'évolution spatio-temporelle des taxons. L'unité est un des pôles européens de systématique et contribue de manière importante à la taxonomie et à la biologie de l'évolution.