



Le frelon asiatique (*Vespa velutina*): état des connaissances et évaluation du risque pour la Suisse

Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Christelle Péré, Marc Kenis

Décembre 2010

Mentions légales

Mandant: Office fédéral de l'environnement (OFEV), division déchets, substances et biotechnologie, CH-3003 Berne

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Mandataire: CABI Europe – Switzerland, CH-2800 Delémont, Switzerland

Auteurs: Christelle Péré et Marc Kenis

Accompagnement OFEV: Anne-Gabrielle Wust Saucy, Basil Gerber

Remarque: La présente étude / le présent rapport a été réalisé(e) sur mandat de l'OFEV. Seul le mandataire porte la responsabilité de son contenu.

CABI Ref: VM10097
Issued December 2010

Le frelon asiatique (*Vespa velutina*): état des connaissances et évaluation du risque pour la Suisse

Rapport pour l'Office Fédéral de l'Environnement

Christelle Péré et Marc Kenis

CABI Europe – Switzerland

Rue des Grillons 1, CH-2800 Delémont, Switzerland

Tel: ++ 41 32 421 4870

Fax: ++ 41 32 421 4871

Email: Europe-CH@cabi.org

This report is the Copyright of CAB International, on behalf of the sponsors of this work where appropriate. It presents unpublished research findings, which should not be used or quoted without written agreement from CAB International and the University of Rhode Island. Unless specifically agreed otherwise in writing, all information herein should be treated as confidential.

Table des matières

1	Résumé	1
2	Zusammenfassung	1
3	Summary	2
4	Introduction et objectifs	2
5	Le frelon asiatique	3
5.1	Présentation	3
5.2	Origine et mode d'introduction en Europe	3
5.3	Aire actuelle de répartition et dispersion.....	4
5.4	Biologie et écologie de <i>Vespa velutina</i>	5
5.4.1	Description	5
5.4.2	Cycle biologique	5
5.4.3	Comportement.....	5
6	Impact du frelon asiatique	6
6.1	Sur l'homme.....	6
6.2	Sur les abeilles et l'apiculture	5
6.3	Sur la biodiversité	7
7	Méthodes de surveillance et de lutte	5
8	Evaluation du risque pour la Suisse	8
8.1	Probabilité d'entrée.....	8
8.2	Probabilité d'établissement et de dispersion.....	9
8.3	Impact économique	10
8.4	Impact environnemental	11
8.5	Impact social et sanitaire	11
8.6	Conclusion de l'évaluation du risque	12
9	Recommandations à court et moyen termes	12
9.1	Communication du risque	12
9.2	Surveillance	13
9.3	Recherche	13
10	Remerciements	14
11	Références	14

1 Résumé

Le frelon asiatique, ou frelon à pattes jaunes, *Vespa velutina*, a été trouvé pour la première fois en Europe en 2004, dans le sud-ouest de la France. Depuis lors, il s'est rapidement dispersé, occupant actuellement un tiers du territoire français, jusqu'en Côte-d'Or, à moins de 200 km de la Suisse. Les premières colonies ont été trouvées en Espagne en été 2010. Le frelon asiatique est un prédateur très polyphage, un peu plus petit que le frelon européen, *Vespa crabro*, mais ses nids, souvent perchés en haut des arbres, peuvent contenir près de 2000 ouvrières. Les jeunes reines fécondées en automne hivernent dans le bois, le sol ou autres substrats avant de fonder au printemps une nouvelle colonie qui durera un an.

Les problèmes qu'engendre le frelon asiatique sont de trois types. Premièrement, c'est un grand prédateur d'abeilles domestiques, qu'il chasse en se postant devant les ruches. En France, de nombreuses ruches ont été dévastées, créant le désarroi parmi les apiculteurs. Deuxièmement, le frelon asiatique est un prédateur vorace de nombreux autres insectes, principalement des hyménoptères et des diptères, y compris de nombreux pollinisateurs et autres insectes bénéfiques. Vu son abondance dans certaines régions, on peut craindre qu'il ait un impact non négligeable sur la biodiversité. Il pourrait également entrer en compétition avec le frelon européen. Enfin, même si le frelon asiatique n'est pas plus agressif vis-à-vis de l'homme que le frelon européen, il est beaucoup plus abondant dans les régions envahies. Ses piqûres sont douloureuses et peuvent être dangereuses pour les personnes allergiques. Les moyens de contrôle sont limités. Les pièges non-sélectifs, pourtant fréquemment utilisés, ne sont pas recommandés. La méthode de lutte la plus efficace est de détruire les nids, par exemple par l'emploi d'insecticides.

Une évaluation du risque pour la Suisse montre qu'il est très probable que le frelon asiatique entrera ces prochaines années en Suisse, et qu'il s'établira et se dispersera rapidement dans les régions de basse altitude. Les conséquences de son introduction sont difficiles à établir parce que les impacts sur les colonies d'abeilles et sur la biodiversité indigène sont encore peu étudiés. Le présent rapport se termine par des recommandations quant aux mesures à appliquer en Suisse dans les domaines de la communication du risque, de la surveillance et de la recherche.

2 Zusammenfassung

In Europa wurde die Asiatische Hornisse, *Vespula velutina*, erstmals 2004 im Südwesten Frankreichs nachgewiesen. Seitdem hat die Asiatische Hornisse sich über ein Drittel Frankreichs ausgebreitet und ist bis in das Gebiet von Côte-d'Or vorgedrungen, das weniger als 200 km von der Schweiz entfernt liegt. Die Asiatische Hornisse ist ein polyphager Räuber und etwas kleiner als die Europäische Hornisse, *Vespa crabro*, aber ihre Nester, die meisten in Baumkronen angelegt werden, können bis zu 2000 Arbeiterinnen umfassen. Die jungen, im Herbst befruchteten Königinnen überwintern in Holzklaffern, in der Erde oder in anderen Substraten, ehe sie ein neues Volk gründen, das ein Jahr lang überdauert.

Die Asiatische Hornisse verursacht im Wesentlichen drei Probleme. Zunächst frisst sie nach Honig suchende Bienen, die sie vor dem Bienenstock schwebend im Flug ergreift. In Frankreich wurden auf diese Weise viele Bienenvölker zerstört, was zu grosser Besorgnis unter den Imkern geführt hat. Zweitens ist die Asiatische Wespe ein gefräßiger Räuber, der auch zahlreiche andere Insekten wie Hymenopteren und Dipteren angreift, unter denen sich zahlreiche Nutzinsekten und Blütenbestäuber befinden. Berücksichtigt man die Häufigkeit der Asiatischen Wespe in einigen Regionen, dann könnte dies zu erheblichen Auswirkungen auf die lokale Biodiversität führen. Es ist weiterhin nicht auszuschliessen, dass es zu einem

erheblichen Konkurrenzkampf mit der Europäischen Hornisse kommen könnte. Weiterhin ist die Asiatische Hornisse gegenüber Menschen zwar nicht aggressiver als ihre Europäische Verwandte, aber ihr Stich ist dennoch sehr schmerzhaft und gefährlich für Allergiker. Bekämpfungsmöglichkeiten für die Asiatische Hornisse sind sehr begrenzt. Nicht-selektive Fallen werden zwar häufig eingesetzt, sind aber nicht empfehlenswert. Die wirksamste Bekämpfungsmassnahme ist der Einsatz von Insektiziden zur Zerstörung der Nester.

Eine Risikoabschätzung für die Schweiz legt nahe, dass es mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit zu einer Einwanderung der Asiatischen Hornisse kommen wird und sich diese besonders in niedrigen Lagen ansiedeln wird. Es bleibt aber schwierig abzuschätzen, welche Auswirkungen die Ansiedlung der Hornisse haben könnte, da ihr Einfluss auf Bienenvölker und die heimische Biodiversität kaum erforscht ist. Der vorgelegte Bericht endet mit einer Empfehlung, welche Massnahmen im Rahmen von Risikokommunikation, Überwachung und Forschung in der Schweiz angewandt werden sollten.

3 Summary

The Asian hornet, or yellow-legged hornet, *Vespa velutina*, was found for the first time in Europe in 2004, in Southwestern France. Since then, it has invaded one third of France, reaching the Côte-d'Or Département, less than 200 km from Switzerland. The first colonies were found in Spain in summer 2010. The Asian hornet is a polyphagous predator, slightly smaller than the European hornet, *Vespa crabro*, but its nests, often built at the top of trees, may contain up to 2000 workers. The young queens, inseminated in autumn, hibernate in wood, soil or other substrates before founding a new colony that will last one year.

The problems generated by the Asian hornet are of three types. Firstly, it preys on honeybees, hovering in front of hives and attacking the foraging bees in flight. In France, many hives have been devastated, causing much concern among beekeepers. Secondly, the Asian hornet is a voracious predator of many other insects, mainly Hymenoptera and Diptera, including numerous pollinators and other beneficial insects. Given its abundance in some regions, the impact on biodiversity may be significant. It could also compete with the European hornet. Finally, even though the Asian hornet is not more aggressive towards humans than the European hornet, its stings are painful and can be dangerous for people with allergies. Control methods are limited. Non-selective traps are often used but not recommended. The most efficient control method is the destruction of nests, e.g. using insecticides.

A risk assessment for Switzerland shows that the entry of the Asian hornet into Switzerland is very likely and that it will most certainly become established in the lowlands. Consequences of its establishment are difficult to predict because its impact on honeybee colonies and on native biodiversity is still poorly studied. The present report ends with recommendations for measures to be applied in Switzerland in the field of risk communication, surveillance and research.

4 Introduction et objectifs

Le frelon asiatique, *Vespa velutina* Lepeletier (Hymenoptera: Vespidae), est une espèce invasive et nouvelle pour la faune européenne. La variété *V. velutina nigrithorax* Du Buysson a été trouvée pour la première fois dans le sud-ouest de la France en 2004, probablement importé de Chine par le commerce de poteries pour bonsaïs. Depuis cette date, les populations se sont bien acclimatées et ont explosé (Rasplus *et al.* 2010 ; Villemant *et al.* 2010a, b). Le frelon s'est rapidement dispersé,

occupant actuellement un tiers du territoire français (Villemant *et al.* 2010a, b) et les premières colonies ont été trouvées en Espagne en été 2010 (Neiker-Tecnalia 2010 ; Castro & Pagola-Carda 2010). L'invasion du frelon en France a provoqué beaucoup d'agitations, principalement parmi les apiculteurs, le frelon étant un grand prédateur des abeilles mellifères. Le grand public est également concerné par le danger potentiel que représentent ses piqûres.

Considérant la vitesse à laquelle le frelon se disperse en Europe et sa présence en Côte d'Or, à moins de 200 km de la Suisse, on peut s'attendre à son arrivée dans notre pays dans les prochaines années.

Les objectifs de cette étude étaient donc de proposer, sur la base d'une revue bibliographique et d'entretiens avec les chercheurs étrangers travaillant actuellement sur le frelon asiatique, un état des connaissances de la situation en Europe, une évaluation des risques pour la Suisse ainsi que des recommandations applicables en Suisse dans les domaines de la prévention, de la gestion et de la recherche.

5 Le frelon asiatique

5.1 Présentation

Le frelon asiatique, appelé aussi frelon à pattes jaunes, récemment introduit en Europe, porte le nom scientifique complet de *Vespa velutina* Lepeletier 1836 variété *nigrithorax* Du Buysson 1905. C'est un insecte hyménoptère qui appartient à la famille des Vespidae et la sous-famille des Vespinae.

Le genre *Vespa* comprend 22 espèces qui toutes vivent en Asie (Asie centrale et Asie du Sud-est) et en Nouvelle-Guinée (Villemant & Haxaire 2007). Jusqu'ici, seulement deux espèces du genre *Vespa* avaient une aire de répartition qui s'étendait de l'Asie à l'Europe: le frelon d'Europe *Vespa crabro* L. et le frelon oriental *Vespa orientalis* L. (Matsuura & Yamane 1990). Le frelon *V. crabro* est ubiquiste en Europe tandis que la distribution de *V. orientalis* se limite à la Bulgarie, la Grèce et le Sud de l'Italie. Ce dernier est par contre la seule espèce de frelon présente en Afrique du Nord (Carpenter & Kojima 1997 ; Rortais *et al.* 2010).

5.2 Origine et mode d'introduction en Europe

L'aire de distribution de *Vespa velutina* en Asie couvre le sud de la Chine et de l'Inde, le Bhoutan, la Thaïlande, le Laos, le Vietnam, la Malaisie et l'Indonésie. L'espèce *V. velutina* comprend une douzaine de variétés connues. La variété *V. velutina nigrithorax*, introduite en Europe, est naturellement présente au nord de l'Inde (Darjeeling, Sikkim), au Bhoutan et en Chine (Carpenter & Kojima 1997). Elle a été observée pour la première fois en Corée en 2006 (Kim *et al.* 2006). En France, elle a été signalée officiellement présente en 2005 (Haxaire *et al.* 2006) mais a probablement été introduite avant 2004 (Villemant *et al.* 2006a, b). L'insecte a vraisemblablement été importé de Chine, via le commerce horticole international, dans le sud-ouest de la France (Lot-et-Garonne) où il a été observé pour la première fois (Villemant *et al.* 2006). Les premiers résultats de recherche semblent soutenir l'hypothèse d'une introduction unique (Arca *et al.* 2009a ; Jourdain 2010). Le frelon s'est depuis largement répandu dans le sud-ouest ainsi que vers le nord et le sud-est de la France (Villemant *et al.* 2006b; Rome *et al.* 2009a) et, très récemment, dans le Pays Basque espagnol (Neiker-Tecnalia 2010). *Vespa velutina* est une espèce nouvelle pour la faune européenne. C'est également le seul frelon introduit accidentellement en Europe.

5.3 Aire actuelle de répartition et dispersion

Comme beaucoup d'espèces invasives, le frelon asiatique a une forte capacité d'adaptation et de dispersion. Depuis 2004, les populations de *V. velutina nigrithorax* se sont bien acclimatées en France. Elles se sont rapidement dispersées, occupant en 2009 un tiers du territoire français (32 départements, 190 000 km²) (Villemant *et al.* 2010a). Des nids isolés ont été signalés en Bretagne (2008), dans la région parisienne (2009) et jusqu'en Côte d'Or (2007), à moins de 200 km de la Suisse (Fig. 1). Les données pas encore définitives de 2010 confirment son extension, avec des nouvelles observations dans les Alpes Maritimes et en Côtes-d'Armor et 5 autres départements (Fig. 1).

Dans les pays d'Asie continentale où vit la variété *nigrithorax* les conditions climatiques sont comparables à celles du sud de l'Europe. D'après Rome *et al.* (2009b), *V. velutina* est capable d'envahir une bonne partie de l'Europe, et son aire de distribution potentielle pourrait correspondre à l'aire de distribution d'origine de la guêpe européenne *Vespula germanica*, dont les préférences climatiques sont très semblables.

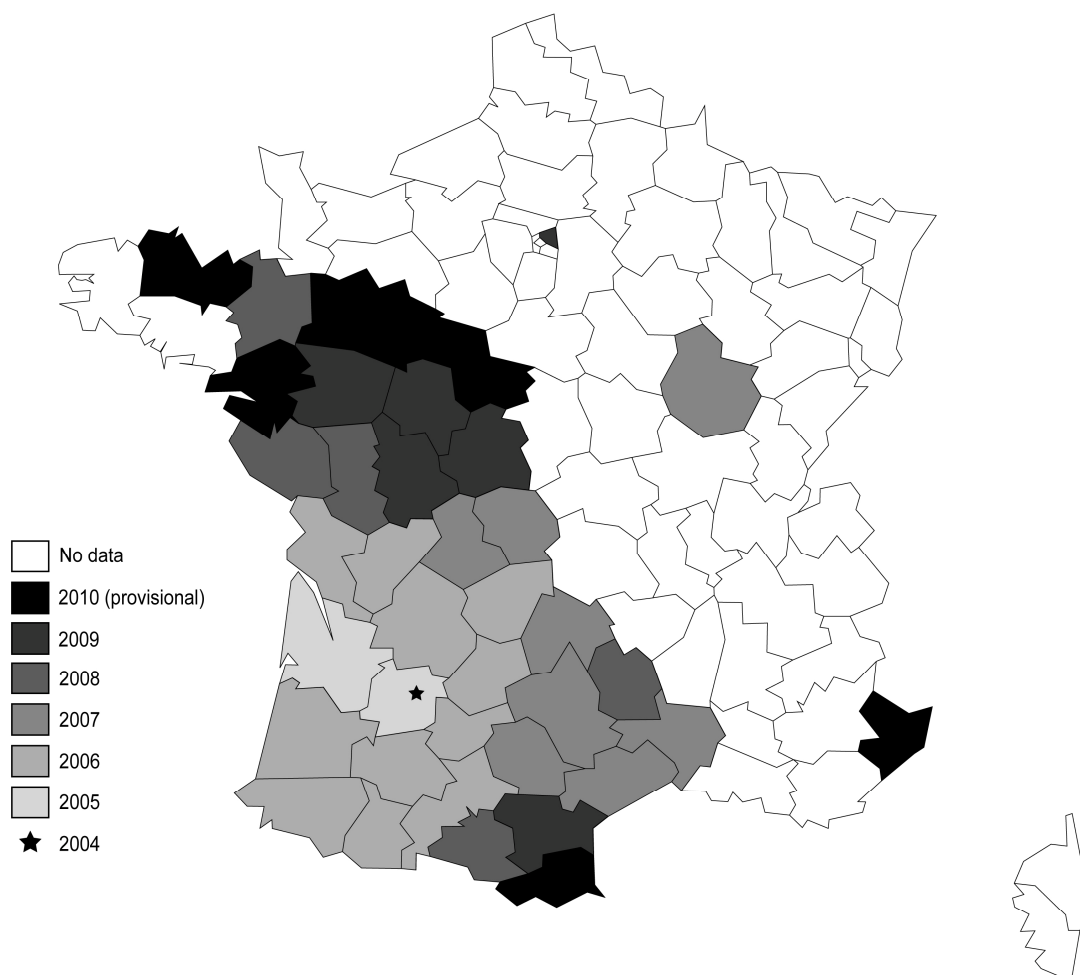


Figure 1 : Aire de distribution de *Vespa velutina nigrithorax* en France (source : Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, INPN)

5.4 Biologie et écologie de *Vespa velutina*

5.4.1 Description

La variété présente en Europe, *V. velutina nigrithorax*, est facilement distinguable du frelon européen, *V. crabro* (seule autre espèce de frelon vivant en Suisse) par sa petite taille et sa couleur brune-noire caractéristique. L'adulte mesure entre 20 et 30 mm de long, il est donc plus petit que le frelon européen qui mesure entre 25 et 35 mm. Son thorax est brun foncé et son abdomen présente des segments gastriques bordés d'une fine bande jaune. Seul le 4^{ème} segment de l'abdomen porte une large bande jaune orangé. Les pattes sont jaunes à l'extrémité. La tête est noire et la face jaune orangé. Tandis que le frelon européen se distingue par son corps taché de roux, de noir et de jaune et son abdomen jaune rayé de noir.

Le nid, souvent fixé à plus de 15 m de haut dans un grand arbre peut être sphérique et mesurer entre 40 et 50 cm de diamètre, ou ovalaire et atteindre jusqu'à 100 cm de haut et 80 cm de diamètre (Villemant *et al.* 2006). Il renferme entre 1000-2000 frelons soit deux à trois fois plus qu'un nid de frelon européen. Le nid de *V. velutina* se reconnaît à son orifice d'entrée étroit, ouvert latéralement, alors que le nid de *V. crabro* possède une large ouverture à sa base (Villemant *et al.* 2011).

5.4.2 Cycle biologique

Comme chez toutes les guêpes sociales (guêpes communes, frelons, polistes), les colonies de *V. velutina* ne sont pas pérennes, elles ne vivent donc qu'un an et il n'y a qu'une seule reine par nid (Villemant *et al.* 2010a). Chaque nid n'est d'ailleurs utilisé qu'une année et est, en général, détruit rapidement à cause des intempéries au cours de l'hiver.

Vers septembre-octobre, la colonie produit des adultes sexués mâles et femelles. Ces femelles reproductrices (appelées également futures reines ou femelles fondatrices) de la nouvelle génération quittent le nid avec les mâles pour s'accoupler. Elles sont les seules à hiverner tandis que le reste de la colonie (vieille reine, mâles, larves et ouvrières) meurt. Dès les mois de février-mars, les fondatrices sortent de leur refuge d'hiver (en général dans le sol, dans une vieille souche d'arbre, sous les écorces, etc.). En avril, chaque fondatrice ébauche un nid embryon, souvent à faible hauteur sous des abris aérés (hangars, granges, avant-toit, etc.) ou également dans des murs ou arbres creux et beaucoup plus rarement dans un roncier ou une cavité du sol, et pond quelques œufs. La fondatrice soigne ses premières larves; celles-ci deviendront au terme de quatre à six semaines des ouvrières adultes (femelles stériles) qui prendront en charge la construction du nid et l'entretien de la colonie. La reine consacra alors le reste de sa vie à pondre. En été, l'activité de la colonie s'intensifie considérablement et la taille du nid augmente pour atteindre son maximum en automne (octobre-novembre). Quand la colonie devient trop importante et l'environnement défavorable (abri trop étroit, nid abîmé...), une partie des ouvrières construisent un nouveau nid à la cime des arbres dans lequel tous les adultes, reine comprise, s'installent. Des ouvrières restent dans le nid primaire jusqu'à ce que les dernières nymphes aient éclos (Mastuura & Yamane 1990 ; Villemant *et al.* 2011).

5.4.3 Comportement

Contrairement au frelon d'Europe, *V. velutina* est une espèce diurne et interrompt toute activité à la tombée de la nuit (Villemant & Haxaire 2007). C'est un prédateur avéré des hyménoptères sociaux, notamment des abeilles mais, comme *V. crabro*, il consomme aussi une grande variété d'autres insectes tels que des diptères

(mouches, syrphes), des papillons, des chenilles et des araignées (Villemant *et al.* 2006 ; Perrard *et al.* 2009 ; Muller *et al.* 2009).

Le régime alimentaire de *V. velutina* varie selon l'habitat (urbain ou agricole) et de la saison (en fonction du stade de développement de la colonie) (Muller *et al.* 2009). Des apports glucidiques (miellat, nectar, miel, fruits mûrs) sont nécessaires pour les dépenses énergétiques des adultes, et des apports protéiques (à base de divers insectes) pour l'élevage du couvain essentiellement (Villemant & Haxaire 2007).

6 Impact du frelon asiatique

6.1 Sur l'homme

Selon les premières observations faites en France, le frelon asiatique n'est pas plus agressif vis-à-vis de l'homme que le frelon européen. Cependant, lorsque l'on s'approche à moins de 5 m d'un nid de frelon, plus la colonie qu'il renferme est importante et plus on a de risque de subir l'attaque d'un essaim d'ouvrières. Par conséquent, il faut demeurer extrêmement prudent face aux très gros nids. En tant que prédateur diurne, il n'est pas attiré la nuit par la lumière.

La piqûre, bien que douloureuse, n'est pas plus dangereuse que celle d'une guêpe commune ou d'une abeille mais les personnes allergiques au venin d'hyménoptères, particulièrement de guêpes, doivent rester vigilantes (Villemant *et al.* 2010a, b). En France, aucune augmentation significative de cas de piqûres d'hyménoptères n'a été recensée dans les départements infestés par *V. velutina* (De Haro 2010), bien que plusieurs cas d'hospitalisations et peut-être au moins un cas de décès ont été attribués au frelon asiatique.

6.2 Sur les abeilles et l'apiculture

Le frelon asiatique est connu en tant que grand prédateur d'abeilles domestiques, bien qu'aucune évaluation quantitative d'impact sur les ruchers n'ait encore été publiée (Arca *et al.* 2009b ; Jourdain 2010).

Le frelon asiatique chasse les abeilles en se postant devant les ruches ce qui provoque un ralentissement de l'activité de butinage (Arca *et al.* 2009 ; Jourdain 2010). Devant les ruches, les ouvrières du frelon asiatique attendent en vol stationnaire le retour des butineuses. Lorsqu'une abeille est de retour à la ruche, un frelon l'attaque en plein vol pour ensuite la dépecer entièrement et ne conserver que le thorax qui renferme les épais muscles du vol, riches en protéines. Les ouvrières du frelon ramènent les boulettes de proie malaxées au nid, pour nourrir le couvain, tandis que les adultes se nourrissent de liquides sucrés ainsi que du liquide protéique très énergétique que régurgitent les larves lorsqu'ils les sollicitent (Villemant *et al.* 2010a). Si les réserves de miel de la colonie d'abeilles deviennent insuffisantes, les larves meurent, la reine cesse de pondre ce qui entraîne alors le vieillissement de la colonie qui ne survivra probablement pas à la période d'hivernage (Mollet & De La Torre 2007). En France, les nombreux signalements, vérifiés ou non, de ruches dévastées par le frelon asiatique ont créé le désarroi parmi les apiculteurs qui n'ont pas encore de méthode de lutte efficace à leur disposition, ceci dans un secteur apicole déjà fortement touché par l'augmentation des pertes de colonies ces dernières années. Bien que des facteurs tels que le *Varroa* ou les maladies virales représentent sans doute des menaces pour l'apiculture plus importantes que le frelon asiatique, celui-ci est sans aucun doute un facteur supplémentaire de fragilisation des ruches (Jourdain 2010).

6.3 Sur la biodiversité

Vespa velutina est également un prédateur de nombreux autres insectes principalement des hyménoptères (tels que les guêpes) et des diptères (mouches, syrphes), y compris de nombreux pollinisateurs et autres arthropodes bénéfiques (Villemant *et al.* 2006 ; Perrard *et al.* 2009 ; Muller *et al.* 2009). Des études sont en cours en France pour déterminer la composition exacte du régime alimentaire du frelon asiatique dans différents milieux, en disséquant les boulettes ramenées au nid par les ouvrières. Il semblerait que, en milieu urbain, l'abeille domestique représente la majorité des proies, il n'en est pas de même en milieu rural (C. Villemant, comm. pers.) où son régime est très variable. La diète du frelon déterminée, on pourra alors tenter d'évaluer l'impact sur les populations des proies les plus fréquentes ou les plus vulnérables. Le frelon asiatique pourrait également entrer en compétition avec le frelon indigène, *V. crabro*, qu'il dépasse largement en nombre dans les régions envahies.

En France, le frelon asiatique exerce aussi une menace indirecte sur la biodiversité animale à cause de l'impact négatif des campagnes incontrôlées de piégeage massif et de la destruction des nids. Les pièges à appâts tuent en effet de nombreuses espèces non-cibles, notamment les guêpes communes, le frelon d'Europe, des mouches ou de nombreux papillons, tandis que les nids traités à l'insecticide et laissés en place menacent l'avifaune. En automne-hiver, des geais et des pics-verts ont été observés en train de piller des nids tandis que les mésanges mangent les larves mortes aux premiers froids ou empoisonnées à l'insecticide. Par contre, aucun prédateur des adultes de *V. velutina* n'est connu à ce jour. L'utilisation de pièges attractifs spécifiques qui permettraient une protection des ruchers et l'établissement d'un programme de monitoring inoffensif pour la faune native est en cours d'étude (Rome *et al.* 2011 ; Villemant *et al.* 2010a, b).

En s'attaquant aux pollinisateurs, le frelon asiatique pourrait avoir un impact non négligeable sur la biodiversité végétale, mais il semblerait qu'aucune incidence en matière de pollinisation des cultures n'a été observée pour le moment, même dans les régions les plus touchées du sud-ouest de la France (Jourdain 2010).

7 Méthodes de surveillance et de lutte

En France, un système de fiches de signalement a été mis en place pour cartographier et surveiller la propagation du frelon à pattes jaunes, par le Muséum national d'Histoire naturelle via leur site web de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (<http://inpn.mnhn.fr/isb/infos/fr/articles2008.jsp>).

D'après les spécialistes de Vespidae et les observations faites en France, le piégeage des fondatrices au printemps (p.ex. par pièges à entonnoir), pourtant largement utilisé dans les régions envahies, est inefficace pour lutter contre une invasion et représente au contraire une menace pour la biodiversité parce que les attractifs utilisés sont peu spécifiques. Un nid de frelon asiatique produit de nombreuses femelles fondatrices (jusqu'à plus de 300 pour un très gros nid), et le printemps est la période où la mortalité des fondatrices de frelons est la plus élevée, à cause principalement de la compétition (Villemant & Haxaire 2007). Détruire certaines fondatrices à cette période ne fait que laisser la place à d'autres (Edwards 1980).

Actuellement, il n'existe aucun piège réellement sélectif vis-à-vis du frelon asiatique. Pour qu'un piège soit efficace, il faudrait que son appât soit attractif pour le frelon asiatique, répulsif pour les autres insectes et durable dans le temps. En France, des recherches sur la mise en place d'un piège sélectif sont en cours à l'INRA de Bordeaux et Veto-Pharma (entreprise privée).

En cas d'attaque de frelon asiatique sur un rucher, des pièges à sélection physique (pour diminuer l'impact sur les autres espèces) peuvent être utilisés, avec comme appât du jus de vieille cire fermentée (appât plus spécifique que la bière ou le sirop et qui a donné de bons résultats en France), mais il est recommandé de poser les pièges uniquement au niveau du rucher (Rome *et al.* 2011). Ceci permet de diminuer la pression de prédation et d'affaiblir les colonies de frelon. Il est conseillé de poser ces pièges à partir de juillet et jusqu'à la fin de la saison (Villemant & Haxaire 2007).

La destruction des colonies reste la méthode la plus efficace pour diminuer les populations de frelon asiatique. Celle-ci doit se faire le plus tôt possible et jusqu'à la fin novembre. Il faut être équipé d'une combinaison de protection contre les frelons et agir de nuit, car le frelon asiatique est une espèce diurne, ainsi la quasi-totalité de la colonie pourra être éliminée. Cependant, il est important de souligner que la destruction du nid à coup de fusil, ne signifie pas celle de la colonie. Au contraire, cette méthode est inefficace et risquée car les ouvrières deviennent agressives plusieurs jours durant et construisent de nouveaux nids. Pour détruire un nid par l'emploi d'insecticide (cyperméthrine), il faut injecter le produit à l'aide d'une perche télescopique et ensuite récupérer puis brûler le nid pour que les insectes tués à l'insecticide ne soient pas consommés par les oiseaux. Une méthode moins nocive pour l'environnement est -quand le nid est accessible- d'intervenir de nuit, en bouchant l'entrée du nid avec du coton et en enveloppant le nid dans un sac avant de tuer la colonie par congélation (Villemant *et al.* 2010b).

8 Evaluation du risque pour la Suisse

Le risque représenté par un organisme envahissant dans une région déterminée est généralement considéré comme le produit de la probabilité d'entrée, d'établissement et de dispersion dans cette région, et des conséquences de cette invasion, c'est-à-dire son impact économique, écologique et social. Ces différentes composantes du risque sont analysées ci-dessous en fonction des informations récoltées et résumées dans les sections précédentes, afin d'évaluer le risque posé par l'invasion de *V. velutina* pour la Suisse.

8.1 Probabilité d'entrée

Vespa velutina peut entrer en Suisse de deux façons: par dispersion naturelle de France ou par importation accidentelle, par exemple caché dans une marchandise ou n'importe quel objet transporté de France ou, éventuellement, d'Asie. Les reines, les mâles et les ouvrières sont susceptibles d'entrer en Suisse, mais seule l'introduction de reines fécondées peut donner lieu à l'établissement de colonies. L'analyse de la probabilité d'entrée se concentrera donc sur les reines.

Les nids les plus proches de la Suisse ont été localisés en Côte-d'Or, à moins de 200 km de la frontière. Cette population est cependant assez éloignée des régions fortement infestées, qui sont encore à 400 km de la Suisse. La capacité de dispersion des reines dans la nature n'est pas encore bien connue mais des études dans des manèges de vol montrent qu'elles peuvent voler plusieurs dizaines de kilomètres en une journée (Beggs *et al.* 2011). Les reines du frelon européen et celles des autres Vespidae sont aussi capables de voler de nombreux kilomètres avant ou après l'hivernation (Rudebeck 1965; Mulhauser & Vernier 1994). Il est donc inévitable que, tôt ou tard, le frelon asiatique arrive par ses propres moyens en Suisse. En examinant la distribution actuelle en Europe, il semble que le frelon ait du mal à passer le Massif Central et les Pyrénées (les signalements espagnols concernent la côte basque), peut-être à cause du froid qui règne en hiver en

montage. On peut penser que le Jura ait le même effet et, donc, une invasion naturelle de la Suisse passerait plutôt par la région lémanique, l'Ajoie ou la région bâloise.

Les reines peuvent aussi se disperser cachées dans un grand nombre de marchandises et autres objets transportés. Le frelon est arrivé d'Asie sans doute par le commerce horticole, et les infestations isolées en Côte-d'Or, Ile-de-France, Alpes Maritimes et Bretagne sont probablement dues également à des importations accidentelles plutôt que par une dispersion naturelle. Les reines fécondées hivernent dans des cavités dans le bois, le sol ou autres supports, par exemple des matériaux de construction, emballages, containers, etc. Tous ces supports peuvent être facilement déplacés sans contrôle en Europe. On peut donc s'attendre à une dispersion rapide du frelon sur le continent. Une nouvelle importation directe d'Asie n'est également pas à exclure, quoique moins probable.

L'arrivée du frelon asiatique en Suisse est donc quasi inéluctable, que ce soit par voies naturelles ou par importation accidentelle. Depuis la découverte des premiers nids en 2004 dans le sud-ouest de la France, le frelon a parcouru plus de 500 km. On peut donc penser qu'il entrera en Suisse dans les cinq prochaines années.

8.2 Probabilité d'établissement et de dispersion

Si des reines fécondées arrivent en Suisse, elles vont probablement trouver toutes les conditions nécessaires pour s'établir et se multiplier, du moins à basse altitude. Le frelon est polyphage et n'a pas de besoins alimentaires et écologiques particuliers, si ce n'est la proximité d'eau en zone sèche pour construire son nid et des conditions climatiques favorables. Les besoins thermiques et les limites climatiques du frelon asiatique, en particulier de la variété *V. velutina nigrithorax*, ne sont pas encore bien connus. Mais selon le modèle climatique utilisé par Rome *et al.* (2009) et basé sur la distribution actuelle de la variété en Asie et en France, une bonne partie de l'Europe occidentale est susceptible d'être envahie. En appliquant ce modèle à la Suisse, il apparaît que les régions les plus propices à l'établissement du frelon asiatique sont la région lémanique et la région bâloise, ainsi que le plateau et le Tessin (Fig. 2). Au vu de la dispersion du frelon en France, il est probable que, quand une population s'établira en Suisse, l'invasion des régions de basse altitude se fera rapidement, à l'exception du Tessin, la barrière des Alpes ne pouvant être franchie naturellement.

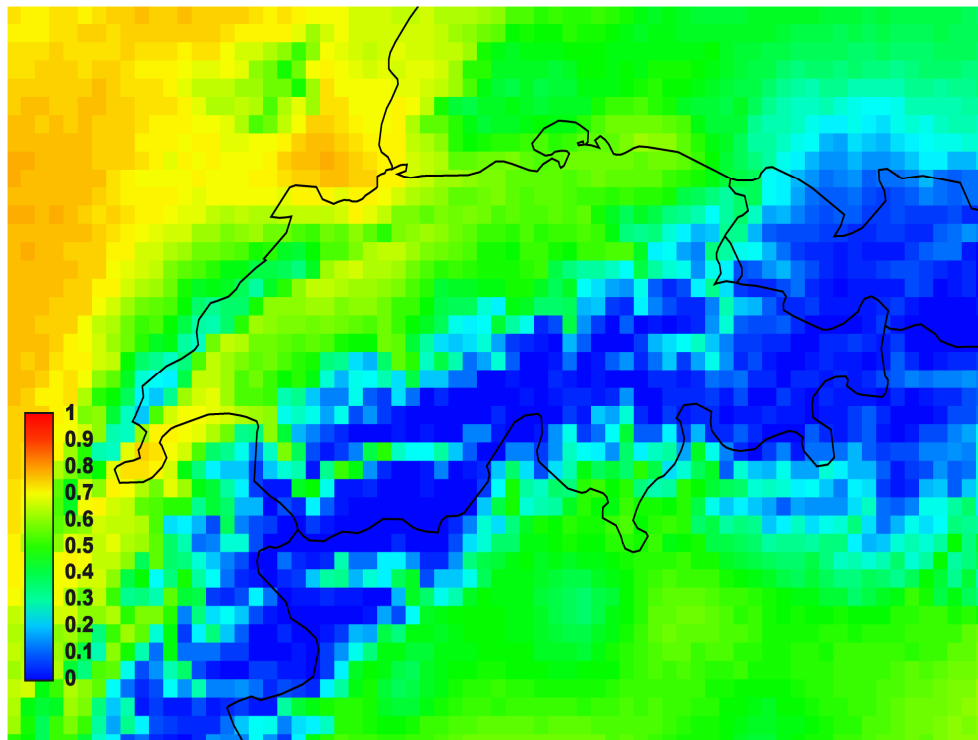


Fig.2. Modélisation de la probabilité d'établissement de *Vespa velutina nigrithorax* en Suisse sur la base de données d'occurrence asiatiques (21 données) et françaises (32 données sélectionnées au hasard). Modèle Maxent, adapté de Rome *et al.* (2009). La probabilité de survie augmente du bleu au rouge.

8.3 Impact économique

La valeur commerciale totale des produits de l'apiculture Suisse (miel, mais aussi pollen, cire, etc.) a été estimée à 64.7 millions de Francs par an dans la période 1993-2002. La valeur indirecte engendrée par la pollinisation des fruits et baies a, elle, été estimée à 268.2 millions par an (Flury *et al.* 2004). Il est encore difficile à l'heure actuelle de mesurer l'impact du frelon asiatique sur l'apiculture dans les régions envahies et, *a fortiori*, dans les régions à risque. Bien que les informations à ce sujet soient contradictoires, il est probable que les dégâts potentiels du frelon asiatique sur les ruches soient moindres que ceux causés par d'autres problèmes tels que le *Varroa* ou les viroses. Cependant, le frelon est clairement un facteur supplémentaire de fragilisation des ruches et beaucoup d'apiculteurs, déjà très affectés par l'augmentation des pertes de colonies ces dernières années et par le faible rendement économique actuel des ruches, risquent d'abandonner leur activité face à ce nouveau problème. Depuis 1946, le nombre de colonies d'abeilles mellifères en Suisse est passé de 350'000 à 190'000 (Flury *et al.* 2004).

L'invasion de *V. velutina nigrithorax* en Suisse engendrerait aussi des coûts indirects liés, entre autres, à la destruction des nids, aux campagnes d'information et de surveillance, aux piqûres et au financement de la recherche. De plus, de par son impact sur les abeilles domestiques et autres pollinisateurs, le frelon peut théoriquement avoir des conséquences sur la pollinisation et le rendement des cultures fruitières et autres, bien que ces conséquences soient difficiles à mesurer.

8.4 Impact environnemental

L'impact du frelon asiatique sur la biodiversité et les écosystèmes indigènes est sans nul doute le plus difficile à estimer. L'étude de son régime alimentaire montre qu'il se nourrit d'un grand nombre d'arthropodes différents, dont beaucoup sont considérés comme bénéfiques de par leurs activités de prédateurs ou pollinisateurs. Ces proies sont destinées aux larves, les adultes se nourrissant d'aliments sucrés comme le miellat ou les fruits. La complexité du régime alimentaire fait que les impacts et leurs mécanismes peuvent être multiples et sont difficiles à étudier.

Il est à noter que beaucoup de Vespidae sociaux introduits dans de nouvelles régions causent des dégâts importants à la biodiversité et aux écosystèmes. Dans la plupart des cas, l'impact a été compris et mesuré de nombreuses années après l'introduction de l'insecte. Les dégâts sur l'environnement par les Vespidae invasifs et les mécanismes menant à ces dégâts sont variés (Kenis *et al.* 2009). L'exemple le plus étudié est celui des deux guêpes communes européennes, *Vespula germanica* et *Vespula vulgaris*, en Nouvelle Zélande. On les retrouve en très grand nombre dans les hêtraies indigènes, où elles se nourrissent d'invertébrés vulnérables et entrent en compétition pour la nourriture avec des oiseaux et invertébrés rares. Elles modifient également les cycles des nutriments en pillant le miellat, très abondant dans ces forêts, réduisant la quantité de carbone disponible pour les microorganismes dans la phyllosphère et le sol (Beggs 2001). *Vespula germanica* est également introduite en Australie, où on la suspecte d'être responsable du déclin du poliste indigène *Polistes humilis* (Kasper *et al.* 2004), et en Patagonie, où elle se nourrit d'au moins neuf ordres d'insectes, devenant un des prédateurs principaux des steppes du sud du continent sud-américain (Sackmann *et al.* 2000). A Hawaii, une guêpe nord-américaine, *Vespula pensylvanica*, attaque un grand nombre d'espèces d'arthropodes indigènes et entre en compétition avec les prédateurs locaux, y compris les oiseaux (Gambino *et al.* 1987; Gambino 1992). Le poliste sud-américain *Polistes versicolor* est considéré comme très envahissant aux Galapagos, où il se nourrit de 17 à 154 g. d'insectes par hectare et par jour, principalement des lépidoptères, entrant également en compétition avec les pinsons des Galapagos et des arthropodes prédateurs (Causton *et al.* 2006). Son congénère européen, *P. dominula* a envahi l'Amérique du Nord où il est plus compétitif que l'espèce indigène *P. fuscatus*, représentant un danger pour ce dernier (Liebert *et al.*, 2006).

Il n'est pas sûr que *V. velutina* ait ce type d'impact en Europe. Il est d'ailleurs à noter que le frelon européen, *Vespa crabro*, est introduit en Amérique du Nord où il ne semble pas poser de problème particulier. Cependant, toutes les espèces de Vespidae envahissantes causant des dégâts écologiques ont la particularité de développer des populations très abondantes, dépassant en nombre les espèces indigènes qui occupent une niche écologique semblable dans la région envahie (Beggs *et al.* 2011). C'est également le cas pour *V. velutina* en France, dont l'abondance dépasse largement celle de *V. crabro*. Il est donc urgent d'étudier l'impact écologique de *V. velutina* en Europe afin de mieux évaluer la gravité de l'invasion et de décider des mesures adéquates.

8.5 Impact social et sanitaire

L'invasion de *V. velutina* dans le sud-ouest de la France a attiré énormément l'attention du public et des médias, au point que le frelon est probablement l'organisme envahissant dont on parle le plus dans la région. Cette importance, peut-être exagérée au vu de son importance relative, est bien sûr due à deux facteurs: son impact visible sur les ruches, mobilisant tout un secteur apicole déjà affecté par

l'accumulation de différents problèmes sanitaires ces dernières années, et l'image du frelon en tant qu'insecte agressif et dangereux pour l'homme.

Dès son arrivée en France, le frelon a engendré des conflits entre les apiculteurs, les autorités locales et le monde scientifique, illustrés par des échanges virulents trouvés en abondance sur les forums internet. Les apiculteurs reprochent aux autorités leur passivité alors que les chercheurs reprochent aux apiculteurs et à certaines autorités d'utiliser et de promouvoir des méthodes de contrôle inutiles et néfastes aux insectes non-cibles. En Suisse, cette situation pourrait être évitée par des campagnes d'informations appropriées et l'établissement de plateformes de dialogues entre les parties avant l'arrivée du frelon.

La piqure du frelon asiatique est douloureuse comme celle du frelon européen. Il n'est cependant pas plus agressif que son congénère européen et bien moins que les guêpes, qui ont plus tendance que les frelons à entrer en contact avec l'homme à la recherche de nourriture sucrée à la fin de l'été. L'invasion du frelon asiatique en France ne s'est d'ailleurs pas accompagnée d'une augmentation significative de cas de piqûres d'Hyménoptères (De Haro *et al.* 2010). Les risques de piqure de frelon surviennent surtout lorsqu'on s'approche de trop près des nids. Comme pour les guêpes et les abeilles, la piqure de frelon peut être dangereuse lorsque: (1) elle se situe sur une partie du corps sensible, par exemple la gorge (très rare chez le frelon, celui-ci étant moins attiré par les boissons sucrées que la guêpe); (2) lorsqu'elle est multiple, ce qui est possible lorsque les nids sont dérangés; (3) lorsque le sujet piqué est allergique au venin de frelon, très proche de celui de la guêpe (par contre, les cas d'allergie croisée avec l'abeille sont rares). En moyenne, les piqûres de guêpes et abeilles provoquent chaque année le décès de 3 à 4 personnes en Suisse et d'environ 200 en Europe (Hausmann *et al.* 2010).

8.6 Conclusion de l'évaluation du risque

Il est très probable que le frelon asiatique entrera ces prochaines années en Suisse, et qu'il s'établira et se dispersera rapidement dans les régions de basse altitude. Selon les connaissances actuelles nous estimons que son impact en Suisse sera probablement «modéré», en comparaison avec d'autres organismes envahissants. Cependant, l'évaluation d'impact comporte encore beaucoup d'éléments d'incertitude, en particulier concernant l'impact sur l'apiculture et sur l'environnement.

9 Recommandations à court et moyen termes

Au vu de l'arrivée quasi-inéluctable du frelon asiatique sur le territoire suisse, nous suggérons les recommandations suivantes:

9.1 Communication du risque

Afin d'éviter les conflits observés en France entre les apiculteurs, les autorités et le monde scientifique, il est essentiel d'initier dès à présent le dialogue et d'organiser des campagnes d'information appropriées pour aviser le public et les apiculteurs du risque de la présence du frelon asiatique en Suisse. Une bonne information du public et des apiculteurs permettrait aussi de noter l'arrivée du frelon le plus rapidement possible et d'intervenir dès l'apparition des premières colonies, ainsi que d'éviter le piégeage massif et non-sélectif qui est inefficace et représente un risque pour la biodiversité.

9.2 Surveillance

Une bonne information du secteur apicole et du public permettrait d'organiser un programme de surveillance efficace sur le territoire Suisse. La participation du public dans la surveillance des invasions biologiques a souvent montré son efficacité, par exemple pour la coccinelle asiatique (Eschen *et al.* 2007). Une plateforme nationale d'information sous forme de site internet pourrait non seulement informer le public mais aussi récolter les données éventuelles concernant la présence de *V. velutina* en Suisse. Dans le cas du frelon, il est conseillé de surveiller la présence de nid à la cime des arbres situés particulièrement à proximité de cours d'eau, des grandes voies de circulation et dans les zones urbaines. Les nids sont plus visibles en automne après la chute des feuilles. La surveillance par piégeage au moyen de pièges non sélectifs est à éviter, mais l'utilisation de pièges sélectifs actuellement développés en France pourrait être considérée.

9.3 Recherche

Toute invasion biologique est susceptible de générer un grand nombre de sujets de recherche, tant dans le domaine fondamental qu'appliqué. Au vu de cette évaluation de risque, il nous semble que les connaissances dont nous avons le plus besoin pour établir une stratégie efficace contre le frelon asiatique concernent son impact réel sur les ruches et l'environnement ainsi que le développement de méthodes efficaces de surveillance et de lutte. Plus précisément:

- *Evaluation de l'impact du frelon asiatique sur les ruches dans les régions déjà envahies.* Des études sont actuellement réalisées en France concernant le comportement du frelon vis-à-vis des ruches. Par contre, à notre connaissance, aucune étude quantitative d'impact sur la survie des ruches et la production de miel n'est actuellement effectuée.
- *Evaluation de l'impact écologique sur la biodiversité et les écosystèmes indigènes.* Des chercheurs français du Muséum National d'Histoire Naturelle sont en train de déterminer la composition de la diète du frelon asiatique. Une fois celle-ci déterminée, il s'agira d'évaluer l'impact du frelon sur les populations des proies les plus sensibles, ainsi que sur celles des compétiteurs les plus proches comme le frelon européen. Idéalement, ce type d'étude devrait être initié dans des régions encore non envahies pour pouvoir comparer les situations des espèces vulnérables avant et après invasion.
- *Développement de méthodes de surveillance et de lutte.* Des pièges spécifiques sont actuellement à l'étude par les chercheurs de l'INRA et du Muséum National d'Histoire Naturelle dans le but de limiter la pression des frelons sur les ruches. Ils permettront peut-être de cibler spécifiquement les frelons asiatiques aux alentours immédiats des ruches. De même, on peut envisager de développer des modèles de ruches où les abeilles seraient moins exposées aux attaques du frelon ainsi que des méthodes de destruction des nids plus pratiques et moins nocives. Cependant, à long terme, une baisse durable des populations du frelon asiatique ne pourra probablement venir que d'une augmentation de la mortalité due aux ennemis naturels. Il est possible qu'un parasite, un prédateur ou un pathogène du frelon européen s'adapte à *V. velutina* et, dans ce contexte, il serait souhaitable de comparer les complexes d'ennemis naturels des deux espèces de frelon en Europe et vérifier si des ennemis naturels indigènes ont déjà adopté l'envahisseur. De même, il serait intéressant d'étudier les facteurs de mortalité naturels du frelon asiatique dans la région d'origine. A notre

connaissance, il n'y a pas d'étude approfondie sur la biologie et l'écologie du frelon asiatique dans sa région d'origine, en particulier sur ses ennemis naturels. Une étude comparative entre la région d'origine et d'introduction permettrait de mieux comprendre la dynamique de population du frelon sur les deux continents et d'évaluer la possibilité de lutte biologique par importation d'ennemis naturels d'Asie. Cependant, ce type d'étude est coûteux et compliqué, en particulier avec un insecte tel que le frelon, et les chances de trouver en Asie un ennemi naturel efficace et spécifique à *V. velutina* sont faibles. Dès lors, cette étude ne se justifierait que si l'impact économique ou écologique du frelon asiatique en Europe s'avérait important.

10 Remerciements

Nous remercions Claire Villemant, Quentin Rome et Franck Müller (Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, France) et Denis Thiéry (INRA Bordeaux, France) pour leur aide et les discussions enrichissantes, ainsi que pour leurs commentaires sur le rapport. Cette étude a été financée par l'Office Fédéral de l'Environnement.

11 Références

- Arca M., Capdevielle-Dulac C., Nadeau C., Villemant C., Arnold G. & Silvain J.-F. (2009a) Genetic characterization of the invasive populations of *Vespa velutina* in France. Apimondia, Montpellier, France, 15-20 Septembre.
- Arca M., Papachristoforou A., Maher N., Arnold G. & Rortais A. (2009b) Defensive behaviour of *Apis mellifera* against the invasive Asian Hornet (*Vespa velutina*) in south-west of France. Apimondia, Montpellier, France, 15-20 Septembre.
- Beggs J. (2001) The ecological consequences of social wasps (*Vespula* spp.) invading an ecosystem that has an abundant carbohydrate resource. *Biological Conservation* **99**(1): 17-28.
- Beggs J., Brockerhoff E., Corley J., Kenis K., Masciocchi M., Muller F., Rome Q. & Villemant C. (2011) Invasive hornets and wasps. In: H. Roy, R. Ware, L. Handley-Lawson, P. De Clercq, E. Wajnberg (eds). Invasive arthropod predators and parasitoids: an ecological approach (soumis).
- Carpenter J.M. & Kojima J.-I. (1997) Checklist of the species in the subfamily Vespinae (Insecta: Hymenoptera: Vespidae). *Natural History Bulletin Ibaraki University* **1**: 51-92.
- Castro L. & Pagola-Cardé S. (2010) *Vespa velutina* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Vespidae), recolectada en la Península Ibérica. *Heteropterus Revista de Entomología* **10**(2): 193-196.
- Causton C.E., Peck S.B., Sinclair B.J., Roque-Albel L., Hodgson, C.J. & Landry B. (2006) Alien insects: threats and implications for conservation of Galápagos Islands. *Annals of the Entomological Society of America* **99**:121–143.
- De Haro L., Labadie M., Chanseau P., Cabot C., Blanc-Brisset I. & Penouil F. - National Coordination Committee for Toxicovigilance (2010) Medical consequences of the Asian black hornet (*Vespa velutina*) invasion in Southwestern France. *Toxicon* **55**: 650–652.
- Edwards R. (1980) Social wasps: their biology and control. *East Grinstead, Rentokil*, 398 p.
- Eschen, R., Babendreier, D., Nauer, S., Bigler, F. & Kenis, M. (2007) Surveys for ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) in Switzerland and confirmation of the presence of the invasive alien ladybird species *Harmonia axyridis* (Pallas). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* **80**: 7-14.

- Gambino P. (1992) Yellowjacket (*Vespula pensylvanica*) predation at Hawaii Volcanoes and Haleakala National Parks: identity of prey items. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* **31**:157-164.
- Gambino P., Medeiros A.C. & Loope L.L. (1987) Introduced vespids *Paravespula pensylvanica* prey on Maui's endemic arthropod fauna. *Journal of Tropical Ecology* **3**(2):169-170.
- Haxaire J., Bouguet J.-P. & Tamisier J.-Ph. (2006) *Vespa velutina* Lepeletier, 1836, une redoutable nouveauté pour la faune de France (Hymenoptera, Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* **111**(2): 194.
- Hausmann O., Jandus P., Haeberli G., Müller U.R. & Helbling A. (2010) Allergie aux venins d'insectes – les piqûres de guêpes et d'abeilles en sont les principaux déclencheurs. *Forum Médical Suisse* **10**: 698-704.
- Jourdain D. (2010). Combattre les idées fausses sur le frelon asiatique. *Document PDF téléchargeable sur le site web de la DRAAF (Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt) Aquitaine*: http://draaf.aquitaine.agriculture.gouv.fr/article.php3?id_article=653.
- Kasper M.L., Cooper S.J.B., Perry K.D. & Austin A.D. (2004) Assessment of prey overlap between a native (*Polistes humilis*) and an introduced (*Vespula germanica*) social wasp using morphology and phylogenetic analyses of 16S rDNA. *Molecular Ecology* **13**: 2037–2048.
- Kenis M., Auger-Rozenberg M.-A., Roques A. Timms L., Péré C., Cock M.J.W., Settele J., Augustin S. & Lopez-Vaamonde C. (2009) Ecological effects of invasive alien insects. *Biological Invasions* **11**: 21-45.
- Kim J.K., Choi M. & Moon T.Y. (2006) Occurrence of *Vespa velutina* Lepeletier from Korea, and a revised key for Korean *Vespa* species (Hymenoptera : Vespidae). *Entomological Research* **36**: 112-115.
- Liebert A.E., Gamboa G.J., Stamp N.E., Curtis T.R., Monnet K.M., Turillatti S., Starks P.T. (2006) Genetics, behavior and ecology of a paper wasp invasion: *Polistes dominulus* in North America. *Annales Zoologici Fennici* **43**:595-624.
- Matsuura M. & Yamane S. (1990) *Biology of the Vespine wasps*. Springer-Verlag, Berlin, 323 p.
- Mollet T. & De La Torre C. (2007) Fiche technique apicole : *Vespa velutina* – frelon asiatique. *Bulletin Technique Apicole* **34**(4): 205-210.
- Neiker-Tecnalia (2010). Avispa "*Vespa velutina*" <http://www.avisosneiker.com/c/plagas/avispa-vespa-velutina/>
- Perrard A., Haxaire J., Rortais A. & Villemant C. (2009). Observations on the colony activity of the Asian hornet *Vespa velutina* Lepeletier 1836 (Hymenoptera: Vespidae: Vespinae) in France. *Annales de la Société entomologique de France* **45**(1): 119-127.
- Rasplus J.Y., Villemant C., Paiva M.R., Delvare G. & Roques A. (2010) Hymenoptera. Chapter 12. In: Roques A., Kenis M., Lees D. et al. (eds) Arthropod invasions in Europe. *BioRisk* **4**: 669-776.
- Rome Q., Muller F., Gargominy O. & Villemant C. (2009a) Bilan 2008 de l'invasion de *Vespa velutina* Lepeletier en France (Hymenoptera, Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* **114**: 297-302.
- Rome Q., Gargominy O., Jiguet F., Muller F. & Villemant C. (2009b) Using Maximum Entropy (MAXENT) models to predict the expansion of the invasive alien species *Vespa velutina* var. *nigrithorax* Du Buysson, 1905 (Hym.: Vespidae), the Asian hornet, in Europe. *Apimondia*, Montpellier, France, 15-20 Septembre 2009.
- Rome Q., Muller F., Théry T., Andrivot J., Haubois S., Rosentstiehl E. & Villemant C. (2011) Impact sur l'entomofaune des pièges à bière ou à jus de cirier utilisés dans la lutte contre le frelon asiatique. *Compte rendu de la Journée Scientifique Apicole* (sous presse).
- Rortais A., Villemant C., Gargominy O., Rome Q., Haxaire J., Papachristoforou A. & Arnold G. (2010) A new enemy of honeybees in Europe: the Asian hornet *Vespa*

- velutina*. In: Settele J. et al. (eds.) Atlas of Biodiversity Risk. Pensoft Publishers, Sofia-Moscow, p.181.
- Rudebeck G. (1965) On a migratory movement of wasps, mainly *Vespula rufa* (L.) at Falsterbo, Sweden. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London* **40**:1-8.
- Sackmann P., D'Adamo P., Rabinovich M., Corley J. (2000) Arthropod prey foraged by the German wasp (*Vespula germanica*) in NW Patagonia, Argentina. *New Zealand Entomologist* **23**: 55-59.
- Villemant C., Haxaire J.P. & Streito J.C. (2006a) La découverte du Frelon asiatique *Vespa velutina*, en France. *Insectes* **143**(4): 3-7.
- Villemant C., Haxaire J.P., Streito J.C. 2006b. Premier bilan de l'invasion de *Vespa velutina* Lepeletier en France (Hymenoptera, Vespidae). *Bulletin de la Société Entomologique de France* **111**: 447-450.
- Villemant C., Rome Q. & Muller F. (2010a) *Vespa velutina*, un nouvel envahisseur prédateur d'abeilles. *Lettre de la SECAS* **62**:14-18.
- Villemant C., Rome Q. & Haxaire J. (2010b) Le Frelon asiatique (*Vespa velutina*). In Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. 2010. *Inventaire national du Patrimoine naturel, site Web*. <http://inpn.mnhn.fr>
- Villemant C., Barbet-Massin M., Perrard A., Muller F., Gargominy O., Jiguet F., & Rome Q. (2011) Using niche models to predict the global invasion risk by the alien bee-hawking yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* across Europe and other continents (soumis).