

Elevage de colonies de *Vespa velutina*, un prédateur d'abeilles domestiques récemment introduit en France

Olivier Bonnard^{1,2,3} Karine Monceau^{1,2} et Denis Thiéry^{1,2}

Résumé. Le frelon asiatique à pattes jaunes, *Vespa velutina*, est une espèce invasive récemment introduite en France. Il est notamment un facteur supplémentaire de stress pour les colonies d'abeilles domestiques *Apis mellifera* déjà affaiblies dans le contexte actuel. Afin d'étudier le comportement de ce prédateur, un élevage de nids en captivité a été mis au point. Cette technique permet d'étudier et de réaliser de nombreuses observations en toute sécurité. L'élevage en captivité de ces insectes ouvre ainsi de nouvelles perspectives pour réaliser des tests biologiques et comportementaux sur des individus produits en conditions contrôlées.

Mots clés : cage, comportement, espèce invasive, frelon à pattes jaunes, nid

Introduction

Originaire du sud-est de l'Asie, le frelon à pattes jaunes, *Vespa velutina nigrithorax*, a été détecté pour la première fois en France en 2004 dans le Lot et Garonne où deux nids ont été observés. Depuis, son expansion géographique et démographique n'a cessé de progresser (39 départements touchés en 2009, plus de 1000 nids recensés, INPN, 2010 ; au moins 2000 nids officiellement détruits en 2011 en Aquitaine et Midi-Pyrénées). Cette invasion biologique pose différents problèmes. Son impact est d'ordre écologique et agricole. Le régime alimentaire de cette espèce est constitué en grande partie d'hyménoptères (49 à 73%) et particulièrement d'abeilles domestiques, *Apis mellifera*, mais également d'autres pollinisateurs sauvages tel que le bourdon terrestre, *Bombus terrestris* (33 à 65% Villemant et al. 2011, O. Bonnard, K. Monceau et D. Thiéry, obs. pers.). La prédation sur les abeilles domestiques devient un problème économique majeur pour la profession apicole. Enfin, il représente un impact sociétal puisque qu'il est souvent installé en zone urbaine et péri-urbaine (Monceau *et al.* soumis), générant ainsi des nuisances à la population humaine. Néanmoins, le nombre de cas déclarés de piqûres par hyménoptère n'a pas augmenté dans les départements les plus touchés par l'invasion du frelon asiatique à pattes jaunes, et ce bien que le nombre de nids recensés pendant les quatre années sur lesquelles porte cette étude ait progressé. (de Haro *et al.* 2010). A ce jour, la quasi-totalité des attaques de frelons asiatiques sur l'homme en France ont eu lieu à proximité de nids actifs ou de nids décrochés mais incomplètement détruits, voire accidentellement lors de travaux de jardinage ou d'entretien d'espaces verts.

¹ INRA, ISVV, UMR 1065 Save (Santé et Agroécologie du Vignoble), F-33140 Villenave d'Ornon, France

² Université de Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro, UMR 1065 Save (Santé et Agroécologie du Vignoble), F-33140 Villenave d'Ornon, France

³ Correspondant: obonnard@bordeaux.inra.fr

Le cycle de vie du frelon à pattes jaunes s'établit sur une année (**Figure 1**). Au printemps, les fondatrices qui ont survécu à l'hiver construisent un nid primaire contenant quelques alvéoles dans lesquelles les larves des premières ouvrières sont pondues. A l'émergence de ces premières ouvrières fin juin, celles-ci prennent le relais de la reine pour agrandir le nid primaire, chasser et nourrir les larves. L'activité de la reine est alors uniquement consacrée à la ponte.

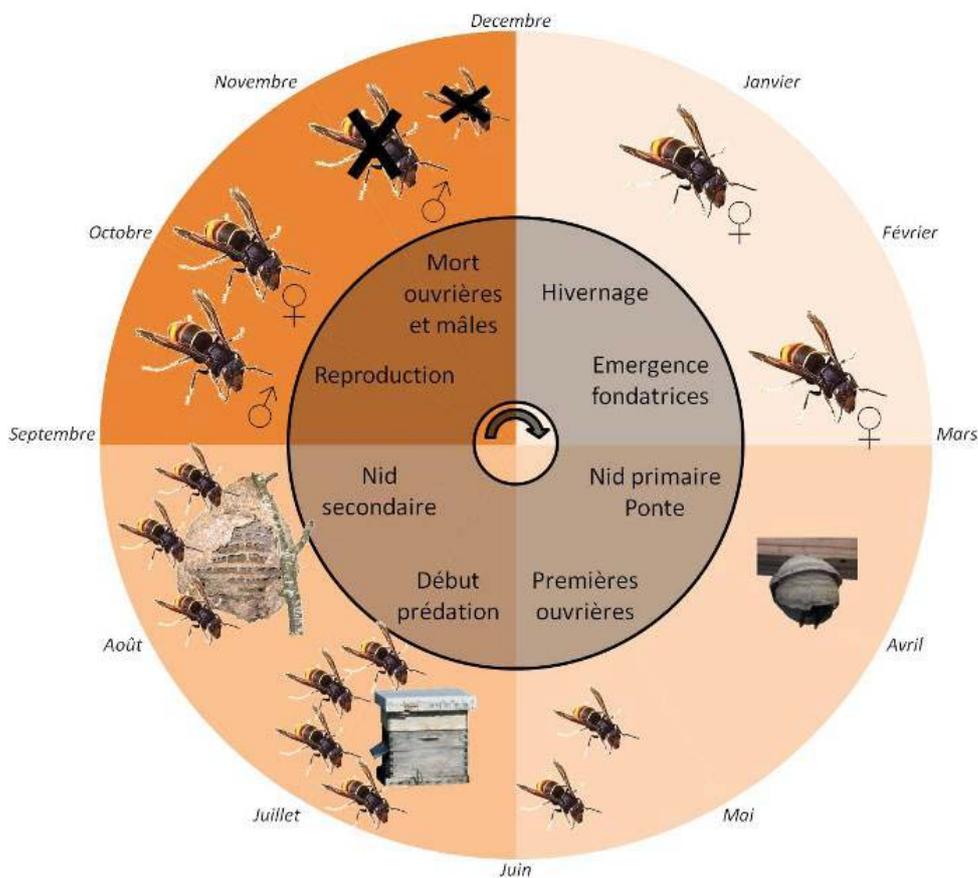


Figure 1. Cycle de vie de *Vespa velutina nigrithorax* © INRA.

Dès le mois de juillet, les ouvrières commencent à chasser les abeilles afin d'alimenter le couvain en protéines. La taille des nids de frelons à pattes jaunes évolue dans le temps jusqu'à l'automne. Si l'emplacement du nid ne permet plus d'agrandissement, des ouvrières vont alors initier un nid secondaire ailleurs sur un site plus favorable. En fin d'été et à l'automne, les nids accrochés dans les arbres sont en forme de gros sac qui peuvent atteindre des tailles considérables (50 cm de diamètre sur plus d'un mètre de haut, **Figure 2**). A cette période, l'activité de prédation sur les ruchers est maximale. C'est aussi le moment où les futures fondatrices et les mâles émergent et s'accouplent. A l'arrivée de l'hiver et des premiers grands froids, les futures fondatrices quittent le nid afin de trouver un endroit propice (souche d'arbre, abris, ...) pour hiberner jusqu'au retour du printemps. L'ancienne reine, les mâles et les dernières ouvrières meurent et ne passent pas l'hiver (Villemant *et al.* 2011).



Figure 2. Nid secondaire de *Vespa velutina* à la cime de l'arbre © INRA.

Comme lors de toute invasion biologique, les données relatives au comportement de l'espèce invasive sont indispensables à acquérir afin de maximiser l'efficacité des programmes de gestion (Roitberg, 2007). En particulier, chez un insecte social, il est important de connaître les régulations et les interactions entre individus au nid. Observer un nid *in natura* se révèle impossible et ce pour différentes raisons. Ceux-ci sont généralement établis dans la cime des arbres, souvent à plus d'une vingtaine de mètres de haut (**Figure 2**) et les frelons présentent un comportement très agressif de défense du nid. Afin de contourner ces problèmes, l'élevage en laboratoire se révèle être une bonne alternative. Néanmoins, l'élevage en captivité de nids d'insectes du genre *Vespa* est délicat et les tentatives se sont souvent soldées par des échecs (Martin, 1993). Il a même été prétendu que l'élevage des nids de frelons en captivité était impossible tant que les ouvrières ne pouvaient pas chasser à l'extérieur (Janet, 1895). Une étude réalisée récemment sur le frelon Européen, *Vespa crabro*, a montré que le maintien de nid en captivité était possible, permettant ainsi d'obtenir un cycle de vie complet du nid (Hoffmann *et al.* 2000). Plusieurs approches peuvent être envisagées. Dans leur étude, Hoffmann *et al.* (2000) ont, par exemple, permis à des fondatrices d'initier

un nid primaire ou éventuellement de réutiliser un nid généré l'année précédente. Dans le cas de *Vespa velutina*, les fondatrices ne réutilisent pas les nids déjà formés. Néanmoins, il est possible de récupérer un nid avec une colonie déjà active et de le placer en captivité.

1. Matériels et Méthodes

Les nids sont construits à partir d'écorce et de feuilles d'arbres que les frelons malaxent afin d'obtenir une sorte de pâte à papier. Ils sont situés le plus fréquemment dans des arbres à des hauteurs difficiles à atteindre sans nacelle ou perche télescopique (**Figure 2**). Néanmoins, de nombreux nids primaires sont trouvés chaque année sous des toitures, dans des bâtiments ouverts ou dans des haies. Ces nids, en général facile d'accès, constituent de bons sujets pour un élevage en laboratoire.

1.1. Etape 1 : le décrochage du nid

Si le nid est collé sur un mur, sous un plafond ou une poutre, il est possible d'intervenir directement. En revanche, si le nid se situe dans une haie ou sur une branche d'arbre, il faut d'abord couper les branches autour afin de dégager l'accès au nid. Cette opération aura pour conséquence de faire sortir les frelons du nid et de les rendre agressifs. Dans ce cas de figure, le décrochage du nid se fait le lendemain.

Avant le décrochage, un container d'une taille adaptée est placé en dessous du nid afin de pouvoir le récupérer sans l'endommager. Le décrochage doit être réalisé en quelques secondes, afin de limiter les sorties des frelons. Une fois le nid dans le container, le couvercle est aussitôt fermé. Pour le déplacement, la fermeture du couvercle doit être sécurisée.

1.2. Etape 2 : mise en cage

1.2. a. La cage

La cage d'élevage dont nous nous sommes servies a été spécifiquement conçue pour l'élevage des frelons (SDAR du centre Inra Bordeaux-Aquitaine, **Figures 3 et 4**). Elle dispose de grandes vitres en plexiglas permettant l'observation du nid, d'un tiroir horizontal coulissant permettant le nourrissage des frelons. Afin de sécuriser l'ouverture du tiroir, une plaque coulissante en inox permet d'occulter l'ouverture pendant l'extraction du tiroir. De plus, elle dispose de deux ouvertures avec du tulle résistant qui permettent de prélever des individus en introduisant une longue pince dans la cage *via* un de ces interstices. Une de ces ouvertures peut aussi permettre d'introduire des sondes de mesures dans le nid ou encore d'installer une caméra.

1.2. b. Procédure

Au laboratoire, les frelons à pattes jaunes sont anesthésiés soit par le froid (4°C) soit au CO₂. Les deux techniques présentent des avantages et des inconvénients. Deux heures en chambre froide sont nécessaires pour anesthésier un nid de la taille d'un petit ballon de foot contenant une centaine de frelons alors que quelques minutes seulement sont nécessaires pour le CO₂ (**Figure 5**). Néanmoins, pour le CO₂, une exposition prolongée peut euthanasier les frelons. Dans les deux cas, le transfert doit se faire rapidement car les frelons se réveillent rapidement (moins de cinq minutes) à température ambiante (20°C).

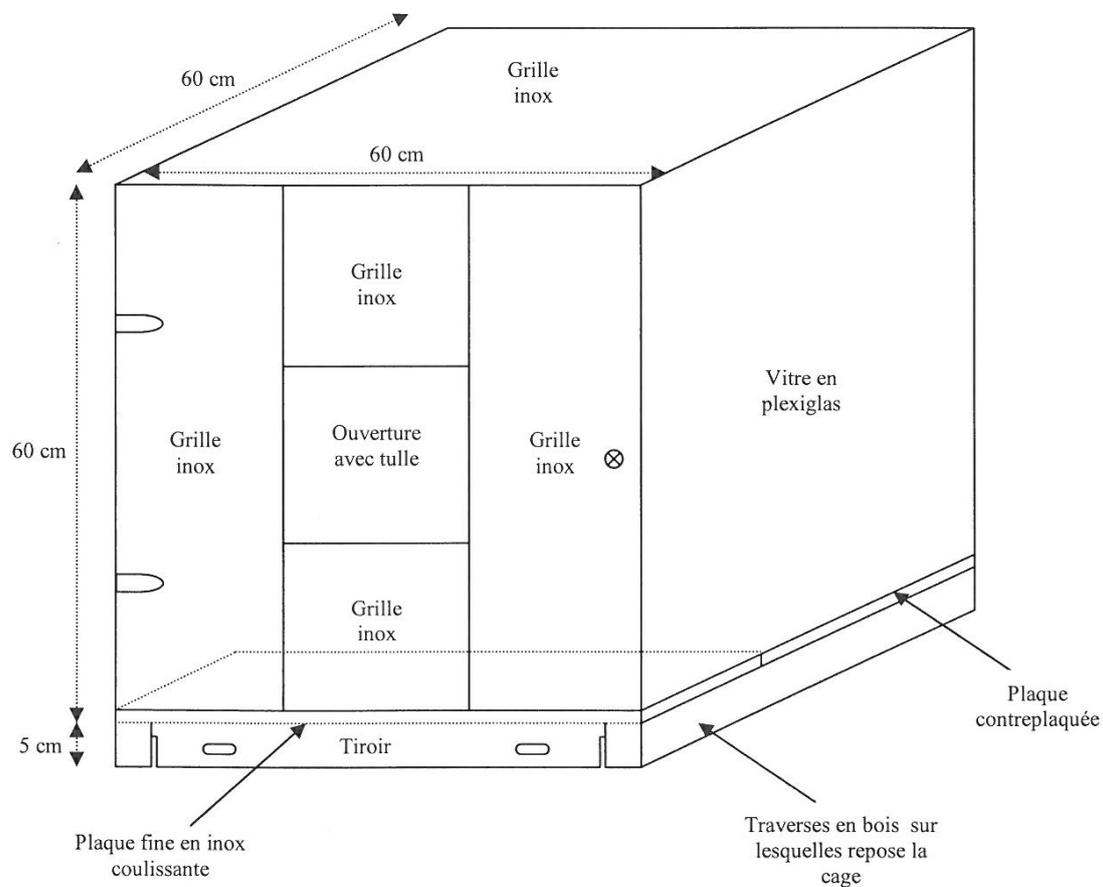


Figure 3. Plan de la cage d'élevage mise au point à l'Inra de Bordeaux.



Figure 4. a) Face avant de la cage avec ouverture en tulle et tiroir coulissant à fond inox, b) Fond de cage en contreplaqué avec plaque inox coulissante au dessus du tiroir, et c) Vue de la cage aménagée avec un nid secondaire installé côté plexiglas © INRA.



Figure 5. Anesthésie d'un nid avec du dioxyde de carbone © INRA.

1.3. Elevage du nid

1.3. a. Maintien

L'élevage est réalisé dans une pièce dont la température varie entre 20 et 25°C avec une photopériode correspondant à la photopériode extérieure. Des matériaux sont récupérés dans la nature afin de permettre aux frelons de construire ou consolider leur nid : des écorces d'arbre (catalpa, pin...), des feuilles mortes (châtaigniers, chêne...) ou une vieille souche d'arbre s'avèrent bien adaptés. Une source d'eau permanente est indispensable. Un nourrisseur d'entrée utilisé en apiculture est bien adapté car il permet la mise à disposition d'une grande quantité d'eau sans avoir à changer de récipient souvent.

1.3. b. Nourrissage

Les frelons en captivité sont nourris *ad libitum* avec du miel et du sirop de cassis pour une source de glucides (adultes) et avec de la pâtée pour chat ou du poisson frais pour les protéines et les lipides nécessaires au développement des larves. L'eau est également disponible sans limite. Les aliments sont déposés dans des boîtes de Petri dans le tiroir de nourrissage, après avoir fermé le fond de cage avec la plaque d'inox coulissante.

1.4. Exemples de nids élevés au laboratoire en 2011

Au cours de la saison 2011, plusieurs nids ont été récoltés *in natura* en Gironde et placés en contention au laboratoire. Ces nids ont été récupérés à différentes périodes et présentaient donc des stades de développement distincts (**Tableau 1**).

Tableau 1. Nids de *Vespa velutina* élevés au laboratoire en 2011. Les tailles des nids sont données en référence à une balle de golf (bg), un ballon de hand (bh) ou un ballon de foot (bf)

	Nid 1	Nid 2	Nid 3	Nid 4
Provenance	Artigues	Sainte Eulalie	Bommes	Yvrac
Stade de développement	Primaire précoce	Primaire tardif	Primaire tardif	Secondaire
Entrée au laboratoire	04/04/2011	15/06/2011	17/06/2011	19/08/2011
Etat	Intact	Abîmé	Intact	Très abîmé
Taille	Bg	bh	bh	bf
Œufs et larves	Absence	Présence	Présence	Présence

2. Résultats

Trois des quatre nids mis en captivité ont pu être maintenus au moins un mois au laboratoire (**Tableau 2**). Le seul nid qui n'a pas pu être conservé était le nid primaire précoce (nid 1). Après 15 jours, la fondatrice n'avait ni pondu ni progressé sur la construction du nid. Sur l'ensemble du temps d'élevage, les deux nids primaires tardifs (nid 3 et 4) ont eu le même type de comportement. Les ouvrières ont reconstruit et consolidé leurs nids très rapidement tout en maintenant l'activité de nourrissage des larves. Dans les deux cas, en fonction du nombre d'émergences, les nids ont été agrandis. Au niveau des dynamiques de population, les deux profils sont similaires : dans un premier temps la population dans la cage augmente, se stabilise puis chute drastiquement après 20 à 30 jours de captivité (**Figure 6**).

Tableau 2. Données populationnelles des nids élevés en captivité en 2011

	Nid 1	Nid 2	Nid 3	Nid 4
Durée de captivité (jours)	*	41	41	28
Nombre d'émergence	0	91	90	> 200
Production de mâle	non	non	oui	non
Nombre de galettes	1	1	2	4
Nombre de cellules	9	158	240	903
Nombre de reine	1	0	1	1
Modification de la structure	non	oui	oui	oui

* Non mesurée car ce nid ne contenait qu'une fondatrice inactive.

En ce qui concerne le nid secondaire (nid 4), la colonie a montré une activité intense de reconstruction du nid dès sa mise en cage. L'enveloppe du nid a été totalement reconstruite au bout de cinq jours de captivité. Une forte émergence d'individus a été constatée au bout de dix jours. La densité de frelons devenant trop importante, de nombreux trous sont apparus sur l'enveloppe externe du nid. Le même phénomène anarchique observé auparavant pour le nid de St Eulalie a été constaté. De nombreux frelons ont tenté de quitter la cage alors que d'autres sont restés complètement inactifs. De nombreuses larves ont été éliminées et 31 jours après la mise en cage, le nid était complètement mort (370 femelles).

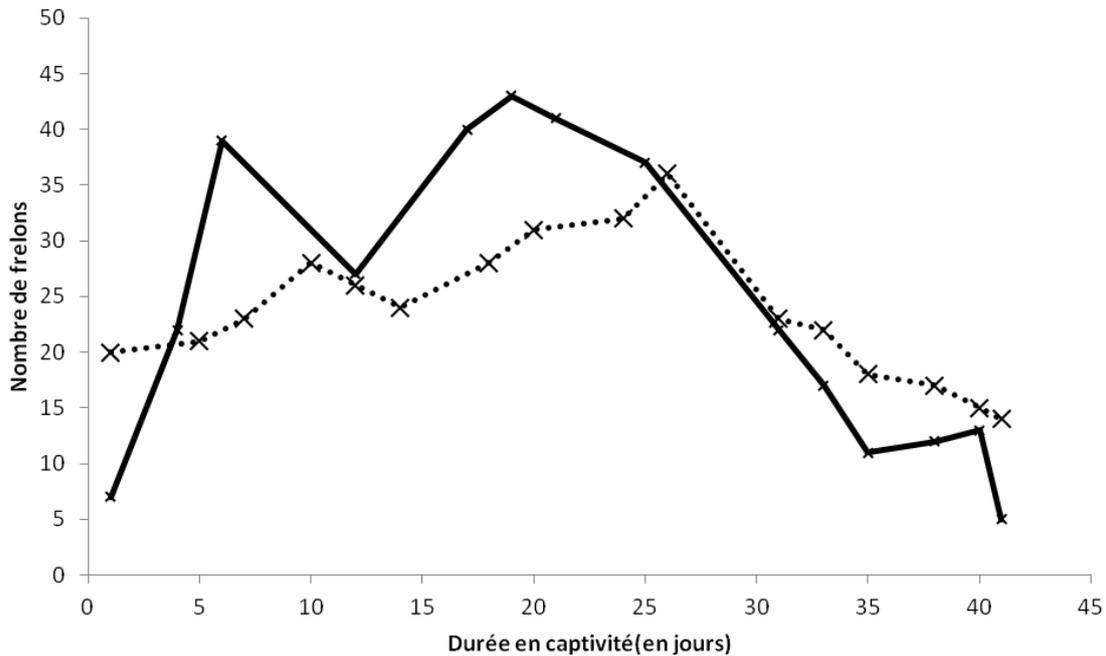


Figure 6. Evolution du nombre d'individus dans le nid de Sainte Eulalie (en trait plein) et dans le nid de Bommes (en pointillés).

3. Discussion

L'initiation du nid primaire et la production des premières ouvrières constituent le stade le plus critique dans le cycle de vie des Vespidae (Spradbery, 1973). Dans l'observation du nid 1, la fondatrice n'a pas pondu ni augmenté la taille de la colonie. Cela est probablement dû au fait qu'elle n'était pas accompagnée d'ouvrières lors de la mise en élevage. Cela suggère qu'à ce stade critique de développement du nid la présence d'ouvrières autour de la reine est indispensable à son bon fonctionnement et à sa croissance. Passé ce stade, il semble plus aisé de maintenir une colonie en captivité. Les nids primaires que nous avons récupérés ont pu être maintenus durant au moins un mois. Sur l'ensemble du temps d'élevage, les deux nids ont eu le même type de comportement. Les ouvrières ont reconstruit et consolidé leurs nids très rapidement tout en maintenant l'activité de nourrissage des larves. Dans les deux cas, en fonction du nombre d'émergences, il reste néanmoins difficile de comparer ces deux populations car elles n'étaient probablement pas au même stade et surtout le nid de Sainte Eulalie a probablement perdu sa reine avant la mise en cage, ce qui pourrait expliquer qu'il ait périclité plus rapidement que le nid de Bommes. Ce déclin a été spectaculaire et constaté au moment où la majorité des ouvrières a émergé. Le nid devenant trop petit, les ouvrières ont commencé à faire des trous dans le nid (**Figure 7**), allant jusqu'à détruire toute la partie qu'elles avaient reconstitué. Après cette phase, les ouvrières ont commencé à tuer les dernières larves puis elles se sont désintéressées du nid et ont passé leur temps soit de manière inactive soit en essayant de sortir de la cage.

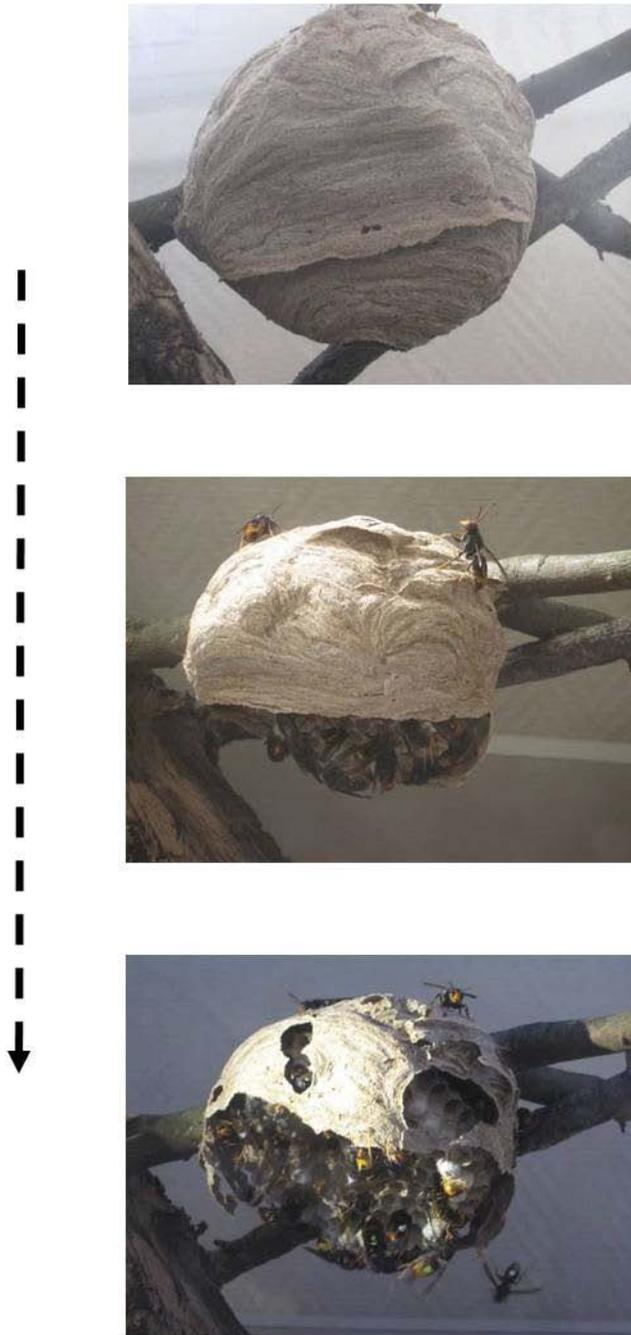


Figure 7. Destruction du nid de *St Eulalie* par les ouvrières © INRA.

Ce comportement de destruction anarchique n'a pas été observé sur le nid de *Bommes*. Le nid est resté en bon état jusqu'à la fin de l'élevage marqué par une inactivité des dernières ouvrières et la sortie de la reine du nid. Une des observations les plus intéressantes sur ce nid a été l'émergence de nombreux mâles peu de temps après la mise en cage. Cela ne va pas dans le sens de l'observation selon laquelle l'émergence des mâles n'interviendrait que vers le mois de septembre (Villemant *et al.* 2011). Cependant aucune étude n'avait relaté ces observations à une période beaucoup plus précoce (juillet). Ces mâles ont été agressés régulièrement par les ouvrières dès leur émergence, ce qui peut se révéler un point très important dans la compréhension du fonctionnement du cycle de cet insecte. Ce point nous semble donc mériter confirmation. Ce type de comportement des ouvrières vis-à-vis des

mâles laisse supposer que leur rôle n'est pas de rester au nid mais de disperser. Le fait que des mâles soient produit à cette période de l'année suggère que les reines puissent se ré-accoupler en cours de saison pour produire encore plus de descendants. L'agressivité des ouvrières à l'égard de ces mâles pourraient s'expliquer par un évitement de la consanguinité. De plus, il a été montré que les reines sont polyandres (Arca, 2012). D'un autre côté, les mâles ont pu être produits par une ouvrière car si les femelles ne sont pas fécondées elles produisent des mâles. Néanmoins, ce scénario est peu probable puisque dans ce nid, la reine était présente et active.

L'étude du dernier nid a montré qu'une trop grande densité d'individus dans la cage entraînait une destruction anarchique du nid. Cela nous a également permis de savoir qu'au-delà d'une centaine d'individus, il devient très difficile de maintenir un nid en captivité. De ce fait, seul les nids primaires seront dorénavant récupérés pour les expérimentations. De plus, il s'agissait ici de la première année où ce type d'élevage de *V. velutina* a été tenté.

Conclusion

Bien que le protocole mis en place n'ait pas permis le suivi d'un cycle de vie complet chez *V. velutina*, il permet tout de même de réaliser un certain nombre de mesures et d'observations en laboratoire et surtout avec un niveau de sécurité impossible à reproduire *in natura*. De ces différents essais, plusieurs points sont à retenir. Tout d'abord, l'absence d'ouvrière dans les premiers stades critiques de l'initiation d'un nid se révèlent être un facteur limitant pour le maintien en captivité. De même, l'absence d'une reine peut expliquer le fait qu'un de nos nids primaires ait périclité précocement. Néanmoins, de façon plus générale, le déclin des nids questionne la qualité de la nourriture que nous procurons aux frelons. Bien qu'elle permette de nourrir aussi bien les adultes que les larves, celles-ci manquent probablement de certaines substances que les frelons trouvent dans leur milieu naturel. Une piste intéressante à suivre serait de mettre des proies vivantes dans la cage. Enfin, la mise en contention d'un nid secondaire ne semble pas être une solution viable en laboratoire car la densité d'individus très agressifs autour du nid devient vite problématique, aussi bien pour les expérimentateurs que pour le nid lui-même. Ainsi, la solution la plus simple et la plus avantageuse pour étudier le comportement au nid des frelons à pattes jaunes reste la contention de nids primaires. A ce stade, il y a suffisamment d'individus pour observer les interactions entre individus sans que ça ne devienne trop difficile et trop dangereux pour les expérimentateurs.

Globalement, les essais sur les deux nids primaires ont permis de nombreuses observations intéressantes, ce qui ouvre un certains nombre de nouvelles pistes. Par exemple, il est rendu possible par ce protocole de réaliser des mesures des paramètres abiotiques (humidité, thermorégulation, ...) directement dans le nid. Ces mesures seront d'ailleurs tentées au printemps 2012 dans le cadre d'un projet de recherches soumis à la Région Aquitaine.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Christian Lacoste et le service des SDAR du Centre Inra Bordeaux Aquitaine pour nous avoir fourni des cages d'élevage fabriquées sur mesure, Jacques Martrenchar et Daniel Barnier, apiculteurs du Libournais pour leur aide précieuse dans la collecte de nids de frelons, Bernard Chauvin et Elorri Segura pour leur aide sur ce projet.

Références bibliographiques

- Arca M (2012) Caractérisation génétique et étude comportementale d'une espèce envahissante en France: *Vespa velutina* Lapeletier (Hymenoptera, Vespidae). PhD dissertation. Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- 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.
- Hoffmann WRE, Neumann P, Schmolz E (2000) Technique for rearing the European hornet (*Vespa crabro*) through an entire colony life cycle in captivity. *Insectes Sociaux*, **47**, 351-353.
- INPN (2010) *Vespa velutina*. Inventaire National du Patrimoine Naturel. <<http://inpn.mnhn.fr/>>
- Janet C (1895) Etudes sur les fourmis, les guêpes et les abeilles. Neuvième note. Sur *Vespa crabro* L. – Histoire d'un nid depuis son origine. *Mémoires de la Société Zoologique de France*, **8**, 1-140.
- Martin SJ (1993) Weight changes in adult hornets, *Vespa affinis* (Hymenoptera: Vespidae). *Insectes Sociaux*, **40**, 363-368.
- Roitberg BD (2007) Why pest management needs behavioral ecology and vice versa. *Entomological Research*, **37**, 14-18.
- Spradbery JP (1973) Wasps: An Account of the Biology and Natural History of Social and Solitary Wasps. University of Washington Press, Seattle.
- Villemant C, Muller F, Haubois S, Perrard A, Darrouzet E, Rome Q (2011) Bilan des travaux (MNHN et IRBI) sur l'invasion en France de *Vespa velutina*, le frelon asiatique prédateur d'abeilles. Proceedings of the Journée Scientifique Apicole – 11 February 2011, Arles (eds J-M Barbançon and M L'Hostis), pp. 3-12. ONIRIS-FNOSAD, Nantes.