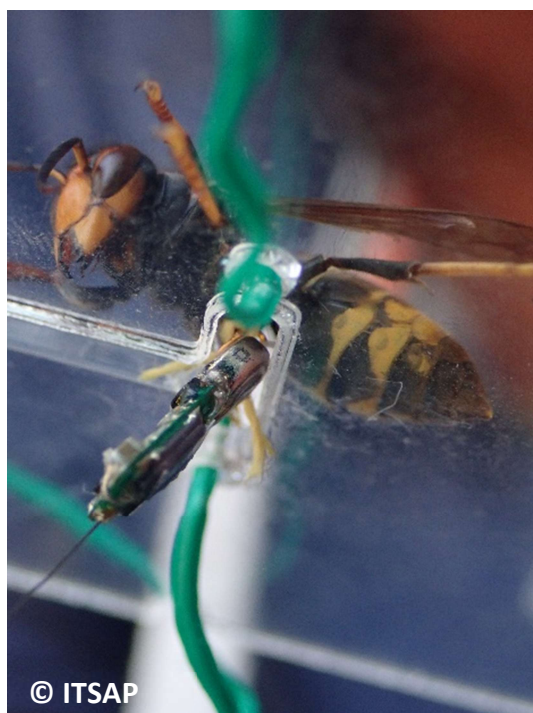


Manuel d'utilisation de la radiotéléométrie appliquée à la localisation des nids de Frelon asiatique, *Vespa velutina nigrithorax*



Rédaction :

Sophie Pointeau - ITSAP- Institut de l'abeille, BOREAL Innovation

Mathieu Stalin - ITSAP- Institut de l'abeille

Julien Vallon - ITSAP- Institut de l'abeille

Edité le : Janvier 2022

SOMMAIRE

I. LE PROJET

II. LA RADIOTELEMETRIE

III. PROTOCOLE

III.1. MATERIEL NECESSAIRE

III.1.1. MATERIEL DE RADIOTELEMETRIE

III.1.2. MATERIEL DE CAPTURE ET MARQUAGE

III.1.3. SECURITE DE L'OPERATEUR

III.2. CAPTURER LE FRELON

III.3. MARQUER LE FRELON AVEC LA BALISE RADIO-EMETTRICE

III.4. RELACHER ET SUIVRE LE FRELON AVEC L'ANTENNE RADIO-RECEPTRICE

IV. INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT

IV.1. LE PAYSAGE

IV.2. LA METEO

IV.3. EXEMPLES DE LOCALISATION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REMERCIEMENTS

I. LE PROJET

Depuis sa détection dans le sud-ouest de la France en 2004, le Frelon asiatique (*Vespa velutina nigrithorax*), aussi appelé **frelon à pattes jaunes**, a colonisé l'ensemble du territoire métropolitain à l'exception de deux départements de l'Est et la Corse. Cette espèce prédatrice généraliste et opportuniste chasse de nombreux insectes, et cible les proies localement abondantes dont l'abeille domestique (Rome et al., 2021). Sa présence sur le territoire est un élément de perturbation supplémentaire contribuant au déclin de la biodiversité, en particulier les pollinisateurs dont l'abeille domestique. La prédation que le frelon exerce sur les abeilles impacte directement les colonies par la capture des butineuses ; et peut compromettre la préparation à l'hivernage et la survie des colonies car la présence des frelons devant les ruches paralyse l'activité de vol (Requier et al., 2018). Pour ces raisons, le frelon à pattes jaunes est classé danger sanitaire de 2ème catégorie pour l'abeille domestique en France (2012) et espèce exotique envahissante (EEE) préoccupante pour l'Union Européenne (2016). Dans le cadre de ses missions, l'ITSAP-Institut de l'abeille, en partenariat avec l'UMS PatriNat (Muséum national d'Histoire naturelle), expérimente des méthodes de lutte et de protection des ruchers.

L'éradication du frelon à patte jaunes n'est pas un objectif réaliste à ce jour. Pour l'heure, la détection et la destruction précoce des nids est la stratégie la plus prometteuse pour réduire les populations de frelons à pattes jaunes. L'efficacité de cette approche reste cependant réduite du fait de la difficulté à localiser les nids de façon systématique. Diverses méthodes ont été investiguées par les scientifiques et, à ce jour, seule celle basée sur le principe de détection par **radiotélémétrie** présente un degré de maturité suffisant pour envisager son transfert vers des acteurs de terrain. Si la démonstration du fonctionnement de la méthode a été faite dans un environnement opérationnel (Kennedy et al., 2018), elle n'a pas été suffisamment évaluée dans des contextes différents et ses capacités à être transférée aux acteurs socio-économiques (collectivités, structure sanitaire ou apicole, sociétés de désinsectisation...) restent à définir.

L'ITSAP-Institut de l'abeille et l'ADAPI (Association de Développement de l'Apiculture Provençale) sont chargés de l'acquisition, de l'expérimentation et du transfert de la technologie pour la Communauté de Communes du Golfe de Saint Tropez (CCGST) dans le cadre de l'action « Adaptation au changement climatique pour la préservation de la biodiversité régionale / Lutte contre les organismes nuisibles (les frelons asiatiques) » (Convention de partenariat du 17 février 2020) présenté au Conseil Régional SUD Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Ce manuel, basé sur les travaux de l'ITSAP-Institut de l'abeille et de l'ADAPI réalisés dans le cadre de ce projet, présente les modalités d'utilisation de la méthode de radiotélémétrie appliquée à la localisation des nids de frelon à pattes jaunes.

II. LA RADIOTELEMETRIE

La méthode de radiotélémétrie appliquée à la localisation des nids de frelon à pattes jaunes (Kennedy et al., 2018) repose sur le principe de suivi d'une ouvrière frelon jusqu'à son nid grâce aux ondes radio. Cette méthode nécessite d'attacher une balise radio-émettrice à une ouvrière frelon capturée sur un site de présence naturel (ex : rucher, proximité de peupliers, étale de marché) ou artificiel (appâts). L'ouvrière frelon, équipée de la balise, est ensuite relâchée et suivie jusqu'à son nid à l'aide d'une antenne radio-réceptrice et d'un boîtier receveur. Après avoir caractérisé les modalités techniques du marquage, Kennedy et al. (2018) ont été en mesure de localiser des nids jusqu'à 1,33 km des points de lâché.

L'ITSAP-Institut de l'abeille et l'ADAPI ont acquis le savoir-faire de la méthode auprès de Peter Kennedy (Environnement and Sustainability Institute, Université d'Exeter, Royaume-Uni) et ses collaborateurs. Ce protocole synthétise les différentes étapes à suivre et les conseils pratiques pour mettre en œuvre cette méthode sur le terrain.

III. PROTOCOLE

III.1. MATERIEL NECESSAIRE

III.1.1. MATERIEL DE RADIOTELEMETRIE

Le matériel de radiotélémétrie a été acquis auprès de la société Lotek (Royaume-Uni).

- **Le boîtier receveur 146-154 MHz (fréquence autorisée en France 150 MHz)**

Le boîtier receveur (Fig.1) fournit les informations visuelles et auditives nécessaires à l'utilisateur pour suivre le frelon. Le **gain**, qui représente la **sensibilité de l'appareil**, est affiché en bas à droite de l'écran digital (ex : 99 sur la figure). Il existe deux moyens de régler le gain, les symboles digitaux et la molette située en haut à gauche de l'appareil. L'intensité du signal, capté par l'antenne radio-réceptrice, est visible en haut à droite de l'écran digital du boîtier receveur (ex : 25 sur la figure).

Pour suivre un frelon, le boîtier receveur doit être configuré sur la fréquence de la balise avec laquelle il a été marqué. Pour cela, mettez le récepteur en mode fréquence avec le bouton F/C (un « f » doit apparaître sur l'écran digital à la place du « c » à côté du gain). Tapez ensuite la fréquence de la balise (pour une balise 150.345 MHz, tapez 345) puis validez et appuyer sur « STORE ». Choisissez le canal sur lequel cette fréquence doit être enregistrée grâce aux flèches HAUT/BAS puis appuyer de nouveau sur « STORE ». Le boîtier est alors prêt à être utilisé. Avant de procéder au marquage d'un frelon, vérifiez toujours que la balise fonctionne correctement.



Fig.1. Boîtier receveur

- **L'antenne radio-réceptrice YAGI**

Il existe deux types d'antenne, souple et rigide. L'antenne souple YAGI (Fig.2) est préférable car moins encombrante en milieu végétal dense. Elle sera reliée au boîtier receveur par un câble. Pour une bonne utilisation, tenez-la de façon verticale en levant le bras.



Fig.2. Antenne radio-réceptrice.

- **La balise radio-émettrice**

Les balises utilisées pour réaliser le marquage des frelons sont le modèle PicoPip/Ag337 (Fig.3). Ce modèle de balise pèse 0.29 g et il possède une durée de vie assez longue (supérieur à 7 jours). Ces balises s'active et se désactive en enlevant ou replaçant un aimant contre la balise. Les balises émettent à une fréquence de 150 MHz et à un pulse de 18/19 ms et 56 bpm.

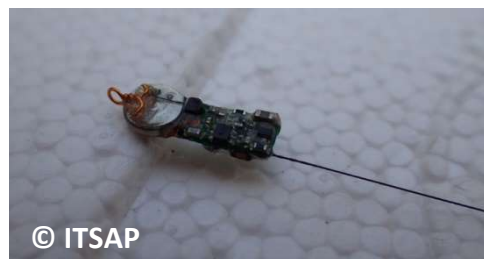


Fig.3. Balise radio-émettrice.

III.1.2. MATERIEL DE CAPTURE ET MARQUAGE

Pour partir sur le terrain, il faut vous équiper en petit matériel qui vous permettra de capturer et de marquer le frelon. Une cage transportable est également nécessaire pour laisser le frelon se reposer avant de le relâcher (Fig.4).

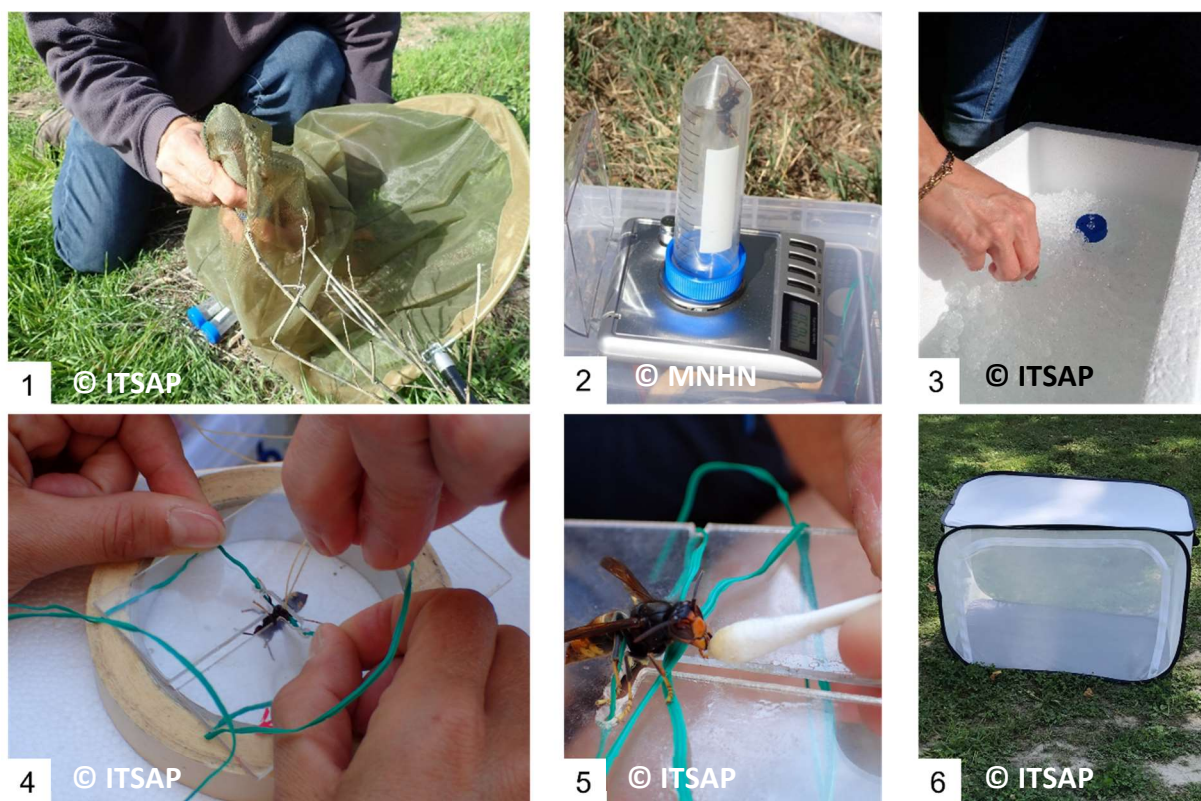


Fig.4. Matériel nécessaire pour la capture, le marquage et le lâcher des frelons.

Liste du matériel nécessaire pour le marquage et le suivi d'un frelon :

- 1 balise PicoPip/AG337 avec l'antenne coupée à 10 cm (vendue avec une antenne de 15 cm) (Fig.3)
- 1 filet entomologique (Fig.4 – 1)
- 1 balance de pesée (capacité 20 g, précision 0,001 g) et des tubes Falcon® 50 ml (Fig.4 – 2)
- 1 caisse polystyrène contenant de la glace pilée (Fig.4 – 3)
- 1 plaque de contention (Université d'Exeter, UK) équipée d'un fil de fer (Fig.4 – 4)
- 1 paire de pince souple
- 1 aiguille et du fil de kevlar, 1 paire de ciseaux et 1 rouleau de scotch (Fig.4 – 4)
- 1 cure dents et de la Super Glue-3 Loctite en gel
- 1 coton tige et du miel (Fig.4 – 5)
- 1 cage entomologique (Fig.4 – 6)
- 1 paire de pinces longues
- 1 paire de jumelles 8x
- 1 GPS

III.1.3. SECURITE DE L'OPERATEUR

Du matériel de protection est également nécessaire pour assurer la sécurité de l'opérateur. Ce dernier doit se munir d'une combinaison et d'une paire de gants d'apiculture afin de capturer et manipuler le frelon en toute sécurité pendant la capture.

III.2. CAPTURER LE FRELON

Avant d'utiliser l'appareil de radiotélémétrie, il vous faut d'abord capturer un frelon (Fig.5). La méthode la plus simple est d'utiliser un filet entomologique afin d'attraper une ouvrière frelon en train de fourrager (ex : frelon en vol stationnaire devant une ruche). Il vous faut ensuite introduire le frelon dans tube Falcon® de 50 ml pour effectuer la peser à l'aide de la balance de précision minimal de 0,001 g (Fig.6). Pour limiter les perturbations causées par le vent, la balance peut être placée dans une caisse. Pour pouvoir être équipé d'une balise PicoPip/Ag337, le frelon doit peser au minimum 370 mg (idéalement supérieur ou égal à 400 mg). En dessous de ce poids, la balise sera trop lourde et le frelon n'arrivera pas à voler.



Fig.5. Capture du frelon.



Fig.6. Pesée du frelon.

III.3. MARQUER LE FRELON AVEC LA BALISE RADIO-EMETTEUR

Le tube contenant le frelon capturé (et suffisamment lourd) doit ensuite être placé dans de la glace pilée pour anesthésier le frelon. Ceci vous permet de le manipuler en toute sécurité pendant la phase de marquage. Laissez le frelon environ 10 min dans la glace afin qu'il soit totalement anesthésié. Pour ne pas compromettre sa survie, le temps dans la glace est limité à 12 min maximum. Profitez de ce temps pour préparer tout le matériel nécessaire pour le marquage car le frelon se réveille rapidement après sa sortie de la glace.

Les étapes du marquage (Fig.7) :

- 1) Sortez le tube contenant le frelon de la glace et assurez-vous que le frelon ne bouge plus.
- 2) Sortez le frelon du tube et disposez-le sur la plaque de contention à l'aide des pinces souples.
- 3) Serrez le fil de fer au niveau du pétiole de l'insecte afin qu'il soit bien plaqué tête en direction de la fente. Assurez-vous que toutes les pattes et les ailes soient libres, bien placées et non endommagées. L'insecte ne doit plus pouvoir bouger.
- 4) Retournez la plaque et placez-la sur un rouleau de scotch pour ne pas écraser le frelon. A l'aide d'une aiguille, passez le fil de kevlar autour du pétiole de l'insecte et, après avoir retiré l'aiguille, faites un 1^{er} nœud simple bien serré sur la face ventrale de l'insecte. Veillez à laisser les ailes et les pattes de l'insecte libres.

- 5) Après avoir activé la balise radio-émettrice et coupé l'antenne à 10 cm, passez le fil de kevlar dans le petit anneau de cuivre présent sur la balise et faites un 2nd nœud simple bien serré pour fixer la balise.
- 6) Prenez un cure dent avec un point de glue en gel au bout et déposez la colle sur le nœud afin de s'assurer qu'il ne se desserrera pas. Faites TRES attention à ne pas mettre de la glue sur l'insecte.
- 7) Coupez ensuite les fils qui dépassent.
- 8) Placez un peu de miel sur un coton tige et laissez le frelon se nourrir avant de le lâcher dans la cage entomologique (dite cage d'envol).

Afin de ne pas compromettre l'intégrité du frelon et donc sa capacité à retourner au nid, il est préférable de le garder le moins de temps possible et donc de réaliser toutes ces opérations rapidement. Une fois dans la cage d'envol, assurez-vous que le frelon se porte bien et que la balise est bien fixée. Laissez le frelon plusieurs minutes (10 min) dans la cage d'envol afin qu'il s'habitue à la balise et commence ses premiers essais de vol.

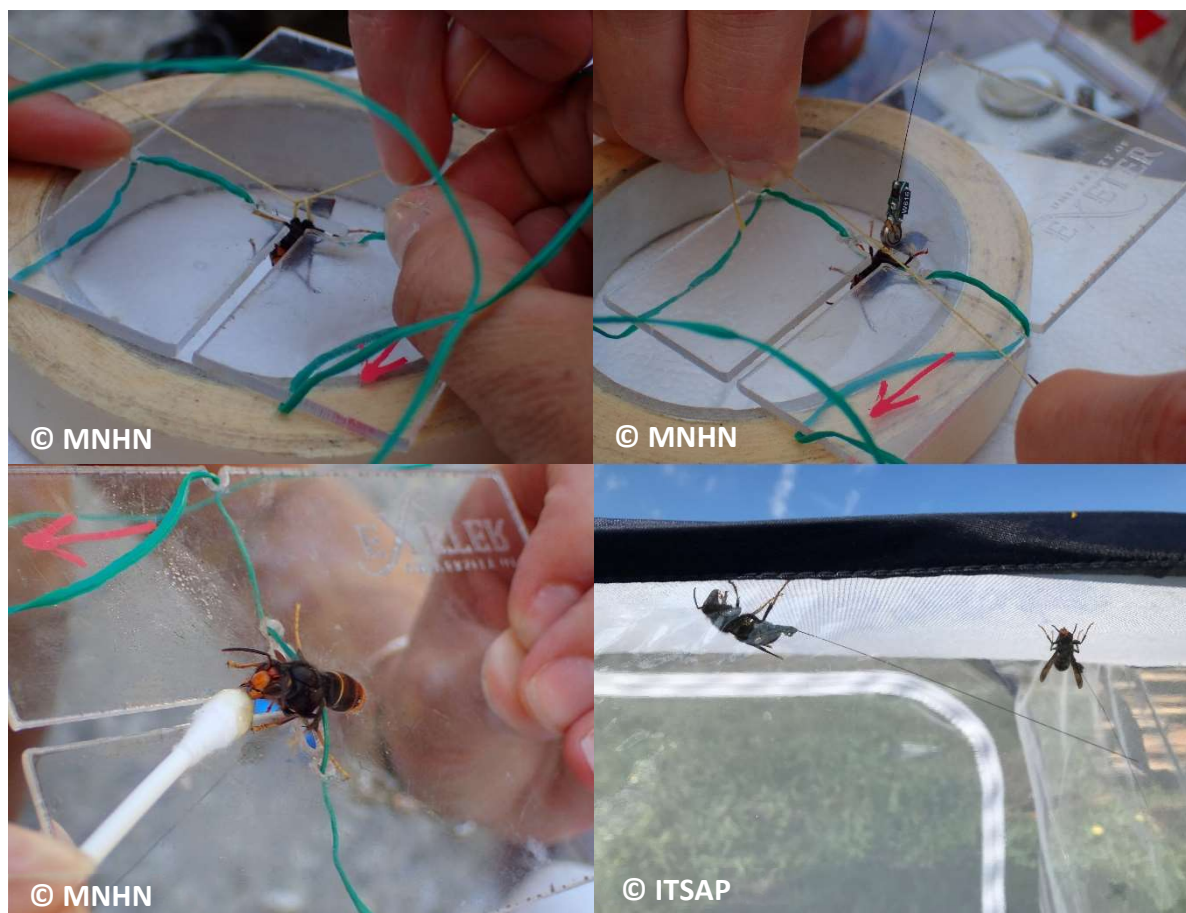


Fig.7. Marquage du frelon.

III.4. RELACHER ET SUIVRE LE FRELON AVEC L'ANTENNE RADIO-RECEPTRICE

Après 10 min dans la cage d'envol, s'il n'y a pas de problème, vous pouvez relâcher le frelon là où vous l'avez capturé pour éviter une désorientation. Privilégiez un point haut afin que ce dernier puisse prendre facilement son envol. Vous pouvez, par exemple, disposer le frelon sur votre main équipée d'un gant et lever le bras ou disposer le frelon dans le filet entomologique et lever le filer jusqu'à son envol.

Il vous est désormais possible de suivre le frelon à distance à l'aide de l'antenne radio-réceptrice et du boîtier receveur préalablement configuré à la fréquence de la balise radio-émettrice. Munissez-vous d'un GPS qui vous sera utile pour vous orienter, pour appréhender la distance parcourue et pour marquer les points de pause du frelon.

Les étapes du suivi :

- 1) Pour commencer les recherches : orientez l'antenne dans la direction du frelon que vous venez de relâcher jusqu'à obtenir un signal (sonore et visuel) le plus intense possible avec le gain le plus petit possible. Généralement, au moment du lâcher, vous pouvez ajuster le gain à environ 50 pour commencer. Le maintien du gain à la plus faible valeur possible vous permet de mieux détecter les variations d'intensité du signal et de localiser plus précisément la balise. Il est fréquent à ce stade que le frelon face une pause dans un arbre ou une haie pour tenter d'enlever la balise. Il vous faudra être patient et vérifier de temps en temps (à la jumelle si besoin) que le frelon n'est pas bloqué dans une branche ou tomber au sol. Si le frelon tombe au sol, vous pouvez le récupérer et lui faire prendre un nouvel envol.
- 2) Lorsque le frelon va prendre son envol : le signal va s'affaiblir et peut même disparaître. Faites alors un tour sur vous-même avec l'antenne et le bras levé et augmentez le gain si nécessaire afin de retrouver un signal d'intensité correcte et préciser sa direction. Si vous n'avez aucun signal, déplacez-vous (dans un milieu bien ouvert de préférence) et répéter l'opération en triangulation jusqu'à récupérer le signal. Il se peut que le frelon parcoure une grande distance (> 800 m). Vous pouvez donc prendre une voiture pour trianguler et retrouver le signal. Pour cela effectuez des mesures à plusieurs endroits autour de la zone d'où provient le signal et, en recoupant les directions, vous obtiendrez la position du frelon. Le GPS peut être utilisé pour enregistrer l'emplacement et la direction du signal à chacun des points de pause.
Lors des prospections, il faut veiller au respect de la propriété privée et des lois applicables en matière d'intrusion. En milieu urbain, il peut être nécessaire de rester sur les chemins publics et les routes tout en suivant un frelon marqué si l'autorisation d'entrer dans une propriété privée ne peut pas être facilement obtenue.
- 3) Lorsque vous approchez du frelon : le signal devient de plus en plus fort, à tel point que vous serez en mesure de baisser le gain. Vous pourrez considérer que vous êtes tout proche du frelon et de sa balise lorsque vous aurez baissé le gain en dessous de 45. Si l'endroit d'où provient le signal est inaccessible (ex : propriété privée) et que vous ne parvenez pas à vous approcher tout prêt du frelon, utilisez la technique de triangulation pour définir une localisation plus précise. A ce stade, le frelon peut être en train de faire une pause dans un arbre ou être rentré à son nid. Prenez alors les jumelles pour scruter les arbres et rechercher un nid. Si vous n'observez pas de nid, il faut patienter que le frelon prenne un nouvel envol et recommencer le processus.

- 4) Une fois le nid localisé (Fig.8) : relever sa position GPS et préciser les détails permettant de faciliter sa localisation par une personne tierce. Prévenir si besoin le propriétaire si le nid est sur une propriété privée. Engager les démarches de signalement auprès du service compétent pour engager une procédure de destruction.



Fig.8. Nid de frelon localisé par radiotélémétrie.

IV. INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT

IV.1. LE PAYSAGE

Le paysage peut perturber votre recherche en raison d'échos du signal renvoyé par la balise. Le signal de la balise peut être détecté jusqu'à 800 m en milieu ouvert et 500 m en milieu fermé. Il est donc plus facile d'effectuer une recherche de nid dans un milieu ouvert.

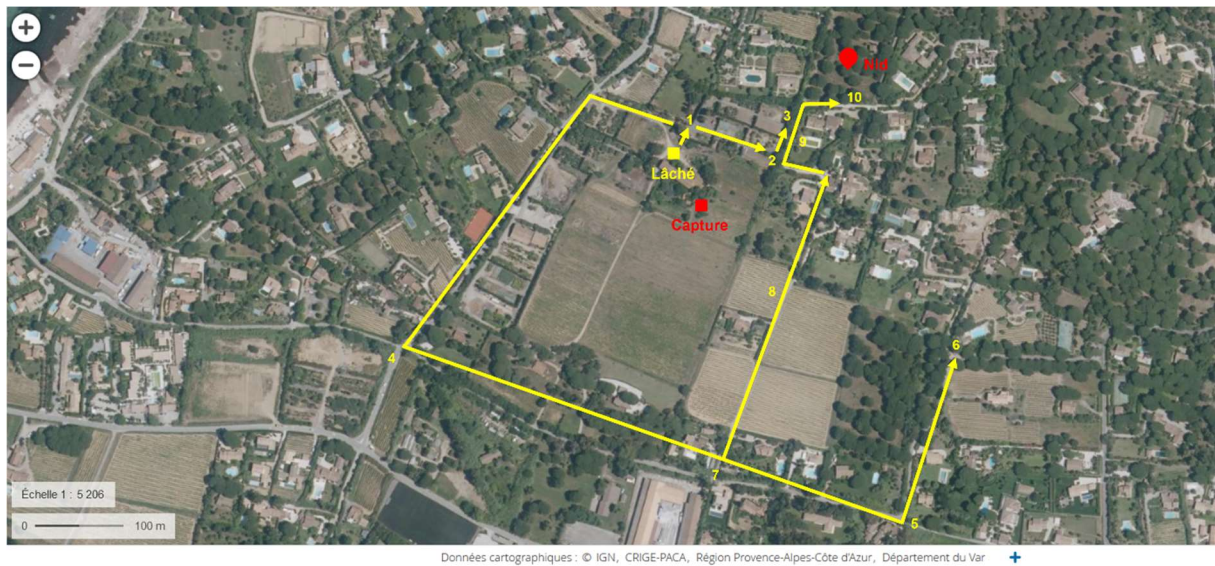
En milieu fermé (zone urbaine ou de végétation dense), il se peut que vous captiez le signal dans plusieurs directions. Cela est dû aux échos provoqués par certaines surfaces comme les murs, les bâtiments, les parois rocheuses ou les haies. Il vous faudra alors trianguler et ajuster le gain pour supprimer ces échos. A défaut, dirigez-vous vers le signal le plus fort et constant. En milieu urbain, il se peut également que vous soyez gêné par des interférences dû à la captation d'autres signaux radio (ex : radio des véhicules par exemple) ou par la présence de lignes à haute tension. Dans ce cas, il faut essayer de réduire le gain pour réduire les interférences ou vous déplacer loin de la source d'interférence.

IV.2. LA METEO

La météo peut perturber votre recherche car certaines conditions météorologiques (temps pluvieux et/ou orageux) provoquent des interférences et brouillent le signal renvoyé par la balise. Il faut donc éviter les recherches par temps pluvieux. Le vent pose également problème car un frelon équipé d'une balise vole avec difficulté par vent fort.

IV.3. EXEMPLES DE LOCALISATION

Exemple 1. Recherche de nid effectuée le 20 octobre 2020



Milieu : ouvert et urbanisé

Frelon capturé : un frelon en vol stationnaire devant un essaim d'abeilles situé dans le jardin d'un particulier

Point de lâcher : jardin du particulier

Nombre de points d'orientation radiotélémetrie (en jaune sur la carte) : 10

Déplacement : à pied et en voiture

Distance entre le point de capture et le nid (à vol d'oiseau) : 230 m

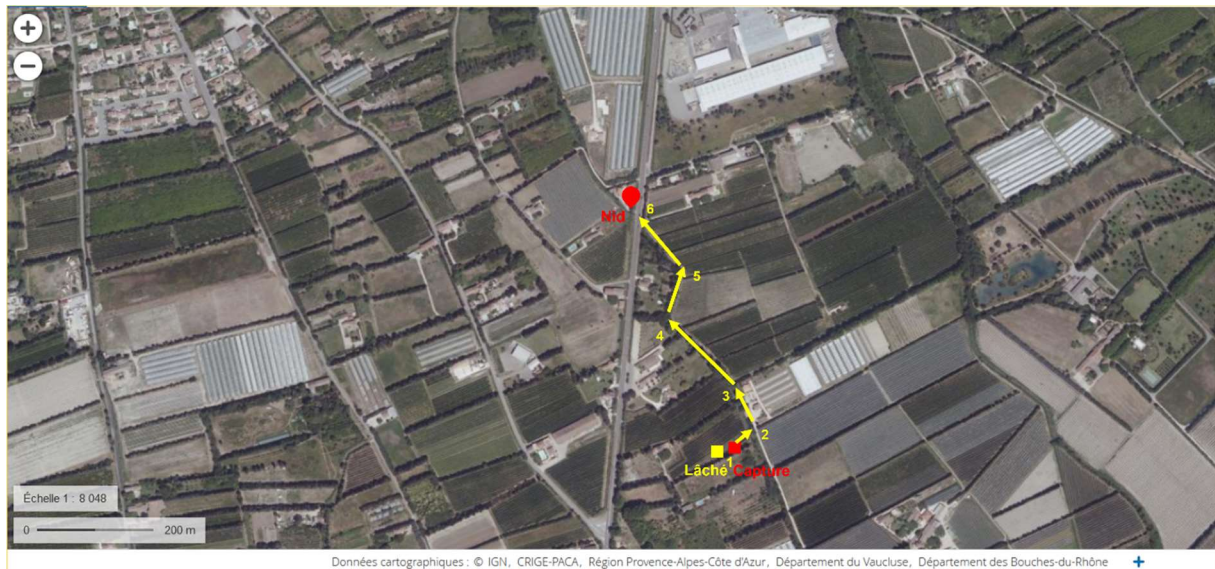
Durée de la recherche : 3h15

Support du nid : pin

Diamètre approximatif du nid : 80 cm



Exemple 2. Recherche de nid effectuée le 21 août 2021



Milieu : ouvert et urbanisé/agricole

Frelon capturé : un frelon en vol stationnaire devant une ruche dans le jardin d'un particulier

Point de lâcher : jardin du particulier

Nombre de points d'orientation radiotélémetrie (en jaune sur la carte) : 6

Déplacement : à pied

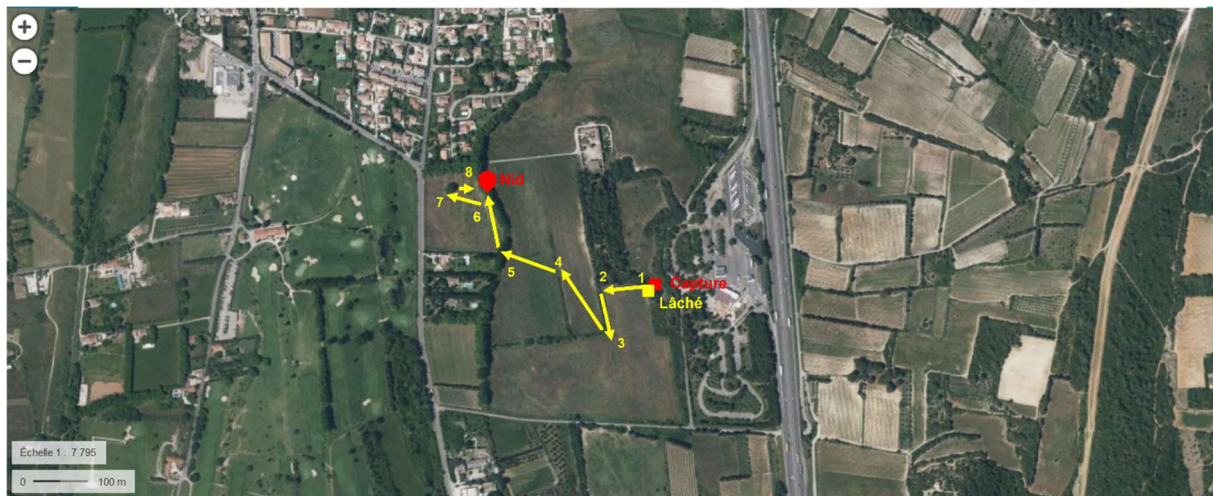
Distance entre le point de capture et le nid (à vol d'oiseau) : 500 m

Durée de la recherche : 2h08

Support du nid : marronnier

Diamètre approximatif du nid : 30 cm

Exemple 3. Recherche de nid effectuée le 26 août 2021



Milieu : ouvert et urbanisé/agricole

Frelon capturé : un frelon en vol stationnaire devant une ruche

Point de lâcher : prêt de la ruche

Nombre de points d'orientation radiotélémetrie (en jaune sur la carte) : 8

Déplacement : à pied

Distance entre le point de capture et le nid (à vol d'oiseau) : 300 m

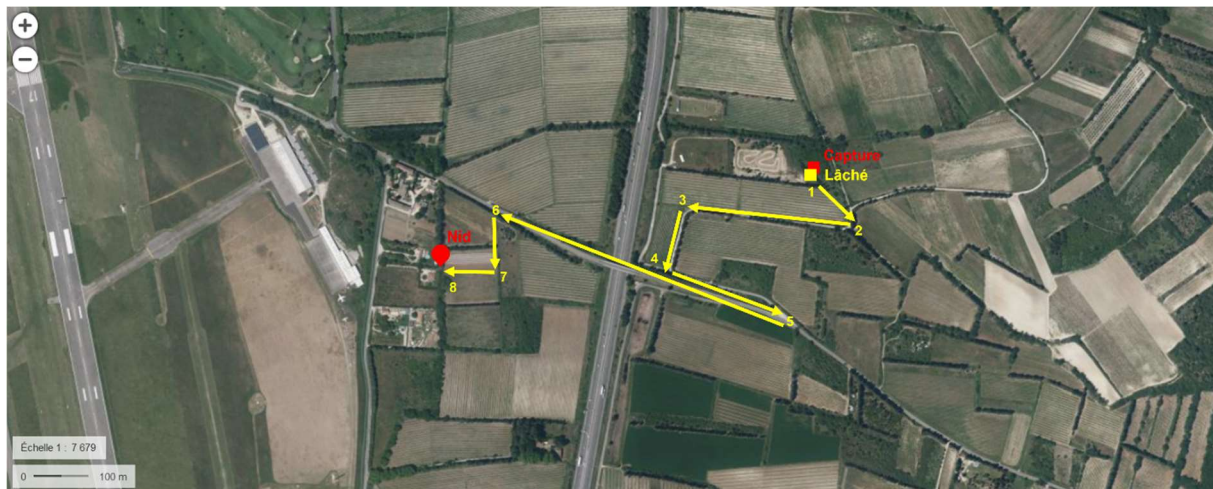
Durée de la recherche : 4h45

Support du nid : platane

Diamètre approximatif du nid : 35 cm



Exemple 4. Recherche de nid effectuée le 7 septembre 2021



Milieu : ouvert et agricole

Frelon capturé : un frelon en vol stationnaire devant une ruche

Point de lâcher : prêt de la ruche

Nombre de points d'orientation radiotélémetrie (en jaune sur la carte) : 8

Déplacement : à pied

Distance entre le point de capture et le nid (à vol d'oiseau) : 710 m

Durée de la recherche : 3h30

Support du nid : bouleau

Diamètre approximatif du nid : 35 cm



Exemple 5. Recherche de nid effectuée le 9 septembre 2021



Milieu : ouvert et urbanisé

Frelon capturé : un frelon en vol stationnaire devant une ruche

Point de lâcher : prêt de la ruche

Nombre de points d'orientation radiotélémetrie (en jaune sur la carte) : 4

Déplacement : à pied

Distance entre le point de capture et le nid (à vol d'oiseau) : 250 m

Durée de la recherche : 30 min

Support du nid : haie

Diamètre approximatif du nid : 35 cm

Exemple 6. Recherche de nid effectuée le 14 septembre 2021



Milieu : ouvert et urbanisé/agricole

Frelon capturé : un frelon en vol stationnaire devant une ruche

Point de lâcher : prêt de la ruche

Nombre de points d'orientation radiotélémetrie (en jaune sur la carte) : 15

Déplacement : à pied et en voiture

Distance entre le point de capture et le nid (à vol d'oiseau) : 1 480 m

Durée de la recherche : 3h

Support du nid : peuplier

Diamètre approximatif du nid : 40 cm

Bibliographie

- Kennedy et al. (2018) Searching for nests of the invasive Asian hornet (*Vespa velutina*) using radio-telemetry. *Communications Biology*.
<http://doi.org/10.1038/s42003-018-0092-9>
- Requier et al. (2018) Predation of the invasive Asian hornet affects foraging activity and survival probability of honey bees in Western Europe. *Journal of Pest Science*.
<https://doi.org/10.1007/s10340-018-1063-0>
- Rome et al. (2021) Not just honeybees: predatory habits of *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae) in France. *Annales de la Société entomologique de France*.
<https://doi.org/10.1080/00379271.2020.1867005>

Remerciements

Cette étude a été financée par une subvention du Conseil Régional SUD Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Nous sommes reconnaissants envers Peter Kennedy (Environnement and Sustainability Institute, Université d'Exeter, Royaume-Uni) pour la formation apportée sur la méthode de radiotélémétrie. Nous remercions également Coraline Moirano (CCGST) pour le support technique et administratif.