



Notice technique pour la surveillance, contrôle et prévention de *Vespa velutina* en Europe



LES AUTEURS:

Adriana Díaz, Sophie Grünewald, Helena Proková, Wolfgang Wimmer

CONTENU

A PROPOS DE CETTE NOTICE	4
1. INTRODUCTION	5
2. LA SURVEILLANCE DE <i>VESPA VELUTINA</i>	7
2.1. La surveillance des frelons asiatiques adultes	8
2.1.1. La surveillance des ruchers	8
2.1.2. La surveillance à distance	11
2.2. La surveillance des nids des frelons asiatiques	12
2.2.1. La surveillance des nids primaires	12
2.2.2. La surveillance des nids secondaires	13
2.2.2.1. Radar entomologique harmonique	14
2.2.2.2. La radio télémétrie	15
2.2.2.3. Triangulation	16
2.2.2.4. Imagerie thermique	16
2.2.2.5. Observation aérienne avec les drones	17
2.2.2.6. Les sorties régulières d'observation	17
2.3. Les citoyens dans la recherche	17
2.4. Les ruches sentinelles	18
2.5. Les déclarations d'observations de <i>Vespa velutina</i>	20
3. CONTRÔLER <i>VESPA VELUTINA</i>	21
3.1. Critères d'évaluation des mesures de contrôle	22
3.1.1. Sélectivité	22
3.1.2. Effectivité	23
3.1.3. Respect de la réglementation	23
3.2. Suppression et destruction des nids	24
3.2.1. Méthodes mécaniques	25
3.2.2. Méthodes chimiques	25
3.3. Piégeage des reines et des ouvrières	26
3.4. Mesures de contrôle dans les ruchers	28
3.4.1. Utilisation de filets de protection	28
3.4.2. Harpes électriques	28
3.4.3. Soutenir le mécanisme de défense des abeilles domestiques	29
3.4.4. Maintien des ruchers propres de tout résidu	29
3.5. Méthodes de lutte biologique	30
4. PRÉVENTION DE <i>VESPA VELUTINA</i>	31
4.1. Stratégies et plans d'action	32
4.2. Activités de recherche	34
5. ENSEIGNEMENTS TIRÉS	36
6. RECOMMANDATIONS POUR LES APICULTEURS	38
6.1. Pratiques apicoles	39
6.2. Engagement et collaboration	42
6.3. Aperçu de la mise en œuvre	43
<i>Littérature</i>	44

ABRÉVIATIONS ET UNITÉS

AI	Intelligence artificielle
EEE	Les espèces étrangères envahissantes
BQCV	Virus de noircissement de l'utérus
CO ₂	Dioxyde de Carbon
DWV	Virus des ailes déformées
EU	Union Européenne
KBV	Virus du Cachemire
ML	Apprentissage automatique
km	Kilomètres
m/s	Mètre par seconde

LITTÉRATURE

Figure 1 : Distribution de <i>Vespa velutina</i> au 26.01.2022	5
Figure 2 : Les frelons piégés dans le piège acheté dans le commerce [Danrok Wikimedia Commons, 2018]	9
Figure 3 : Instructions pour construire un piège à bouteilles pour attraper les frelons [adapté de Mairie Châteaubriant, 2021]	9
Figure 4 : Schéma d'une solution digitale (audio) de surveillance des insectes [adapté de Farmsense, 2022]	11
Figure 5 : nid primaire accroché au plafond avec les ouvrières <i>Vespa Velutina</i> dessus. [© LIFE STOPVESPA]	12
Figure 6 : découverte d'un nid secondaire pendant la période estivale. [Victoriatell Wikimedia Commons, 2015]	13
Figure 7 : découvert d'un nid secondaire pendant l'hiver [Père Igor Wikimedia Commons, 2010]	13
Figure 8 : Le radar harmonique développé dans le projet STOPVESPA (©LIFE STOPVESPA)	14
Figure 9: Tagged <i>Vespa velutina</i> hornet [©LIFE STOPVESPA]	14
Figure 10 : Exemple d'une session de suivi de <i>Vespa velutina</i> à Arcola, Italie. [Lioy et al., 2021 ; carte de fond par Google Maps (maps.google.com)]	15
Figure 11 : image thermique (Laurino et al., 2019)	16
Figure 12 : Les endroits de recherche dans le projet « Bee Warned » en Bavière (selon Höcherl&Berg, 2020)	19
Figure 13 : Les méthodes de contrôle de <i>Vespa velutina</i> (Adapté de Laurino et al., 2019)	21
Figure 14 : Calendrier de piégeage recommandé par MAGRAMA, Espagne [adapté de MAGRAMA, 2015]	26
Figure 15 : Denis Jaffré avec son piège breveté BCPA,(©REUTERS/Manuel Ausloos)	27
Figure 16 : Exemples de brochures d'information destinées aux apiculteurs en Suisse (à gauche), au Luxembourg (au centre) et dans le Land de Bade-Wurtemberg (à droite)	31
Figure 17 : Plan d'action du Pays basque, Espagne (adapté de MAGRAMA, 2015 et Bizkaia, s.d.)	33
Figure 18 : Risque d'invasion mondiale prédite de <i>Vespa velutina</i> [adapté de Rome et al., 2011]	34
Figure 19 : Distribution potentielle de <i>Vespa velutina nigrithorax</i> en Europe [L. Seehausen CABI, 2022]	35
Figure 20 : Domaines de travail des apiculteurs pour la surveillance, le contrôle et la prévention de <i>Vespa velutina</i> (figure personnelle, 2022)	38
Figure 21 : Exemples de harpes électriques installées dans des ruchers (Núria Roura-Pascual Pérez-Granados et al., 2021)	40
Figure 22 : Exemples de harpes électriques installées dans des ruchers (Núria Roura-Pascual, Pérez-Granados et al., 2021)	40
Figure 23 : Alignement des différents types de mesures sur les différentes phases du cycle de vie de <i>Vespa velutina</i> [chiffre propre, 2022]	43

LISTE DES TABLEAUX

Table 1: Les exemples des chaînes pour rapporter les observations de <i>Vespa velutina</i>	20
Table 2: Les mesures de contrôle de <i>Vespa velutina</i> habituellement utilisés (adapté de USC & Ecoagarsoc, 2022)	21

A PROPOS DE CETTE NOTICE

La notice technique suivante présente l'aperçu et la description des stratégies choisies, des mesures et moyens pour surveillance, contrôle et prévention du frelon asiatique *Vespa velutina* envahissant dans les pays d'Europe affectés. Cette notice est la partie de l'œuvre du projet international d'ERASMUS+ « Education, entraînement et renforcement des capacités dans le domaine de l'apiculture et des services de protection civils »¹, et concerne les parties prenantes comme les apiculteurs et leurs associations, les organisations de lutte antiparasitaire, les autorités de l'environnement et santé, les civils, et autres groupes intéressés ; à guider, développer et améliorer les mécanismes d'adaptation existants pour traiter avec *Vespa velutina*. Particulièrement, ce document doit compléter les entraînements au cours de la durée du projet, ciblés aux délégués de 4 pays d'Union Européenne et les secteurs diverses, notamment de l'apiculture et vétérinaire aussi bien que de réponse civile volontaire et professionnelle. Cette notice rassemble les résultats principaux de l'œuvre menée de janvier à juillet 2022, qui contenait littérature extensive et recherche documentaire des informations pertinentes de science et pratique, aussi bien que l'échange des informations avec les parties prenantes et experts d'Autriche, France, Allemagne, Irlande, Italie, Espagne et Suisse. Les auteurs de cet œuvre expriment leur gratitude et appréciation aux experts, pour leur esprit de collaboration excellent, et pour leurs contributions des connaissances, informations, graphiques et images précieuses pour ce guide.

La problématique liée à l'espèce envahissant du frelon *Vespa velutina* est, par rapport à son expansion dans les autres pays européens, le défi constant, changeant et dynamique, et c'est pourquoi ce guide ne prétend pas être le sommaire final des informations éventuellement disponibles depuis la première observation de *Vespa velutina* en Europe en 2004 jusqu'à aujourd'hui. Ce guide est présenté comme une documentation structurée des informations disponibles mais dispersées, qui étaient extraites et résumées de manière à pouvoir être utilisées dans les divers pays et utiles aux partenaires du projet et les parties prenantes déjà mentionnées.

Dans le projet d'ERASMUS+ cette notice est deuxième des quatre sources d'informations : Comme c'est montré sur la figure 1, il s'agit de l'extraire de site internet du projet international².

Cette notice technique contient six chapitres, et un bref additionnel avec des informations ciblées aux apiculteurs. Les chapitres 2, 3 et 4 traitent l'essentiel des informations assemblées de littérature et recherche et d'échanges avec des experts et des parties prenantes. Ces chapitres présentent un aperçu de trois sujets principaux pour la surveillance, contrôle et prévention de *Vespa velutina*, et se concentrent principalement aux mesures existantes et les initiatives actuelles en pratique, et dans une certaine mesure, à la recherche en cours. Les découvertes principales sont résumées dans le chapitre de sommaire, et finalement, le bref était élaboré particulièrement au document de guidage pour les apiculteurs.

Ce guide est accessible au public en ligne par le site internet du projet, en cinq langues (Tchèque, Anglais, Français, Allemand et Slovaque), et représente une source d'information consolidée. Ce projet d'ERASMUS+ prévoit des sessions d'entraînement avec les apiculteurs et le personnel de la protection civile en 2022 et 2023, pour la préparation à la propagation de *Vespa velutina*, pour laquelle ce guide peut servir comme une source primaire des connaissances. Encore, puisque ce guide est l'un des premiers résultats du projet, et les nouvelles mesures et stratégies probablement continueront ont à être développées, ce guide n'est pas capable de traiter l'évolution de telles mesures au fil du temps.

Enfin, les stratégies et mesures décrites et discutées dans ce guide étaient choisies parce qu'il y a un **certain niveau de consensus des experts et praticiens de leur valeur**, utilité et utilisation pratique. Néanmoins, il est recommandé que chaque mesure à prendre soit mise en œuvre en conformité avec le cadre réglementaire dans le pays spécifique. Les conditions et dispositions de ces cadres réglementaire aux niveaux national, régional et local, sont très vastes et n'entrent pas dans le cadre de ce guide.



¹ Le numéro du projet d'ERASMUS+ est 2021-1-SK01-KA220-VET-000033144 (Duration: 01.11.2021 - 2023).

² <https://blesabee.online/fr/page-daccueil/>

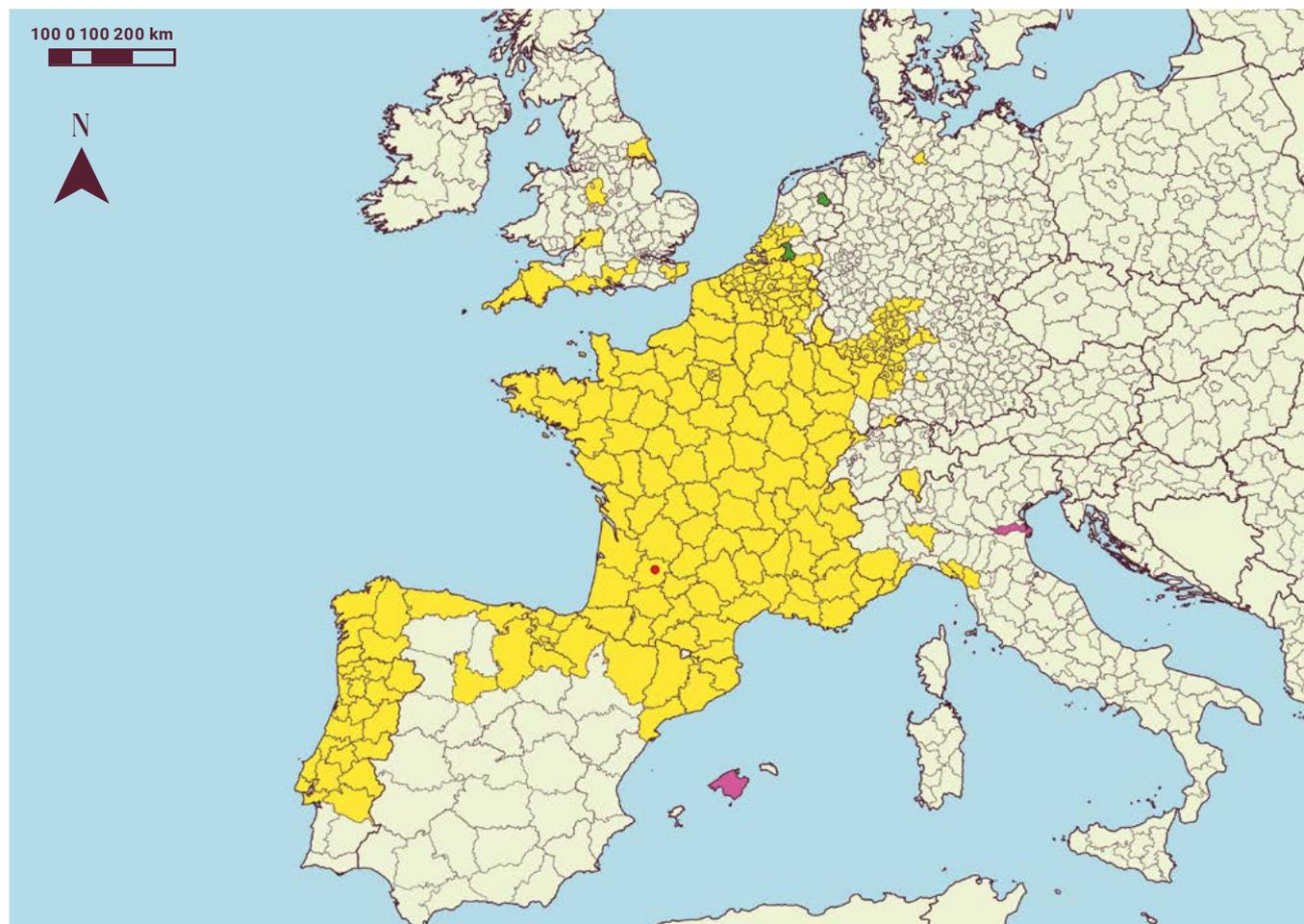


Introduction

Le frelon asiatique *Vespa velutina nigrithorax* était probablement accidentellement introduit en Europe par l'importation des poteries chinoises. Le premier nid a été découvert en France en 2004, et maintenant le *Vespa velutina* s'est propagé dans tout le pays, et atteint les pays voisins et au-delà. La figure 1 montre la distribution de *Vespa velutina* au 26.01.2022.

Figure 1 : Distribution de *Vespa velutina* au 26.01.2022

- PREMIER NID ENREGISTRÉ (2004)
- N'A PAS RÉUSSI À S'ACCLIMATER / ÉRADICATION
- DISTRICTS COLONISÉS EN 2020
- DISTRICTS COLONISÉS AVANT 2020
- SANS DONNÉES / PROBABLEMENT ABSENTS





La distribution de *Vespa velutina* à travers l'Europe continuera, favorisée par le changement climatique et les températures plus hautes, mais aussi par le commerce mondial des biens. En 2016, la Commission européenne a déclaré *Vespa velutina* l'un des espèces exotiques envahissantes -EEE³. Cependant, les mesures de contrôle effectifs peuvent soutenir le ralentissement de la propagation, et atténuer les risques écologiques, économiques et sociaux associés au *Vespa velutina*. Le *Vespa velutina* présente une menace sérieuse pour l'apiculture en tant qu'il chasse les abeilles mellifères pour nourrir ses larves. L'estimation pondérée des dommages causés par *Vespa velutina nigritorax* sur les colonies d'abeilles en Europe dans les environnements différents et avec la disponibilité de la proie différente, dérivée de plusieurs auteurs (Ken et al., 2005 ; Monceau et al., 2013 ; Monceau et al., 2014) mène à l'hypothèse que *Vespa velutina* peut être responsable de la perte de 65% de colonies d'abeilles dans les zones infestées, par conséquent de la prédation directe et l'affaiblissement des colonies d'abeilles (Fedele et al., 2019). Cela a des impacts sur la production du miel et le revenu des apiculteurs. Les colonies d'abeilles une fois affaiblies et perdues montrent la réduction de la performance de pollinisation. C'est surtout parce que les abeilles mellifères arrêtent leurs recherches du nectar et pollen quand les frelons de *Vespa velutina* sont présents au rucher, un phénomène qui s'appelle la paralysie de la recherche alimentaire (Laurino et al., 2020).

Vespa velutina représente un prédateur pour les autres insectes pollinisateurs et les abeilles sauvages, cela amplifie le risque de la réduction de pollinisation, avec les conséquences graves sur les services de l'écosystème. Une étude réalisée par la Commission européenne estime que dans les régions affectées, où le *Vespa velutina* cause déjà la pollinisation de récolte réduite, les pertes causent le dommage économique atteignant plusieurs millions d'euros. Seulement dans la région Galicie en Espagne, le coût annuel des récoltes perdues est estimé à 4,5 millions d'euros (Fedele et al., 2019).

La présence de *Vespa velutina* dans les zones urbaines et rurales a soulevé les préoccupations à la santé publique et les risques que le *Vespa velutina* peut présenter à la santé humaine. Comme les autres espèces de l'ordre Hyménoptère, le *Vespa velutina* « n'est pas prédisposé à attaquer et piquer les humains » (Feás et al., 2022), mais cela montre un fort comportement défensif si la (Vespa) colonie est en danger. C'est alors conseillé à ne pas approcher leur nid moins qu'à 5 mètres (BGD, 2021a). En conséquence de l'augmentation d'activité en été de tous les deux, les insectes et humains faisant les activités extérieures, la

possibilité d'entrer en contact avec les insectes urticants comme *Vespa velutina* devient plus grande à la fin d'été (les colonies des insectes urticants sont typiquement les plus grandes à la fin d'été et/ou en automne). Une étude récente de Feás (2021) documentait et caractérisait les morts en Espagne à cause des piqueurs des frelons, guêpes et abeilles dans une période de 20 ans (1998-2018) sur le niveau de l'état et le sous-état. L'implication de l'espèce envahissante *Vespa velutina* a été examinée dans son étude et basée sur ses résultats, l'auteur affirme qu'en Espagne, il existe des endroits où l'exposition aux piqûres d'insectes est extrêmement élevée, principalement en raison du *Vespa velutina*. De même, des cas d'anaphylaxie professionnelle ont été signalés, notamment chez les apiculteurs. L'auteur a également indiqué la nécessité de considérer les questions de santé comme une partie essentielle de l'impact associé à cette espèce exotique envahissante (Feás, 2021). Ce guide se concentre en particulier sur l'impact et les menaces que le *Vespa velutina* fait peser sur les abeilles domestiques. Les abeilles européennes (*Apis mellifera*), contrairement à d'autres espèces d'abeilles asiatiques qui ont co-évolué avec *Vespa velutina* (comme l'abeille asiatique *Apis cerana*), présentent des mécanismes de défense inefficaces contre *Vespa velutina* (Arca et al., 2014). Par conséquent, la prévention des dommages causés par le *Vespa velutina* aux abeilles domestiques européennes et au secteur apicole nécessite une intervention humaine.

Les défis associés à la présence et l'expansion progressive de *Vespa velutina*, peut être adressée en trois manières :

①

La surveillance

②

Contrôler

③

La prévention



³ Règlement d'exécution (UE) 2016/1141 de la Commission du 13 juillet 2016 adoptant une liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union conformément au règlement (UE) n° 1143/2014 du Parlement européen et du Conseil : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32016R1141>



La surveillance de *Vespa velutina*

La surveillance des espèces envahissantes fournit les informations pour mieux comprendre l'évolution de la population de tels espèces dans certaines zones géographiques, et permet d'estimer leur distribution future probable dans de nouvelles régions. Identifier et surveiller le *Vespa velutina* est la première étape clé à développer et mettre en œuvre le contrôle appropriée et sécurisée, et les stratégies et mesures de prévention.

La surveillance donc représente « un outil pratique de décisions » (Preti et al., 2021) pour traiter effectivement les facteurs de risque externes comme les maladies, nuisibles et les espèces envahissantes. Pour achever l'objectif de la surveillance il faut valider les observations. Même si les matériels de bonnes informations guides sont disponible pour l'identification de *Vespa velutina*, la confusion de *Vespa velutina* et des autres espèces et insectes est fréquente, par exemple, dans le projet européen STOPVESPA⁴, seulement 15% des observations rapportées par les « citoyens scientifiques »⁵ ont en fait été confirmées comme étant *Vespa velutina*, alors que les autres espèces compatibilisaient les 85% des observations rapportées (Lioy, 2021). La surveillance est donc fortement liée à l'identification correcte, comme la base pour assurer la qualité des données appropriée pour les systèmes de la surveillance, et pour activer les mesures appropriées. C'est aussi nécessaire à valider ces observations, pour éviter les confusions avec des guêpes et frelons indigènes comme le *Vespa crabro* européen, qui sont dans quelques pays et régions les espèces protégées. C'est le cas en Allemagne, où le *Vespa crabro* ne doit pas être blessé (Umweltbundesamt, 2019).

Comme le *Vespa velutina* est considéré un AIS en Europe, les premières découvertes de cette espèce doivent être rapportées à la Commission Européenne par les autorités nationales ou régionales responsables, c'est-à-dire les ministères de l'environnement ou les centres de compétence des espèces envahissantes (Hach & Langguth, 2021). Depuis 2006 les experts en France ont lancé un système de surveillance de *Vespa velutina* de portée européenne. Les observations rapportées sont validées et mappées, cela permet un bon aperçu de la présence de *Vespa velutina* pas seulement en France mais aussi au-delà en Europe (voire la figure 2) (MNHN, 2022). Ce n'est pas le seul effort courant à surveiller, les autres régions et pays ont leurs propres systèmes à enregistrer les observations déjà validées des espèces envahissantes, notamment le *Vespa velutina*.

En général, on peut trouver les différences entre la surveillance des frelons asiatiques adultes et surveillance de leurs nids. Ces activités ont les conditions et les conséquences différentes, par exemple celles liées à l'emplacement de la surveillance dans le temps, parce que les lieux peuvent changer tout au long du cycle de la vie du *Vespa velutina*.

La technique de surveillance classique se concentre plutôt à l'observation et identification des frelons en installant des pièges dans les zones infestées, et le contrôle régulier des pièges. Les nouvelles approches incluent la surveillance distante par les appareils différents comme les sensors et caméras, mais aussi le transfert des données et les technologies de reconnaissance à l'aide de l'intelligence artificielle (IA) pour réduire le travail, temps et les coûts (Preti et al., 2021).

Les approches de surveillance dans ce guide ont été incluses en considérant leur praticabilité et effectivité, et sont discutées dans le paragraphe suivant.



⁴ www.vespavelutina.eu/en-us

⁵ Les scientifiques non professionnels et amateurs qui mènent les activités scientifiques.



2·1

La surveillance des frelons asiatiques adultes

La surveillance des frelons asiatiques (insectes adultes) n'est pas facile à cause de leur vitesse de vol, la distance de sécurité conseillée (5 mètres), et leurs caractéristiques physiques qui sont similaires à celles des autres guêpes et insectes. Dans les paragraphes suivants sont discutés deux types de la surveillance de *Vespa velutina*.

2·1·1

La surveillance des ruchers

Cette section se concentre particulièrement à la surveillance des frelons asiatiques sur les ruchers des abeilles mellifères. Les protéines représentent une partie importante de la nutrition des insectes, notamment pendant les périodes de l'augmentation de population. Les abeilles mellifères, comme les autres insectes, sont une source riche des protéines pour les larves de *Vespa velutina*. Les frelons asiatiques adultes volent au-dessus des ruchers, devant les entrées des ruches pour attraper les abeilles. Dès que le *Vespa velutina* attrape une abeille, il lui arrache la tête, les ailes, jambes et l'abdomen, pour prendre dans son nid tout le thorax restant (riche en muscles et protéines) pour nourrir ses larves (CABI ISC, 2020). Couramment, le *Vespa velutina* revient aux ruchers pour continuer la prédation (BGD, 2021b). Constamment survoler devant l'entrée à la ruche est le comportement typique de *Vespa velutina*⁶, à l'opposée de *Vespa crabro*, qui survole dans le mouvement zig zag⁷. En connaissant ces informations, les apiculteurs pourraient être entraînés à l'observation de leurs ruches et à l'identification des adultes de *Vespa velutina* dans leurs ruchers.



⁶ Comme on peut voir dans la vidéo: <https://bit.ly/3euLA1r>



⁷ Comme on peut voir dans la vidéo: <https://bit.ly/3g253AF>

EXEMPLE

La surveillance des ruchers à Hambourg, Allemagne

Le programme AHLert se concentre à la surveillance de la présence de *Vespa velutina* à Hambourg (Allemagne). Les apiculteurs qui participent aident à surveiller les frelons asiatiques dans leurs ruchers d'abeilles mellifères. Les apiculteurs obtiennent des guides d'informations sur *Vespa velutina* et commettent qu'ils vont régulièrement observer leurs ruchers pour une heure pendant trois périodes spécifiques : du mi à la fin mai, de la fin juillet au début août et à la fin septembre (AHLert, 2022).

Cette approche couvre une courte période, notamment dans les régions où la densité de *Vespa velutina* est faible et où les observations de frelons adultes sont plutôt rares. Il s'agit donc d'une surveillance partielle des ruches qui pourrait ne pas être totalement efficace. Néanmoins, l'engagement des apiculteurs est considéré comme une bonne stratégie de sensibilisation, c'est pourquoi la ville de Hambourg poursuit ce programme de surveillance en 2022.



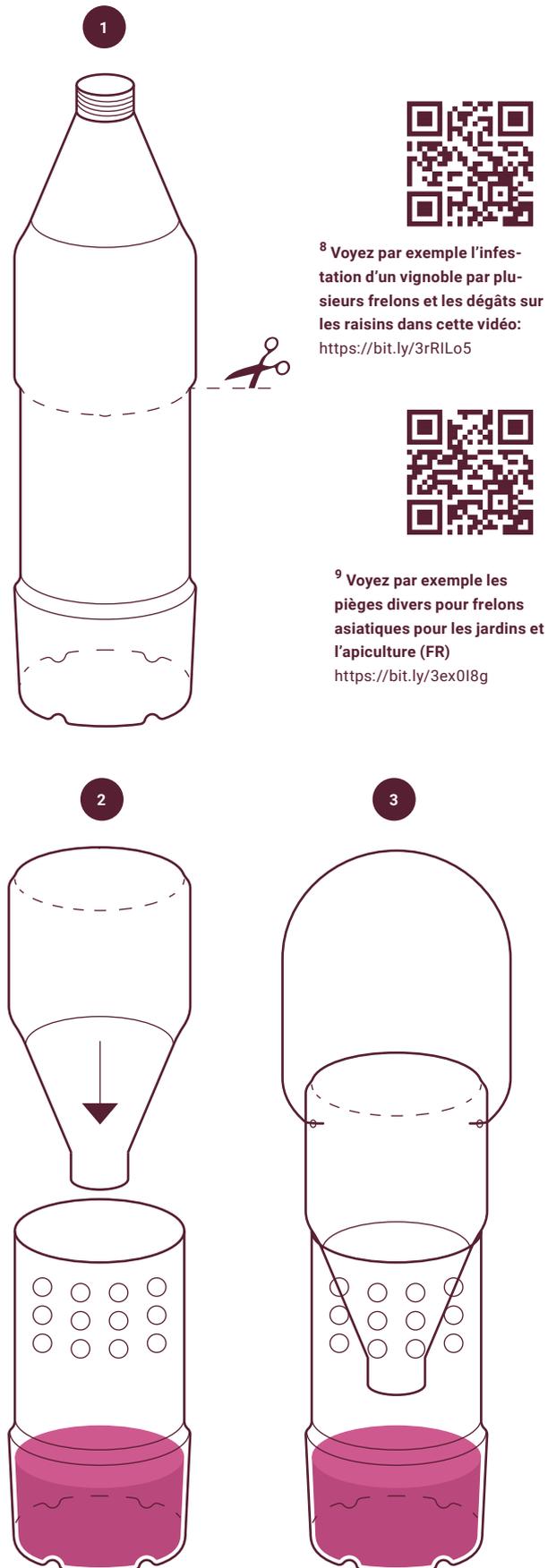
Alors que les larves de *Vespa velutina* sont nourries de protéines provenant d'abeilles et d'autres insectes, le frelon adulte *Vespa velutina* se nourrit principalement de glucides (sucrés), généralement présents dans les fruits mûrs et le nectar (CABI ISC, 2020). Par conséquent, les vergers pourraient également être des lieux cibles pour identifier les frelons *Vespa velutina*, en particulier à la fin d'été et en automne, lorsque les fruits mûrissent⁸. Les agriculteurs et les cueilleurs de fruits pourraient constituer un autre groupe pertinent pour la surveillance des frelons de *Vespa velutina*, car ils travaillent dans des endroits probablement plus proches des frelons asiatiques. D'autre part, il s'agit d'un groupe vulnérable qui peut être victime de piqûres de frelons pendant son travail. Cela signifie qu'une formation serait également nécessaire pour engager des agriculteurs et/ou des cueilleurs de fruits dans les activités de surveillance.

Un autre moyen pour surveiller des frelons asiatiques dans les ruchers, vergers et fermes est l'utilisation des appareils de piégeage ou simplement des pièges. Cela n'a pas besoin de la présence des apiculteurs ou les autres personnes. Lorsque les frelons retournent à la source de leur nourriture, c'est-à-dire les protéines des abeilles ou les fruits mûrs, des pièges peuvent être installés et servir d'outils de surveillance. Ces pièges sont similaires aux pièges utilisés pour piéger les guêpes. Le principe est d'attirer le *Vespa velutina* à l'aide d'un liquide attractif ou d'un appât (par exemple, de la bière légère, du vin blanc ou du sirop). Une fois que le *Vespa velutina* est à l'intérieur du piège et ne peut s'échapper, il tombe et se noie dans le liquide, comme le montre la figure 3. Une variété de pièges de ce type est disponible dans le commerce à faible coût⁹, et des variantes « à faire soi-même » sont également populaires. La figure 4 montre les instructions pour fabriquer un piège à bouteille de manière rapide, facile et abordable.



Figure 2 : Les frelons piégés dans le piège acheté dans le commerce [Danrok | Wikimedia Commons, 2018].

Figure 3 : Instructions pour construire un piège à bouteilles pour attraper les frelons [adapté de Mairie Châteaubriant, 2021].





EXEMPLE

Plan de piégeage comme la stratégie de surveillance régionale dans la province autonome des Asturies, Espagne :

La partie nord de l'Espagne est fortement impactée par la présence de *Vespa velutina*. La surveillance est effectuée à l'aide de pièges avec des liquides attractifs à base de substances sucrées ou protéiques et de produits odorants. Le plan d'action de la province autonome des Asturies décrit les autorités concernées et leurs responsabilités, également pour le plan de piégeage saisonnier de *Vespa velutina*, comme suit :

- Le piégeage de printemps (février à juin) est effectué par le personnel de surveillance autorisé par la Direction générale compétente en matière de biodiversité.
- Le piégeage auxiliaire de printemps (février à juin) est réalisé par d'autres membres d'un groupe de surveillance, des associations d'apiculteurs, des organisations locales et des bénévoles avec la participation et l'engagement du grand public.
- Le piégeage curatif ou « appâtage » (juillet à octobre) a lieu principalement en réponse à une attaque de *Vespa velutina* dans les ruchers et/ou les plantations.
- Le piégeage automnal occasionnel (octobre à décembre) se concentre sur la pose de pièges dans les endroits où des nids n'ont pas été détectés mais n'ont pas pu être retirés (Gobierno des Asturies, 2021)

Des comptages périodiques des insectes trouvés dans les pièges sont effectués, et ces comptages sont enregistrés dans une application dédiée appelée « AvisAp¹⁰ ». Le contenu des pièges est enregistré selon la classification suivante : Reine, *Vespa velutina*, ouvrière *Vespa velutina*, *Vespa crabro*, abeilles ou autres guêpes et les autres insectes (Diptère, Lépidoptère, etc.). Ces comptages sont enregistrés par des agents professionnels ou par des citoyens, qui ont enregistré leur piège dans l'application AvisAp, et ont obtenu l'autorisation de l'utiliser.

Lors de l'enregistrement des pièges dans application AvisAp, l'utilisateur s'engage à respecter les dispositions.

L'utilisation des pièges pour capturer les adultes de *Vespa velutina* peut avoir des effets secondaires qui doivent être pris en compte lors de l'utilisation de cette option de contrôle efficace, car un ou quelques frelons isolés perdus dans les pièges ne représentent pas un impact important sur le développement d'une colonie de *Vespa velutina* (Turchi & Derijard, 2018).

Outre la sélectivité incertaine des pièges, le spécimen mort de *Vespa velutina* ne peut être utilisé pour suivre et trouver leurs nids, et selon le principe et les attractifs utilisés, les pièges sont également susceptibles de causer des dommages à d'autres insectes.

Une autre méthode de piégeage conventionnelle populaire est l'utilisation de pièges collants, qui attirent les insectes au moyen de phéromones. Les insectes attirés se collent au panneau du piège et meurent. Des études ont montré que les frelons *Vespa velutina* sont principalement attirés par des stimuli olfactifs, en particulier par la phéromone de l'abeille domestique, le géranol, ainsi que par les phéromones des larves et des reines d'abeilles domestiques (Couto et al., 2014)

Les scientifiques ont également identifié des phéromones sexuelles auxquelles les bourdons de *Vespa velutina* sont très sensibles. C'est le point de départ pour développer des phéromones sélectives pour piéger les bourdons, réduisant ainsi la capacité de reproduction des reines de *Vespa velutina*. Ces pièges à phéromones ne sont cependant pas encore disponibles à grande échelle, car leur efficacité est encore à l'étude. Par exemple, les bourdons du frelon asiatique n'ont pas seulement besoin du signal olfactif des phéromones sexuelles, mais aussi de stimuli visuels et autres (Ya-Nan et al., 2022). Enfin, les pièges ne sont pas seulement utilisés pour la surveillance mais aussi pour contrôler la population de *Vespa velutina*. Ce point est abordé plus en détail dans la section 3.1 dans le cadre des mesures de contrôle.

Les frelons peuvent être piégés et suivis vivants car ils retourneront probablement à leur nid après avoir chassé dans un rucher. C'est le principe de la recherche de nids par le suivi de frelons vivants à l'aide de méthodes à distance qui sont discutés plus en détail dans la section 2.2.2



¹⁰ AVISAP - APPSTORE



¹⁰ AVISAP - GOOGLE PLAY



2.1.2

La surveillance à distance

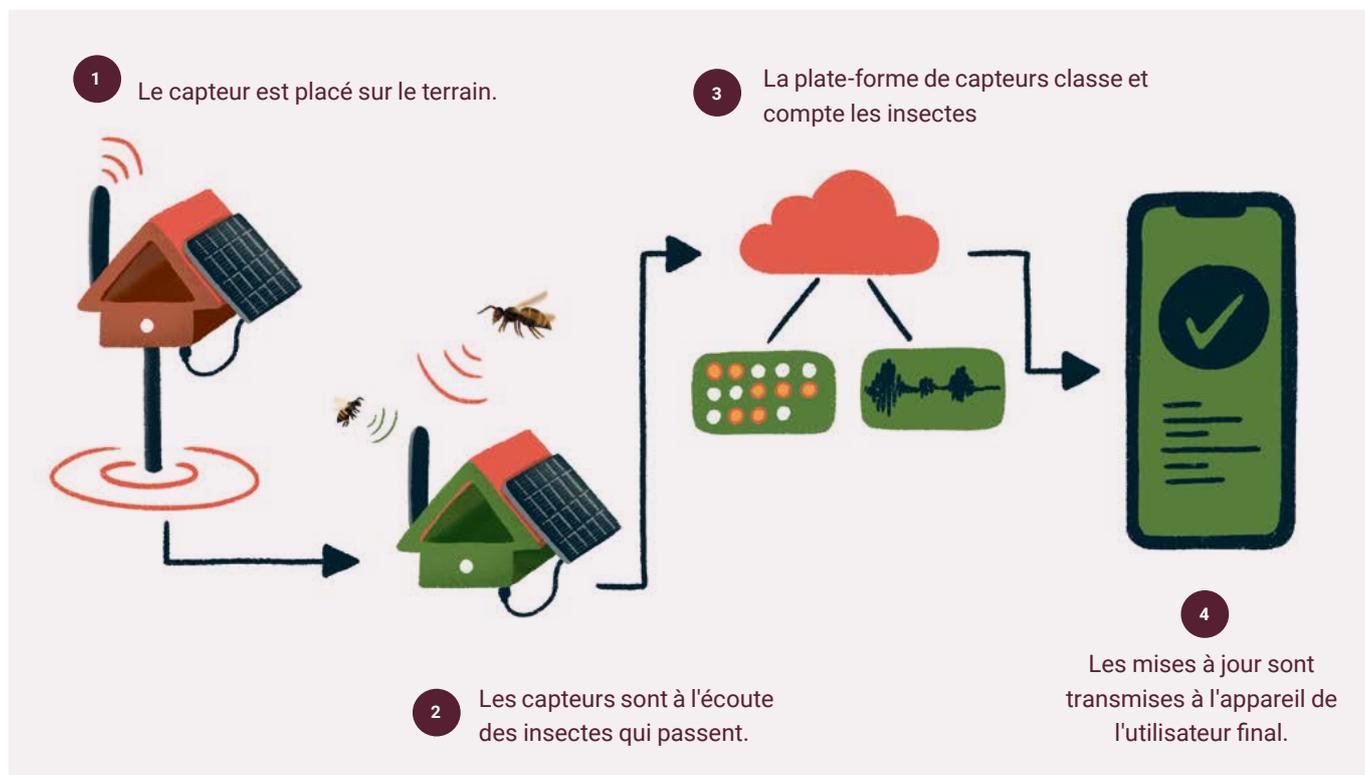


Figure 4 : Schéma d'une solution digitale (audio) de surveillance des insectes [adapté de Farmsense, 2022].

Des solutions commerciales pour la surveillance à distance des nuisibles sont déjà disponibles et largement utilisées dans les champs de cultures et les vergers. Souvent, des appareils fonctionnant à l'énergie solaire et/ou sur batterie sont utilisés pour la surveillance. Les spécifications, le principe de fonctionnement et le matériel des produits sont divers, mais la plupart des dispositifs comptent sur la détection visuelle des nuisibles¹¹, ou sur la détection sonore¹². La télédétection visuelle consiste généralement d'un mécanisme de piégeage, c'est-à-dire basé sur des pièges collants ou à phéromones, et des capteurs d'images ou des caméras pour fournir des images du ou des insectes piégés. D'autres méthodes de détection visuelle des nuisibles comprennent l'observation aérienne à

l'aide de drones équipés de caméras pour couvrir et surveiller de plus grandes zones ou des champs de culture. Avec le développement technologique des drones, le potentiel de l'utilisation de drones en agriculture pour l'anticipation des dégâts a été décrit dans plusieurs articles (Puri et al., 2017).

Les dispositifs de la surveillance à distance basés sur le son utilisent des capteurs audios pour détecter le bourdonnement des insectes volants, comme le montre la figure 5. Les deux approches utilisent des logiciels et des technologies de numérisation, notamment l'apprentissage automatique (AA) et l'intelligence artificielle (IA) pour la reconnaissance et l'identification des insectes, et pour la transmission des données en temps réel aux utilisateurs finaux via un réseau mobile.

En principe, ces technologies pourraient également être adaptées pour détecter à distance les frelons dans les ruchers et autres lieux, en utilisant la reconnaissance des sons du frelon asiatique. Actuellement, l'utilisation de dispositifs de surveillance visuelle avec caméras et IA est étudiée pour la détection des nids de *Vespa velutina*, comme expliqué au chapitre 2.2.2.



¹¹ Voyez par exemple iSCOUT de Pessl instruments, voir <https://metos.at/de/iscout/>

¹² Voyez par exemple Farmsense, voir www.farmsense.io



2·2

La surveillance des nids des frelons asiatiques

La colonie de *Vespa velutina* construit deux types de nids au cours de son cycle de vie. Une fondatrice qui passe l'hiver commencera à construire un nid primaire au printemps, pour pondre les œufs et construire lentement une nouvelle colonie. En été, lorsque la population atteint son maximum et que le nid primaire est trop petit, la colonie construit un nid secondaire. Les nids primaires et secondaires sont différents en termes de taille, de forme et éventuellement d'emplacement. Ces différentes caractéristiques peuvent être utiles pour développer des stratégies de surveillance des nids.

2·2·1

La surveillance des nids primaires

Les nids primaires de *Vespa velutina* sont généralement inaperçus car ils sont souvent situés dans des endroits abrités et non perturbés, comme des abris de jardin abandonnés ou utilisés occasionnellement. Ces nids sont de taille relativement petite, environ 30 mm de diamètre, comme le montre la figure 6. En raison de leur emplacement caché, les technologies de surveillance modernes utilisées dans le cadre d'une surveillance à plus grande échelle (par exemple, par observation aérienne avec des drones) ne sont guère utiles pour détecter ces nids primaires. Une détection plus efficace est effectuée par des citoyens attentifs, mais cela nécessite un certain niveau de connaissances, ainsi qu'un point de contact pour signaler et valider l'observation d'un nid primaire de *Vespa velutina*.

Par exemple, le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) fournit une liste d'habitats et de lieux où le *Vespa velutina* est susceptible de construire un nid primaire (MNHN, 2022), qui est basée sur des observations rapportées. Ces informations sont précieuses pour informer et former davantage de bénévoles et de citoyens.



Figure 5 : nid primaire accroché au plafond avec les ouvrières *Vespa Velutina* dessus. [© LIFE STOPVESPA].



2·2·2

La surveillance des nids secondaires



Figure 6 : découverte d'un nid secondaire pendant la période estivale. [Victoriatell | Wikimedia Commons, 2015].

En été, lorsque la colonie de *Vespa velutina* est grande et forte, les ouvrières quittent le nid primaire pour construire un nid secondaire, qui, selon les conditions environnantes, peut être construit au même endroit ou ailleurs. Comme décrit dans le module Biologie du frelon *Vespa velutina*, les nids secondaires se trouvent dans de nombreux endroits différents, mais la majorité sont construits sur des arbres élevés (Franklin et al., 2017), comme le montrent la figure 7 et la figure 8. Avec le feuillage dense des arbres en été, les nids secondaires restent souvent non découverts jusqu'à la chute des feuilles à la fin de l'automne et en hiver. À ce moment-là, la reine *Vespa velutina* a abandonné le nid pour entrer en hibernation et le nid est inactif.

Bien qu'ils soient généralement cachés sous une végétation dense, les nids secondaires sont beaucoup plus grands en taille et attirent facilement l'attention. C'est pourquoi de nombreuses observations de nids secondaires sont tout simplement accidentelles.



Figure 7 : découvert d'un nid secondaire pendant l'hiver [Père Igor | Wikimedia Commons, 2010].

Une approche proactive pour détecter les nids consiste à suivre les frelons asiatiques adultes lorsqu'ils retournent à leur nid. Le *Vespa velutina* peut atteindre une vitesse de plus de 6m/s¹³ (Lioy et al., 2021), ce qui, combiné à l'emplacement élevé et caché de nombreux nids, rend presque impossible le suivi visuel d'un frelon volant retournant à son nid (Roja-Nossa et al., 2022). La surveillance des nids par le suivi des frelons repose sur l'utilisation d'équipements tels que les radars entomologiques harmoniques et la radio télémétrie. D'autres options incluent la triangulation, ainsi que les tournées régulières d'observation visuelle dans des zones ciblées. Ces approches sont décrites ci-après.

¹³ La Vitesse Moyenne de 1,56m/s de *Vespa velutina* est rapportée à Darrouzet (2019).



2·2·2·1

Radars entomologique harmonique



Figure 8 : Le radar harmonique développé dans le projet STOPVESPA (©LIFE STOPVESPA).

Un résultat essentiel du projet européen STOPVESPA a été le développement d'un prototype de « radar entomologique harmonique » pour la détection des nids de frelons asiatiques, illustré à la figure 9. La technique fonctionne comme suit : les frelons capturés ont été marqués à l'aide d'un fil métallique et d'une diode (Figure 10), qui reflètent les ondes émises par un radar harmonique, et permettent de suivre en temps réel le vol du frelon, et donc de détecter rapidement le nid. Le champ de fonctionnement du radar est d'environ 500 mètres. Au cours de ce projet, ce radar a montré une efficacité de localisation des nids de 75% dans les nouvelles zones d'invasion, et de 60% dans les zones où la densité de *Vespa velutina* est déjà élevée (Lioy et al., 2021). La détection précoce des nids par le radar entomologique harmonique a permis de prendre d'autres mesures qui ont contribué à limiter les nouveaux foyers de *Vespa velutina*, notamment dans les régions de Finale Ligure et de La Spezia (LIFE STOPVESPA, 2022).

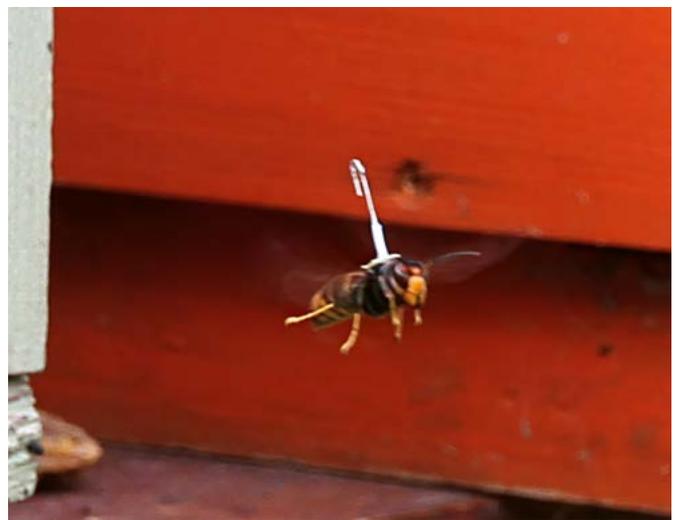


Figure 9: Tagged *Vespa velutina* hornet [©LIFE STOPVESPA].



2·2·2·2

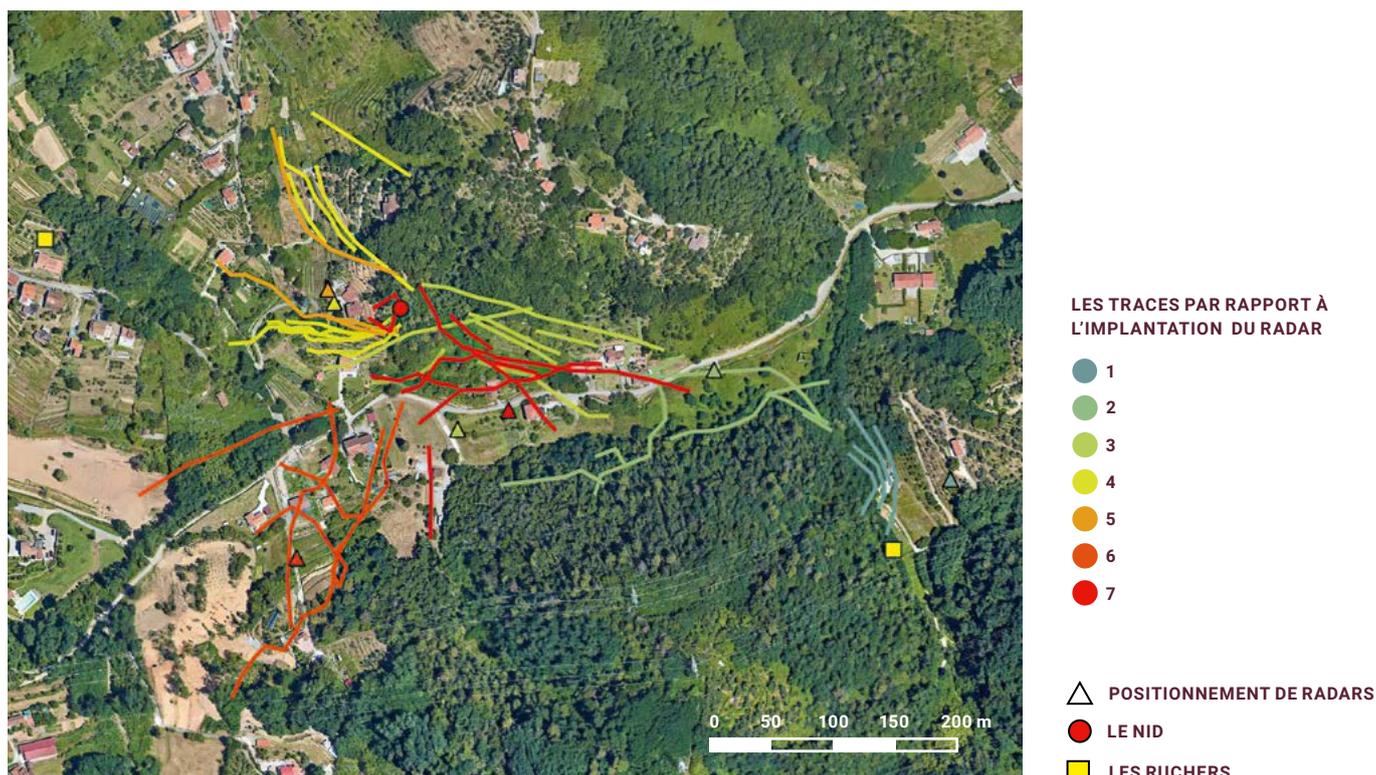
La radio télémétrie

La radio télémétrie est utilisée pour le suivi de la faune sauvage depuis plus de 50 ans (Kennedy et al., 2018) et est aujourd'hui également utilisée par exemple en Suisse et en Allemagne, pour la détection des nids de *Vespa velutina*. Le principe est similaire à celui décrit précédemment pour le radar harmonique - un transpondeur est fixé au frelon asiatique, qui est ensuite libéré et suivi à l'aide d'une antenne radio. Un opérateur est chargé de déplacer l'antenne, afin qu'elle transmette les signaux radio du transpondeur à un récepteur (Maggiore et al., 2018). Le taux de réussite pour la détection des frelons asiatiques volants est de 100 % lors des tests sur le terrain, et d'environ 60 % pour la détection des nids de frelons asiatiques (Kennedy et al., 2018).

L'utilisation du radar entomologique harmonique et la radio télémétrie se sont avérées efficaces, mais elles sont à la fois coûteuses et laborieuses. Dans les zones où la densité de nids de frelons asiatiques est élevée et où les distances de vol sont courtes, la détection des nids par radio télémétrie a pris 90 minutes en moyenne (Kennedy et al., 2018), alors que dans les zones où la densité est faible, le temps prévu pour la

détection des nids est plus élevé, environ deux heures (Schütte, 2022 ; Seehausen, 2022). Les coûts peuvent être calculés en tant que coûts de personnel et d'équipement, et varieront en fonction des différentes conditions, en particulier pour les nids situés dans des endroits difficiles et/ou élevés. Le coût initial de l'équipement pour la radio télémétrie (récepteur et antenne) est d'environ 3000 euros. Le coût du transpondeur à fixer sur les frelons (qui risque de se perdre pendant l'opération) est d'environ 200 euros. Néanmoins, ces coûts sont inférieurs à ceux du radar entomologique harmonique, qui s'élèvent à environ 100 000 euros (Lioy et al., 2021).

Figure 10 : Exemple d'une session de suivi de *Vespa velutina* à Arcola, Italie. [Lioy et al., 2021 ; carte de fond par Google Maps (maps.google.com)].





2·2·2·3

Triangulation

Le principe de la triangulation consiste également à suivre visuellement les frelons marqués qui sont relâchés à partir d'endroits sélectionnés. En pratique, des appâts protéinés placés à trois endroits différents attirent les frelons, qui sont ensuite capturés et marqués. Il est possible d'estimer la distance du nid et les points de passage de chaque route de vol en enregistrant la direction du vol et le temps que mettent les frelons marqués pour revenir à l'appât. Cette méthode est surtout efficace dans les zones à faible densité de nids, où il n'y a pas d'autres nids différents d'où pourraient provenir les frelons marqués. Une étape plus raffinée pour déterminer l'emplacement précis du nid consiste à utiliser des appâts en sucre à proximité de l'emplacement potentiel du nid, et à utiliser des étiquettes visibles attachées aux frelons relâchés, pour les suivre visuellement jusqu'à leur nid spécifique. Il s'agit d'une approche peu coûteuse qui ne nécessite aucun équipement spécial, mais le temps de détection des nids peut varier de quelques heures à quelques jours (Roja-Nossa et al., 2022).

2·2·2·4

Imagerie thermique

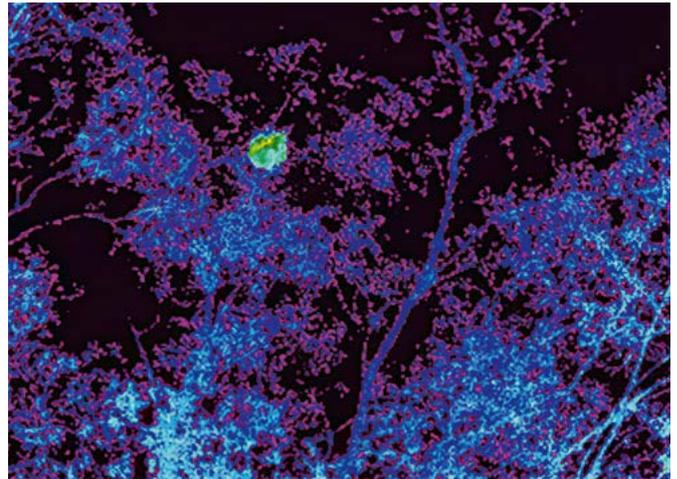


Figure 11 : image thermique (Laurino et al., 2019).

Comme les frelons *Vespa velutina* sont capables de réguler la température de leur nid, ceux-ci sont détectables par des caméras et des images thermiques. Cette méthode s'est également avérée efficace, testée au Portugal, au Royaume-Uni et en Italie (Laurino et al., 2019). Les tests de terrain indiquent que l'imagerie thermique fonctionne jusqu'à 30 mètres de distance, et pourrait être une technique supplémentaire efficace pour soutenir d'autres mesures de détection des nids (Lioy et al., 2021b). D'autres expériences montrent cependant que la différence de température entre l'intérieur du nid et le feuillage est faible, de sorte que les équipements d'imagerie thermique ne seraient pas totalement fiables pour la détection des nids dans toutes les conditions et tous les lieux (Thiéry & Lacombrade, 2021)



2.2.2.5

Observation aérienne avec les drones

Les drones permettent d'observer les nids de frelons asiatiques de manière sûre et précise, car ils peuvent être approchés sans risque d'attaque ou de piqûre. Cela permet également de mesurer précisément la taille du nid, d'estimer la force de la colonie et de mieux planifier l'éventuel retrait du nid. L'utilisation de drones peut également faciliter les observations régulières, car elle permet une approche plus lointaine et un travail à distance (La Voz de Galicia, 2015). Le besoin de méthodes de surveillance qui ne reposent pas sur l'effort humain est souligné par le projet CONTROLVESPAS, financé par le Portugal. Ce projet consiste à développer un nouveau type de drone associé à l'apprentissage automatique pour localiser et identifier correctement les nids de *Vespa velutina* (Capela, 2021).

2.3

Les citoyens dans la recherche

L'engagement de « citoyens dans la recherche » représente une approche moins stratégique pour la surveillance, mais peut compléter d'autres stratégies, et aider à sensibiliser à l'expansion du *Vespa velutina*. Pour exploiter ce potentiel, il faut que les « scientifiques citoyens » aient certaines connaissances pour s'assurer que les bonnes observations sont rapportées à des fins de surveillance. De nombreux programmes de surveillance de *Vespa velutina* incluent le renforcement et la diffusion des capacités, ainsi que la mise en place de canaux de communication appropriés pour recueillir et valider les observations rapportées par les scientifiques citoyens. Citons par exemple le programme belge Vespawatch¹⁵ et le programme espagnol VESPAPP¹⁶. Ces canaux de communication pour le signalement des observations sont examinés à la section 2.5.

2.2.2.6

Les sorties régulières d'observation

Les sorties d'observation régulières sont courantes, par exemple dans les zones protégées et les réservoirs naturels, dans le but de surveiller la population d'animaux et/ou de plantes, d'identifier les irrégularités, etc. Ces tournées ne sont pas déclenchées ponctuellement par un incident signalé ou par des observations aléatoires, et pourraient être également efficaces pour surveiller *Vespa velutina* dans les zones où la densité des nids est plus élevée. Les Rangers Europe, avec des unités nationales en Italie, en Belgique et en France¹⁴, effectuent de telles tournées d'observation régulières.

Malgré sa facilité d'adaptation à différents environnements, il semble qu'il existe des conditions géographiques et des voies favorables à l'expansion du *Vespa velutina* (décrites plus loin au chapitre 4.2). Les informations sur ces emplacements ainsi que sur les caractéristiques typiques des nids secondaires pourraient être intégrées aux visites d'observation régulières et aux protocoles de suivi. Ces visites pourraient être complétées par des équipements de détection tels que ceux décrits précédemment.

14



¹⁴ www.rangersitalia.it,
www.federation-rangersdefrance.fr,
www.rangersofbelgium.be

15



16



¹⁵ <https://eu-citizen.science/project/184>,
¹⁶ <http://vespapp.uib.es/>



2 • 4

Les ruches sentinelles

Les « ruches sentinelles » sont des colonies d'abeilles domestiques placées dans des endroits spécifiques, et sont étroitement surveillées pour servir de systèmes d'alerte précoce afin de détecter les parasites, les maladies et autres problèmes potentiels. Comme le *Vespa velutina* se nourrit en grande partie d'abeilles domestiques, les ruches sentinelles peuvent être utilisées pour attirer et surveiller les frelons *Vespa velutina* dans une zone donnée. Deux exemples de programmes de surveillance faisant appel aux ruches sentinelles sont présentés ci-après.

EXEMPLE

Ruches sentinelles dans le cadre du projet "Bee Warned", Institut d'État bavarois pour la Viticulture et l'Horticulture, Allemagne :

Le *Vespa velutina* a été observé pour la première fois en 2014 dans le Bade-Wurtemberg (sud-ouest de l'Allemagne), puis a également été trouvé dans l'État voisin de Rhénanie-Palatinat. L'Institut d'apiculture de l'Institut d'État bavarois pour la viticulture et l'horticulture a mené un programme de recherche entre 2017 et 2020, afin d'établir des ruches sentinelles pour la détection de *Vespa velutina* en Bavière, car c'est un État qui compte un grand nombre d'apiculteurs, et qui est situé à côté du Bade-Wurtemberg. Ce programme comprenait, d'une part, la formation des apiculteurs et, d'autre part, la fourniture de matériel pédagogique pour effectuer la surveillance. Un vaste système de surveillance a été mis en place dans les sept districts administratifs de la Bavière, en établissant des zones d'observation à l'intérieur de carrés le long de l'état, et en engageant un nombre de participants répartis de manière égale, comme le montre la figure 11. Les points verts indiquent les ruchers de surveillance enregistrés, les points bleus les ruchers appartenant à l'institut, et les points violets les "conseillers guêpes et frelons" bénévoles, impliqués dans la surveillance du frelon asiatique. Les apiculteurs participants ont reçu pour instruction d'observer leurs ruchers trois fois par an, en avril-mai, juin-juillet et août-septembre, en suivant le cycle de vie de *Vespa velutina*. Aucun *Vespa velutina* n'a été signalé lors de la surveillance entre 2019 et 2020 (Höcherl & Berg, 2020).



EXEMPLE

Programme de ruchers sentinelles du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Marine (DAFM), Irlande :

En 2021, le ministère irlandais de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Marine (DAFM) a mis en place un programme de ruchers sentinelles pour détecter trois parasites exotiques de l'abeille : l'acarien *Tropilaelaps*, le petit coléoptère des ruches (SHB) et le *Vespa velutina*. Aucun d'entre eux n'avait été signalé jusqu'à

présent en Irlande au moment de la mise en place du programme. Des apiculteurs volontaires ont été sélectionnés dans tout le pays, en se concentrant sur ceux dont les ruchers étaient situés à proximité des principaux aéroports et ports. Chaque apiculteur a reçu un piège à bouteilles et des instructions spécifiques pour installer le piège et effectuer l'échantillonnage au bon moment. Des pièges de surveillance ont également été placés stratégiquement à Dublin, où le premier *Vespa velutina* a été trouvé en Irlande. Aucun *Vespa velutina* n'a été signalé au cours du programme Sentinelles du DAFM en 2021 (DAFM, 2021).

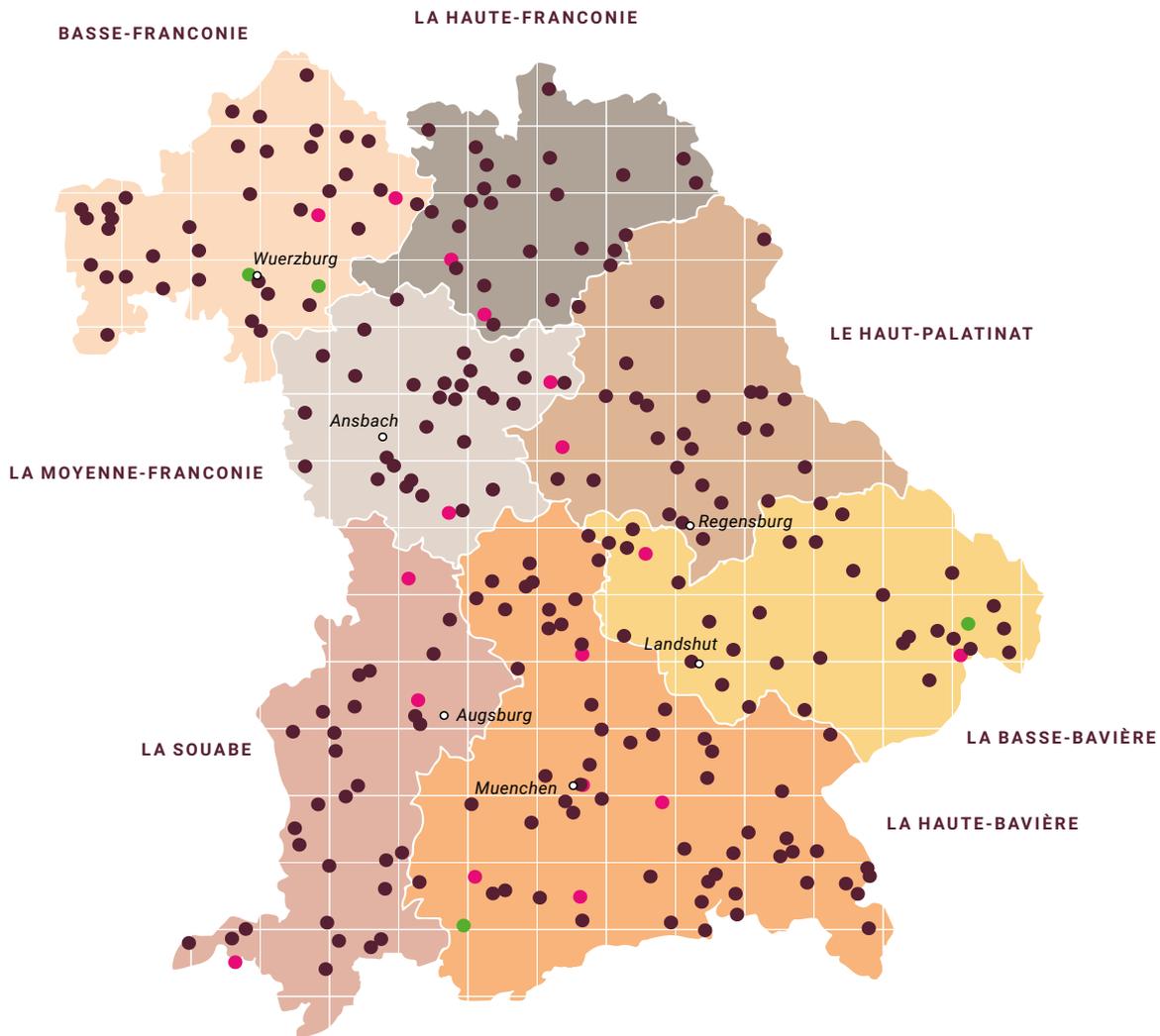


Figure 12 : Les endroits de recherche dans le projet « Bee Warned » en Bavière (selon Höcherl&Berg, 2020)



2.5

Les déclarations d'observations de *Vespa velutina*

Comme le *Vespa velutina* relève du règlement de l'UE sur les espèces exotiques envahissantes (EEE) (1143/2014), sa présence et son expansion en Europe sont étroitement surveillées. Les " États membres doivent notifier à la Commission (européenne) l'apparition d'EEE préoccupantes pour l'Union dont la présence était auparavant inconnue ou la réapparition d'EEE préoccupantes pour l'Union après qu'elles ont été signalées comme éradiquées " (Commission européenne, 2021). Signaler aux autorités compétentes les premières observations, mais aussi les observations plus fréquentes dans les zones où le *Vespa velutina* est déjà établi, est nécessaire pour :

- La vérification des observations, afin de garantir une identification correcte de et d'éviter toute confusion possible avec d'autres insectes ou espèces de frelons. Des preuves vérifiables, par exemple des photos ou l'insecte lui-même, ainsi que le lieu et l'heure des observations sont nécessaires.
- Prendre les mesures de contrôle appropriées, selon les plans d'action et/ou les systèmes d'intervention, et.

- Collecter des données pour mieux suivre l'expansion du *Vespa velutina*.

En particulier dans les zones où le *Vespa velutina* est établi, l'accès facile à des outils conviviaux favorise la collaboration avec les observateurs et peut contribuer à un déploiement plus rapide des mesures de contrôle. Dans la communauté apicole, les canaux de communication informels et les médias sociaux, tels que WhatsApp et Facebook, sont populaires et largement utilisés, et ils pourraient être davantage exploités pour signaler la présence de *Vespa velutina* dans les ruchers et leurs environs.

Dans les pays européens où les systèmes de gouvernance fédéraux ou similaires sont courants, les compétences et les responsabilités sont largement réparties entre diverses autorités, et il peut donc exister différents canaux pour signaler les observations, comme le montre le tableau 1.

Table 1: Les exemples des chaînes pour rapporter les observations de *Vespa velutina*.

PAYS	AUTORITÄT	CHAÎNE
Autriche	Ministère fédéral de l'environnement	Outil de rapport en ligne: https://secure.umweltbundesamt.at/neobiota
	Agence pour la santé et la sécurité alimentaire (AGES)	E-mail: bienen@ages.at
Irlande	Service des parcs nationaux et de la faune sauvage	Outil de rapport en ligne: https://records.biodiversityireland.ie/record/invasives
Espagne (Province des Asturias)	Principauté des Asturias	E-mail: info@avisap.es Application: https://apps.apple.com/es/app/avisap/id1569625433 Message vocal: +34 984 249 165 WhatsApp: +34 610 255 111



3

Contrôler le *Vespa velutina*

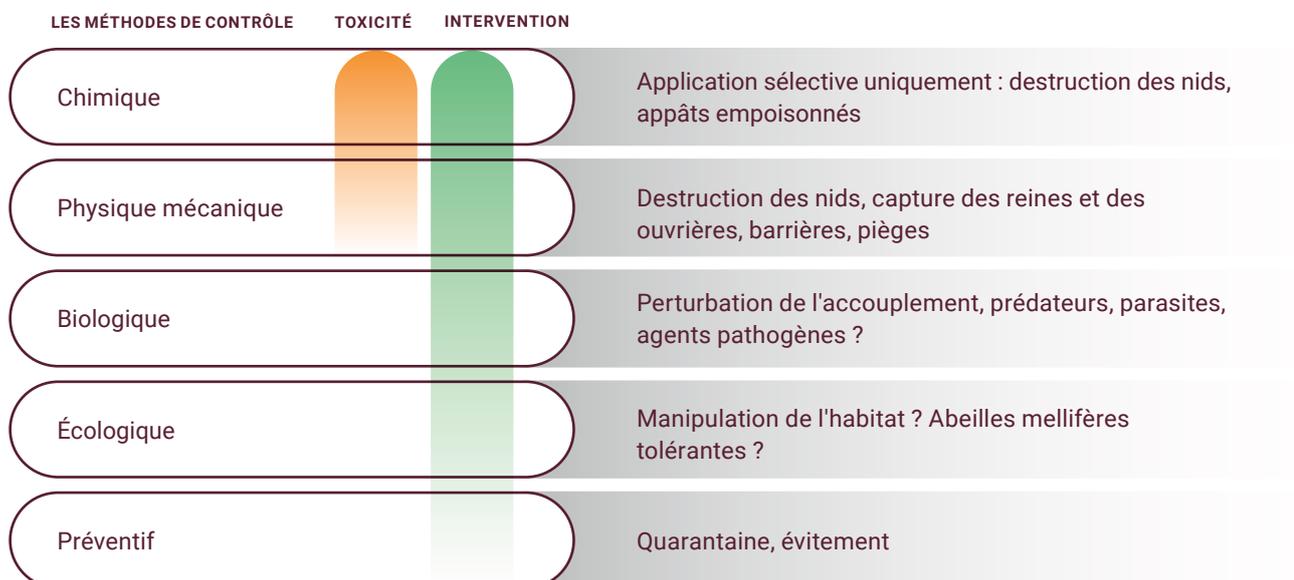


Figure 13 : Les méthodes de contrôle de *Vespa velutina* (Adapté de Laurino et al., 2019)

L'expansion de *Vespa velutina* se poursuivant, sa lutte constitue un nouveau défi pour un nombre croissant de pays et de régions d'Europe. La hiérarchie des méthodes disponibles pour le contrôle de *Vespa velutina* est présentée dans la figure 12. La partie inférieure représente les méthodes non toxiques qui nécessitent une faible intervention, tandis que le sommet de la pyramide représente les méthodes à fort impact, qui impliquent souvent l'utilisation d'insecticides toxiques.

Plus concrètement, les mesures de contrôle couramment appliquées sont résumées dans le tableau 2.

Les mesures de lutte disponibles à ce jour sont limitées, " elles sont parfois efficaces mais pas écologiques " [Ruiz et al., 2020], et aucune mesure de lutte ne s'est avérée totalement efficace contre le *Vespa velutina*. Une fois présent, l'éradication du *Vespa velutina* semble illusoire, pourtant l'utilisation coordonnée.

Les mesures de contrôle disponibles à ce jour sont limitées, " elles sont parfois efficaces mais pas écologiques " (Ruiz et al., 2020), et aucune mesure de contrôle unique ne s'est avérée totalement efficace contre le *Vespa velutina*. Une fois présent, l'éradication du *Vespa velutina* semble illusoire, pourtant l'utilisation coordonnée de plusieurs méthodes dans le cadre d'une approche de lutte intégrée a le potentiel de réduire son impact, c'est-à-dire sur les abeilles domestiques et sur l'environnement (Laurino et al., 2019).

Ce chapitre donne un aperçu des méthodes de lutte sélectionnées, sur la base de trois critères principaux : la sélectivité, l'efficacité et la conformité aux réglementations existantes. Ce chapitre décrit également les efforts actuels dans la recherche et la pratique, et tire des conclusions dans une perspective à moyen et long terme, sur les méthodes les plus prometteuses pour lutter contre *Vespa velutina*.

Table 2: Les mesures de contrôle de *Vespa velutina* habituellement utilisés (adapté de USC & Ecoagarsoc, 2022).

1. Destruction des nids de <i>Vespa velutina</i>	Décrit plus en détail dans la section 3.2.
2. Piégeage des reines et des ouvrières	Décrit plus en détail dans la section 3.3
3. Protection des ruchers au moyen de harpes électriques, de muselières et de filets	Décrit plus en détail à la section 3.4.
4. Soutien du mécanisme de défense des abeilles mellifères par l'alimentation artificielle et la réduction de l'entrée de la ruche	
5. Déplacement des ruchers vers d'autres lieux	



3·1

Critères d'évaluation des mesures de contrôle

Ce chapitre donne une vue d'ensemble des méthodes de contrôle sélectionnées, sur la base de trois critères principaux : la sélectivité, l'efficacité et la conformité à la réglementation.



3·1·1

Sélectivité

Le *Vespa velutina* peut nuire à la biodiversité européenne, mais les mesures de lutte contre ce frelon, comme l'utilisation de pièges à insectes, peuvent également exercer une pression sur la biodiversité (comme indiqué au chapitre 2.1.1). Par conséquent, les méthodes de lutte doivent être sélectives, c'est-à-dire qu'elles doivent cibler spécifiquement le *Vespa velutina*.

Une évaluation simple de la sélectivité des pièges à insectes, par exemple, consiste à calculer le rapport entre le nombre de *Vespa velutina* et de spécimens d'insectes piégés [Renoux et al., 2020]. Cependant, l'évaluation se complique lorsque les effets secondaires et à long terme sont pris en compte, notamment pour les mesures de contrôle basées sur l'utilisation de pesticides. La prémisse devrait être d'appliquer les pesticides de manière ciblée et spécifique, de sorte qu'aucun rejet et/ou dommage ne soit causé à l'environnement. Les oiseaux, tels

que les pics verts (*Picus viridis*), les geais (*Garrulus glandarius*) et les mésanges (*Paridae*), se nourrissent de larves mortes pendant la période pré-hivernale¹⁷. L'impact des larves potentiellement contaminées par des pesticides sur les oiseaux qui s'en nourrissent n'a pas encore été évalué dans le cas de *Vespa velutina*, mais d'autres cas montrent que les résidus de pesticides et d'insecticides peuvent effectivement se déplacer dans la chaîne alimentaire, causant des dommages à d'autres espèces qui n'étaient pas initialement visées par ces pesticides (Université d'Auburn, 2020).

¹⁷ D'autres oiseaux qui agissent comme des ennemis naturels de *Vespa velutina* incluent la buse à miel européenne (*Pernis apivorus*) et le guépier européen (*Merops apiaster*). Cependant, aucun des oiseaux répertoriés n'est capable de s'occuper de colonies importantes et actives de *Vespa velutina* à ce stade, et par conséquent, l'impact des ennemis naturels sur la population de *Vespa velutina* est considéré comme négligeable (CABI ISC, 2020). L'impact des ennemis naturels est abordé plus en détail au chapitre 3.5.



3.1.2

Efficacité

Pour assurer un contrôle durable et à long terme du *Vespa velutina*, les mesures de contrôle doivent être efficaces pour réduire l'expansion ainsi que ses impacts. La biologie du *Vespa velutina* doit être bien comprise, y compris son cycle de vie, son comportement et ses mécanismes de réaction aux facteurs de stress, afin de développer des mesures de contrôle efficaces. Un exemple de mesure de lutte couramment utilisée, mais souvent considérée comme inefficace, est le piège à bouteilles, qui ne montre aucun " effet protecteur (...) ni sur l'activité de butinage, ni sur le développement, ni sur la survie des colonies (d'abeilles) " (Turchi & Derijard, 2018). À ce jour, l'utilisation de stratégies autonomes ne s'est pas avérée efficace, et il semble irréaliste de viser l'éradication complète du frelon asiatique en Europe. Au contraire, la combinaison de différentes méthodes et outils pourrait accroître l'efficacité du contrôle des impacts de cette espèce. Par exemple, la protection des ruches contre les attaques de frelons pourrait limiter l'impact sur les ruchers individuels, mais n'empêcherait pas la reproduction des populations de *Vespa velutina* dans une région.

3.1.3

Respect de la réglementation

Avec la déclaration du *Vespa velutina* comme espèce exotique envahissante préoccupante pour l'Union en 2016, « les États membres (de l'Union européenne) sont tenus d'agir sur les voies d'introduction involontaire, de prendre des mesures pour la détection précoce et l'éradication rapide de ces espèces, et de gérer les espèces qui sont déjà largement répandues sur leur territoire » (Union européenne, 2019). Le piégeage des frelons asiatiques ne nécessite pas d'autorisation particulière, comme c'est le cas pour d'autres insectes protégés tels que le frelon européen (*Vespa crabro*) (Ruiz-Cristi et al., 2020). La mise en œuvre des stratégies de contrôle pourrait être soumise à des réglementations nationales ou régionales sous la responsabilité d'autorités spécifiques, comme le montrent les exemples de mesures suivants :

- **La destruction des nids de frelons asiatiques** : En Suisse, l'autorité chargée d'enlever et de détruire les nids de *Vespa velutina* est fixée différemment dans chaque canton ; par exemple, à Genève, un nid sera enlevé par les pompiers, alors que dans le canton du Jura, les nids sont enlevés par une entreprise privée de gestion des nuisibles mandatée par ce canton. Dans la ville de Vienne, le service des incendies est actuellement responsable de l'enlèvement des nids d'insectes dans les espaces publics (essaims d'abeilles et nids de guêpes), et les pompiers doivent suivre une formation spéciale, qui leur permet d'acquérir de solides connaissances sur la biologie et le comportement des insectes, ce qui est crucial pour un enlèvement efficace des nids (Feiler, 2022).
- **Les drones sans pilote pour l'observation ou la destruction des nids** : L'utilisation de drones, pourrait être réglementée et/ou limitée en termes de hauteur de vol, de distance avec le pilote et de zones où il est autorisé à voler.
- **Produits chimiques pour la destruction des nids** : une façon de détruire les nids de *Vespa velutina* implique l'utilisation de produits chimiques très efficaces comme le chlordane, le tétrachlorvinphos et le diazinon (Kishi & Goka, 2017), mais ceux-ci sont actuellement interdits d'utilisation dans l'UE. Les aspects plus détaillés de la destruction des nids sont abordés ci-après.



3·2

Suppression et destruction des nids

Il est estimé que l'augmentation de la destruction des nids de 30% à 60% pourrait réduire la propagation du *Vespa velutina* de 17% et la densité des nids de 29%. Il est estimé que la propagation pourrait diminuer de 43% en détruisant 95% des nids (Robinet et al., 2017). Ces chiffres semblent prometteurs, mais suggèrent que la destruction des nids nécessite des stratégies complémentaires et un bon timing, pour s'assurer que la destruction du nid contient effectivement le développement de la colonie. Dans cette stratégie, le bon moment pour la destruction des nids avant que les jeunes reines ne s'envolent pour s'accoupler est essentiel [BGD, 2021b], et devrait donc être effectué au début du printemps et pendant l'été, lorsque la colonie commence à se développer. En fonction du développement de la colonie, l'enlèvement et la destruction des nids peuvent être prolongés jusqu'en novembre, mais aller au-delà pendant la saison hivernale n'est plus efficace car les nids ne sont plus actifs. En plus de ces implications saisonnières, il est important de noter les coûts élevés de main d'œuvre et d'équipement nécessaires pour détecter et détruire les nids de *Vespa velutina*. En France, en Italie et au Royaume-Uni, le coût annuel de la destruction des nids dépasse maintenant 29 millions d'euros (Quaresma et al., 2022).

En plus de l'équipement pour l'enlèvement et la destruction chimique et mécanique des nids, d'autres matériels sont nécessaires. Par exemple, le service d'incendie de Vienne dispose de véhicules spécialisés dotés d'un équipement spécial et transportant des équipements de protection (par exemple, des combinaisons, des gants et des voiles) ainsi que des informations et de la documentation de référence pour identifier le nid et les insectes, et pour les partager avec les citoyens à des fins éducatives et d'information (Feiler, 2022). Des équipements de protection spéciaux avec un tissu plus épais et plus résistant sont nécessaires pour retirer les nids de *Vespa velutina* en toute sécurité, car le *Vespa velutina* a un dard plus long et plus fort que les abeilles domestiques. Cela entraîne également des coûts plus élevés¹⁸.

Des approches mécaniques et chimiques sont utilisées pour enlever et détruire les nids. En général, il est recommandé d'effectuer ces opérations la nuit, à l'aube ou au crépuscule, lorsque la plupart des frelons adultes se trouvent à l'intérieur des nids, pour garantir une élimination efficace de la colonie.



¹⁸ Vous trouverez un exemple de combinaison de protection testée pour les attaques de *Vespa velutina* dans cette boutique en ligne française : <https://bit.ly/3ylJHPj>



3.2.1

Méthodes mécaniques

Les nids peuvent être enlevés et détruits de manière non invasive lorsqu'ils sont faciles à atteindre, et les étapes sont les suivantes (MAGRAMA, 2015): ① Couvrir l'entrée du nid de *Vespa velutina*. ② Envelopper le nid dans un contenant, par exemple un sac ou un récipient suffisamment résistant pour empêcher les frelons asiatiques de le percer. ③ Détacher le nid de son ancrage. ④ Enfin, détruisez le nid.

La congélation prolongée (minimum 48 heures) est la méthode recommandée pour détruire les nids. L'incinération ou l'abat-tage peuvent être effectués lorsqu'aucune autre méthode n'est possible, doivent être autorisés par l'autorité compétente, et doivent être effectués en évitant la dispersion des ouvrières de *Vespa velutina* qui pourraient former de nouveaux nids.

3.2.2

Méthodes chimiques

Cette méthode de destruction implique l'injection d'un biocide autorisé pour provoquer la mort des frelons asiatiques à l'intérieur du nid, selon les étapes suivantes : ① Fermer la sortie du nid. ② Injecter le biocide autorisé à l'aide de matériel d'application (par exemple, des perches d'injection) et de protection. ③ Décrocher le nid de son ancrage.

L'utilisation de produits chimiques présente un risque de dispersion et de contamination, par conséquent, dans tous les cas, les conditions d'utilisation indiquées par l'autorité compétente et le fabricant du produit doivent être strictement respectées. Il convient d'évaluer les conditions de chaque zone, les habitats prioritaires et les espèces protégées, car dans de nombreux cas, les biocides contiennent des cyperméthrines ou des tétraméthrines, qui sont considérées comme dangereuses pour l'environnement. Normalement, le nid avec le biocide sera enlevé en quelques jours, de sorte que les frelons asiatiques qui reviennent au nid après l'application seront également empoisonnés. Si le nid est difficile d'accès, il se peut que le nid inactivé ne soit jamais enlevé.

Pour éviter la dispersion d'agents chimiques dans l'environnement, des approches récentes envisagent l'utilisation de la chaleur, imitant le mécanisme de défense des abeilles domestiques qui forment une "boule d'abeilles" chauffée autour du prédateur lorsqu'elles sont attaquées. La température peut atteindre 45,7°C à

D'autres approches comprennent l'aspiration, ou la sédation des frelons asiatiques à l'intérieur du nid en utilisant du CO₂ pour un retrait plus sûr du nid, par exemple, comme appliqué dans le cadre de AHLert par le personnel autorisé de la ville de Hambourg¹⁹.



¹⁹ Suppression et destruction des nids sont documentées dans la vidéo suivante : <https://bit.ly/3TKe0NN>

52°C, provoquant la mort du prédateur (Ken et al., 2004). Dans le cas des frelons asiatiques, des études montrent que la température létale pour les frelons est de 45,7°C. Ce principe permet de détruire les nids et de tuer les frelons, par exemple en chauffant le nid par des injections de vapeur. Une augmentation progressive de la température humide semble plus efficace pour tuer les frelons à l'intérieur du nid, mais d'autres études sont nécessaires pour développer une méthode thermique (à base de vapeur) efficace et sûre de destruction des nids de *Vespa velutina* (Ruiz-Cristi, 2020).



3.3

Piégeage des reines et des ouvrières

L'efficacité du piégeage fait encore l'objet de controverses entre experts, car l'efficacité est considérée en général comme faible ; et les pièges pourraient même générer des effets secondaires négatifs sur l'entomofaune, en piégeant les insectes indigènes et en réduisant ainsi la biodiversité. Pour qu'un piège soit vraiment efficace et sélectif, il faut un appât attractif, uniquement pour le frelon asiatique, qui en même temps n'attire pas ou est inefficace pour les autres insectes. À ce jour, il n'existe pas d'appât sélectif de ce type. Des recherches sont en cours pour développer un piège à base de phéromones (Ya-Nan et al., 2022). Les dommages éventuels causés à la biodiversité par l'installation de pièges sont également la raison pour laquelle certains pays, dont la Suisse, interdisent l'utilisation de pièges à insectes sans autorisation spéciale. L'utilisation de pièges peut être autorisée dans d'autres pays ou régions, mais souvent sous certaines conditions.

Le piégeage peut limiter les dégâts locaux causés par le *Vespa* lorsqu'il est utilisé, par exemple, comme une mesure spécifique pour protéger les ruchers situés dans des zones fortement envahies.

Le principe clé d'une stratégie de piégeage efficace est de l'aligner sur les phases du cycle de vie de *Vespa velutina*. L'exemple de la figure 14 montre le calendrier recommandé par le ministère espagnol de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation (MAGRAMA) pour les activités de piégeage.

Le calendrier de piégeage indique les phases le long d'une ligne de temps d'une année. En commençant par la phase hivernale, l'installation de dispositifs de piégeage n'est pas recommandée, car les reines de *Vespa velutina* ayant hiverné ne sont pas actives, et les pièges attireraient d'autres espèces d'insectes non ciblées.



Figure 14 : Calendrier de piégeage recommandé par MAGRAMA, Espagne [adapté de MAGRAMA, 2015].



Au début du printemps, les premières fondatrices de *Vespa velutina* apparaissent. À ce moment-là, les pièges ne seront installés que dans un rayon de 10 km maximum autour des nids précédemment identifiés.

Vers la fin du printemps, les fondatrices sont à la recherche de nourriture pour construire leurs colonies, et à ce moment-là, les pièges seront placés dans un rayon de 30 km des zones où le *Vespa velutina* est présent. Outre le piégeage, la lutte saisonnière se concentre sur la localisation et la destruction des nids primaires.

En été, la colonie commence à construire le second nid et les frelons se nourrissent principalement de protéines. Les pièges à base de sucre peuvent ne pas fonctionner, et d'autres attractifs peuvent être utilisés.

À l'automne, le *Vespa velutina* se nourrit à nouveau d'aliments à base de sucre, par exemple de fruits ou de miel. Les avis divergent quant à l'efficacité des appâts. La vieille cire d'abeille, la bière légère, le sirop de groseille ou de myrtille sont considérés comme de bons attractifs (MAGRAMA, 2015), cependant, des études récentes ont indiqué une efficacité décroissante des appâts à base de bière en automne. Les raisons de ce phénomène pourraient être un changement du profil olfactif de l'appât, conséquence du changement des températures environnementales (Lioy et al., 2020).

Les pièges destinés à réduire les dégâts dans les vergers et les ruchers sont installés comme suit :

- 1 piège pour 10 ruches**
- 2 pièges pour toutes les 25 ruches**
- 3 pièges pour chaque 50 ruches**
- 4 pièges pour plus de 50 ruches**



Figure 15 : Denis Jaffré avec son piège breveté BCPA, (©REUTERS/Manuel Ausloos)



3·4

Mesures de contrôle dans les ruchers

Une étude menée par l'USC et Ecoagrasoc (2022) décrit les mesures de contrôle couramment utilisées dans les ruchers, qui peuvent être regroupées dans les actions suivantes :

- ① Utiliser des pièges selon un plan de piégeage spécifique, comme évoqué précédemment
 - ② Utiliser des équipements de protection des ruchers, tels que des harpes électriques et des filets
 - ③ Unterstützung des Abwehrmechanismus von Honigbienen, indem z.B. die Zugänge zu den Bienenstöcken reduziert oder die Bienenstöcke an einem neuen Standort verlegt werden
 - ④ Soutenir le mécanisme de défense des abeilles domestiques, par exemple en réduisant l'entrée des ruches et/ou en installant des ruchers à de nouveaux endroits.
- Maintenir les ruchers propres des résidus, possibles attracteurs de *Vespa velutina*.

Ces actions sont discutées ci-après.

3·4·1

Utilisation de filets de protection

En raison de la taille des trous des filets, ils servent de méthode de protection des ruches, car ils laissent passer les abeilles tout en bloquant le passage de *Vespa velutina*. Ils peuvent être utilisés pour couvrir toute la ruche ou comme muselière en plaçant le filet uniquement à l'entrée de la ruche. La muselière est généralement constituée de deux planches placées sur les côtés de la ruche sur lesquelles est fixé un treillis avec une maille de 6mm × 6mm. Ce système empêche *Vespa velutina* de pénétrer dans les ruches, mais déplace la prédation vers un périmètre plus éloigné de l'entrée des abeilles dans la ruche. La muselière a l'avantage d'être une méthode très bon marché, à laquelle les abeilles domestiques s'habituent très rapidement (Turchi & Derijard, 2018).

3·4·2

Harpes électriques

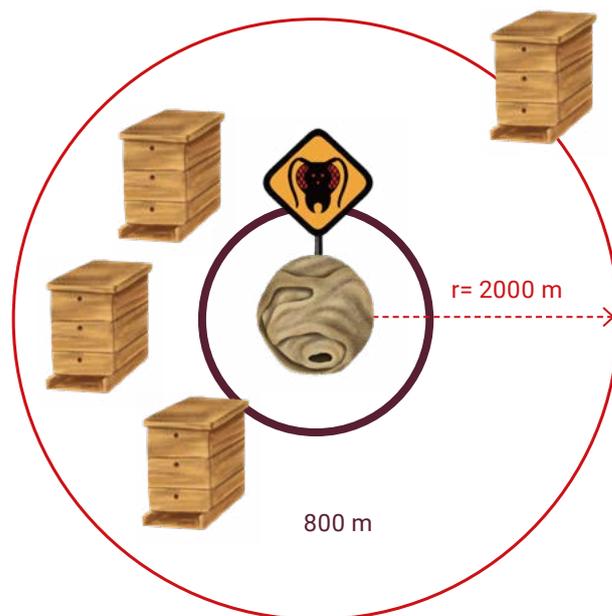
La harpe électrique est destinée à électrocuter les frelons *Vespa velutina* passant par une armature de fils conducteurs alimentée par un générateur de courant. La séparation des fils conducteurs est telle que les abeilles peuvent passer sans les toucher, tandis que les frelons *Vespa velutina* touchent inévitablement les fils et sont électrocutés (Turchi & Derijard, 2018). En option, un récipient contenant de l'eau peut être placé juste en dessous du piège afin que ces guêpes se noient une fois qu'elles tombent électrocutées, mais ce n'est pas strictement nécessaire. La harpe électrique est placée entre deux ruches car le *Vespa velutina* tourne généralement en rond entre les ruches avant de s'arrêter à l'entrée des abeilles. Il existe des harpes électriques commerciales disponibles sur le marché, mais il est également possible de fabriquer ces appareils de manière artisanale (Turchi & Derijard, 2018).



3·4·3

Soutenir le mécanisme de défense des abeilles domestiques

Des colonies d'abeilles fortes peuvent résister aux attaques de *Vespa velutina* et supporter les pertes d'abeilles (BGD, 2021a). Il est donc recommandé de prendre des mesures qui soutiennent la force globale de la colonie, y compris le nourrissage artificiel, pour soutenir les attaques potentielles de *Vespa velutina*. Les apiculteurs peuvent également prendre des mesures pour éviter l'exposition des colonies d'abeilles domestiques aux frelons *Vespa velutina*. Une action possible serait de rétrécir l'entrée de la ruche à 5,5 mm afin que les frelons ne puissent pas pénétrer dans la ruche. Une autre option moins pratique, qui demande beaucoup plus de réflexion et de planification, consiste à déplacer les ruches vers des endroits où le *Vespa velutina* n'a pas encore été détecté, ou dans lesquels il n'existe pas de conditions favorables à sa distribution ou à son expansion. D'après l'observation de l'expansion du *Vespa velutina* dans toute l'Europe, certaines conditions de l'environnement facilitent plus que d'autres sa distribution, par exemple le débit des rivières, la présence de hauts arbres et une grande densité de ruches d'abeilles. La densité des ruches et donc l'abondance de nourriture sont considérées comme décisives en termes de chances de construction de nids de *Vespa velutina* ; bien que le rayon de vol de *Vespa velutina* soit considéré comme étant de 2 km, des études ont montré qu'habituellement 600 m sont suffisants pour que *Vespa velutina* trouve des quantités suffisantes de nourriture (BGD, 2021b).



3·4·4

Maintien des ruchers propres de tout résidu

Les bonnes pratiques apicoles impliquent le maintien de ruchers et d'espaces de travail propres, afin d'éviter la propagation de maladies et d'attraits potentiels pour les prédateurs d'abeilles et de produits apicoles. À ce titre, il est fortement recommandé de retirer les cadres contenant des résidus de miel à proximité des ruchers.



3 • 5

Méthodes de lutte biologique

Les méthodes de lutte décrites dans ce chapitre requièrent un effort humain essentiel : les politiques existantes doivent être évaluées et appréciées, des investissements en outils et équipements sont nécessaires, ainsi qu'un temps considérable pour réaliser les actions ciblées. Et même si les indications données sont scrupuleusement suivies, il n'y a aucune garantie d'avoir un contrôle total de la situation. Cela s'explique également par le fait que l'apprentissage de la *Vespa velutina* est continu et dynamique et que, par conséquent, différents mécanismes d'adaptation doivent encore être mis en œuvre et évalués.

Pour réduire l'effort lié aux stratégies de contrôle décrites, beaucoup d'efforts ont donc été consacrés à des stratégies plus « passives », comme l'utilisation d'ennemis biologiques qui parasitent ou s'attaquent à *Vespa velutina*. Un facteur limitant est que l'utilisation d'agents biologiques peut endommager d'autres espèces (indigènes). C'est par exemple le cas de l'hyménoptère appelé *Bareogonalos jezoensis*, qui parasite le *Vespa velutina* en Asie orientale. Sa distribution étant limitée à l'Asie orientale, les impacts potentiels de l'utilisation de cet agent biologique sur les espèces natives d'Europe restent inconnus.

En France, un certain nombre d'espèces parasitant *Vespa velutina* ont été identifiées. Un groupe de recherche a trouvé des larves de *Conops vesicularis* (Diptera Conopidae) à l'intérieur de l'abdomen de certains individus de *Vespa velutina*, ce qui a provoqué leur mort. Cependant, l'efficacité de *Conops vesicularis* comme agent biologique pour contrôler *Vespa velutina* semble limitée. Un autre parasite potentiel de *Vespa velutina* est le nématode *Pheromermis vesparum* (Nematoda Mermithidae), qui a également été trouvé dans des spécimens adultes. Le fort potentiel de deux champignons entomopathogènes (souches françaises natives de *Beauveria* et *Metharizium*) comme agents potentiels de lutte biologique contre l'invasion de *Vespa velutina* a également été décrit (Turchi & Derijard, 2018).

Certaines espèces de mammifères (comme *Meles meles*) et d'oiseaux (comme *Garrulus glandarius*, *Merops apiaster*, *Parus major*, *Pica pica*, *Sitta europaea* et *Gallus gallus domesticus*) peuvent s'attaquer à *V. velutina*, mais leur activité prédatrice est sporadique et n'a donc pas d'effet pour limiter l'expansion des populations de *Vespa velutina* (Laurino et al., 2020).

À ce jour, les autres espèces de frelons (c'est-à-dire *Vespa crabro*, ainsi que l'espèce invasive *Vespa orientalis*) ne montrent aucun comportement compétitif envers *Vespa velutina* (Thiéry, 2021a). La grande densité de nids de *Vespa velutina* en France²⁰, ainsi que les études de laboratoire menées par des scientifiques français, indiquent qu'il n'y a pas de comportement compétitif entre l'espèce et les reines de différentes colonies (Thiéry, 2022b).

Outre les parasites, les champignons et d'autres animaux, des virus ont également été considérés dans des études récentes comme des agents possibles de lutte contre le *Vespa velutina*. Il s'agit notamment du virus de l'aile déformée (DWV), du virus de la cellule de la reine noire (BQCV) et du virus de l'abeille du Cachemire (KBV), que l'on trouve également chez l'abeille domestique. En fait, il est probable que le DWV se soit propagé de la proie (abeille domestique) au prédateur (*Vespa velutina*), mais la voie de transmission reste l'objet de recherches supplémentaires. Le potentiel réel des virus pour lutter contre les populations de *Vespa velutina* doit donc être mieux compris, et l'impact potentiel sur d'autres espèces doit également être évalué (Marzoli et al., 2021).

En résumé, les méthodes de lutte biologique sont encore associées à des incertitudes. Des recherches approfondies et holistiques sur l'efficacité et les effets secondaires potentiels (par exemple, les impacts sur d'autres espèces et la biodiversité) doivent être menées plus avant. Bien que certaines approches présentent un certain potentiel, la livraison d'agents biologiques matures et efficaces contre *Vespa velutina* ne sera probablement pas disponible à court terme.

²⁰ Par exemple, dans le département de Bouliac, on a compté plus de 50 nids dans une zone couvrant 7,5 km². Il est probable que tous les nids n'ont pas été enregistrés, c'est-à-dire que la densité pourrait être encore plus élevée.



Prévention de *Vespa velutina*

Le changement climatique et la hausse des températures, ainsi que la mobilité et le transport de marchandises favorisent l'expansion des espèces invasives dans le monde entier. Dans le cas de *Vespa velutina*, son expansion en Europe est estimée à environ 78 km par an, sans tenir compte d'une éventuelle dispersion par l'homme (Robinet et al., 2017). D'autres études indiquent une vitesse d'expansion de 100 km par an. Même avec l'utilisation de mécanismes de contrôle à court terme, la progression des populations de *Vespa velutina* vers d'autres pays européens est certaine. Le *Vespa velutina* peut maintenant être considéré comme une espèce établie dans certains pays européens, et donc son éradication complète est illusoire. Les stratégies présentées peuvent donc réduire les impacts associés au *Vespa velutina*, et potentiellement limiter son expansion en Europe.

Comme indiqué, la recherche en cours pour mieux comprendre le *Vespa velutina* et évaluer les stratégies potentielles pour limiter son expansion est un domaine dynamique, et de nouvelles approches et projets de recherche émergent à travers l'Europe. Une sélection de mesures a été décrite dans ce guide. À ce jour, aucune stratégie ou mesure unique ne s'est avérée pleinement efficace, ce qui souligne la nécessité d'une approche de gestion intégrée, tant en ce qui concerne une stratégie globale (par exemple, au niveau national ou régional) que pour les ruchers.

Sur la base des stratégies et mesures identifiées, les autres actions visant à limiter l'expansion du *Vespa velutina* comprennent principalement :

- ① Le développement et la mise en œuvre de stratégies ciblées et de plans d'action à différents niveaux (international, national, régional, local), qui doivent définir les responsabilités, les autorités et les rôles pour rencontrer la présence et le contrôle de *Vespa velutina*.
- ② Le soutien aux activités de recherche pour combler les lacunes dans les connaissances et pour développer une meilleure compréhension de la

biologie et du comportement du *Vespa velutina*, comme base pour continuer à développer des stratégies de contrôle efficaces.

Ces actions reposent les unes sur les autres : les résultats de la recherche doivent être intégrés dans les stratégies, et les résultats de la pratique et de la mise en œuvre pratique doivent revenir à la communauté des chercheurs.

Enfin, une éducation et une diffusion continues sont considérées comme essentielles pour prévenir le *Vespa velutina*. Comme indiqué dans ce guide, les stratégies de surveillance et de contrôle reposent sur plusieurs compétences et parties prenantes. Il est important d'atteindre ces parties prenantes avec des informations pertinentes, afin de garantir la collaboration et l'efficacité des plans d'action définis. La figure 16 montre des exemples d'informations sur le *Vespa velutina*, destinées aux apiculteurs. Outre une variété de documents, des vidéos sont disponibles en ligne. L'internet, les médias sociaux et les applications numériques permettent d'atteindre diverses parties prenantes dans différents endroits et offrent des formats d'interaction et d'échange. En outre, les consortiums de recherche financés mènent généralement de nombreuses activités de diffusion, telles que des présentations lors de conférences, des enregistrements de webinaires et la publication de leurs nouvelles idées et de leurs résultats sous la forme d'articles et de rapports universitaires. Il est important de se connecter et de travailler en réseau avec de tels projets de recherche pour diffuser des informations sur l'état de l'art.

Ce chapitre se concentre sur les stratégies et les plans d'action, ainsi que sur la recherche, comme principal domaine d'activités pour la prévention du *Vespa velutina* en Europe.



Figure 16 : Exemples de brochures d'information destinées aux apiculteurs en Suisse (à gauche), au Luxembourg (au centre) et dans le Land de Bade-Wurtemberg (à droite).



4.1

Stratégies et plans d'action

Comme indiqué, le *Vespa velutina* est déclaré espèce exotique envahissante préoccupante, et par conséquent, la Commission européenne précise : « Les États membres sont tenus d'agir sur les voies d'introduction involontaire, de prendre des mesures pour la détection précoce et l'éradication rapide de ces espèces, et de gérer les espèces qui sont déjà largement répandues sur leur territoire. » (Commission européenne, 2019). La gestion des espèces invasives et les responsabilités varient dans chaque pays évalué.

De même, la plupart des pays européens ont un système fédéral comprenant plusieurs États, dans lequel les responsabilités sont à nouveau commandées à différentes autorités : seulement en Suisse, un pays de 8,6 millions d'habitants, il y a 26 cantons, ce qui signifie qu'en principe, 26 autorités différentes sont chargées de gérer les observations et de prendre des mesures contre le *Vespa velutina*. Par exemple, dans le canton de Genève, les pompiers sont responsables de la destruction des nids, alors que dans le canton du Jura, cette tâche a été confiée à une entreprise privée de lutte contre les nuisibles. Les efforts visant à harmoniser les stratégies de lutte et à fournir des recommandations consolidées aux apiculteurs sont actuellement en cours.

Comme la présence initiale de *Vespa velutina* dans une région donnée est généralement considérée comme un foyer local, des actions rapides sont nécessaires. Avec l'expansion continue à d'autres régions, cela pourrait résulter en des initiatives parallèles en cours, souvent sans échange d'informations. La dispersion des responsabilités, des stratégies et des recommandations fournies par les autorités locales, régionales, nationales ou même européennes peut provoquer une désinformation ou une confusion parmi les parties prenantes, ce à quoi il faut remédier. Il est donc nécessaire de consolider et d'harmoniser, ce qui constitue un défi car :

- La recherche continue sur le *Vespa velutina* apporte constamment de nouvelles connaissances sur la biologie et le comportement de l'espèce.
- La dynamique et les développements en cours, notamment le changement climatique, l'augmentation des températures et le commerce mondial des marchandises pourraient entraîner des conditions soudaines et nouvelles qui affectent la présence du *Vespa velutina*.

- Le manque de ressources financières ainsi que d'autres événements (par exemple, la dynamique de la pandémie de Covid-19) influencent le travail des chercheurs et des autorités, en déplaçant éventuellement l'attention et les ressources pour traiter d'autres sujets.

Il est important de noter que cette stratégie harmonisée doit être régulièrement évaluée et qu'elle doit tenir compte des aspects structurels qui influencent l'expansion de *Vespa velutina*. Il s'agit, par exemple, des facteurs géographiques, de l'abondance de la nourriture, de la densité des colonies d'abeilles et de la possibilité de construire des nids primaires et secondaires.

Afin de soutenir les parties prenantes, une stratégie consolidée pour *Vespa velutina* doit couvrir les aspects suivants et apporter des réponses à un certain nombre de questions :

● Champ d'application

Quelles sont les zones géographiques couvertes par le plan et quelle est sa validité temporelle ?

● Informations générales

Qu'est-ce que le *Vespa velutina* et quel est son impact ?

● Guide d'identification

Quels sont les signes d'identification du *Vespa velutina* ?

● Définition des responsabilités

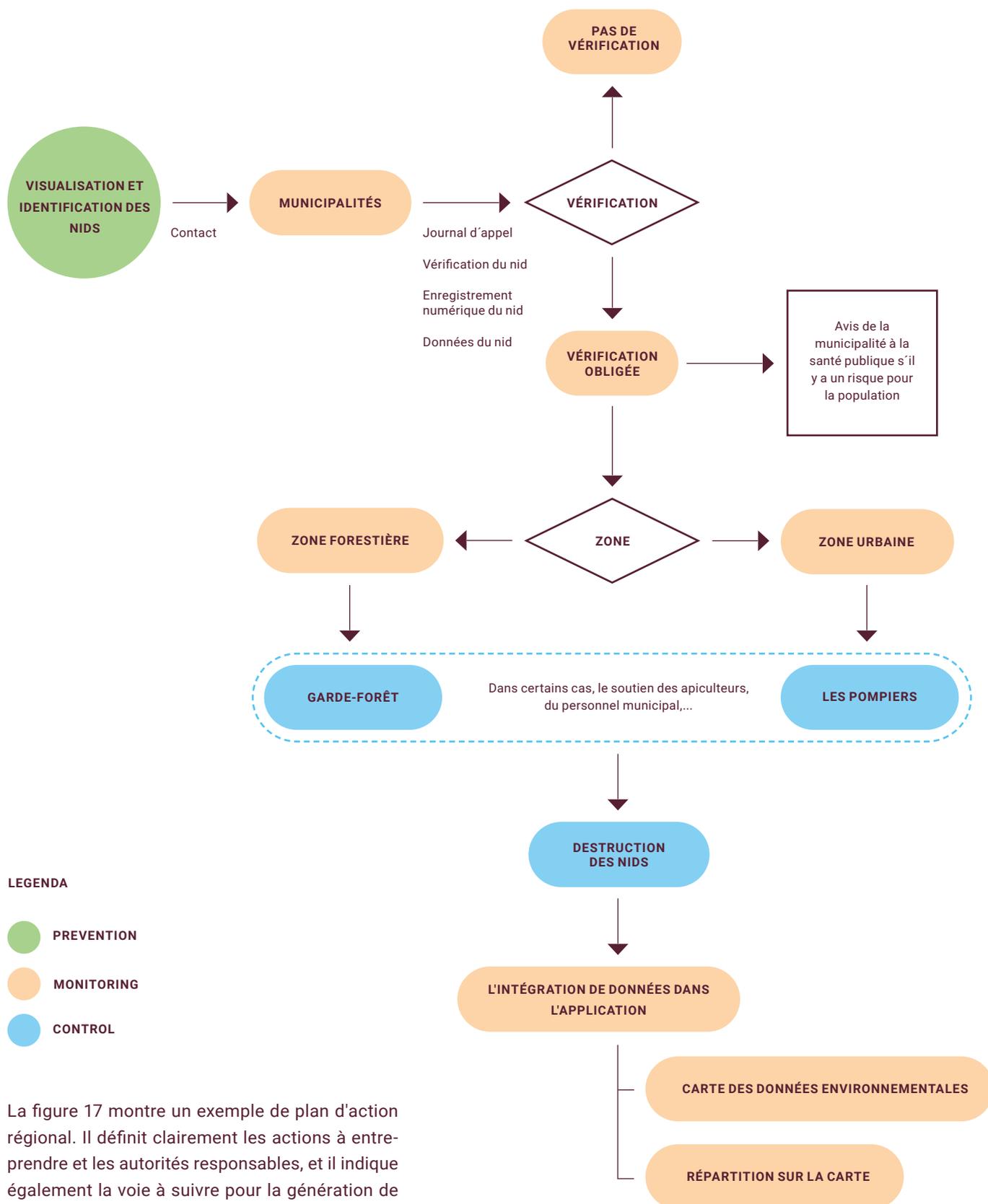
Qui est responsable de la gestion de la population de *Vespa velutina* ?

● Actions et recommandations

Par exemple, pour des groupes cibles spécifiques tels que les apiculteurs

● Mesures du succès

Comment les actions sont-elles évaluées et servent-elles au développement de nouvelles actions ?



La figure 17 montre un exemple de plan d'action régional. Il définit clairement les actions à entreprendre et les autorités responsables, et il indique également la voie à suivre pour la génération de données, qui serviront de base à la mise à jour des cartes de distribution et d'environnement.

Figure 17: Plan d'action du Pays basque, Espagne (adapté de MAGRAMA, 2015 et Bizkaia, s.d.)



4.2

Activités de recherche

Bien que la combinaison et la mise en œuvre réfléchie de stratégies puissent aider à contrôler les populations de *Vespa velutina*, on ne s'attend pas à ce que ces stratégies permettent d'éradiquer complètement cette espèce envahissante, du moins pas à court ou moyen terme. Le *Vespa velutina* continuera à se répandre dans toute l'Europe, en raison des conditions environnementales favorables et de la circulation des marchandises par les transports, médiatisée par l'homme. La recherche s'est accélérée après l'introduction du *Vespa velutina* en Europe en 2004. Elle est essentielle pour comprendre son comportement et son impact sur l'apiculture, la biodiversité et la santé publique, ainsi que pour développer des stratégies visant à limiter son expansion future et pour partager les bonnes pratiques. Cependant, le manque et la réduction des ressources financières constituent un obstacle majeur à la poursuite des recherches.

Comme présenté dans ce guide, de nombreux travaux se sont concentrés sur le développement et l'évaluation de différentes approches de contrôle. Ces activités ont permis de comprendre les impacts négatifs et la faible efficacité (par exemple, des pièges à bouteilles), et ont également révélé le potentiel d'autres mesures, notamment des pièges plus spé-

cifiques (par exemple, des pièges à phéromones), des agents biologiques (par exemple, des champignons) et des méthodes de destruction des nids plus respectueuses de l'environnement (par exemple, par injection de vapeur).

Un autre domaine de recherche actuel se concentre sur la compréhension du risque d'invasion de *Vespa velutina* à l'avenir. Une connaissance plus approfondie de sa propagation peut soutenir le développement de stratégies pour le contrôler, et il est également pertinent d'estimer les impacts et les coûts possibles dans le futur. Cette recherche considère donc deux aspects, l'un est la compréhension rétrospective de l'expansion et l'autre est la description des scénarios potentiels dans le futur, afin d'anticiper et d'appliquer des mécanismes de contrôle appropriés.

Les approches géographiques basées sur la modélisation des conditions climatiques sont utiles pour comprendre quelles situations et topographies sont favorables à l'établissement de *Vespa velutina*. Une étude réalisée en 2011 montre que chaque continent présente des conditions favorables à l'établissement du *Vespa velutina*, comme le montre la figure 18.

Figure 18 : Risque d'invasion mondiale prédite de *Vespa velutina* [adapté de Rome et al., 2011].

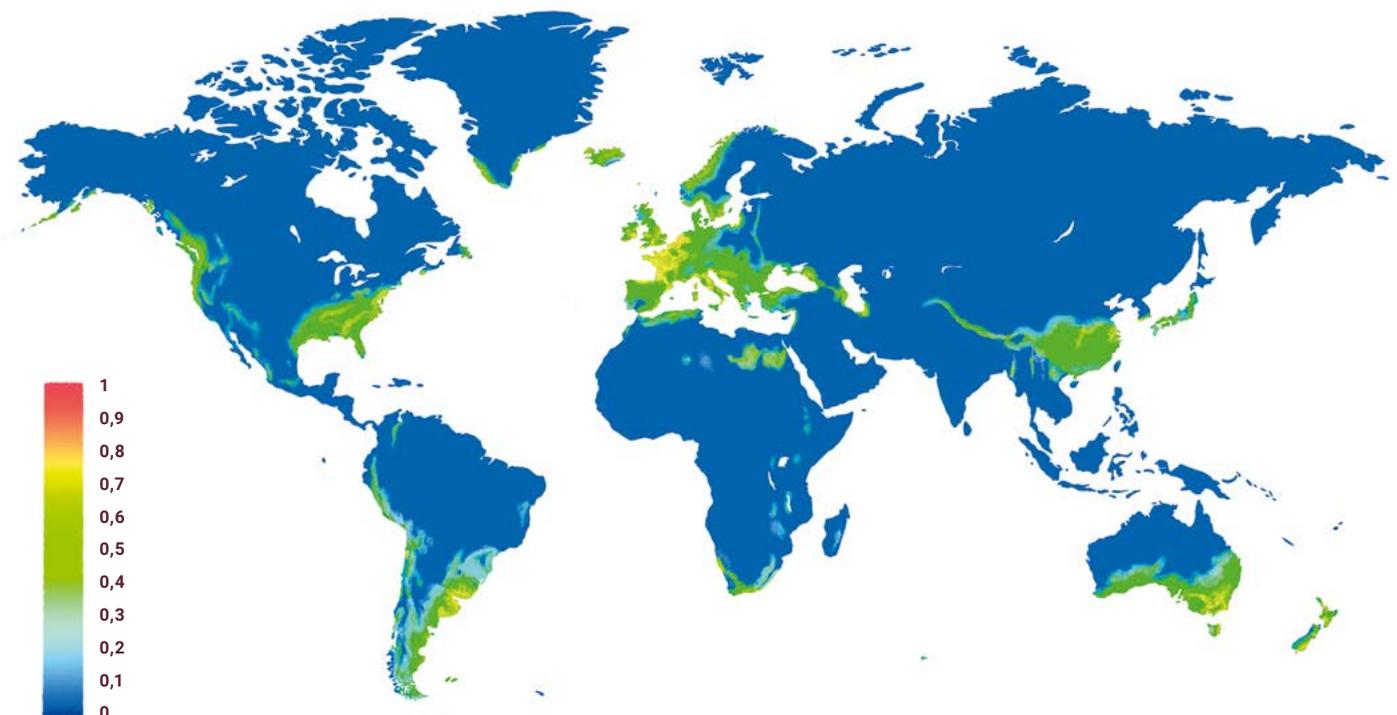
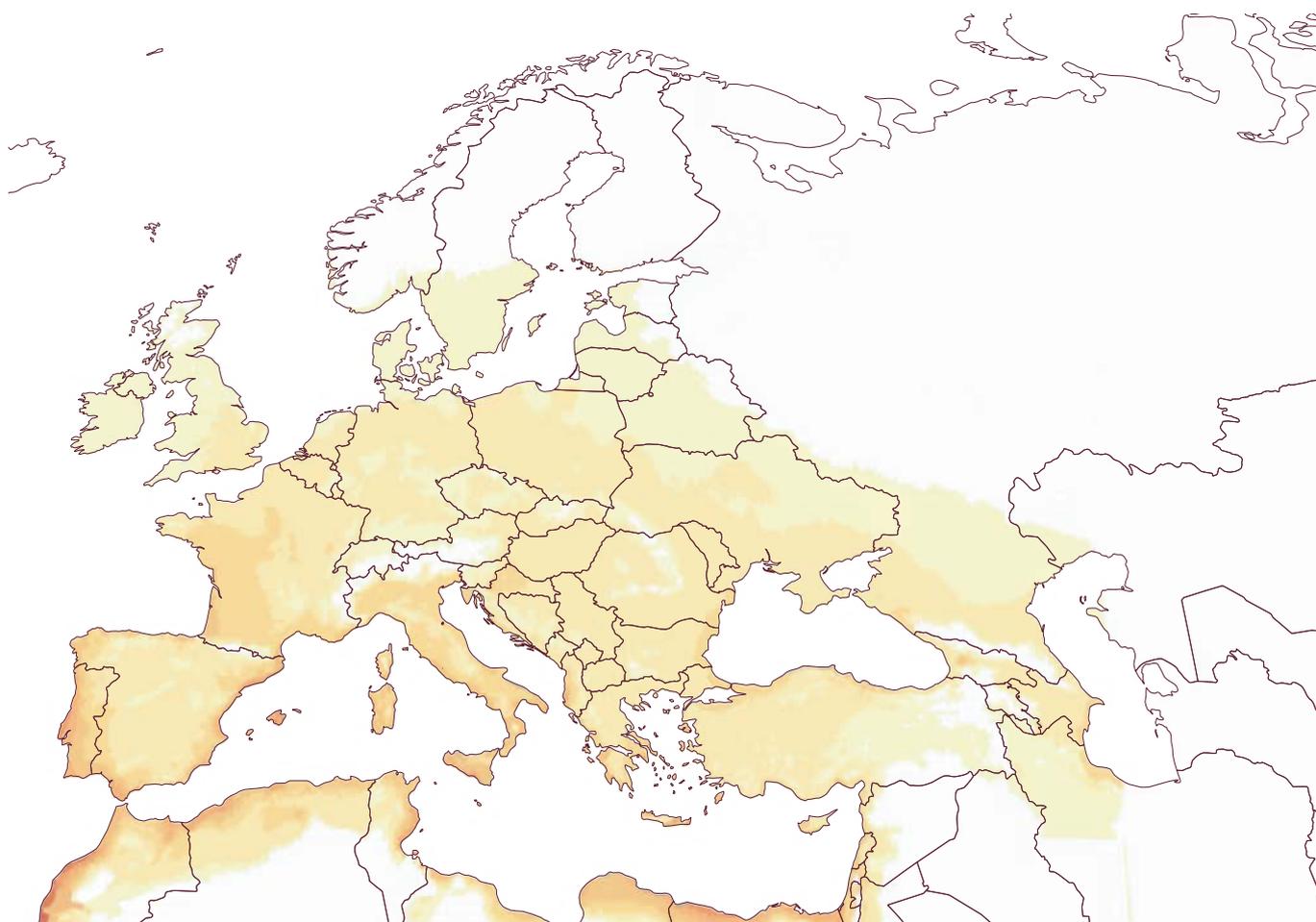




Figure 19 : Distribution potentielle de *Vespa velutina nigrithorax* en Europe [L. Seehausen|CABI, 2022].



INDICE ÉCOCLIMATIQUE



La figure 19 montre les résultats d'une modélisation de niche écologique, une méthode appliquée pour prédire la distribution d'une espèce sur des zones géographiques et des périodes de temps, en utilisant des données environnementales. Les points rouges représentent la distribution récente du *Vespa velutina* (jusqu'en 2019). Les zones colorées en blanc indiquent que l'établissement du *Vespa velutina* à cet endroit est très improbable, en raison de conditions environnementales défavorables, par exemple parce qu'il fait trop froid ou trop sec. Ces cartes sont élaborées avec de grandes distances moyennes ; par conséquent, toute la région alpine est représentée en blanc. Les cartes à plus haute résolution montrent que l'installation du *Vespa* dans les vallées alpines est possible. Les zones plus sombres (jaune, orange) montrent une plus grande probabilité d'établissement du *Vespa velutina* dans de nombreuses régions.

La plupart des modèles tentent de prédire l'invasion potentielle de *Vespa velutina* en supposant une dispersion "naturelle" basée sur des facteurs environnementaux favorables. Ces dernières années, les études génétiques des populations de *Vespa velutina* ont confirmé une faible diversité génétique entre les spécimens du Portugal, de l'Espagne et de l'Italie, ce qui permet de conclure que le noyau de population français est la source des populations trouvées dans ces autres pays d'Europe du Sud. La circulation et le transport de marchandises à travers les pays européens ont conduit à l'expansion de l'invasion (par exemple, au Royaume-Uni), mais ils ont également causé l'accélération de la propagation, en particulier au Portugal [Quaresma et al., 2020]. Il s'agit d'une observation importante qui doit être prise en compte par les autorités et d'autres acteurs clés dans les pays et régions qui ne sont pas envahis par le *Vespa velutina*.



Enseignements tirés

Ce chapitre résume les principaux enseignements tirés de l'étude de *Vespa velutina*. Ils sont présentés pour les trois thèmes de ce guide technique : Surveillance, Contrôle et Prévention.

SURVEILLANCE

- Selon le règlement de l'UE sur les espèces exotiques envahissantes (EEE) (UE 1143/2014), la première observation d'un *Vespa velutina* dans un pays membre doit être signalée à la Commission européenne.
- L'identification et la surveillance en temps utile des nids et des frelons constituent la base de l'élaboration de stratégies et d'actions de lutte contre le *Vespa velutina*.
- Différentes stratégies de surveillance sont couramment appliquées en Europe, qui varient en termes de coût, d'effort de travail, d'efficacité et de sélectivité. Les principales stratégies de surveillance abordées dans ce guide sont :
 - L'observation des ruches
 - Les pièges avec différents modèles, appâts et attractifs
 - Observation à distance avec des drones
 - Suivi des frelons pour l'identification des nids
 - Les ruches sentinelles
- Dans les zones où le *Vespa velutina* est déjà établi, on utilise couramment des pièges (bouteilles) de surveillance faciles et fabriqués par soi-même. Cependant, ces pièges ont une faible sélectivité et pourraient être nuisibles à la biodiversité locale, notamment en endommageant des insectes protégés tels que le frelon européen *Vespa crabro*. L'utilisation de ces pièges est, dans certains cas et certaines régions, interdite.
- L'observation des ruches et l'utilisation de ruches sentinelles sont déployées dans les zones où la densité de *Vespa velutina* est très faible, ou lorsqu'elle n'a été observée que sporadiquement (par exemple, en Irlande, à Hambourg, en Bavière). D'autre part, étant donné la faible probabilité que précisément ces ruches soient attaquées par le frelon asiatique implique que l'efficacité de ces mesures pourrait être également faible et même discutable compte tenu des efforts requis.
- De nombreux nids de *Vespa velutina* sont découverts accidentellement, par conséquent, l'engagement et la formation des citoyens pourraient soutenir les efforts de surveillance.
- La surveillance régulière des nids semble très efficace lorsqu'elle est associée à d'autres actions telles que l'enlèvement et la destruction des nids, en ciblant particulièrement les nids primaires.
- Cependant, l'identification nécessaire avant la destruction des nids pourrait être assez intensive en termes de coûts et de main-d'œuvre, par exemple, en raison des efforts pour trouver et identifier ces nids.
- Des recherches sont en cours pour développer des pièges sélectifs, par exemple des pièges qui utilisent des phéromones sexuelles pour attirer les drones de *Vespa velutina*. Ces pièges pourraient contribuer à interrompre la reproduction de *Vespa velutina*.



LA CONTRÔLE

- L'éradication complète du frelon asiatique *Vespa velutina* est peu probable à ce stade, car l'espèce est déjà considérée comme établie dans certains pays de l'UE, et son expansion (70 à 100 km par an) se poursuit malgré l'intervention humaine prévue pour la contrôler.
- Aucune stratégie de contrôle unique jusqu'à présent (parmi celles couvertes dans ce guide technique) ne s'est avérée pleinement efficace. En outre, l'évolution des conditions climatiques et l'importance des échanges de marchandises pourraient encore accélérer l'expansion du *Vespa velutina* en Europe.
- Une approche de gestion intégrée et un plan d'action sont nécessaires, combinant différentes actions de surveillance et options de contrôle, en alignement avec le cycle de vie du *Vespa velutina*. Idéalement, ces plans doivent également impliquer les parties prenantes et les acteurs clés.
- Le cycle de vie du *Vespa velutina* indique que la destruction des nids avant l'envol des jeunes reines *Vespa velutina* accouplées semble être une mesure très efficace, car elle réduit la viabilité de nouvelles colonies à émerger dans d'autres zones.
- La destruction des nids en utilisant par exemple des agents chimiques ou le feu pourrait comporter des risques pour l'environnement. D'autres options pour détruire les nids comportant éventuellement moins de risques sont à l'étude, comme l'utilisation du CO₂ et l'injection de chaleur/vapeur.
- Les efforts actuels dans la recherche et dans la pratique se concentrent fortement sur le développement de technologies visant à améliorer la surveillance et la destruction des nids primaires et secondaires, par exemple en utilisant des drones, l'imagerie avec des caméras thermiques et des algorithmes de reconnaissance de l'intelligence artificielle.
- Le potentiel de l'utilisation de méthodes de contrôle biologique, au moyen de différentes espèces qui parasitent ou s'attaquent à *Vespa velutina*, est étudié. Des espèces allant des virus et autres micro-organismes, aux oiseaux et aux mammifères, sont étudiées et évaluées pour leurs impacts positifs et négatifs, notamment en ce qui concerne les dommages causés aux autres espèces et les changements dans les écosystèmes.

LA PRÉVENTION

- Le *Vespa velutina* étant bien établi dans certaines régions d'Europe, les stratégies discutées jusqu'à présent pour le contrôle et la prévention visent principalement à réduire ses impacts, ainsi qu'à limiter son expansion future en Europe.
- Les obstacles à une prévention efficace du *Vespa velutina* comprennent le manque de connaissances suffisantes (tant au niveau universitaire et de la recherche que parmi les groupes cibles tels que les apiculteurs), l'absence de stratégies et de plans d'action harmonisés, et le manque de ressources.
- Divers plans d'action et stratégies existent dans les régions gravement touchées par le *Vespa velutina*, avec des responsabilités établies pour les acteurs et les parties prenantes ainsi que des actions spécifiques.
- Des canaux d'information adaptés sont également importants pour promouvoir la confiance et faciliter la coopération avec les autorités responsables.
- Les efforts actuels pour prévenir le *Vespa velutina* comprennent l'harmonisation des stratégies et des recommandations (par exemple, en Suisse), ainsi que la diffusion d'informations et le renforcement des capacités.
- Une compréhension plus approfondie sur le cycle de vie et les modèles de comportement du *Vespa velutina* est nécessaire pour évaluer les scénarios d'expansion possibles et les impacts potentiels. Dans ce contexte, les données issues de la surveillance et des observations doivent être intégrées aux données et aux cartes de sa distribution. Les chercheurs travaillent avec des modèles climatiques et géographiques pour identifier les conditions environnementales favorables à l'expansion de *Vespa velutina*. Il s'agirait de zones ciblées pour une surveillance plus régulière.
- Mener des études génétiques permet également de comprendre le développement des populations ainsi que le comportement de reproduction de *Vespa velutina*.



Recommandations pour les apiculteurs

Le *Vespa velutina* est considéré comme une menace majeure pour l'apiculture européenne, car les abeilles domestiques représentent une part importante de son régime alimentaire. Il est donc responsable de pertes de colonies d'abeilles domestiques. Les apiculteurs peuvent donc être considérés comme le principal groupe de parties prenantes impacté par la présence de *Vespa velutina*. Ce chapitre extrait les informations présentées dans le travail qui sont les plus pertinentes pour les apiculteurs. En général, ce chapitre est basé sur deux domaines illustrés dans la Figure 20 : les suggestions de pratiques apicoles possibles, et la contribution active à la diffusion par l'engagement et la collaboration avec d'autres groupes de parties prenantes.

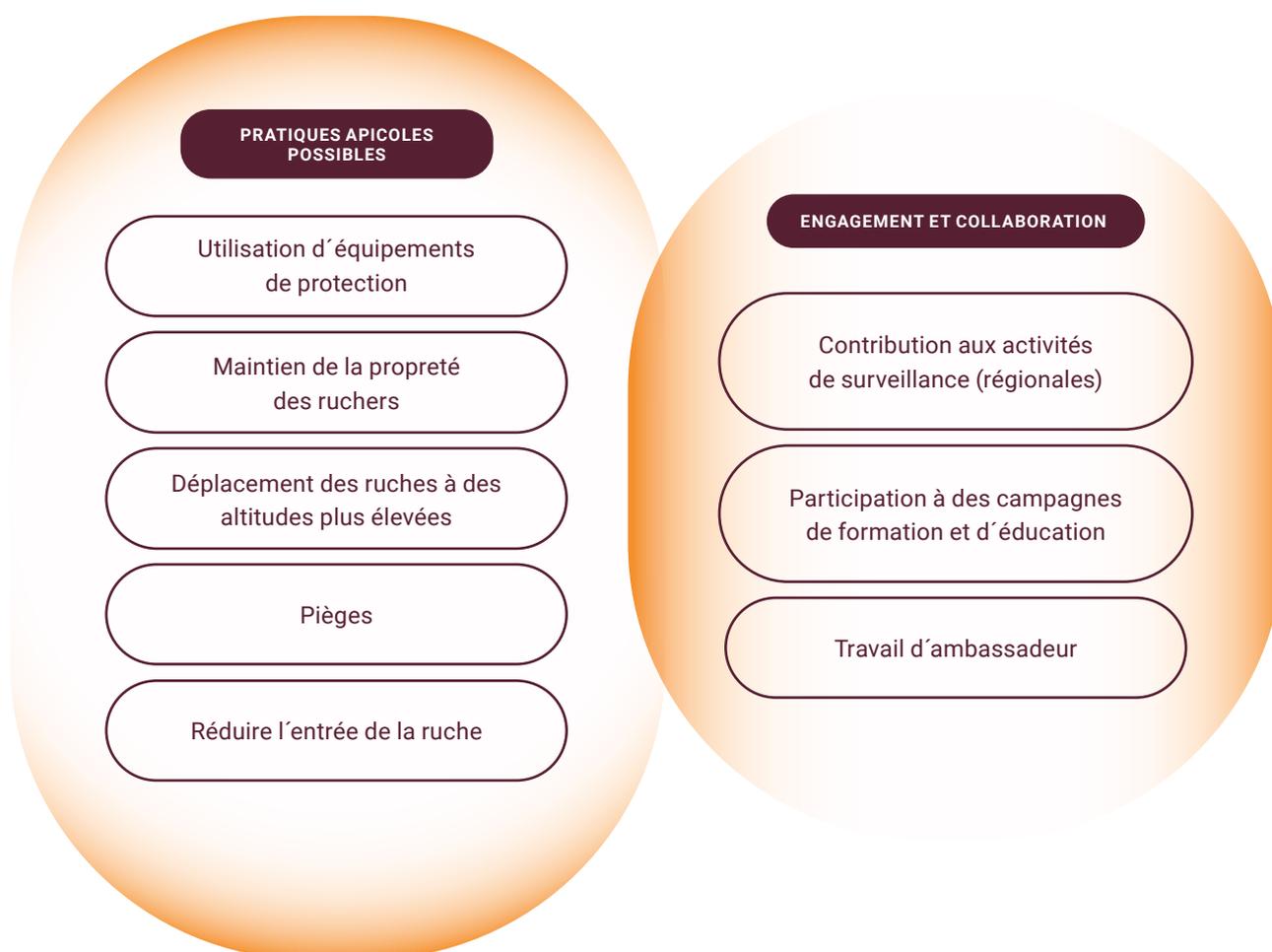


Figure 20 : Domaines de travail des apiculteurs pour la surveillance, le contrôle et la prévention de *Vespa velutina* (figure personnelle, 2022).



6 • 1

Pratiques apicoles

Comme décrit dans ce travail, les stratégies actuelles pour lutter efficacement et en toute sécurité contre le *Vespa velutina* visent principalement la destruction des nids, une pratique qui ne relève pas de la responsabilité des apiculteurs. L'analyse de ce travail suggère également que l'utilisation de pièges en bouteille et de pièges collants n'a pas d'impact efficace sur les populations de *Vespa velutina*, et que l'utilisation de ces pièges pourrait même causer plus de dommages à la biodiversité, étant donné que les appâts sélectifs sont encore en cours de développement. Des recherches supplémentaires sur ce sujet sont nécessaires, et il n'est pas possible d'attendre des solutions disponibles dans le commerce. Entre-temps, le *Vespa velutina* continue de s'étendre et, dans certaines régions, la pression exercée sur les colonies d'abeilles par les attaques devient plus forte.

Avec cette base de référence en tête, la question est plus que justifiée : Que puis-je faire pour protéger activement mes ruchers contre le *Vespa velutina* ?

Les mesures présentées pourraient aider les apiculteurs à développer des stratégies individuelles pour faire face aux défis posés par *Vespa velutina* dans leurs propres ruchers. Il est peu probable que les mesures présentées puissent empêcher l'expansion de *Vespa velutina*, mais elles peuvent renforcer l'efficacité des mécanismes de contrôle à plus grande échelle décrits dans les plans d'action et les stratégies régionales, locales ou nationales. L'application de ces mesures dans le cadre de bonnes pratiques apicoles a également des effets positifs sur la gestion d'autres risques et défis, tels que les maladies et les prédateurs.

L'utilisation d'équipements de protection pour les ruches est une mesure essentielle pour les apiculteurs. La protection par un filet au niveau des ruches permet aux abeilles de se déplacer à l'intérieur et à l'extérieur, mais empêche les frelons *Vespa velutina*, plus gros, de pénétrer dans la colonie. Ces filets peuvent être placés autour de ruches entières ou même pour l'ensemble du rucher, bien que le plus souvent les filets plus petits ou les muselières soient placés juste à l'entrée de la ruche, comme le montre la figure 21. Ces muselières réduisent considérablement la paralysie du butinage et les colonies d'abeilles maintiennent donc leur activité de butinage même en présence d'un prédateur (Requier et al., 2019). On utilise généralement des mailles carrées de 6x6 mm, et il est recommandé de les placer à la fin de l'été, lorsque le *Vespa velutina* commence sa prédation sur les abeilles domestiques. Les muselières peuvent être retirées

au printemps, car elles peuvent également empêcher d'autres insectes ou mammifères plus gros d'attaquer les ruches d'abeilles en hiver. Les coûts varient de 15 euros pour une fabrication artisanale, à environ 100 euros pour les dispositifs disponibles dans le commerce (Requier et al., 2019).

Une autre option consiste à utiliser des harpes électriques placées dans les ruches le long des ruches, comme le montre la figure 22. Ces harpes consistent en un cadre qui contient des fils métalliques chargés reliés à une alimentation électrique. Lorsque les *Vespa velutina* volent à travers les fils chargés, ils sont électrocutés et tombent sur le sol ou, dans certains cas, dans un récipient contenant de l'eau placé sous la harpe. L'espace entre les fils est suffisamment grand pour que les abeilles puissent voler à travers sans être électrocutées. L'utilisation de harpes électriques peut atténuer l'impact de *Vespa velutina* dans les ruchers (Pérez-Granados et al., 2021).

En l'absence de mesures qui empêchent le *Vespa velutina* d'atteindre l'entrée de la ruche (la muselière ou la harpe électrique), une autre option consiste à réduire la taille de l'entrée de la ruche pour soutenir le mécanisme de défense des abeilles. Cette technique est généralement appliquée par les apiculteurs pendant les périodes de vol (à la fin de l'été) des colonies faibles par les colonies fortes, et peut également contribuer à protéger les ruches contre les attaques des frelons asiatiques.

Maintenir les ruchers propres et veiller à ce que la saleté, les déchets et les résidus des produits de la ruche soient régulièrement nettoyés et éliminés. Il s'agit d'une bonne pratique apicole qui permet d'éviter la propagation de maladies et d'autres facteurs de pression, et qui évite d'attirer les frelons *Vespa velutina* dans les ruchers.

Les recherches sur l'expansion des populations de *Vespa velutina* indiquent que les caractéristiques géographiques telles que les montagnes semblent entraver l'établissement des colonies de frelons, et donc la localisation des ruchers à des altitudes plus élevées, dans la mesure où cela est possible, pourrait atténuer l'exposition à *Vespa velutina*. La région alpine semble jusqu'à présent fonctionner comme une barrière géographique pour l'expansion de *Vespa velutina* en Europe [Bertolino et al., 2016]. Cependant, l'intensité du transport et de la circulation des marchandises pourrait favoriser l'expansion de *Vespa velutina*, malgré les barrières naturelles.



Figure 21 : Exemples de harpes électriques installées dans des ruchers (Núria Roura-Pascual | Pérez-Granados et al., 2021).



Figure 22 : Exemples de harpes électriques installées dans des ruchers (Núria Roura-Pascual, Pérez-Granados et al., 2021).





GARDER LES RUCHERS PROPRES

Garder les ruchers propres et éliminer les déchets et les résidus de produits de la ruche est une bonne pratique apicole afin d'éviter la propagation de maladies et d'autres facteurs de stress. Le nettoyage permet également d'éviter d'attirer *Vespa velutina* dans les ruches.

DÉPLACEMENT DES RUCHES VERS DES SITES PLUS ÉLEVÉS

Les recherches sur l'expansion des populations de *Vespa velutina* indiquent que les caractéristiques géographiques telles que les montagnes semblent entraver l'établissement des colonies de frelons, et donc que l'installation des ruches à des altitudes plus élevées, pour autant que cela soit possible, pourrait atténuer l'exposition à *Vespa velutina*. La région alpine semble jusqu'à présent constituer une barrière géographique pour l'expansion de *Vespa velutina* en Europe [Bertolino et al., 2016]. Cependant, l'intensité du transport et de la circulation des marchandises pourrait favoriser l'expansion de *Vespa velutina*, malgré les barrières naturelles.

PIÈGES

Parmi les pièges étudiés (artisanaux et commerciaux), aucun ne peut être entièrement recommandé pour une utilisation dans des ruchers individuels. L'utilisation de pièges pour la surveillance et/ou la lutte contre *Vespa velutina* doit toujours être conforme aux réglementations existantes et doit suivre les recommandations et les stratégies en accord avec les plans d'action nationaux, régionaux ou locaux décrits au chapitre 3.3. Cependant, l'utilisation de pièges pourrait permettre à l'avenir, d'atténuer la pression de *Vespa velutina* dans les ruches lorsque des appâts sélectifs et des mécanismes de piégeage seront disponibles.

RÉDUIRE L'ENTRÉE DE LA RUCHE

En l'absence de mesures empêchant le *Vespa velutina* d'atteindre l'entrée de la ruche (la muselière ou la harpe électrique), une autre option consiste à réduire la taille de l'entrée de la ruche pour soutenir le mécanisme de défense des abeilles. Cette technique est généralement appliquée par les apiculteurs pendant les périodes de vol (à la fin de l'été) des colonies faibles par les colonies fortes, et peut également contribuer à protéger les ruches contre les attaques des frelons asiatiques.



6 • 2

Engagement et collaboration

La majorité des apiculteurs européens sont membres d'une association apicole ou d'une organisation liée à l'abeille, et obtiennent leurs informations grâce à cet échange et cette participation. Le manque actuel d'éducation et de connaissances est un obstacle important à surmonter pour faire face au défi de l'expansion de *Vespa velutina* en Europe. Par conséquent, l'engagement et la collaboration des apiculteurs dans leurs différentes organisations doivent être encouragés et soutenus. Cela pourrait se faire par le biais d'activités sélectionnées, discutées ci-dessous.

La surveillance des frelons et des nids, car elle est essentielle, notamment dans les zones qui ne présentent pas encore de populations de *Vespa velutina*, et permet de prendre des mesures immédiates pour limiter rapidement les épidémies régionales et donc empêcher la poursuite de l'expansion. Dans les zones déjà touchées, les apiculteurs peuvent aider à rapporter les observations et à les valider comme point de départ pour l'enlèvement et la destruction autorisés des nids. Ils peuvent également contribuer à fournir des données aux systèmes de surveillance à plus grande échelle.

La participation des apiculteurs aux formations et aux campagnes d'éducation vise à transformer l'apiculture européenne en un secteur professionnel et résilient. Dans le contexte de *Vespa velutina*, la formation doit porter à la fois sur le renforcement des connaissances théoriques et sur l'acquisition d'une expérience pratique dans des tâches telles que le suivi des frelons et, éventuellement, la destruction des nids de frelons asiatiques. En particulier dans les pays et les régions où le *Vespa velutina* n'est pas encore présent et constitue une menace, le renforcement des capacités est fortement recommandé, non seulement dans le cadre des activités des associations d'apiculteurs, mais aussi à un niveau international plus large par le biais de collaborations avec des initiatives et des projets existants, tels que BLESABEE²¹ et COLOSS²².

L'expérience des régions d'Europe qui ont pu contenir l'expansion des foyers régionaux de *Vespa velutina*, comme dans la province italienne de Ligurie (STOPVESPA, 2022), montre qu'un réseau étroit de parties prenantes et de collaborateurs permet d'obtenir des résultats efficaces. Les apiculteurs peuvent participer activement à ces réseaux régionaux/locaux, en fournissant des données de surveillance et en contribuant à la diffusion d'informations et à la sensibilisation d'autres publics et parties prenantes.



²¹ Voir la site web du réseau international pour une apiculture durable BLESABEE : <https://blesabee.online/>



²² Voir la page web de l'association internationale de recherche sur l'abeille COLOSS : <https://coloss.org/>



6.3

Aperçu de la mise en œuvre

En combinant les connaissances sur la biologie de *Vespa velutina* avec les mesures présentées dans ce chapitre et en considérant leur adéquation, une mise en œuvre sur les différentes phases du cycle de vie de *Vespa velutina* pourrait suivre la séquence présentée dans la Figure 23. Ce graphique montre une distinction entre les mesures qui se concentrent sur la protection des ruchers (en bleu) et les mesures qui sont orientées

à plus long terme, avec une portée locale, régionale et/ou nationale (en vert). Une autre différenciation concerne le piégeage, qui pourrait devenir une méthode utile pour prévenir le *Vespa velutina* et les impacts associés à l'avenir, notamment lorsque des pièges plus efficaces et sélectifs seront développés, testés et mis sur le marché.

LEGEND

MESURES STRATÉGIQUES AU NIVEAU LOCAL/RÉGIONAL/NATIONAL

MESURES CONTRE LES ATTAQUES DE FRELONS DANS UN RUCHER D'ABEILLES

MESURES DE CONTRÔLE CONFORMÉMENT AUX RÉGLEMENTATIONS APPLICABLES MESURES

MESURES	1. MOIS	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Engagement et collaboration	[Light Green]											
Stratégie et plans d'action	[Light Green]											
Enlèvement et destruction de nids	[Light Green]											
Capture des mâles et des femelles fondateurs de nids								[Light Green]				
Filets de sécurité et harpes électriques	[Light Blue]								[Light Blue]			
Capture des reines				[Light Green]								
Renforcement des colonies d'abeilles					[Light Blue]							
PHASE	1. MOIS	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Hibernation	[Dark Blue]											[Dark Blue]
Naissance				[Light Blue]								
Croissance					[Red]							
Reproduction								[Dark Green]				

Figure 23 : Alignement des différents types de mesures sur les différentes phases du cycle de vie de *Vespa velutina* [chiffre propre, 2022].



LITTÉRATURE

- Ahlert, 2022. Ein Programm zur Überwachung der Asiatischen Hornisse in Norddeutschland. <https://www.neobiota-hamburg.de/de/ahlert-nord/> (Stand: 28.04.2022).
- Arca M., Papachristoforou, A., Rortais, K., Monceau, O., Bonnard, P., Tardy, P., Thiéry, D., Silvain, J-F., Arnold, G., 2014. Defensive behaviour of *Apis mellifera* against *Vespa velutina* in France: Testing whether European honeybees can develop an effective collective defense against a new predator. *Behavioural Processes*, Volume 106, 122-129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.beproc.2014.05.002> (Stand: 05.05.2022).
- Auburn University, 2020. New study shows popular insecticide damages bird populations. <https://ocm.auburn.edu/newsroom/news-articles/2020/10/141359-miao-bird-study.php> (Stand: 05.05.2022).
- Bertolino, S., Lioy, S., Laurino, D. et al. Spread of the invasive yellow-legged hornet *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae) in Italien. *Appl Entomol Zool* 51, 589-597 (2016). <https://doi.org/10.1007/s13355-016-0435-2> (Stand: 04.01.2022).
- BGD (Bienengesundheitsdienst), 2021a. Merkblatt Asiatische Hornisse *Vespa velutina*. https://www.bienen.ch/fileadmin/user_upload_relaunch/Dokumente/Bienengesundheit/Merkblaetter/2.7_asiatische_hornisse.pdf (Stand: 13.01.2022).
- BGD (Bienengesundheitsdienst), 2021b. Videokonferenz – Asiatische Hornissen. Webinar recording of the Swiss Bee Health Service: <https://www.bienen.ch/aktuelles/termine/apiservice-bgd.html> (Stand: 04.01.2022).
- CABI ISC (Centre for Agriculture and Bioscience International – Invasive Species Compendium), 2020. *Vespa velutina* (Asian hornet). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/109164#top-page> (Stand: 10.01.2022).
- Capela, N., 2021. CONTROLVESPAS. Development of strategies for the CONTROL of *Vespa velutina* invasion. Webinar-Aufzeichnung von der 17. COLOSS-Konferenz 2021. <http://atlanticpositive.eu/news/12> (Stand: 15.06.2022).
- Couto A., Monceau K., Bonnard O., Thiéry D., Sandoz J-C., 2014. Olfactory Attraction of the Hornet *Vespa velutina* to Honeybee Colony Odors and Pheromones. *PLoS ONE* 9(12): e115943. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115943> (Stand: 17.02.2022).
- DAFM – Department of Agriculture, Food and the Marine. Information for beekeepers participating in the Department of Agriculture, Food and the Marine's (DAFM's) Sentinel Apiary Programme. <https://assets.gov.ie/133304/5c0ad258-f274-424f-a3f4-9ea6f04ef3ff.pdf> (Stand: 04.05.2022).
- Darrouzet, E., 2019. Le Frelon Asiatique – un redoutable prédateur. Syndicat National D'Apiculture (SNA). 2019. 217 pp. ISBN: 978-2-901764-02-1.
- European Commission, 2021. REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL on the review of the application of Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. https://ec.europa.eu/environment/pdf/nature/invasive_alien_species_implementation_report.pdf (Stand: 05.05.2022).
- European Commission, 2019. List of Invasive Alien Species of Union concern. https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/list/index_en.htm (Stand: 13.01.2022).
- Feás, X., 2022. Human Fatalities Caused by Hornet, Wasp and Bee Stings in Spain: Epidemiology at State and Sub-State Level from 1999 to 2018. *Biology* 2021, 10 (2), 73. <https://doi.org/10.3390/biology10020073> (Stand: 17.02.2022).
- Feás, X.; Vidal, C.; Vázquez-Tato, M.P.; Seijas, J.A. Seijas; 2022. Asian Hornet, *Vespa velutina* Lepeletier 1836 (Hym.: Vespidae), Venom Obtention Based on an Electric Stimulation Protocol. *Molecules* 2022, 27(1), 138. <https://doi.org/10.3390/molecules27010138> (Stand: 17.02.2022).
- Fedele E., Gervasini E., Cardoso A.C., La Notte A., Vallecillo S., Tsiamis K., Maes J., 2019. Invasive Alien Species impact on Ecosystem Services - Asian hornet (*Vespa velutina nigrithorax*) case study, EUR 29827 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019. ISBN 978-92-76-09511-8, doi:10.2760/134398, JRC 111718; <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC111718> (Stand: 17.02.2022).
- Feiler, C., 2022. Persönliche Kommunikation per Telefonat, März 2022.
- Franklin, D.N., Brown, M.A., Datta, S. et al., 2017. Invasion dynamics of Asian hornet, *Vespa velutina* (Hymenoptera: Vespidae): a case study of a commune in south-west France. *Appl Entomol Zool* 52, 221-229. <https://doi.org/10.1007/s13355-016-0470-z> (Stand: 28.04.2022).
- Gobierno de Asturias, 2021. Plan de actuación para el control de avispa asiática. Informe mensual de la fase preventiva. Trampeo de reinas. <https://www.asturias.es/documentos/217090/1076283/Informe+mensual+de+actividad+2021+junio.pdf/81f62825-fc09-960e-56e3-e11866c7aa61?t=1625468339717> (Stand: 15.06.2022).
- Hach, T., Langguth, T., 2021. Rechtliche Grundlagen und Einführung ins Monitoring. (Präsentation im Rahmen der Kick-off-Veranstaltung für das AHLert Monitoring Programm) https://www.neobiota-hamburg.de/fileadmin/invasive_arten/Download/2021-05-11_AHlert-Nord_Einf%C3%BChrung_BUKEA_N33.pdf (Stand: 28.04.2022).
- Höcherl, N., Berg, S., 2020. Bee Warned, Das Frühwarnsystem für die exotischen Honigbienschädlinge „Kleiner Beutenkäfer“ (*Aethina tumida*) und „Asiatische Hornisse“ (*Vespa velutina*) in Bayern. Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Band 98, Heft 1: 1-14. <https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/283/482> (Stand: 28.04.2022).
- Ken, T., Hepburn, H.R., Radloff, S., Yusheng, Y., Yigiu, Y., Danyin, Z., Neumann, B., 2005. Heat-balling wasps by honeybees. *Naturwissenschaften* 92, 492-495 (2005). <https://doi.org/10.1007/s00114-005-0026-5> (Stand: 28.04.2022).
- Kennedy, P.J., Ford, S.M., Poidatz, J., Thiéry, D., Osborne, J.L., 2018. Searching for nests of the invasive Asian hornet (*Vespa velutina*) using radio-telemetry. *Commun Biol.* 2018; 1, 88. <https://doi.org/10.1038/s42003-018-0092-9> (Stand: 28.04.2022).
- Kishi, S., Goka, K., 2017. Review of the invasive yellow-legged hornet, *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae), in Japan and its possible chemical control. *Appl Entomol Zool* 52, S. 361 - 368. <https://doi.org/10.1007/s13355-017-0506-z> (Stand: 03.05.2022).
- Laurino, D., Lioy, S., Carisio, L., Manino, A. y Porporato, M., 2019. *Vespa velutina*: An Alien Driver of Honey Bee Colony Losses. *Diversity*, 12(1), 5. <https://doi.org/10.3390/d12010005> (Stand: 03.05.2022).
- La Voz de Galicia, 2015. Drones para vigilar la *Vespa velutina*. https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/somosagro/agricultura/2015/10/19/drones-vigilar-vespa-velutina/0003_201510G19P8991.htm (Stand: 03.05.2022).
- Leza, M., M.Á. Miranda, V. Colomar, 2018. First detection of *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae) in the Balearic Islands (Western Mediterranean): a challenging study case. *Biological Invasions*, 20, 1643-1649. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1658-z> (Stand: 28.04.2022).
- Lioy, S., Bianchi, E., Biglia, A., Bessone, M., Laurino, D., Porporato, M., 2021. Viability of thermal imaging in detecting nests of the invasive hornet *Vespa velutina*. *Insect Science* (2021) 28, 271-277. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1744-7917.12760> (access 11.10.2022).



- Lioy, S., Laurino, D., Maggiora, R. et al., 2021. Tracking the invasive hornet *Vespa velutina* in complex environments by means of a harmonic radar. *Sci Rep* 11, 12143. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91541-4> (Stand: 15.06.2022).
- Lioy, S., 2021. The management of *Vespa velutina nigithorax* in the framework of EU regulation on invasive species: an insight on the Italian strategy. Webinar-Aufzeichnung von der 17. COLOSS-Konferenz 2021. <http://atlanticpositive.eu/news/12> (Stand: 15.06.2022).
- Lioy, S., Laurino, D., Capello, M., Romano A., Manino A. y Porporato, M., 2020. Effectiveness and Selectiveness of Traps and Baits for Catching the Invasive Hornet *Vespa velutina*. *Insects*, 11(10), 706. <https://doi.org/10.3390/insects11100706> (Stand: 15.06.2022).
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura alimentación y Medio Ambiente), 2015. Estrategia de gestión, control y posible erradicación del avispon asiático o avispa negra (*Vespa velutina* ssp. *nigrithorax*) en España. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/estrategia_vespavelutina_tcm30-69976.pdf (Stand: 05.01.2022)
- Maggiora, R., Sacconi, M., Milanese, D. et al, 2019. An Innovative Harmonic Radar to Track Flying Insects: the case of *Vespa velutina*. *Sci Rep* 9, 11964. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48511-8>
- Marzoli, F., Forzan, M., Bortolotti, L., Pacini, M.I., Rodríguez-Flores, M.S., Felicioli, A., Mazzei, M., 2021. Next generation sequencing study on RNA viruses of *Vespa velutina* and *Apis mellifera* sharing the same foraging area. *Transboundary and emerging diseases*, Volume 68:4, <https://doi.org/10.1111/tbed.13878> (Stand: 15.06.2022).
- MNHN (Muséum national d'Histoire naturelle), 2021. Le frelon asiatique. <https://frelonasiatique.mnhn.fr/home/> (Stand: 05.01.2022).
- MNHN (Muséum national d'Histoire naturelle), 2022. Frelon à pattes jaunes – Habitats. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/433589/tab/habitats?lg=fr (Stand: 17.02.2022).
- Pérez-Granados, C., Bas, J., Artola, J., Sampol, K., Bassol, E., Vicen, N., Bota, G., Roura-Pascual, N., 2021. Testing the selectiveness of electric harps: a mitigation method for reducing Asian hornet impact at beehives. <https://www.nrourapascual.com/wp-content/uploads/2021/12/PerezGranadosetal2021.pdf> (Stand: 31.05.2022).
- Preti, M., Verheggen, F. & Angeli, S., 2021. Insect pest monitoring with camera-equipped traps: strengths and limitations. *Journal of Pest Science* 94, S. 203–217. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01309-4> (Stand: 31.05.2022).
- Puri, V., Nayyar, A., Raja, L., 2017. Agriculture drones: A modern breakthrough in precision agriculture, *Journal of Statistics and Management Systems*, 20:4, S. 507-518, DOI: 10.1080/09720510.2017.1395171 (Stand: 04.01.2022).
- Renoux, J., Morin, E., Dardensse, B., 2020. Analyse comparée de l'attractivité et de la sélectivité de trois dispositifs de piégeage de *Vespa velutina nigithorax*. <https://www.gds27.fr/wp-content/uploads/2020/08/ANALYSE-COMPAREE-DE-L%E2%80%99ATTRACTIVITE-ET-DE-LA-SELECTIVITE-DE-TROIS-DISPOSITIFS-DE-PIEGEAGE-DE-VESPA-VELUTINA-NIGRITHORAX-2020.pdf> (Stand: 04.01.2022).
- Requier, F., Rome, Q., Villemant, C. et al. A biodiversity-friendly method to mitigate the invasive Asian hornet's impact on European honey bees. *J Pest Sci* 93, 1–9 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01159-9> (Stand: 15.06.2022).
- Robinet, C., Suppo, C., Darrouzet, E., 2017. Rapid spread of the invasive yellow-legged hornet in France: the role of human-mediated dispersal and the effects of control measures. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 54, S. 205-215. doi: 10.1111/1365-2664.12724.
- Rojas-Nossa S.V., Álvarez P., Garrido J., Calviño-Cancela M., 2022. Method for Nest Detection of the Yellow-Legged Hornet in High Density Areas. *Frontiers Insect Science*, 2, 851010. <https://doi.org/10.3389/finsc.2022.851010> (Stand: 15.06.2022).
- Rome, Q., Perrard, A., Muller, F., Villemant, C., 2011. Monitoring and control modalities of a honeybee predator, the yellow-legged hornet *Vespa velutina nigithorax* (Hymenoptera: Vespidae). *Aliens: The Invasive Species Bulletin*. 31, S. 7-15.
- Ruiz-Cristi, I., Berville, L., Darrouzet, E., 2020. Characterising thermal tolerance in the invasive yellow-legged hornet (*Vespa velutina nigithorax*): The first step toward a green control method. *PLoS ONE* 15(10): e0239742. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239742>
- Schütte, K., 2022. Persönliche Kommunikation per E-Mail, März 2022.
- Schütte, K., Wieckhorst, U., 2021. Vorkommen und Beobachtungen der Asiatischen Hornisse in Hamburg. (Präsentation im Rahmen der Kick-off-Veranstaltung für das AHLert Monitoring Programm) https://www.neobiota-hamburg.de/fileadmin/invasive_arten/Download/2021-05-11_Schuette_Monitoring_Vespa_velutina_Hamburg.pdf
- Seehausen, L., 2022. Persönliche Kommunikation per Post und Telefonat, März-Juni 2022.
- STOPVESPA, 2022. Project webpage of the LIFE Project STOPVESPA. <https://www.vespavelutina.eu/en-us/> (Stand: 15.06.2022).
- Thiéry, D., 2021a. Nos abeilles doivent-elles s'inquiéter de *Vespa orientalis*? Syndicat d'Apiculteurs de la Dordogne. https://www.researchgate.net/publication/357396273_Nos_abeilles_doivent_elles_s'inquieter_de_Vespa_Orientalis (Stand: 23.03.2022)
- Thiéry, D., 2021b. Rencontre avec Denis Thiéry, directeur de recherche à l'INRAE – Interview avril 2021. https://www.researchgate.net/publication/351069374_Frelon_asiatique_interview_Denis_Thiery. (Stand: 23.03.2022).
- Thiéry, D., Lacombrade, M., 2021. *Vespa velutina*, 18 ans de colonisation en Europe, espoirs et déceptions. (Présentation im Rahmen der Veranstaltung (Webinar) "Lutter contre le frelon Asiatique"). 8-9.11.2021. https://www.apiservices.biz/documents/articles-fr/vespa_velutina_europe_espoirs_deceptions.pdf (Stand: 28.04.2022).
- Turchi, L., Derijard, B., 2018. Options for the biological and physical control of *Vespa velutina nigithorax* (Hym.: Vespidae) in Europe: A review. In: *Journal of Applied Entomology*, Pages 1-10. doi: 10.1111/jen.12515.
- Umweltbundesamt, 2019. Hornisse. <https://www.umweltbundesamt.de/hornisse#aussehen> (Stand: 14.06.2022).
- USC (Universidad de Santiago de Compostela), Ecoagrarsoc (Grupo de economía agroalimentaria y medioambiental, desenvolvimiento Rural e Economía social), 2022. Impacto económico da *Vespa velutina* na apicultura. Video: <https://www.youtube.com/watch?v=bAgeumaJncg> (Stand: 24.02.2022).
- vespavelutina.eu, 2021. The Radar. <https://www.vespavelutina.eu/en-us/the-project/The-radar> (Stand: 28.04.2022).
- Ya-Nan, C., Wen, P., Tan, K., Darrouzet, E., 2022. Designing a sex pheromone blend for attracting the yellow-legged hornet (*Vespa velutina*), a pest in its native and invasive ranges worldwide. *Entomologia Generalis* (PrePub-Article), (Stand: 28.04.2022).

PROJET ERASMUS +

Education, formation et renforcement des capacités dans le domaine de l'apiculture et des services de protection civile cofondé par le programme Erasmus+

NUMÉRO DU PROJET

2021-1-SK01-KA220-VET-000033144

AUTEURS

Adriana Diaz, Sophie Grünewald, Helena Proková, Wolfgang Wimmer

REVISEURS

Pavel Fiľo, Petr Texl, Richard Šnider

VERSION FRANCAISE TRADUITE ET PUBLIÉE PAR

APISAVEURS, 123 Chemin de Machy, 69380 CHASSELAY, FRANCE

PREMIÈRE ÉDITION

NOMBRE DE PAGES : 76

PUBLIÉ À : CHASSELAY 69380 , FRANCE

ANNÉE DE PUBLICATION : 2023

CONCEPTION GRAPHIQUE PAR

studio pajerchin s.r.o.

Hviezdoslavovo námestie 20,

811 02 Bratislava,

Slovaquie

PUBLICATION ÉLECTRONIQUE À L'ADRESSE

www.blesabee.online

Cofinancé par l'Union européenne. Les points de vue et les opinions exprimés sont toutefois ceux de l'auteur ou des auteurs uniquement. Ni l'Union européenne ni l'EACEA ne peuvent en être tenues pour responsables.

ISBN

978-80-907079-7-9



Cofinancé par
l'Union européenne