

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 28 décembre 2023

NOTE d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

relatif à « la gestion du petit coléoptère des ruches (*Aethina tumida*),
suite à sa détection sur l'île de La Réunion en juillet 2022 »
Réponse à la question concernant la prévention du petit coléoptère des ruches

L'Anses a été saisie le 05/08/2022 par la Direction générale de l'alimentation (DGAI) pour la réalisation de l'appui scientifique et technique suivant : « Evaluation des mesures de gestion mises en place sur l'île de La Réunion suite à la découverte du petit coléoptère des ruches *Aethina tumida* et des conditions de leurs adaptations potentielles au regard de l'évolution de la situation épidémiologique ».

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA DEMANDE

1.1. Contexte

Le petit coléoptère des ruches (*Aethina tumida*) est un ravageur des colonies d'abeilles originaire d'Afrique sub-saharienne, présent dans de nombreuses zones réparties sur tous les continents. Sa multiplication peut entraîner un affaiblissement ou la mort de la colonie. Se nourrissant du couvain, du miel et du pain d'abeilles, il détruit les cadres des ruches et entraîne une fermentation du miel, avec des conséquences sanitaires et économiques lourdes pour la filière apicole. En Europe, il a été découvert en 2014 dans le sud de l'Italie. Sa dissémination est actuellement limitée à la région de la Calabre. Dans la zone Océan Indien, il est présent à Madagascar et a été découvert en 2017 à l'île Maurice (proche de La Réunion).

Sur le plan réglementaire, *A. tumida* est un ravageur des colonies d'abeilles et de bourdons, catégorisé D et E dans l'Union européenne (règlement 2018/1882¹). Au niveau national, la

¹ Règlement d'exécution (UE) 2018/1882 de la Commission du 3 décembre 2018 sur l'application de certaines dispositions en matière de prévention et de lutte contre les maladies à des catégories de maladies répertoriées et établissant une liste des espèces et des groupes d'espèces qui présentent un risque considérable du point de vue de la propagation de ces maladies répertoriées

France a souhaité maintenir des mesures d'éradication immédiates comme c'était le cas avant la mise en œuvre de la Loi de santé animale communautaire, en raison de la gravité des conséquences pour les ruches, la production, les échanges et les exports d'une part, et du statut indemne de la France d'autre part (cf. l'arrêté ministériel du 23 décembre 2009 établissant les mesures de police sanitaire applicables aux maladies réputées contagieuses des abeilles).

Le 5 juillet 2022, un foyer a été confirmé dans un rucher à La Réunion, sur la commune de Saint-Pierre. Suite à sa détection, la Direction de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt (DAAF) de La Réunion a immédiatement mis en œuvre des mesures de surveillance et de gestion dans un objectif d'éradication de ce ravageur.

A la date du 26/09/2023, soit un peu plus d'un an après sa découverte, 25 foyers ont été confirmés, dont cinq correspondant à des colonies sauvages. Ces derniers sont tous concentrés au sud de l'île, principalement sur la commune de Saint-Philippe².

1.2. Objet de la saisine

Face à cette émergence, la DGAL a demandé un appui de l'Anses pour répondre à plusieurs questions concernant la gestion du petit coléoptère des ruches sur l'île de La Réunion.

Conformément au contrat établi avec le demandeur (2022-SA-0141), l'objectif de la présente note d'appui scientifique et technique (AST) est d'instruire la question suivante :

"Identifier les méthodes et proposer des stratégies de prévention actualisées vis-à-vis du petit coléoptère des ruches, sur la base d'une revue bibliographique."

Plusieurs documents, avis et rapports de l'Anses et de l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), ont été produits ces dernières années, qui fournissent d'ores et déjà un cadre d'éléments scientifiques récents et complets sur l'appréciation des méthodes et moyens de prévention permettant de guider l'action en urgence.

L'objectif de cette note est de décrire les éléments nouveaux décrits dans la bibliographie.

Il convient de souligner que cet AST vient compléter les trois avis et note d'appui scientifique et technique déjà publiés en 2022 dans le cadre de cette saisine, disponibles en ligne sur le site de l'Anses³.

2. ORGANISATION DES TRAVAUX

L'élaboration de l'AST a été coordonnée par l'Unité Pathologie de l'Abeille du laboratoire Anses de Sophia Antipolis (Laboratoire national de référence (LNR), Laboratoire de référence de l'Union européenne (LRUE) pour la santé des abeilles, et Laboratoire de référence pour l'Organisation mondiale pour la santé animale (OMSA) sur le petit coléoptère des ruches).

² [Bulletin hebdomadaire de veille sanitaire internationale du 26/09/2023 \(plateforme-esa.fr\)](https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2022SA0141-1.pdf)

³ <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2022SA0141-1.pdf>
<https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2022SA0141-2.pdf>
<https://www.anses.fr/fr/system/files/LABO2022SA0141.pdf>

Les travaux se sont basés sur une revue de la littérature scientifique et technique disponible. Trois revues bibliographiques ont été réalisées récemment sur le sujet de la « prévention d'*A. tumida* » dans le cadre de travaux d'expertise :

- Deux rapports produits par l'EFSA en 2015 (European Food Safety Authority (EFSA - Panel on Animal Health and Animal Welfare) 2015a, 2015b) : « Scientific report on Small hive beetle diagnosis and risk management options » ; « Scientific opinion on the Survival, spread and establishment of the Small Hive Beetle (*Aethina tumida*) ».
- Et une note d'AST produite par l'Anses en 2018 (Anses 2018) : « Note d'appui scientifique et technique relatif aux 'mesures de surveillance et de lutte contre *Aethina tumida* appliquées en Italie et leur impact sur le risque d'extension du ravageur à d'autres territoires de l'Union européenne' : réponse à la question relative à la possibilité de transposer le protocole de surveillance et de lutte appliqué en Italie en cas de foyers en France, y compris aux départements et régions d'outre-mer. »

L'objectif étant d'étudier les nouvelles connaissances disponibles sur ce sujet, des requêtes bibliographiques ont donc été réalisées dans deux bases de données scientifiques (Scopus⁴ et Cab Abstracts⁵) à partir de l'année 2014. Les publications et méthodes déjà traitées dans les trois travaux d'expertise précités ont été écartés de l'analyse.

Par ailleurs, afin de pouvoir bénéficier des connaissances et de l'expérience d'autres pays sur le sujet, une consultation internationale a également été conduite auprès :

- Des points focaux de l'EFSA (rassemblant des pays de l'Union européenne et certains pays tiers) ;
- De l'Australie, du Canada et des Etats-Unis, trois pays anglophones ayant été confrontés à l'introduction et l'installation du petit coléoptère des ruches.

Pour ces travaux, le laboratoire Anses de Sophia Antipolis a bénéficié de l'appui de l'Unité Veille de la Direction du Financement de la Recherche et Veille Scientifique (DFRV) et de la Direction des affaires européennes et internationales (DAEI) de l'Anses.

L'annexe 1 décrit la démarche mise en œuvre pour réaliser la recherche bibliographique et la consultation internationale, ainsi que les résultats obtenus.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS

3.1. Définition du terme « prévention » et du champ de l'analyse

D'après le référentiel terminologique de l'Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales (AEEMA)⁶, la notion de « prévention » correspond à « l'ensemble des mesures médicales, sanitaires, ou autres (sociales, politiques, économiques) visant à prévenir l'apparition d'un événement dommageable pour la santé d'un individu ou de la collectivité, à en limiter le développement ou l'aggravation et, si possible, en assurer la disparition. »

⁴ <https://www.scopus.com>

⁵ <https://www.cabdirect.org>

⁶ [Accès à la terminologie - Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales \(vet-alfort.fr\)](#), page web consultée le 29/11/2022.

Ce terme englobe la notion de « prophylaxie » qui correspond à « l'ensemble des mesures, médicales et/ou hygiéniques, destinées à prévenir l'apparition, la propagation ou l'aggravation de cas ou de foyers d'une maladie. »

La notion de « prévention », qui englobe celle de « prophylaxie », est donc large. Elle comprend les méthodes et stratégies de surveillance et de lutte qui peuvent être appliquées à la fois en milieu indemne (prophylaxie défensive) ou en milieu infesté (prophylaxie offensive).

Le champ de l'analyse réalisée dans cette note s'articule autour de ces aspects, et se concentre sur les connaissances nouvelles, disponibles et applicables, au regard des précédents travaux d'expertise.

3.2. Méthodes et stratégies de surveillance

- **Méthodes de détection d'*A. tumida* dans les ruchers**

L'inspection visuelle des colonies et le piégeage sont les deux principales méthodes utilisées en routine pour la détection d'*A. tumida* dans les ruchers dans un objectif de surveillance. D'autres approches sont également en cours de développement.

- **Inspection visuelle des colonies**

L'examen visuel des colonies est actuellement considéré comme la méthode de diagnostic de référence pour détecter le petit coléoptère des ruches, notamment dans un contexte de faible infestation, tel qu'observé dans la première période suivant une introduction. Une revue bibliographique décrit le comportement d'*A. tumida* dans la ruche et donne une liste de neuf conseils applicables sur le terrain pour mieux le détecter lors des visites de ruchers (Cornelissen et Neumann 2018). Trois vidéos sont également disponibles en ligne comme matériel supplémentaire⁷. Ces informations sont intéressantes pour la formation des apiculteurs et agents en charge des visites de ruchers dans le cadre de la surveillance officielle. **Une bonne connaissance des caractéristiques biologiques et comportementales d'*A. tumida* est en effet primordiale lors des inspections.**

Pour améliorer les performances de l'examen visuel des colonies, une équipe italienne avait proposé en 2017 une méthode basée sur l'utilisation d'une « partition mobile » (sorte de panneau de quelques millimètres d'épaisseur et de forme similaire à celle d'un cadre mais plus large), placée contre la paroi de la ruche du côté opposé à celui où commence l'inspection des cadres lors de la visite d'une colonie (Rivera-Gomis *et al.* 2017). Le principe est que cette « partition » serve de refuge aux coléoptères qui ont tendance à fuir la lumière lors de l'ouverture de la ruche et du retrait des cadres. Cette approche avait été décrite dans la note d'AST de l'Anses de 2018 (Anses 2018). Une communication scientifique publiée en 2021 (Di Ruggiero *et al.* 2021) rapporte les résultats d'une étude conduite sur deux ruchers en Calabre dans le sud de l'Italie et confirme que cette méthode permet un léger gain de temps par rapport à la méthode d'inspection officielle (25 secondes). Les résultats de cette étude suggèrent également qu'elle permettrait de détecter un nombre légèrement plus important de coléoptères (+0,9 coléoptères adultes détectés en moyenne), bien que le nombre de données soit insuffisant pour conclure de façon robuste sur ces deux volets. La publication donne des

⁷ [How to Catch a Small Beetle: Top Tips for Visually Screening Honey Bee Colonies for Small Hive Beetles: Bee World: Vol 95, No 3](#)

recommandations pratiques pour la confection de la « partition » et le déroulé de l'inspection. Elle propose notamment d'améliorer la « partition » en recouvrant ses deux faces avec des feuilles d'aluminium pour augmenter la réflexion de la lumière dans la ruche et ainsi faciliter la détection du petit coléoptère, en créant des conditions plus sombres derrière cette paroi. Si cette approche, qui semble permettre de gagner un peu en temps et en sensibilité, apparaît séduisante, elle nécessite néanmoins, dans le cadre des visites diligentées par l'Etat, de pouvoir disposer de « partitions » au format adapté à la diversité des ruches utilisées par les apiculteurs. L'utilisation de matériel à usage non unique durant les visites requiert par ailleurs la stricte application de mesures d'hygiène afin d'éviter la transmission d'agents pathogènes entre les colonies et ruchers visités. Le léger gain en performance est donc à contrebalancer au regard de ces contraintes.

- **Utilisation de pièges**

Différents types de pièges existent pour capturer le petit coléoptère des ruches. Ils peuvent être utilisés dans un objectif de surveillance, afin de détecter la présence d'*A. tumida* dans les ruchers, ou à des fins de contrôle, dans le cadre d'une stratégie de lutte intégrée⁸.

Dans le cadre de la surveillance, les pièges sont généralement placés à l'intérieur des colonies. Leur fonctionnement repose sur le comportement naturel des abeilles qui ont tendance à chasser les petits coléoptères adultes. Ces derniers trouvent alors un refuge à l'intérieur des pièges.

Deux principaux modèles de pièges sont utilisés pour détecter *A. tumida* dans les ruchers : les pièges en carton ondulé (ou en plastique alvéolé) et les pièges constitués d'un compartiment contenant un liquide, comme de l'huile végétale, dans lesquels les petits coléoptères se noient⁹. Ils peuvent également contenir un appât alimentaire, voire un agent insecticide.

L'étude de Muturi *et al.* (2022) a montré que les pièges en carton ondulé étaient plus efficaces s'ils étaient positionnés en bas des ruches plutôt que sur le dessus des cadres, ce qui confirme les recommandations actuelles concernant leur utilisation.

Par ailleurs, divers travaux ont été menés sur l'attractivité des pièges via l'utilisation d'appâts, ouvrant des perspectives pour le développement de pièges plus efficaces pour le diagnostic d'*A. tumida* sur le terrain (voir paragraphe sur le contrôle mécanique d'*A. tumida*, dans la partie 3.3 : « Méthodes et stratégies de lutte contre le petit coléoptère des ruches »). Cependant, un travail important de mise au point et de validation reste à conduire avant leur utilisation en routine dans le cadre de la surveillance.

- **Autres approches pour le suivi de l'infestation**

Différentes méthodes sont proposées pour la détection et le suivi de l'infestation des ruchers par *A. tumida*, reposant sur l'analyse de trois matrices différentes : les débris de ruches, des écouillons réalisés dans la ruche et le miel.

⁸ La **lutte intégrée** est un ensemble de méthodes/techniques (biologiques, biotechnologiques, chimiques, physiques) visant à satisfaire plusieurs niveaux d'exigences : écologique, économique et toxicologique dans le but de lutter et limiter les effets délétères des organismes nuisibles.

⁹ https://www.anses.fr/system/files/Protocole_Pieges_AethinaVF_LNR-Sante-Abeilles_15-04-24.pdf

- Détection de l'ADN d'*A. tumida* dans des débris de ruches:

Ce point a déjà été abordé dans les précédents travaux d'expertise au regard de l'étude de Ward *et al.* (2007). Une nouvelle étude en Italie a été réalisée afin de comparer le niveau d'infestation et la détection de l'ADN d'*A. tumida* dans les débris (Cersini *et al.* 2021). Cette comparaison, conduite sur un nombre limité de ruchers (trois ruchers investigués), montre notamment une sensibilité de la détection d'*A. tumida* doublée par rapport à l'inspection visuelle. **Les résultats de cette première étude apportent des éléments encourageants pour la mise en place de cette méthode lors de l'établissement d'un programme de surveillance.**

Cette méthode est en cours d'évaluation et de validation par le LNR Santé des abeilles (qui est aussi LRUE pour la santé de l'abeille). Une étude en Italie est en cours afin de consolider les résultats de Cersini *et al.* (2021).

L'apport de cette méthode réside dans le fait que la collecte des prélèvements est réalisable sans l'ouverture de la ruche et serait un gain de temps par rapport à une inspection visuelle minutieuse. Cependant, afin qu'elle puisse rentrer dans un programme de surveillance à grande échelle, il est indispensable d'évaluer sa sensibilité sur des prélèvements en mélange.

- Détection de l'ADN d'*A. tumida* par l'analyse d'écouvillons réalisés dans la ruche

Les résultats de cette méthode ont été décrits pour la première fois par Cersini *et al.* (2021). L'écouvillonnage au sein de la ruche est réalisé préférentiellement dans les recoins où pourrait se réfugier le coléoptère. La détection semble moins sensible par rapport à l'inspection visuelle, potentiellement du fait de la méthode de prélèvement. Une nouvelle étude en laboratoire sous conditions contrôlées et sur le terrain (Italie / Etats-Unis) est en cours de réalisation. Les résultats ne sont pas encore disponibles.

Une autre étude en laboratoire (Gent-Pelzer et Cornelissen 2021) a été menée afin de montrer qu'il était également possible de détecter l'ADN d'*A. tumida* dans les fèces récoltées au sein de la ruche.

Les données de sensibilité de ces méthodes, c'est-à-dire à partir de quel niveau d'infestation obtient-on un signal positif, sont attendues pour permettre leur évaluation.

- Détection de l'ADN d'*A. tumida* dans le miel (Ribani *et al.* 2022)

L'étude décrite a été réalisée sur des miels de mélanges provenant de différentes régions d'Italie. Un seul miel, provenant d'un rucher qui avait été infesté par *A. tumida* en Calabre, a donné un résultat positif. Des investigations complémentaires sont nécessaires pour connaître la sensibilité de cette méthode notamment par rapport à l'échantillonnage du prélèvement de miel (ex : miel prélevé dans le corps de ruche versus miel de récolte, analyse individuelle de miel issu d'une colonie versus analyse de miel issu d'un mélange), ainsi qu'au niveau d'infestation du rucher.

Bien qu'à première vue la détection de la présence d'ADN d'*A. tumida* dans le miel soit plus facile par rapport à sa disponibilité et collecte, il reste encore un certain nombre d'interrogations citées ci-dessus. De plus, comme pour la méthode d'écouvillonnage, cela nécessite l'ouverture des ruches si le prélèvement est envisagé au niveau du rucher. Dans le cas d'une détection sur miel de récolte après traitement, se pose également la question de la représentativité.

- Détection de la levure *Kodamaea ohmeri* dans le miel, comme indicateur de la présence d'*A. tumida* dans les ruches

Kodamaea ohmeri est une levure symbiotique secondaire d'*A. tumida* jouant un rôle important dans l'attraction du coléoptère et la fermentation du miel. Les différents travaux publiés (Amos *et al.* 2018; Amos *et al.* 2019; Canto *et al.* 2020) permettent de comprendre les relations entre *A. tumida* et *K. ohmeri* et notamment sa présence au niveau des différents stades de développement. Sa détection comme un indicateur précoce de l'infestation n'a pas encore été démontrée, ni même sa spécificité.

- **Identification d'*A. tumida* en laboratoire**

En cas de suspicion, l'identification des stades adulte et larvaire par examen morphologique peut être suffisante pour confirmer les foyers et réaliser un diagnostic différentiel avec d'autres coléoptères et larves de Nitidulidae proches d'*A. tumida*. Cependant, une confirmation par les outils moléculaires est indispensable pour le stade larvaire et pour identifier les œufs et les nymphes, ainsi que dans les cas de spécimens endommagés. Ces méthodes, publiées dans le Manuel de l'OMSA (OMSA 2022), ont démontré leur fiabilité à la suite d'un essai de performance organisé en 2020 par l'Anses avec les différents laboratoires nationaux de référence européens (Franco *et al.* 2022).

La crise sanitaire à La Réunion a montré également que les outils développés et validés étaient fiables et robustes. Les analyses conduites sur différentes espèces de coléoptères et de larves proches morphologiquement d'*A. tumida* ont en effet permis d'éprouver les outils de diagnostic.

Ces méthodes sont fiables mais la veille reste à poursuivre afin de consolider les données de validation (i.e. inclusivité¹⁰, exclusivité¹¹), au regard des nouvelles connaissances disponibles sur le sujet (biotope de la ruche, souches d'*A. tumida*).

Il est à noter que d'autres outils moléculaires basés sur la PCR en temps réel (Silacci *et al.* 2018; Li *et al.* 2018; Idrissou *et al.* 2018) ou sur la PCR isothermale (Ponting, Tomkies et Stainton 2021) ont été développés et publiés. Cependant, leur validation reste encore à démontrer. Par exemple, la PCR développée par Ponting, Tomkies et Stainton en 2021 semble moins sensible que celle de Ward *et al.* (2007) pour la détection de l'ADN dans les débris, mais elle pourrait être un outil intéressant de détection rapide sur le terrain dans certaines situations d'urgence.

- **Etudes phylogénétiques sur *A. tumida***

La phylogénie moléculaire a pour but de mettre en évidence des relations entre différentes séquences nucléotidiques. Ces études peuvent donc apporter des pistes quant aux hypothèses de l'origine présumée des spécimens introduits dans une zone, et indirectement sur le mode d'introduction. Cela peut permettre la mise en place de mesures de surveillance ou de prévention (ex : restrictions réglementaires) ciblées sur les zones ou points à risque.

¹⁰ L'inclusivité est la capacité de la méthode d'analyse à identifier l'ensemble des souches existantes d'*A. tumida* (i.e. circulant dans les différentes régions géographiques où il est installé).

¹¹ L'exclusivité est la capacité de la méthode à ne pas identifier d'analytes non cibles, comme par exemple les coléoptères qui sont de la même famille ou du même genre qu'*A. tumida*, et donc proches morphologiquement ou génétiquement.

De nombreuses séquences ont été publiées ces dernières années permettant d'enrichir les bases de données génétiques internationales (GenBank®¹², European Molecular Biology Laboratory / EMBL¹³, DNA Data Bank of Japan / DDBJ¹⁴).

En effet, durant ces 5 dernières années, plusieurs études ont permis d'affiner les analyses grâce aux séquençages de spécimens présents dans différents pays (Idrissou *et al.* 2018; Cordeiro *et al.* 2019; Namin *et al.* 2019; Liu, Beaurepaire, *et al.* 2020; Bai *et al.* 2022).

L'enrichissement des bases de données est donc indispensable et reste à poursuivre afin de connaître les voies d'introduction à partir des aires de répartition indigènes, mais également des voies d'introduction secondaires.

- **Stratégies de surveillance**

Différentes stratégies de surveillance peuvent être mises en place pour prévenir l'introduction d'*A. tumida* dans un territoire indemne et/ou pour limiter voire endiguer sa diffusion aux territoires indemnes. Selon que le petit coléoptère des ruches est endémique sur le territoire ou non, les objectifs de surveillance et donc la prévention à mettre en place devront être ajustés.

- **Contrôle des zones à risque**

La connaissance des zones à risque d'introduction du petit coléoptère des ruches (ports, frontières...) et de diffusion (voies de transhumance, localisation des mielleries...) dans un territoire est primordiale pour prévenir au mieux l'introduction et limiter la diffusion à d'autres zones (Cini, Santosuosso et Papini 2019; Schäfer *et al.* 2019). Par ailleurs, elle permet aussi, en territoire déjà infesté, de prévenir d'éventuelles nouvelles introductions (Namin *et al.* 2019).

Cette connaissance permet la mise en place d'une surveillance adaptée (par l'installation de ruchers sentinelles par exemple), afin d'assurer une détection précoce en cas d'introduction

En Italie, une surveillance des zones indemnes d'*A. tumida*, définie en se basant sur le risque (ruchers transhumants, mielleries, ruchers recevant du matériel apicole d'autres régions...), est mise en place depuis 2015 (Italian Ministry of Health 2021).

- **Utilisation de ruchers sentinelles**

Cette stratégie a déjà été abordée dans de précédentes notes d'AST produites par l'Anses, qui décrivent les modalités pratiques pour leur installation et leur suivi (Anses 2018, 2022). L'utilisation de ruchers sentinelles, visités régulièrement, dans des zones à risque (notamment d'importations, comme les ports) permet de détecter précocement le petit coléoptère des ruches sur un territoire. Par ailleurs, leur installation immédiate sur les sites ou zones des foyers détruits est également stratégique pour faciliter la détection et empêcher la diffusion d'*A. tumida* à d'autres zones, quelle que soit la stratégie décidée (éradication ou confinement) (Bulacio Cagnolo *et al.* 2023). D'après Schäfer *et al.* (2019), les ruchers sentinelles sont une méthode de surveillance plus efficace et économique qu'une surveillance active de ruchers.

¹² [GenBank Overview \(nih.gov\)](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/)

¹³ [European Molecular Biology Laboratory | EMBL.org](https://www.ebi.ac.uk/EMBL/)

¹⁴ [DDBJ Annotated/Assembled Sequences \(nig.ac.jp\)](https://www.ddbj.ac.jp/)

Elle permet également un accès pacifié aux colonies d'abeilles dans des contextes apicoles parfois difficiles sur le plan de l'acceptation des mesures.

La sensibilisation des apiculteurs quant à la fiabilité de cette mesure est importante pour avoir leur soutien et collaboration. Par ailleurs, une formation des services vétérinaires est nécessaire et les ressources humaines doivent être suffisantes pour la mise en place et le suivi des ruchers sentinelles (Formato *et al.* 2021). Ce suivi est préconisé à une fréquence bimensuelle ou mensuelle. Il est enfin important de bien connaître le territoire en termes de population d'apiculteurs et de colonies avant l'installation de ces ruchers.

- **Sensibilisation des différentes parties prenantes**

La sensibilisation/formation des différentes parties prenantes ainsi que leur engagement sont primordiales pour détecter précocement les cas (capacité des apiculteurs à reconnaître le petit coléoptère des ruches, à utiliser des pièges...) et limiter la diffusion d'*A. tumida* (bonnes pratiques de gestion des colonies). La stratégie de communication peut s'appuyer par exemple sur la publication d'articles de presse, la diffusion de newsletters, la création d'applications mobiles sur smartphone pour signaler les suspicions, la mise en place d'ateliers, voire même sur l'envoi de messages SMS aux apiculteurs ou aux responsables d'organisations apicoles (Bulacio Cagnolo *et al.* 2023; Lee *et al.* 2017).

Les objectifs de la surveillance vont définir les connaissances et messages importants à diffuser aux parties prenantes. Ils ne seront pas les mêmes si l'on est dans une situation de territoire indemne d'*A. tumida* ou infesté.

Une sensibilisation en continu et une communication régulière avec et entre les parties prenantes est nécessaire pour impliquer tous les acteurs dans la surveillance, garder leur motivation et prendre en compte leurs différentes contraintes pour adapter au mieux les mesures mises en place, voire les faire évoluer dans le temps (Schäfer *et al.* 2019; Salvioni et Champetier 2022). En effet les contraintes des uns et des autres pourraient mettre en péril les objectifs de la surveillance si elles n'étaient pas considérées. La communication permet aussi d'identifier les partenaires clés de la surveillance pour faciliter la notification de cas (Höcherl et Berg 2020).

La formation des laboratoires et inspecteurs de terrain est aussi nécessaire pour détecter et confirmer les cas de manière précoce (Pereira *et al.* 2019; Schäfer *et al.* 2019). La note d'AST de l'Anses 2022 donne notamment des recommandations sur le sujet (Anses 2022a).

Le retour d'expérience de l'Italie peut être pertinent pour adapter au mieux la sensibilisation des différentes parties prenantes et anticiper d'éventuels freins à la mise en place de la stratégie de surveillance. Deux études se sont penchées sur l'avis des apiculteurs quant aux mesures mises en place en Italie (Salvioni et Champetier 2022; Salvioni et Cerroni 2023). Le nombre de répondants n'était pas élevé (respectivement 139 et 32) mais ces études permettent d'avoir une image de la situation en Calabre et des leviers à actionner pour favoriser la participation des apiculteurs aux efforts de surveillance et de contrôle.

La réticence à notifier des cas d'infestation par *A. tumida* peut impacter les mesures mises en place dans les zones de protection. Les résultats montrent qu'une destruction sélective des colonies infestés dans les zones et une compensation adéquate des apiculteurs (couvrant toutes les pertes économiques liées aux mesures mises en place) pourraient être une première étape efficace pour augmenter la déclaration par les apiculteurs (Salvioni et Cerroni 2023). Cependant, le choix de mettre en place ou non ces alternatives doit considérer tous les

bénéfiques et désavantages. Par exemple, la destruction sélective aura aussi un coût pour l'apiculteur et il doit être étudié (Salvioni et Champetier 2022). La mise en place de cette stratégie de destruction sélective est à considérer notamment au regard de la précocité de la détection, du contexte épidémiologique et du nombre de foyers dans la zone. De plus, dans une perspective d'éradication, cette stratégie s'avère insuffisante puisque la sensibilité de l'inspection des colonies par examen visuel ne garantit pas l'absence d'infestation dans le reste du rucher (en Italie, cette sensibilité est estimée à 90 %). La rapidité d'intervention est un point clé dans cette perspective¹⁵.

Pour finir, la formation des apiculteurs pourrait augmenter la collaboration des apiculteurs dans la surveillance événementielle (Salvioni et Cerroni 2023).

- **Mesures de zonage**

La mise en place de zones de protection est l'une des premières mesures conseillées lors d'une détection de petit coléoptère des ruches (Nasr 2017; Schäfer *et al.* 2019). **Elle permet de contrôler voire de ralentir la diffusion d'*A. tumida* en interdisant les mouvements depuis et vers les autres zones et en inspectant tous les ruchers de la zone.**

La taille requise de la zone avait déjà été abordée dans les notes d'AST de 2018 et 2022 (Anses 2018, 2022a). Il reste difficile d'en définir précisément le rayon puisque la distance de vol maximale d'un adulte d'*A. tumida* est toujours inconnue. L'évaluation est à raisonner au cas par cas, en fonction des moyens disponibles, des enjeux, et des spécificités géographiques et apicoles (ex : densité d'apiculteurs dans les zones concernées, topographie). Schäfer *et al.* (2019) indiquent qu'elle doit être assez large pour détecter toute diffusion naturelle mais assez petite pour être gérable avec les ressources à disposition, afin notamment de permettre la visite exhaustive de tous les ruchers et de les placer potentiellement en quarantaine. Ainsi, cette étude propose une taille d'approximativement 10 km de rayon.

- **Risque et surveillance des réservoirs**

Le petit coléoptère des ruches est un ravageur des abeilles mellifères de l'espèce *Apis mellifera*. Les colonies d'abeilles sauvages peuvent constituer un réservoir pour *A. tumida*, mettant en péril les stratégies d'éradication. Les sujets de la gestion du risque et de la surveillance du réservoir sauvage sur l'île de La Réunion ont été traités dans l'avis de l'Anses du 10 octobre 2022 (Anses 2022b).

Plusieurs publications récentes ont montré qu'*A. tumida* peut également se maintenir et se multiplier dans des colonies d'abeilles asiatiques appartenant à l'espèce *Apis cerana* dans les territoires où il a été introduit (Cervancia *et al.* 2016; Zhao *et al.* 2020; Liu, Han, *et al.* 2020). Cette espèce n'est pas présente dans l'Hexagone, ni dans les territoires français d'outre-mer.

Aethina tumida est aussi capable de se multiplier dans des colonies de bourdons de l'espèce *Bombus impatiens*, utilisée notamment aux Etats-Unis pour la pollinisation des cultures. **Bien qu'il n'existe pas d'information quant à sa capacité d'infestation et son attractivité vis-à-vis des espèces de bourdons présentes en Europe, et notamment en France métropolitaine, ces espèces pourraient constituer des réservoirs.** A La Réunion, le genre *Bombus* n'est pas présent.

¹⁵ <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2022SA0141-1.pdf>

Ces dernières années, de nombreuses études ont montré que plusieurs espèces de mélipones et de trigones (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) étaient des hôtes alternatifs pour *A. tumida* (Bobadoye *et al.* 2018; Bobadoye 2019; Hernández Torres *et al.* 2021; Nacko *et al.* 2020; Peña, Carballo et Lorenzo 2014; Pereira *et al.* 2021; Toledo-Hernández *et al.* 2021; Neumann, Pettis et Schäfer 2016). Ces abeilles sociales sans dard sont d'importants pollinisateurs dans les régions tropicales et subtropicales (Amérique centrale et du Sud, Afrique, Australie), certaines espèces sont élevées pour leur miel. Il est à noter qu'aucune espèce de mélipones et de trigones n'est recensée à La Réunion ni dans l'Hexagone. **Cependant, de nombreuses espèces de mélipones sont présentes en Guyane¹⁶. En Guadeloupe, une espèce endémique est également présente (*Melipona variegatipes*)¹⁷.**

Les abeilles solitaires pourraient également constituer des hôtes alternatifs pour *A. tumida*. Certaines espèces disposent en effet de faibles réserves de nectar et de pollen qui pourraient être une source de nourriture pour le petit coléoptère des ruches. Les expérimentations conduites par Gonthier *et al.* (2019) ont montré que le petit coléoptère des ruches pouvait accomplir un cycle de reproduction complet sur l'espèce *Megachile rotundata* (l'« abeille découpeuse » ou « abeille tapissière », originaire d'Europe et introduite sur de nombreux continents pour la pollinisation des cultures), en conditions de laboratoire ou lors d'études semi-contrôlées sous tunnel. En revanche, ces observations n'ont pas été confirmées lors des essais conduits sur le terrain sur des nids de *M. rotundata* placés au voisinage de ruchers infestés. **Ces résultats suggèrent ainsi que les abeilles solitaires pourraient constituer des hôtes occasionnels pour *A. tumida*, par exemple en l'absence d'abeilles sociales sauvages ou domestiques, et ainsi favoriser le succès d'une invasion. Ils méritent néanmoins d'être confirmés par des études sur le terrain.**

Deux travaux se sont aussi intéressés au rôle des plantes à fleurs, constituant potentiellement des ressources de nectar et de pollen pour *A. tumida*. Les investigations conduites à large échelle en Australie (Willcox, Howlett et Neumann 2017), ont montré l'absence du coléoptère sur les fleurs observées. A l'inverse, l'étude de Gonthier *et al.* (2019) a mis en évidence qu'*A. tumida* pouvait exploiter différentes espèces de plantes à fleurs pour se nourrir et survivre. Ces résultats discordants pourraient s'expliquer par la nature différente des plantes à fleurs investiguées dans le cadre de ces études (ex : attractivité différente) ou du fait des modalités expérimentales qui n'étaient pas similaires. **Ils suggèrent néanmoins que les plantes à fleurs pourraient constituer une ressource alimentaire alternative pour *A. tumida*, en l'absence d'hôtes, et ainsi contribuer à sa survie lors d'une invasion biologique.**

De même, bien que des travaux en laboratoire et en conditions semi-contrôlées aient montré par le passé qu'*A. tumida* était capable de se reproduire sur des fruits (Buchholz *et al.* 2008), les études conduites en Italie n'ont pas permis de confirmer cette réalité sur le terrain (Mutinelli 2015; Mutinelli et Ponti 2017). **Ainsi, il apparaît plus efficace de concentrer les efforts de surveillance et de contrôle sur les voies majeures et bien connues de transmission du petit coléoptère des ruches (Schäfer *et al.* 2019) : dispersion naturelle par le vol d'individus, ou au sein d'un essaim d'abeilles et au travers des mouvements apicoles.**

¹⁶Melipona Illiger, 1806 in Global Biodiversity Information Facility (GBIF) Secretariat. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. <https://doi.org/10.15468/39omei>. Page web consultée le 22/09/2023 via GBIF.org

¹⁷<https://www.guadeloupe-parcnational.fr/sites/guadeloupe-parcnational.fr/files/atoms/files/fiche-melipone.pdf>. Page web consultée le 22/09/2023.

Conclusions :

La prévention du petit coléoptère des ruches repose sur la vigilance de tous les acteurs de la filière : apiculteurs, vétérinaires, techniciens sanitaires apicoles, laboratoires, organisations apicoles, décideurs politiques et l'administration. **Leur sensibilisation et leur formation à la reconnaissance et à la détection d'*A. tumida* ainsi qu'à la bonne gestion des colonies est cruciale dans le cadre de la surveillance. Leur engagement est primordial et doit être maintenu par une communication régulière entre les différentes parties prenantes.**

Pour prévenir l'introduction et limiter la diffusion du petit coléoptère des ruches, **l'utilisation de ruchers sentinelles à des endroits stratégiques** reste la meilleure et la plus économique stratégie de surveillance. Un prérequis nécessaire à cette installation est de **connaître les voies d'entrée et de diffusion possibles** sur le territoire.

Suivant la détection d'*A. tumida*, la mise en place **de zones de protection** est une mesure indispensable pour éviter voire ralentir sa diffusion.

L'inspection visuelle des colonies reste la méthode de choix à l'heure actuelle pour détecter *A. tumida* dans les ruchers, notamment dans un contexte de faible infestation. Elle peut être complétée par l'installation de pièges. Des travaux ont été conduits ces dernières années pour augmenter la sensibilité des pièges, via notamment l'utilisation d'appâts attractifs. Ils restent cependant à l'état de « recherche » et ne sont pas directement applicables sur le terrain actuellement.

D'autres approches sont à l'étude (ex : détection de l'ADN d'*A. tumida* dans les débris, dans le miel ou sur des écouvillons réalisés dans la ruche) et pourraient permettre d'alléger le temps consacré aux visites de colonies et de collecter des données dans des périodes où les inspections ne sont pas réalisables (période hivernale par exemple, où il n'est pas possible d'ouvrir les ruches). Néanmoins, leurs performances restent encore à valider avant une application dans le cadre des dispositifs de surveillance officielle.

3.3. Méthodes et stratégies de lutte contre le petit coléoptère des ruches

L'avis de l'EFSA de 2015 (European Food Safety Authority (EFSA - Panel on Animal Health and Animal Welfare) 2015b) décrit les différentes mesures de gestion applicables pour prévenir et maîtriser l'infestation par le petit coléoptère des ruches lorsque l'éradication n'est plus un objectif. Ces dernières reposent sur : la mise en place de bonnes pratiques apicoles dans les ruchers et les mielleries, le contrôle mécanique d'*A. tumida* (ex : piégeage), l'utilisation de médicaments vétérinaires et de biocides, le traitement du sol et la sécurisation des mouvements d'abeilles entre zones infestées et zones indemnes. Cet avis propose également un arbre décisionnel pour gérer en routine ce ravageur en fonction de l'infestation et des dommages éventuellement observés dans les ruchers (Figure 1).

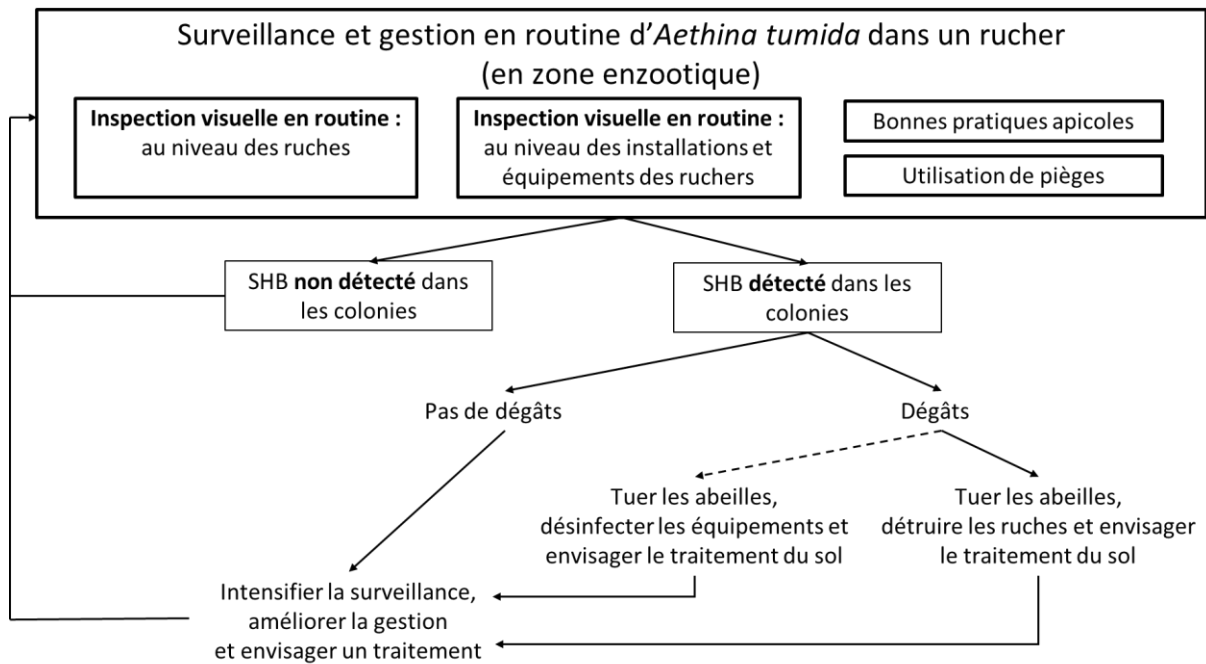


Figure 1 – Schéma de la surveillance et de la gestion de routine d'*A. tumida* dans un rucher situé dans une zone infestée où l'éradication n'est plus l'objectif (European Food Safety Authority (EFSA - Panel on Animal Health and Animal Welfare) 2015b) (---> voie alternative en tenant compte des dommages causés par *A. tumida* sur la colonie, notamment la présence de larves et de l'état de santé de la colonie)

Depuis la parution de cet avis, la plupart des études scientifiques publiées sur ce sujet sont encore au stade « recherche » et ouvrent des perspectives vers de nouvelles méthodes de lutte applicables sur le terrain.

Par ailleurs, une revue bibliographique publiée en 2022 s'est penchée sur la question générale du contrôle d'*A. tumida* afin d'identifier les méthodes qui seraient à la fois les plus efficaces et sans impact pour les colonies d'abeilles (Sabella *et al.* 2022). Cette publication conclut que les méthodes de biocontrôle, basées sur l'utilisation de nématodes entomopathogènes pour le traitement des formes immatures d'*A. tumida* présentes dans le sol, pourraient faire partie des perspectives prometteuses dans le contexte européen dans le cadre de programmes de lutte intégrée. **Des études seraient néanmoins nécessaires pour évaluer l'efficacité des espèces de nématodes indigènes, localement adaptées aux conditions pédoclimatiques de l'Europe** (comme par exemple les espèces *Steinernema carpocapsae* et *Steinernema kraussei* déjà commercialisées pour la lutte biologique contre des ravageurs du végétal).

- **Bonnes pratiques apicoles**

L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a édité en 2020 un guide de bonnes pratiques apicoles pour l'identification et le contrôle des maladies de l'Abeille (*Apis mellifera*) (FAO 2020). Un chapitre est dédié au petit coléoptère des ruches et propose un certain nombre de mesures générales pour la prévention et le contrôle de l'infestation.

Ce guide rappelle qu'une des règles les plus importantes pour prévenir l'impact d'*A. tumida* est d'avoir des colonies fortes et en bonne santé. L'étude de Gela, Bezabeh et Negara (2018) visant à évaluer l'efficacité de mesures de contrôles du petit coléoptère des ruches sur des colonies d'*A. mellifera* en Ethiopie, aboutit à cette même conclusion.

Des recommandations concernant les mesures de biosécurité à appliquer dans les mielleries sont aussi formulées dans le guide de la FAO.

Les tableaux 1 et 2 résument ces différentes recommandations.

De nombreuses ressources éducatives sont également disponibles en français sur le site web du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec¹⁸.

Tableau 1 – Bonnes pratiques apicoles pour la prévention et le contrôle du petit coléoptère des ruches (FAO 2020)

Recommandations	Avantage ou raison de cette pratique
Maintenir les ruches en bon état, éviter d'utiliser des ruches cassées ou fissurées.	Permet de limiter le nombre d'endroits où le petit coléoptère des ruches peut pondre et où les abeilles ne peuvent pas les enlever.
Eviter d'avoir du matériel apicole abandonné dans le rucher (en particulier des cadres de cire bâtis, comportant du miel et/ou du couvain). Retirer les colonies mortes (rayons, réserves de nourriture, boîtes, etc.) dès que possible et faire fondre/détruire toutes les matières organiques susceptibles d'attirer <i>A. tumida</i> .	Les colonies abandonnées ou le matériel apicole (en particulier les rayons, cadres de réserves) sont des substrats sur lesquels <i>A. tumida</i> peut se nourrir et se multiplier.
Équilibrer la force des colonies entre elles.	Permet d'éviter d'avoir des colonies faibles au sein du rucher, dans lesquelles <i>A. tumida</i> peut se reproduire plus facilement.
S'assurer que les abeilles couvrent tous les cadres de la ruche et qu'il n'y ait pas d'espaces vides.	Réduit les zones dans lesquelles les petits coléoptères de la ruche peuvent "s'échapper" ou "se cacher" de l'attaque des abeilles.
Éliminer les reines vieilles, faibles et les colonies bourdonneuses (Bulacio Cagnolo <i>et al.</i> 2023).	Permet de ne garder que les colonies suffisamment fortes et peuplées, capables de se défendre contre <i>A. tumida</i> .
Préparer correctement les ruches pour l'hivernage.	Permet d'avoir des colonies plus fortes au printemps suivant.
Réduire la taille de l'entrée de la ruche, en particulier pendant les mois les plus froids.	Permet aux abeilles de mieux défendre l'entrée de la ruche et de réduire la possibilité de pénétration d' <i>A. tumida</i> .
Insérer une partition dans la ruche, entre la paroi de la ruche et le dernier cadre.	Facilite la détection d' <i>A. tumida</i> dans la ruche lors des visites.
Restreindre le volume de la colonie et retirer les cadres vides.	Permet de s'assurer que tous les rayons/zones de la ruche sont bien peuplés et couverts d'abeilles, et qu'elles sont donc en mesure de combattre le petit coléoptère des ruches.

¹⁸ [Réseau apicole - Contenu éducatif sur le petit coléoptère des ruches | Apiculture - Agri-Réseau | Documents \(agrireseau.net\)](#). Page web consultée le 19/09/2023.

Recommandations	Avantage ou raison de cette pratique
Prélever régulièrement des débris de ruche sur le plateau inférieur pour diagnostiquer les maladies des abeilles. (ex : Varroa)	Peut permettre une identification préclinique des maladies.
Réaliser des visites régulières des colonies pour détecter et éliminer le parasite (adultes et larves).	Permet de limiter la prolifération d' <i>A. tumida</i> dans le rucher.
En cas de doute sur la présence d' <i>A. tumida</i> , demander l'assistance technique d'un vétérinaire, d'un technicien ou d'un expert en apiculture.	Il est extrêmement important de demander l'aide d'experts pour diagnostiquer correctement une maladie, surtout en cas de doute.
Stocker les cadres dans une chambre froide à une température inférieure à 10°C et/ou une humidité relative inférieure à 34%.	Permet de tuer les œufs et d'inhiber le développement des larves.
Pour le nourrissage des colonies, procéder par petite quantité afin que les abeilles le consomment rapidement.*	Permet d'éviter de laisser un substrat favorable à la reproduction d' <i>A. tumida</i> .
Suivre des programmes de formation sur l'apiculture et les maladies des abeilles pour apprendre à identifier, prévenir et contrôler le petit coléoptère des ruches.	Il est fondamental que l'apiculteur soit capable de reconnaître correctement le petit coléoptère des ruches.
Ne pas transporter de matériel vivant à risque non autorisé (ruches, reines, nuclei...) à partir de zones où <i>A. tumida</i> est présent.	Permet d'éviter la dispersion du petit coléoptère des ruches dans les zones où il n'est pas présent.

* Cette recommandation est notamment valable pour les compléments alimentaires donnés comme substituts du pollen qui peuvent favoriser la survie et la reproduction d'*A. tumida* (Stuhl 2017).

Tableau 2 – Mesures de biosécurité à adopter dans les mielleries pour limiter des dommages causés par le petit coléoptère des ruches (FAO 2020)

Recommandations	Avantage ou raison de cette pratique
Maintenir les locaux et les équipements propres, rangés et en ordre.	Réduit les possibilités de reproduction et de développement d' <i>A. tumida</i> et peut permettre de limiter les dommages causés.
Extraire les rayons de miel dès que possible.	Empêche le petit coléoptère des ruches d'accéder au miel.
Stocker le miel extrait dans des récipients hermétiques et fermés (fûts, petits tonneaux).	Empêche l'accès des nuisibles dont <i>A. tumida</i> au miel stocké.
Le fait de placer une source de lumière fluorescente (ultraviolets) sur le sol de la salle d'extraction pendant la nuit attire les larves d' <i>A. tumida</i> .	Les larves d' <i>Aethina</i> peuvent ainsi être collectées et détruites en les plaçant dans une solution d'alcool ou de détergent, ou par congélation.

- **Contrôle mécanique d'*A. tumida***

Différents modèles de pièges sont disponibles pour surveiller et maîtriser l'infestation des ruchers et des mielleries.

Dans les ruchers, les pièges peuvent être placés à l'intérieur des colonies ou à l'extérieur pour intercepter les coléoptères avant qu'ils ne pénètrent dans les ruches ou empêcher les larves de poursuivre leur cycle.

Depuis 2014, des études scientifiques ont été conduites visant à évaluer l'attractivité de certaines molécules chimiques pour *A. tumida*, qui pourraient être utilisées pour augmenter l'efficacité des pièges : extraits volatiles issus des matériaux de la ruche (Aman et Jung 2020), d'abeilles adultes, de pollen frais ou fermenté par la levure *K. ohmeri* associée au petit coléoptère des ruches (Stuhl 2017; Dekebo, Hong et Jung 2017), de miel fermenté par *K. ohmeri* (Hayes *et al.* 2015; Hayes *et al.* 2019; Leemon *et al.* 2018), de fruits (Stuhl 2021), ou d'autres mixtures à base d'ananas fermenté (Reyes-Escobar *et al.* 2015).

Un brevet a également été déposé aux Etats-Unis pour un composé chimique (constitué de sulcatone ou 6-méthyl-5-hepten-2-one, de nonanal et de décanal) qui imite la phéromone d'agrégation d'*A. tumida* (Stuhl et Teal 2017). Des essais de piégeage dans des tunnels de vol ont montré que cette phéromone de synthèse, mélangée à des extraits volatiles de fruits, attire les coléoptères adultes de façon significative (96% des coléoptères piégés), ouvrant des voies prometteuses pour le développement de pièges attractifs spécifiques (Stuhl et Teal 2023).

En Australie, l'étude de Leemon *et al.* (2018) préconise quant à elle l'utilisation de pièges en forme de lanterne (commercialisés initialement pour capturer les mouches domestiques), avec un appât constitué d'un mélange fermenté contenant du miel, de l'eau, du sucre en poudre et de la levure, pour capturer les coléoptères au voisinage des colonies. Les pièges sont à positionner à une hauteur d'au moins 1 mètre (sur un arbre par exemple) et si possible à l'ombre. Une vidéo pédagogique est disponible en ligne à destination des apiculteurs¹⁹.

Un autre type de piège consiste en l'utilisation de lingettes en microfibres non tissées, conçues à l'origine pour le nettoyage et le ménage domestique. Les apiculteurs ont constaté que lorsqu'elles sont placées à l'intérieur de la ruche, les abeilles les mâchent et les manipulent de telle sorte qu'elles s'effilochent, ce qui permet aux coléoptères de s'enchevêtrer dans leurs fibres. Ces pièges en microfibres, utilisés notamment en Australie et au Canada, sont présentés comme une option naturelle et sans produits chimiques pour lutter contre *A. tumida* dans les ruches. Cependant, l'étude récente de Buteler *et al.* (2023) a montré que les fibres de ces lingettes utilisées comme pièges dans les ruches, contiennent des microplastiques, qui sont retrouvés dans les abeilles et le miel. Bien que la toxicité aiguë de ces microfibres pour les abeilles soit faible, des effets chroniques pourraient être observés en cas d'exposition répétée (ex : impact sur l'immunité, sur la diversité du microbiome, et plus globalement sur la mortalité). Ces microplastiques peuvent aussi poser un risque pour la santé publique, en lien avec la consommation du miel issu des ruchers traités. **Ces résultats alertent donc sur l'innocuité des pièges basés sur l'utilisation de lingettes en microfibres à base de fibres synthétiques.**

Piéger les larves d'*A. tumida* lorsqu'elles quittent la ruche pourrait réduire le succès reproductif du petit coléoptère des ruches, en interrompant son cycle de développement. Ce type de piège permettrait ainsi de limiter l'infestation dans le rucher, sans avoir recours à des molécules

¹⁹ [Catching Small Hive Beetle: How to prepare and deploy lantern traps - YouTube](#)

chimiques aux effets collatéraux délétères pour la santé de l'abeille et pour l'environnement. Dans cet objectif, l'étude de Stief *et al.* (2020) a évalué différents modèles de pièges qui seraient positionnés sous la ruche. Ce type de piège pourrait servir à des fins de contrôle de l'infestation, dans des territoires où le petit coléoptère des ruches est établi, voire comme méthode de détection et de surveillance, après l'introduction en territoire indemne dans le cadre d'une démarche d'éradication. L'efficacité réelle de ce type de pièges nécessite encore d'être établie dans des conditions de terrain.

A l'inverse, quelques travaux ont été conduits sur les propriétés répulsives de certains composés chimiques, qui pourraient permettre de dissuader le petit coléoptère des ruches de pénétrer dans les colonies ou les ruchers. La pyrrolidine, la pyrrole et la 1,4 diméthylpiperazine, des amines hétérocycliques, ont montré des effets prometteurs lors de tests en laboratoire (Roth, Lahondère et Gross 2023), de même que certaines huiles essentielles, comme celle de camphre, le géraniol, le linalol et l' α -terpinéol (Komen, Murungi et Irungu 2019). Des essais sont néanmoins encore nécessaires pour définir les modalités d'application de ce type de molécules et évaluer cette approche sur le terrain (ex : efficacité, réponse des abeilles qui pourraient également être affectées par le caractère répulsif des composés chimiques).

Enfin, des études plus fondamentales se sont également intéressées aux mécanismes de l'olfaction chez *A. tumida* (Cilia *et al.* 2021), à ses relations avec la levure *K. ohmeri* (Amos *et al.* 2018; Amos *et al.* 2019; Dekebo, Hong et Jung 2017), et au profil chimique cuticulaire d'*A. tumida* (Amos *et al.* 2022). Ces connaissances sont encore à l'état de recherche mais pourraient ouvrir des perspectives en termes de lutte ou de détection d'*A. tumida* dans les ruchers.

L'étude de Roth, Lahondère et Gross (2023) évoque la possibilité, à long terme, d'adopter une stratégie de type « push and pull » dans le cadre de la gestion d'*A. tumida* qui reposerait sur la libération de composés pour "repousser" les coléoptères adultes à l'extérieur des ruches, couplée à l'utilisation de pièges avec des appâts pour "attirer" les coléoptères et finalement les tuer.

La stratégie de piégeage est également à raisonner en fonction de la saison et des conditions climatiques qui ont une influence sur le comportement et le cycle du petit coléoptère des ruches et sur le relargage des composés volatiles contenus dans les substances utilisées comme appâts. L'étude de (Leemon *et al.* (2018) a en effet montré que les coléoptères ont tendance à d'avantage se déplacer en dehors des ruches lorsque les températures sont douces (i.e. comprises entre 12°C et 20°C) et que les conditions sont humides.

- **Utilisation d'insecticides pour le traitement des colonies (pratique non autorisée dans l'Union européenne)**

L'utilisation de molécules insecticides dans les pièges permet de tuer le petit coléoptère des ruches une fois capturé.

Il convient tout d'abord de souligner qu'à l'heure actuelle, aucune molécule n'est autorisée dans l'Union européenne pour le traitement des colonies d'abeilles contre *A. tumida*.

Aux Etats-Unis, le coumaphos (insecticide de la famille des organosphorés) et la perméthrine (pyréthinoïde) sont utilisés dans le cadre de la lutte contre le petit coléoptère des ruches. Une étude conduite en 2019 a montré que les résistances d'*A. tumida* à ces molécules sont largement répandues en Floride (Kanga *et al.* 2021). Deux publications concernent l'étude des

mécanismes associés à ces résistances, qui seraient plutôt de type métabolique (Kanga, Marechal et Ananga 2021; D. Kim, Lee, *et al.* 2018). Elles suggèrent l'application de stratégies de gestion intégrées, basées sur l'alternance de traitements pour limiter l'apparition de résistances, et le recours à des agents synergisants métaboliques pour augmenter l'efficacité des molécules insecticides.

Le piège Apithor®, utilisé en Australie, est basé sur l'utilisation de fipronil pour tuer les petits coléoptères des ruches adultes une fois capturés. Une étude publiée en 2015 a montré l'efficacité de ce piège et l'absence d'effet néfaste, dans ces conditions, pour la santé des abeilles ainsi que l'absence de résidus de fipronil, ou ses métabolites, dans le miel ou la cire (Levot *et al.* 2015). Ce produit n'est cependant pas autorisé dans l'Union européenne pour le traitement des colonies d'abeilles et ne possède pas de limite maximale de résidus dans le miel.

Depuis 2014, plusieurs travaux se sont également intéressés aux propriétés insecticides de nouvelles molécules chimiques contre *A. tumida*, qui pourraient ouvrir des pistes pour le développement de nouveaux traitements : composants d'une huile essentielle issues de l'ajowan²⁰ (Bisrat et Jung 2020), acétamipride (Kleckner *et al.* 2022), protéines issues d'une neurotoxine d'un venin d'araignée (Powell *et al.* 2020) et acide borique (Reyes-Escobar *et al.* 2015; Stuhl 2020).

D'autres études de recherche plus fondamentale ont permis d'identifier des nouvelles cibles candidates pour les insecticides au niveau transcriptionnel (Corcoran *et al.* 2021) et au niveau génomique (Rinkevich et Bourgeois 2020), et de caractériser les gènes impliqués dans la détoxification des insecticides (Evans *et al.* 2018).

Enfin, l'utilisation d'ARN-interférent pourrait être une voie à explorer pour le contrôle d'*A. tumida* (Kim *et al.* 2018; Powell *et al.* 2017). Cependant, de nombreux travaux de mise point restent encore nécessaires pour une utilisation sur le terrain de ce type de traitement.

- **Technique de l'insecte stérile**

La technique de l'insecte stérile consiste à élever un grand nombre de parasites cibles, à les traiter par irradiation à une dose qui les rend stériles et à les relâcher en grand nombre dans la nature afin que les mâles stériles s'accouplent avec les femelles sauvages, perturbant ainsi la reproduction, ce qui entraîne un déclin de la population de parasites. Une étude a exploré cette approche dans la lutte contre le petit coléoptère des ruches (Neumann *et al.* 2015) et suggère qu'elle pourrait être utile aux stades initiaux de l'invasion. De petites populations fertiles d'*A. tumida* pourraient ainsi être submergées par des lâchers d'insectes stériles.

Cette approche n'est actuellement pas opérationnelle sur le plan technique sur le terrain.

- **Traitement du sol**

Afin de stopper le développement d'*A. tumida*, le sol peut être traité avec des nématodes entomophages, ciblant le stade nymphal et les larves migrantes du petit coléoptère des ruches (Hill, Smythe et Delaney 2016; Sabella *et al.* 2022). Le succès de leur utilisation dépend de plusieurs facteurs dont l'humidité, la température et le couvert du sol et l'exposition au soleil (Sanchez *et al.* 2021). Cette méthode est toujours à l'état expérimental.

²⁰ Plante originaire du sud de l'Inde proche du carvi, du cumin et de l'aneth, contenant notamment du thymol.

Des insecticides peuvent également être utilisés. Plusieurs ont été testés en laboratoire pour évaluer leur toxicité vis-à-vis d'*A. tumida* (Hong et Jung 2018; Tarver *et al.* 2014). Cependant, aucune étude ne mentionne un traitement nouveau et utilisable sur le terrain.

- **Protocoles d'assainissement visant à prévenir le risque de diffusion d'*A. tumida* via le transport de matériel et de matrices à risque**

Afin de limiter le risque de dispersion d'*A. tumida* via le transport de matériel et de matrices apicoles (équipement apicole d'occasion, miel, pollen, cire, propolis, gelée royale), le Code sanitaire pour les animaux terrestres de l'OMSA recommande plusieurs méthodes d'assainissement à réaliser avant leur déplacement. Parmi ces méthodes, figure le traitement thermique, reposant sur la congélation du matériel / de la matrice à au moins -12°C à cœur pendant une durée minimale de 24h (OMSA 2022).

Deux études conduites ces dernières années ont permis d'évaluer la faisabilité pratique de cette méthode :

- Pour l'assainissement du matériel apicole usagé

L'étude de Dietemann et Lercch (2015) s'est intéressée à l'assainissement du matériel apicole usagé (ruches en thermoplastique, ruches en bois, cadres construits, outils utilisés pour la manipulation des ruches). **Elle a conclu qu'un stockage à -30°C pendant 40h permettait d'atteindre à cœur le couple température / durée de congélation recommandées par l'OMSA pour ce type de matrice, et pour un lot de matériel important. Elle propose un protocole pratique d'assainissement via l'utilisation d'un camion frigorifique.**

- Assainissement de hausses de miel (non extrait)

Le transport de hausses de miel issues de zones à risque en vue de leur extraction dans des mielleries situées dans des zones non infestées par *A. tumida* peut être un facteur de dispersion du coléoptère. Une étude a été conduite en Italie afin d'apprécier la faisabilité de la congélation sur ce type de matériel/matrice, le miel possédant en effet une faible conductivité thermique (Mutinelli *et al.* 2017). **Cette étude recommande d'effectuer une congélation à -20°C pendant au moins 83h, quelle que soit la nature du miel, pour atteindre les conditions définies dans le Code sanitaire.** Cette étude conclut également que la qualité du miel n'est pas altérée dans ces conditions.

Pour sécuriser le transport de ces hausses depuis le rucher où elles ont été récoltées vers le lieu où le traitement thermique est effectué, Mutinelli *et al.* (2017) proposent d'envelopper les hausses avec du film plastique afin d'empêcher toute fuite de miel ou d'*A. tumida* au cours du trajet.

Conclusion et recommandations :

La prévention du petit coléoptère des ruches repose en premier lieu sur le maintien de colonies fortes et en bonne santé.

La FAO a publié en 2020 un guide présentant les bonnes pratiques à adopter pour la prévention et le contrôle du petit coléoptère des ruches dans les ruchers et les mielleries (Tableaux 1 et 2).

La gestion de l'infestation à un niveau acceptable pour la santé des colonies d'abeilles et le maintien économique de l'exploitation apicole doivent être réalisés selon une approche intégrée (concept d'« Integrated Pest Management » en anglais), qui peut reposer sur l'utilisation de pièges. Le travail de l'EFSA publié en 2015 présente une

approche pour rationaliser les mesures de contrôle à mettre en œuvre en fonction du stade de l'infestation (Figure 1).

Ces dernières années, des études ont été conduites pour développer de nouveaux modèles de pièges, à la fois attractifs et permettant de tuer le petit coléoptère des ruches. Ces travaux sont encore à l'état de recherche et nécessitent d'être approfondis pour à la fois, optimiser les modèles de pièges, mieux évaluer leur efficacité et leur innocuité pour les abeilles en conditions de terrain et démontrer l'absence de résidus dans les produits de la ruche.

L'utilisation de pièges constitués de lingettes en microfibres synthétiques engendre des résidus de microplastiques dans les ruches, qui peuvent avoir des effets délétères pour les abeilles et la qualité du miel. Leur utilisation n'est donc pas recommandée.

Il est enfin important de rappeler que l'utilisation de produits insecticides dans la lutte contre *A. tumida*, pratiquée dans certains pays, est actuellement interdite dans l'Union européenne, et peut présenter un risque pour la santé des abeilles, la sécurité du consommateur (qualité des produits de la ruche) et du manipulateur qui les utilise, et pour l'environnement.

3.4. Prévention du risque d'introduction du petit coléoptère des ruches par les échanges ou importations d'abeilles vivantes ou de produits apicoles

- **Situation sanitaire au niveau international vis-à-vis d'*A. tumida***

Depuis le premier cas d'introduction détecté en 1996 aux Etats-Unis, le petit coléoptère des ruches a été identifié dans 24 pays sur différents continents : en Amérique du Nord (Canada, Etats-Unis, dont l'île de Hawaï) et en Amérique du Sud (Cuba, Jamaïque, Mexique, Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Belize, Guatemala, Bolivie, Colombie, Brésil, Paraguay), en Europe (Portugal, Italie), en Afrique en dehors de sa zone d'endémie, (Egypte, Ile Maurice, France / Ile de La Réunion), en Asie (Corée du Sud, Chine, Philippines, Malaisie), et en Australie (Figure 2).

Tous ces cas d'introduction n'ont pas été officiellement rapportés à l'OMSA (OMSA/WAHIS 2023). C'est le cas par exemple des Philippines (Cervancia *et al.* 2016) ou de la Chine (Zhao *et al.* 2020; Liu, Han, *et al.* 2020). Certains cas ont été reportés avec plusieurs années de délai, comme notamment celui de l'île Maurice (Muli, Kilonzo et Sookar 2018; OMSA/WAHIS 2023). Par ailleurs, la situation épidémiologique dans les pays nouvellement infestés n'est pas toujours précisément connue du fait de l'absence de dispositif de surveillance efficace et fiable (Bulacio Cagnolo *et al.* 2023).

Appui scientifique et technique de l'Anses
Demande n° 2022-SA-0141

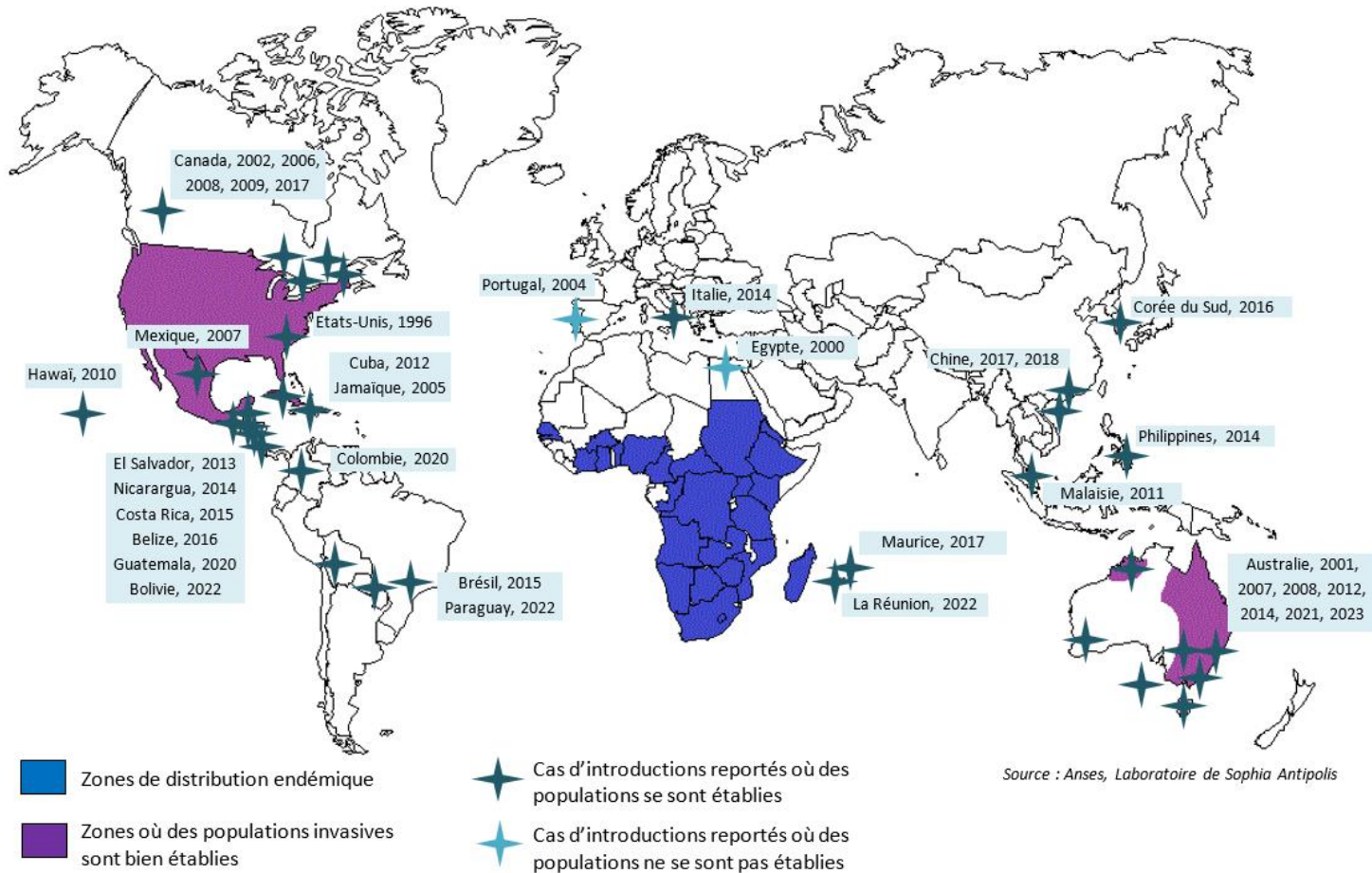


Figure 2 - Distribution du petit coléoptère des ruches à travers le monde et cas d'introduction notifiés (au 14/09/2023). D'après (Papach, Palonen et Neumann 2023), carte actualisée à partir des informations de la base de données zoosanitaires de l'Organisation mondiale de la santé animale (OMSA/WHIS 2023) et de publications scientifiques (Al-Toufailya *et al.* 2017; Calderón Fallas *et al.* 2015; Calderón et Ramírez 2019; Cervancia *et al.* 2016; García-Ochaeta 2020; Hernández Torres *et al.* 2021; Lee *et al.* 2017; Liu, Han, *et al.* 2020; Muli, Kilonzo et Sookar 2018; Pereira *et al.* 2019; Numa-Vergel, Sandoval-Cáceres et Vergara-Navarro 2021; Ramírez et Calderón 2018; Zhao *et al.* 2020; Peña-Chora *et al.* 2023)

- **Risque d'introduction lié aux échanges internationaux**

Le Chili et l'Argentine, deux gros exportateurs de reines d'abeilles vers l'Union européenne, sont encore indemnes du petit coléoptère des ruches. La présence d'*A. tumida* dans des pays frontaliers (Brésil, Paraguay, Bolivie) constitue une menace pour le statut de ces pays (Bulacio Cagnolo *et al.* 2023). Elle constitue aussi une menace directe pour la France (Guyane Française) qui partage une frontière physique avec le Brésil. (Bulacio Cagnolo *et al.* 2023) soulignent l'importance d'un réseau de ruchers sentinelles stratégiquement placés et d'un contrôle aux frontières pour prévenir le plus rapidement possible une éventuelle introduction (voir partie 3.2 « Méthodes et stratégies de surveillance »).

Par ailleurs, de nombreux échanges de marchandises existent entre l'Asie (où plusieurs pays sont infestés) et l'Europe.

L'étude d'Idrissou *et al.* (2019) émet l'hypothèse que le commerce international de cire d'abeille pourrait être à l'origine de plusieurs cas d'introduction d'*A. tumida* au niveau mondial et recommande la mise en place de mesures au niveau des ports internationaux pour limiter la dispersion de ce ravageur. Au Costa Rica, (Calderón et Ramírez 2019) évoquent la possibilité d'une introduction via le commerce de fruits pour expliquer l'origine d'un foyer détecté dans le centre du pays.

Conclusion et recommandations :

La dispersion d'*A. tumida* au niveau mondial, en particulier dans plusieurs pays d'Asie, d'Amérique du Sud, dans le sud de l'Italie et à La Réunion (France), constitue un risque élevé pour les territoires encore indemnes de l'Union européenne (dont la France métropolitaine).

Dans ce contexte, l'Anses recommande :

- **La sensibilisation des apiculteurs au respect de la réglementation de l'Union européenne sur les importations de reines issues de pays tiers²¹ et les échanges intracommunautaires²².**
- **La mise en place d'un dispositif de vigilance autour des zones d'importation de marchandises au niveau international et aux frontières (Guyane Française),** notamment de cires, qui pourrait reposer sur la mise en place d'un réseau de ruchers sentinelles et sur des campagnes de sensibilisation des apiculteurs dans ces zones, et sur la sensibilisation des importateurs de cire d'abeille.
- **L'interdiction d'importer de la cire d'abeille en provenance de territoires infestés.**

Concernant plus spécifiquement le risque d'introduction d'*A. tumida* en France métropolitaine depuis La Réunion, l'avis de l'Anses du 10 octobre 2022 (réponse à la saisine n° « 2022-SA-

²¹ Règlement délégué (UE) 2020/692 de la Commission du 30 janvier 2020 complétant le règlement (UE) 2016/429 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les règles applicables à l'entrée dans l'Union d'envois de certains animaux, produits germinaux et produits d'origine animale, ainsi qu'aux mouvements et à la manipulation de ces envois après leur entrée dans l'Union et Règlement d'exécution (UE) 2021/404 de la Commission du 24 March 2021 établissant les listes des pays tiers, territoires et zones de pays tiers et territoires en provenance desquels l'entrée dans l'Union d'animaux, de produits germinaux et de produits d'origine animale est autorisée conformément au règlement (UE) 2016/429 du Parlement européen et du Conseil

²² Règlement délégué (UE) 2020/688 de la Commission du 17/12/2019 complétant le règlement (UE) 2016/429 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les conditions de police sanitaire applicables aux mouvements d'animaux terrestres et d'œufs à couver dans l'Union.

0141") (Anses 2022b) avait conclu que ce risque est "non nul avec une incertitude élevée", et avait formulé les recommandations suivantes (toujours d'actualité à la date de rédaction de cette note) :

- **“une sensibilisation des apiculteurs réunionnais et du public vis-à-vis du risque potentiel de propagation d’*A. tumida* lié au transport de La Réunion vers l’Hexagone, d’abeilles ou de miel en rayon (interdits) et de fruits. Cette sensibilisation pourrait par exemple être effectuée par le biais d’affichettes dans les aéroports et les ports, comme réalisé dans le cas d’autres maladies (peste porcine africaine, fièvre aphteuse par exemple) ;**
- **La recherche de la présence éventuelle de colonies (essaims) d’abeilles dans les containers et les bateaux au départ de La Réunion.”**

Il peut être souligné que la sensibilisation des apiculteurs et acteurs de la filière de l’Hexagone est également primordiale pour prévenir une éventuelle introduction et permettre une détection précoce du petit coléoptère des ruches.

3.5. Conclusion et recommandations générales

Suite à la détection du petit coléoptère des ruches sur l’île de La Réunion en juillet 2022, des mesures de surveillance et de gestion ont été mises en œuvre afin d’évaluer la situation sanitaire et d’essayer d’éradiquer ce ravageur. **Réaliser un retour d’expérience sur cette crise permettrait d’identifier des axes d’amélioration concernant les dispositions nationales de surveillance et de lutte déployées contre *A. tumida* en cas de nouvelle introduction.**

Sur la base des éléments bibliographiques examinés dans la présente note, il ressort les conclusions suivantes :

Dans les territoires infestés, les mesures et stratégies de lutte contre *A. tumida* se basent principalement sur la mise en œuvre de « bonnes pratiques apicoles » dans les ruchers et mielleries, ainsi que sur des techniques de piégeage. Ces méthodes seraient à adapter aux spécificités de l’apiculture réunionnaise (ex : caractéristiques de la sous-espèce d’abeille locale *Apis mellifera unicolor*, conduite d’élevage, circuits de transhumance, conditions pédoclimatiques...). La thèse de (Abbas 2021) s’est intéressée aux pratiques apicoles à La Réunion et a mis en évidence les facteurs pouvant favoriser la diffusion du petit coléoptère des ruches sur l’île. Ce travail est intéressant car il identifie les pratiques à risque et donc à éviter. Il serait à compléter par des études de recherche appliquée pour mieux comprendre la biologie d’*A. tumida* dans le contexte réunionnais, et définir les stratégies de prévention et de lutte adaptées aux différents parcours techniques. Par ailleurs, **l’utilisation de ruchers sentinelles dans les territoires infestés reste la meilleure stratégie de surveillance pour limiter la diffusion aux territoires encore indemnes.**

La prévention du petit coléoptère des ruches repose aussi sur la sensibilisation et la formation de l’ensemble de la filière apicole. Ces actions seraient à conduire à La Réunion, au regard du risque de dispersion d’*A. tumida* sur l’ensemble de l’île, et afin d’appuyer les apiculteurs dans la gestion du parasite. Elles seraient également à renforcer dans l’Hexagone et dans les territoires d’outremer encore indemnes, face à un risque grandissant d’introduction à partir des régions infestées au niveau international.

Sur le plan de la recherche, des travaux sont encore nécessaires pour améliorer la prévention du petit coléoptère des ruches.

Mieux connaître les performances des méthodes actuellement disponibles en routine pour la détection d'*A. tumida* dans les ruchers (inspection visuelle et piégeage) permettrait, par exemple, de mieux dimensionner les plans d'échantillonnage dans le cadre de la surveillance.

Le recours à de nouveaux outils de détection d'*A. tumida* (reposant par exemple sur l'analyse par PCR de matrices alternatives comme le miel, les débris de ruche ou des écouillons réalisés dans les colonies) permettrait de s'affranchir des inspections visuelles de colonies qui sont difficiles à maintenir dans le cadre d'un suivi sur le long terme en raison de leur lourdeur sur le terrain (aspect chronophage des visites également dépendantes des conditions météorologiques). Certaines de ces méthodes ont été développées mais des étapes de validation doivent encore être conduites pour s'assurer qu'elles répondent bien aux objectifs de surveillance et aux contraintes d'une utilisation en routine, à large échelle.

Le développement de pièges plus attractifs pourrait permettre d'améliorer à la fois la surveillance et la gestion d'*A. tumida* dans les exploitations apicoles. D'autres approches, basées par exemple sur l'utilisation de substances répulsives ou d'insectes stériles, seraient à explorer davantage afin de développer des stratégies de lutte intégrée, adaptées aux contextes locaux.

Les travaux d'analyses phylogéniques sur *A. tumida* méritent également d'être poursuivis afin de mieux comprendre l'origine des cas d'introduction, et ainsi de mettre en place des mesures de prévention ciblées sur ces risques.

De même, l'étude de la dispersion d'*A. tumida* (ex : modélisation des épizooties, études génétiques basées sur l'analyse des microsatellites) permettrait de mieux raisonner les stratégies de gestion en cas d'introduction. Ces travaux nécessitent une bonne connaissance de la biologie d'*A. tumida*, des caractéristiques de l'apiculture au niveau local (emplacements des ruchers et zones de transhumance notamment) et du réservoir sauvage local, qui restera néanmoins difficile à maîtriser.

Pr Benoît Vallet

MOTS-CLÉS

Aethina tumida, petit coléoptère des ruches, île de La Réunion, prévention, prophylaxie, surveillance, lutte

Aethina tumida, Small Hive Beetle, Island of La Réunion, prevention, prophylaxis, surveillance, control

BIBLIOGRAPHIE

- Abbas, R.; 2021. "Contribution à la modélisation du risque d'introduction et de diffusion du petit coléoptère des ruches (*Aethina tumida*) sur l'île de La Réunion." Thèse de doctorat vétérinaires (Nantes), Université de Nantes ; Oniris - Ecole nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation.
- Al-Toufailya, H., D. A. Alves, D. de C. Bená, J. M. S. Bento, N. S. A. Iwanicki, A. R. Cline, J. D. Ellis et F. L. W. Ratnieks. 2017. "First record of small hive beetle, *Aethina tumida* Murray, in South America." *Journal of Apicultural Research* 56 (1): 76-80. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1284476>.
- Aman, Dekebo et Chuleui Jung. 2020. "Olfactory responses of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) to some major volatile compounds from hive materials and workers of *Apis mellifera*." *Journal of Asia-Pacific Entomology* 23 (2): 504-508. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2020.03.002>
- Amos, B. A., M. J. Furlong, D. M. Leemon, B. W. Cribb et R. A. Hayes. 2022. "Small hive beetle, *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae): chemical profile of the cuticle and possible chemical mimicry in a honeybee (*Apis mellifera*) pest." *Apidologie* 53 (1). <https://doi.org/10.1007/s13592-022-00921-w>.
- Amos, B. A., R. A. Hayes, D. M. Leemon et M. J. Furlong. 2019. "Small Hive Beetle (Coleoptera: Nitidulidae) and the Yeast, *Kodamaea ohmeri*: A Facultative Relationship under Laboratory Conditions." *Journal of Economic Entomology* 112 (2): 515-524. <https://doi.org/10.1093/jee/toy378>.
- Amos, B. A., D. L. Leemon, R. A. Hayes, B. W. Cribb et M. J. Furlong. 2018. "Associations between the small hive beetle and the yeast *Kodamaea ohmeri* throughout the host life cycle." *Journal of Economic Entomology* 111 (4): 1501-1508. <https://doi.org/10.1093/jee/toy121>.
- Anses. 2018. *Note d'appui scientifique et technique relatif aux « mesures de surveillance et de lutte contre *Aethina tumida* appliquées en Italie et leur impact sur le risque d'extension du ravageur à d'autres territoires de l'Union européenne » : réponse à la question relative à la possibilité de transposer le protocole de surveillance et de lutte appliqué en Italie en cas de foyers en France, y compris aux départements et régions d'outre-mer*. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 10.
- Anses. 2022a. *Note d'appui scientifique et technique relatif à " la surveillance et la gestion du petit coléoptère des ruches (*Aethina tumida*), suite à la détection sur l'île de la Réunion début juillet 2022"*. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 39.
- Anses. 2022b. Extrait de l'avis du 10 octobre 2022 relatif à « l'évaluation des mesures de gestion mises en place sur l'île de La Réunion en vue de l'éradication du petit coléoptère des ruches *Aethina tumida* ». Réponses aux questions 2 et 3. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 17.

- Bai, W. F., J. Liu, Y. Liu, W. Han, J. D. Evans et Q. Huang. 2022. "Phylogenetic Analysis of Small Hive Beetles From Native to Introduced Populations." *Frontiers in Genetics* 13. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.900795>.
- Bisrat, D. et C. Jung. 2020. "Insecticidal Toxicities of Three Main Constituents Derived from *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague ex Turill Fruits against the Small Hive Beetles, *Aethina tumida* Murray." *Molecules* 25 (5). <https://doi.org/10.3390/molecules25051100>.
- Bobadoye, B. O. 2019. "Similar hive semio chemicals simulate the host potential of African meliponine bees (Hymenoptera: Apidae) to small hive beetle *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) infestations." *International Journal of Entomological Research* 4: 141-147.
- Bobadoye, B. O., A. T. Fombong, N. Kiatoko, R. Suresh, P. E. A. Teal, D. Salifu et B. Torto. 2018. "Behavioral responses of the small hive beetle, *Aethina tumida*, to odors of three meliponine bee species and honey bees, *Apis mellifera scutellata*." *Entomologia Experimentalis et Applicata* 166 (7): 528-534. <https://doi.org/10.1111/eea.12700>.
- Buchholz, S., M. O. Schäfer, S. Spiewok, J. S. Pettis, M. Duncan, W. Ritter, R. Spooner-Hart et P. Neumann. 2008. "Alternative food sources of *aethina tumida* (coleoptera: Nitidulidae)." *Journal of Apicultural Research* 47 (3): 202-209. <https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101460>.
- Bulacio Cagnolo, N., P. Aldea-Sánchez, B. Branchiccela, R. A. Calderón-Fallas, L. A. Medina-Medina, M. A. Palacio, R. Velarde, E. W. Teixeira et K. Antúnez. 2023. "Current status of the small hive beetle *Aethina tumida* in Latin America." *Apidologie* 54 (2). <https://doi.org/10.1007/s13592-023-00995-0>.
- Buteler, M., E. Villalobos, A. M. Alma, L. Silva et J. P. Tomba. 2023. "Management practice for small hive beetle as a source of microplastic contamination in honey and honeybee colonies." *Environmental Pollution* 334. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122151>.
- Calderón Fallas, R. A., M. Ramírez Montero, F. Ramírez Arias et W. Vega Villagra. 2015. "First report of the presence of small hive beetle, *Aethina tumida*, in africanized honey bee colonies in Nicaragua. Technical Note." *Revista de Ciencias Veterinarias* 32 (1): 29-33. <https://doi.org/https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/article/view/6964/7191>.
- Calderón, R. A. et M. Ramírez. 2019. "New record of the small hive beetle, *Aethina tumida*, in Africanized honey bee colonies in Costa Rica." *Bee World* 96 (3): 87-89. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2019.1579294>.
- Canto, A., L. A. Medina-Medina, E. Chan et R. Rodríguez. 2020. "Presence of the yeast *Kodamaea ohmeri* associated with *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) collected in Africanized honey bee colonies from two apiaries of Yucatan, Mexico." *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias* 11 (4): 1101-1112. <https://doi.org/10.22319/RMCP.V11I4.5301>.
- Cersini, A., M. Pietropaoli, G. Pietrella, J. Rivera-Gomis, G. Federico, S. Tofani, R. Conti, R. C. Rubino, C. di Ruggiero et G. Formato. 2021. "New matrixes to diagnose *Aethina tumida* presence at apiary level." *Journal of Apicultural Science* 65 (2): 345-348. <https://doi.org/10.2478/jas-2021-0015>.
- Cervancia, C. R., L. I. de Guzman, E. A. Polintan, A. L. B. Dupo et A. A. Locsin. 2016. "Current status of small hive beetle infestation in the Philippines." *Journal of Apicultural Research* 55 (1): 74-77. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1194053>.
- Cilia, G., F. Marzoli, I. Cardaio, J. D. Ellis et A. Nanetti. 2021. "Identification of odorant-binding proteins (Obps) in *aethina tumida*." *Bulletin of Insectology* 74 (1): 79-85.
- Cini, A., U. Santosuosso et A. Papini. 2019. "Uncovering the spatial pattern of invasion of the honeybee pest small hive beetle, *Aethina tumida*, in Italy." *Revista Brasileira de Entomologia* 63 (1): 12-17. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2018.11.005>.

- Corcoran, J., C. L. Goodman, S. Saathoff, J. A. Ringbauer, Jr., Y. Guo, B. Bonning et D. Stanley. 2021. "Cell lines derived from the small hive beetle, *Aethina tumida*, express insecticide targets." *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Animal* 57 (9): 849-855. <https://doi.org/10.1007/s11626-021-00633-y>.
- Cordeiro, E. M. G., P. L. Soares, D. A. Alves et A. S. Corrêa. 2019. "Updating the saga of the small hive beetle (*Aethina tumida*): molecular inference of the origin of the South American invasion." *Apidologie* 50 (3): 273-276. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00636-5>.
- Cornelissen, B. et P. Neumann. 2018. "How to catch a small beetle: top tips for visually screening honey bee colonies for small hive beetles." *Bee World* 95 (3): 99-102. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2018.1465374>.
- Dekebo, A., S. Hong et C. Jung. 2017. "Attractiveness of the Small Hive Beetle (*Aethina tumida*) to volatiles from honey bee (*Apis mellifera*) and Beehive Materials." *J. Apicult.* 32 (4): 315-326. <https://doi.org/10.17519/apiculture.2017.11.32.4.315>.
- Di Ruggiero, C., Z. Mezher, F. Mutinelli, A. De Carolis, N. Pocci et G. Formato. 2021. "Updates on the mobile divider and its use in calabria region to monitor and control *aethina tumida* infestation." *Applied Sciences (Switzerland)* 11 (22). <https://doi.org/10.3390/app112210637>.
- Dietemann, V. et R. Lercch. 2015. "Assainissement du matériel apicole suite à une infestation par le petit coléoptère des ruches." *Revue Suisse d'apiculture* 9: 17–21.
- European Food Safety Authority (EFSA - Panel on Animal Health and Animal Welfare). 2015a. "Small hive beetle diagnosis and risk management options." *EFSA Journal* 13 (3): 4048-n/a. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4048>.
- European Food Safety Authority (EFSA - Panel on Animal Health and Animal Welfare). 2015b. "Survival, spread and establishment of the small hive beetle (*Aethina tumida*)." *EFSA Journal* 13 (12): 4328-n/a. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4328>.
- Evans, J. D., D. McKenna, E. Scully, S. C. Cook, B. Dainat, N. Egekwu, N. Grubbs, D. Lopez, M. D. Lorenzen, S. M. Reyna, F. D. Rinkevich, P. Neumann et Q. Huang. 2018. "Genome of the small hive beetle (*Aethina tumida*, Coleoptera: Nitidulidae), a worldwide parasite of social bee colonies, provides insights into detoxification and herbivory." *GigaScience* 7 (12). <https://doi.org/10.1093/gigascience/giy138>.
- FAO. 2020. Good beekeeping practices: Practical manual on how to identify and control the main diseases of the honeybee (*Apis mellifera*). Rome: TECA – Technologies and practices for small agricultural producers, 1.
- Formato, G., G. Federico, C. Di Ruggiero, M. Pietropaoli, M. Milito et F. Mutinelli. 2021. "Definition of a protocol to manage and officially confirm SHB presence in sentinel honeybee colonies." *Applied Sciences (Switzerland)* 11 (17). <https://doi.org/10.3390/app11178260>.
- Franco, S., N. Cougoule, A. Tison, A. D. Cont, C. Gastaldi, I. L. C. Consortium et V. Duquesne. 2022. "Reliability of Morphological and PCR Methods for the Official Diagnosis of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae): A European Inter-Laboratory Comparison." *Insects* 13 (1). <https://doi.org/10.3390/insects13010033>.
- García-Ochaeta, J. F. 2020. "First record of the small hive beetle *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in Africanized bee hives in Guatemala." *Insecta Mundi* (0826): 1-4. https://doi.org/https://centerforsystematicentomology.org/insectamundi/0826_Garcia-Ochaeta_2020.pdf.
- Gela, A., A. Bezabeh et T. Negara. 2018. "Investigating the effect and control of small hive beetle, *aethina tumida* (murray) on honeybee colonies in Ethiopia." *International Journal of Research Studies in Biosciences (IJRSB)* 6: 1-6.

- Gent-Pelzer, M. van et B. Cornelissen. 2021. "Detection of small hive beetle: frass as a source of DNA." *Journal of Apicultural Research* 60 (5): 683-685. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1914964>.
- Gonthier, J., A. Papach, L. Straub, J. W. Campbell, G. R. Williams et P. Neumann. 2019. "Bees and flowers: How to feed an invasive beetle species." *Ecology and Evolution* 9 (11): 6422-6432. <https://doi.org/10.1002/ece3.5217>.
- Hayes, R. A., B. A. Amos, S. J. Rice, D. K. Baker et D. M. Leemon. 2019. "Behavioural responses of the small hive beetle to volatile components of fermenting honeybee hive products." *Entomologia Experimentalis et Applicata* 167 (9): 784-793. <https://doi.org/10.1111/eea.12819>.
- Hayes, R. A., S. J. Rice, B. A. Amos et D. M. Leemon. 2015. "Increased attractiveness of honeybee hive product volatiles to adult small hive beetle, *Aethina tumida*, resulting from small hive beetle larval infestation." *Entomologia Experimentalis et Applicata* 155 (3): 240-248. <https://doi.org/10.1111/eea.12304>.
- Hernández Torres, H., A. Georgievich Kirejtshuk, C. Núñez Vázquez et O. García Martínez. 2021. "On *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae) in hives of *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) in Campeche, México." *Journal of Apicultural Research*. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1889223>.
- Hill, E. S., A. B. Smythe et D. A. Delaney. 2016. "Assessing the role of environmental conditions on efficacy rates of *Heterorhabditis indica* (Nematoda: Heterorhabditidae) for controlling *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) in honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies: A citizen science approach." *Journal of Economic Entomology* 109 (1): 106-112. <https://doi.org/10.1093/jee/tov296>.
- Höcherl, V. N. et S. Berg. 2020. "The monitoring system for the exotic pests threatening honeybees in Bavaria: the small hive beetle (*Aethina tumida*) and the yellow-legged hornet (*Vespa velutina*)." *Berichte über Landwirtschaft* 98 (1). <https://doi.org/https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/283/482>.
- Hong, S. et C. Jung. 2018. "Susceptibility of soil insecticides to small hive beetle, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae), an invasive alien pest of honeybee." *J. Apicult.* 33: 149-155.
- Idrissou, F. O., Q. Huang, O. Yañez, K. L. Akinwande et P. Neumann. 2018. "PCR diagnosis of small hive beetles." *Insects* 9 (1). <https://doi.org/10.3390/insects9010024>.
- Idrissou, F. O., Q. Huang, O. Yañez et P. Neumann. 2019. "International beeswax trade facilitates small hive beetle invasions." *Scientific Reports* 9 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47107-6>.
- Italian Ministry of Health, ;. 2021. *Aethina Tumida—Piano di Sorveglianza Nazionale—Anno 2021. [Aethina Tumida—National Surveillance Program—Year 2021]* Note n. 0009266-13/04/2021-DGSAF-MDS-P. .
- Kanga, L. H. B., W. Marechal et A. Ananga. 2021. "First report on the mechanisms of insecticide resistance in field populations of the small hive beetle in Florida." *Agriculture (Switzerland)* 11 (6). <https://doi.org/10.3390/agriculture11060559>.
- Kanga, L. H. B., W. Marechal, J. C. Legaspi et M. Haseeb. 2021. "First Report of Insecticide Resistance to Organophosphates and Pyrethroids in the Small Hive Beetle (Coleoptera: Nitidulidae) and Development of a Resistance Monitoring Technique." *Journal of economic entomology* 114 (2): 922-927. <https://doi.org/10.1093/jee/toab017>.
- Kim, D., M. Lee, M. Y. Lee, Y. S. Choi, H. K. Kim, K. H. Byeon et S. H. Kim. 2018. "Screening of chemical control agent and its field test against a newly invaded pest of European honeybee (*Apis mellifera*), *Aethina tumida* Murray, 1867 (Coleoptera: Nitidulidae)." *Korean J. Apic* 33: 201-212.

- Kim, K., S. H. Kim, K. A. Yoon, Y. S. Cho, M. S. Yoo et S. H. Lee. 2018. "Characterization of the small hive beetle transcriptome focused on the insecticide target site and RNA interference genes." *Journal of Asia-Pacific Entomology* 21 (4): 1256-1261. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2018.09.013>.
- Kleckner, K., A. De Carolis, C. Jack, C. Stuhl, G. Formato et J. D. Ellis. 2022. "A Novel Acute Toxicity Bioassay and Field Trial to Evaluate Compounds for Small Hive Beetle Control." *Applied Sciences (Switzerland)* 12 (19). <https://doi.org/10.3390/app12199905>.
- Komen, E., L. K. Murungi et J. Irungu. 2019. "Behavioral response of the small hive beetle, *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) to volatiles of Apicure®, a plant-based extract." *AAS Open Research* 2.
- Lee, SeungHyun, KiJeong Hong, YunSang Cho, YongSoo Choi, MiSun Yoo et SeungHwan Lee. 2017. "Review of the subgenus *Aethina* Erichson s. str. (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae) in Korea, reporting recent invasion of small hive beetle, *Aethina tumida*." *Journal of Asia-Pacific Entomology* 20 (2): 553-558. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2017.03.006>.
- Leemon, D. M., R. A. Hayes, B. A. Amos, S. J. Rice, D. K. Baker et K. McGlashan. 2018. "External Attractant Trap for the Small Hive Beetle."
- Levot, G., D. Somerville, N. Annand, D. Collins et I. Barchia. 2015. "A six-month-long assessment of the health of bee colonies treated with APITHOR™ hive beetle insecticide." *Journal of Apicultural Research* 54 (4): 386-393. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1158962>.
- Li, D., D. W. Waite, Q. H. Fan, S. George, L. Semeraro et M. J. Blacket. 2018. "Molecular detection of small hive beetle *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae): DNA barcoding and development of a real-time PCR assay." *Scientific Reports* 8 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27603-x>.
- Liu, Y., A. Beaurepaire, C. W. Rogers, D. Lopez, J. D. Evans, L. Straub, P. Neumann, S. C. Cook et Q. Huang. 2020. "Gene expression and functional analyses of odorant receptors in small hive beetles (*Aethina tumida*)." *International Journal of Molecular Sciences* 21 (13): 1-15. <https://doi.org/10.3390/ijms21134582>.
- Liu, Y., W. Han, J. Gao, S. Su, A. Beaurepaire, O. Yañez et P. Neumann. 2020. "Out of Africa: novel source of small hive beetles infesting Eastern and Western honey bee colonies in China." *Journal of Apicultural Research* 60 (1): 108-110. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1816686>.
- Muli, E., J. Kilonzo et P. Sookar. 2018. "Small hive beetle infestations in *Apis mellifera unicolor* colonies in Mauritius island, Mauritius." *Bee World* 95 (2): 44-45.
- Mutinelli, F. 2015. "Aethina tumida, dreaded beetle hives." *Informatore Agrario* 71 (8): 59-61. <https://doi.org/https://www.informatoreagrario.it>.
- Mutinelli, F., F. la Mancusa, M. Grasso, A. Giuliano, A. Gallina, A. M. Ponti et M. Toson. 2017. "Plastic film wrapped supers full of honey are frozen in an extraction facility as a sanitizing measure against *Aethina tumida*." *Journal of Apicultural Research* 56 (2): 168-171. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1289669>.
- Mutinelli, F. et A. M. Ponti. 2017. *Update on the occurrence of small hive beetle, Aethina tumida murray, in Italy*. 32.
- Muturi, M. N. K., A. Papach, H. M. G. Lattorff et P. Neumann. 2022. "A scientific note on in-hive positioning determines small hive beetle trap efficacy." *Journal of Apicultural Research* 61 (3): 315-316. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.2018766>.
- Nacko, S., M. Hall, M. Duncan, J. Cook, M. Riegler et R. Spooner-Hart. 2020. "Scientific note on small hive beetle infestation of stingless bee (*Tetragonula carbonaria*) colony

- following a heat wave." *Apidologie* 51 (6): 1199-1201. <https://doi.org/10.1007/s13592-020-00799-6>.
- Namin, S. M., Youngho Koh, A. F. Osabutey et Chuleui Jung. 2019. "Invasion pathway of the honeybee pest, small hive beetle, *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) in the Republic of Korea inferred by mitochondrial DNA sequence analysis." *Journal of Asia-Pacific Entomology* 22 (3): 963-968. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.07.008>.
- Nasr, M. 2017. "Quarantine Area in the Peace River Region Established for Small Hive Beetle Found in Honey Bee Colonies."
- Neumann, P., S. Buchholz, M. Jenkins et J. S. Pettis. 2015. "The suitability of the sterile insect technique as a pest management of small hive beetles, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae)." *Journal of Apicultural Research* 54 (3): 236-237. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1142734>.
- Neumann, P., J. S. Pettis et M. O. Schäfer. 2016. "Quo vadis *Aethina tumida*? Biology and control of small hive beetles." *Apidologie* 47 (3): 427-466. <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0426-x>.
- Numa-Vergel, S. J., Y. P. Sandoval-Cáceres et E. V. Vergara-Navarro. 2021. "First Record of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in Colombia." *Journal of Agricultural and Urban Entomology* 37 (1): 33-37. <https://doi.org/10.3954/JAUE21-09>.
- OMSA. 2022. "Infestation with *Aethina tumida* (Small Hive Beetle) Chapter 9.4. ." Dans *Terrestrial Animal Health Code (29th ed.)*, édité par WOA (World Organization for Animal Health), 800.
- OMSA/WAHIS. 2023. Base de données du système mondial d'information sanitaire (WAHIS) <https://wahis.woah.org/#/home>: Page consultée le 18/04/2023.
- Papach, A., A. Palonen et P. Neumann. 2023. "*Aethina tumida*." *Trends in Parasitology* 39 (9): 799-800. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2023.05.012>.
- Peña-Chora, G., E. Toledo-Hernández, C. Sotelo-Leyva, P. Damian-Blanco, A. G. Villanueva-Flores, P. Alvarez-Fitz, F. Palemón-Alberto et S. Á Ortega-Acosta. 2023. "Presence and distribution of pests and diseases of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in Mexico: a review." *European Zoological Journal* 90 (1): 224-236. <https://doi.org/10.1080/24750263.2023.2182920>.
- Peña, W. L., L. F. Carballo et J. D. Lorenzo. 2014. "Report of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera, Nitidulidae) in colonies of the stingless bee *Melipona beecheii* Bennett of Matanzas and Mayabeque." *Revista de Salud Animal* 36 (3): 201-204. https://doi.org/https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2014000300010&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- Pereira, S. N., L. H. S. Alves, R. F. R. da Costa, F. Prezoto et E. W. Teixeira. 2021. "Occurrence of the small hive beetle (*Aethina tumida*) in *Melipona rufiventris* colonies in Brazil." *Sociobiology* 68 (1). <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v68i1.6021>
- Pereira, S. N., S. Gottschalk, J. L. T. Palmeira, J. M. Paulino, R. M. Antunes, R. M. A. Boechat, V. P. da Silva Junior, P. H. P. de Moraes, L. H. S. Alves et F. Prezoto. 2019. "Notes on *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in an apiary in the state of Rio de Janeiro." *EntomoBrasilis* 12 (2): 88-90. <https://doi.org/10.12741/ebrazilis.v12i2.824>
- Ponting, S., V. Tomkies et K. Stainton. 2021. "Rapid identification of the invasive Small hive beetle (*Aethina tumida*) using LAMP." *Pest Management Science* 77 (3): 1476-1481. <https://doi.org/10.1002/ps.6168>.
- Powell, M. E., H. M. Bradish, M. Cao, R. Makinson, A. P. Brown, J. A. Gatehouse et E. C. Fitches. 2020. "Demonstrating the potential of a novel spider venom-based biopesticide for target-specific control of the small hive beetle, a serious pest of the European honeybee." *Journal of Pest Science* 93 (1): 391-402. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01143-3>.

- Powell, M. E., H. M. Bradish, J. A. Gatehouse et E. C. Fitches. 2017. "Systemic RNAi in the small hive beetle *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae), a serious pest of the European honey bee *Apis mellifera*." *Pest Management Science* 73 (1): 53-63. <https://doi.org/10.1002/ps.4365>.
- Ramírez, M. et R. A. Calderón. 2018. "Small hive beetle, *Aethina tumida*, situation in Africanized honey bees (*Apis mellifera*) colonies in Costa Rica: sampling of apiaries 2014-2017." *Revista Ciencias Veterinarias* 36 (1): 19-26. <https://doi.org/10.15359/rcv.36-1.2>
- Reyes-Escobar, O., E. Dosal-Alonso, C. Lara-Alvarez, L. G. Lara-Alvarez, J. A. Dorantes-Ugalde et L. M. Saldaña-Loza. 2015. "Lethal effect of boric acid and attractants against the small hive beetle, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae)." *Journal of Apicultural Research* 54 (3): 226-232. <https://doi.org/10.1080/00218839.2015.1137704>.
- Ribani, A., V. Taurisano, V. J. Utzeri et L. Fontanesi. 2022. "Honey Environmental DNA Can Be Used to Detect and Monitor Honey Bee Pests: Development of Methods Useful to Identify *Aethina tumida* and *Galleria mellonella* Infestations." *Veterinary Sciences* 9 (5). <https://doi.org/10.3390/vetsci9050213>.
- Rinkevich, F. D. et L. Bourgeois. 2020. "In silico identification and assessment of insecticide target sites in the genome of the small hive beetle, *Aethina tumida*." *BMC Genomics* 21 (1). <https://doi.org/10.1186/s12864-020-6551-y>.
- Rivera-Gomis, J., A. Gregorc, A. M. Ponti, F. Artese, G. Zowitsky et G. Formato. 2017. "Monitoring of small hive beetle (*Aethina tumida* murray) in Calabria (Italy) from 2014 to 2016: Practical identification methods." *Journal of Apicultural Science* 61 (2): 257-262. <https://doi.org/10.1515/JAS-2017-0022>.
- Roth, M. A., C. Lahondère et A. D. Gross. 2023. "Discovering *Aethina tumida* responses to attractant and repellent molecules: A potential basis for future management strategies." *Pesticide Biochemistry and Physiology* 192. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105386>.
- Sabella, G., R. Mulè, L. Robba, A. Agrò et B. Manachini. 2022. "Could Europe Apply a Suitable Control Method for the Small Hive Beetle (Coleoptera: Nitidulidae)?" *Journal of Economic Entomology* 115 (2): 401-411. <https://doi.org/10.1093/jee/toac001>.
- Salvioni, C. et S. Cerroni. 2023. "Eliciting beekeepers' preferences for the small hive beetle control policy in Italy: a contingent valuation survey approach." *Agricultural and Food Economics* 11 (1). <https://doi.org/10.1186/s40100-023-00273-8>.
- Salvioni, C. et A. Champetier. 2022. "A Survey of Experts' Opinions on the Management of the Small Hive Beetle in Italy." *Sustainability (Switzerland)* 14 (12). <https://doi.org/10.3390/su14127004>.
- Sanchez, W., D. Shapiro, G. Williams et K. Lawrence. 2021. "Entomopathogenic nematode management of small hive beetles (*Aethina tumida*) in three native Alabama soils under low moisture conditions." *Journal of Nematology* 53. <https://doi.org/10.21307/JOFNEM-2021-063>.
- Schäfer, M. O., I. Cardaio, G. Cilia, B. Cornelissen, K. Crailsheim, G. Formato, A. K. Lawrence, Y. Le Conte, F. Mutinelli, A. Nanetti, J. Rivera-Gomis, A. Teepe et P. Neumann. 2019. "How to slow the global spread of small hive beetles, *Aethina tumida*." *Biological Invasions* 21 (5): 1451-1459. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-01917-x>.
- Silacci, P., C. Biolley, C. Jud, J. D. Charrière et B. Dainat. 2018. "An improved DNA method to unambiguously detect small hive beetle *Aethina tumida*, an invasive pest of honeybee colonies." *Pest Management Science* 74 (12): 2667-2670. <https://doi.org/10.1002/ps.5141>.
- Stief, K., B. Cornelissen, J. D. Ellis et M. O. Schäfer. 2020. "Controlling small hive beetles, *Aethina tumida*, in western honey bee (*Apis mellifera*) colonies by trapping wandering

- beetle larvae." *Journal of Apicultural Research* 59 (4): 539-545. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1720138>.
- Stuhl, C. J. 2017. "Survival and Reproduction of Small Hive Beetle (Coleoptera: Nitidulidae) on Commercial Pollen Substitutes." *Florida Entomologist* 100 (4): 693-697. <https://doi.org/10.1653/024.100.0414>.
- Stuhl, C. J. 2020. "The development of an attract-and-kill bait for controlling the small hive beetle (Coleoptera: Nitidulidae)." *Apidologie* 51 (3): 428-435. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00729-1>.
- Stuhl, C. J. 2021. "Small Hive Beetle (Coleoptera: Nitidulidae) Attraction to a Blend of Fruit Volatiles." *Florida Entomologist* 104 (3): 153-157. <https://doi.org/10.1653/024.104.0301>.
- Stuhl, C. J. et P. E. Teal. 2017. "Compositions for and Methods of Attracting the Small Hive Beetle *Aethina Tumida*."
- Stuhl, C. J. et P. E. A. Teal. 2023. "A Potential Pheromone for the Mass Trapping of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae)." *Florida Entomologist* 106 (2): 83-89. <https://doi.org/10.1653/024.106.0203>.
- Tarver, M. R., S. O'Brien, L. de Guzman, B. Holloway et T. E. Rinderer. 2014. "Laboratory comparison of soil treatments for the control of the small hive beetle (*Aethina tumida*)." *Honey Bee Breeding, Genetics and Physiology Laboratory*.
- Toledo-Hernández, E., E. U. Moraga-Cáceres, C. C. Lormendez, A. Alvear-García et G. Peña-Chora. 2021. "First report in North America of the parasitic small hive beetle, *Aethina tumida*, infesting a hive of stingless bee, *Plebeia frontalis*." *Southwestern Entomologist* 46 (4): 1037-1040. <https://doi.org/10.3958/059.046.0426>
- Ward, L., M. Brown, P. Neumann, S. Wilkins, J. Pettis et N. Boonham. 2007. "A DNA method for screening hive debris for the presence of small hive beetle (*Aethina tumida*)." *Apidologie* 38 (3): 272-280. <https://doi.org/10.1051/apido:2007004>.
- Willcox, B. K., B. G. Howlett et P. Neumann. 2017. "Absence of small hive beetles from flowering plants." *Journal of Apicultural Research* 56 (5): 643-645. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1355347>.
- Zhao, H. X., S. A. Yang, J. L. Liu, W. Z. Huang, C. H. Ji, Q. Ren, X. S. Xia et C. S. Hou. 2020. "First detection of small hive beetle *aethina tumida* murray (Coleoptera: Nitidulidae) infesting eastern honeybee, *apis cerana fabricius* (Hymenoptera: Apidae), in China." *Sociobiology* 67 (1): 126-128. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i1.4381>.

CITATION SUGGÉRÉE

Anses. (2023). Note d'appui scientifique et technique relatif à « la gestion du petit coléoptère des ruches (*Aethina tumida*), suite à sa détection sur l'île de La Réunion en juillet 2022 », Réponse à la question concernant la prévention. (Saisine 2022-SA-0141). Maisons-Alfort : Anses, 36 p.

ANNEXE : MODALITES DES RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES MISES EN ŒUVRE

▪ Cadrage du sujet

L'objectif de l'expertise était d'identifier les nouvelles connaissances disponibles sur la « prévention » d'*Aethina tumida*. Deux travaux d'expertise ont été produits sur ce sujet en 2015 et en 2018 (EFSA, 2015 et Anses, 2018). Ainsi, l'objectif a été de concentrer les recherches bibliographiques sur la période de 2014 à nos jours afin d'actualiser les travaux existants.

Note : L'année de 2014 a été prise en compte afin d'inclure les dernières publications qui auraient été faites au moment de l'élaboration du rapport de l'EFSA.

▪ Définition des mots clés

Les mots clés ont été définis sur la base de cinq rapports/publications d'intérêt, et du dictionnaire terminologique de l'Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales (AEEMA)²³.

Des thésaurus ont été utilisés pour affiner l'identification des mots clés d'intérêt :

- [TermSciences - Terminologie Scientifique](#)
- [CABI Thesaurus](#)

Les recherches ont été effectuées autour des notions de : « prevention », « prophylaxis », « control », « detection », « Aethina », « Aethina tumida ».

▪ Réalisation de requêtes bibliographiques dans des bases de données scientifiques

Sur la base de ces mots clés, des requêtes ont été effectuées dans deux bases de données bibliographiques : Scopus et Cab Abstracts.

Les équations finales qui ont été retenues pour les recherches sont les suivantes :

Base de données	Equation finale retenue pour la requête
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (*aethina AND tumida*) OR TITLE-ABS-KEY (*small AND hive AND beetle*) AND PUBYEAR > 2013) AND (TITLE-ABS-KEY (apiary) OR TITLE-ABS-KEY (apiculture) OR TITLE-ABS-KEY (apis) OR TITLE-ABS-KEY (*apis AND mellifera*) OR TITLE-ABS-KEY (colony) OR TITLE-ABS-KEY (beehive) OR TITLE-ABS-KEY (beekeeping) OR TITLE-ABS-KEY (bombus) OR TITLE-ABS-KEY (bumblebee) OR TITLE-ABS-KEY (*feral AND colony*) OR TITLE-ABS-KEY (hive) OR TITLE-ABS-KEY (*honey AND bee*) OR TITLE-ABS-KEY (honeybee) OR TITLE-ABS-KEY (colony) OR TITLE-ABS-KEY (*bee AND product*) OR TITLE-ABS-KEY (*hive AND product*) OR TITLE-ABS-KEY (*bee AND equipment*) OR TITLE-ABS-KEY ("wild social bee") OR TITLE-ABS-KEY (brood) OR TITLE-ABS-KEY (frame) OR TITLE-ABS-KEY (*beekeeping AND equipment*) OR TITLE-ABS-KEY (*honey AND house*) OR TITLE-ABS-KEY (*beekeeping AND facilities*) OR TITLE-ABS-KEY (operation) OR TITLE-ABS-KEY (feral) OR TITLE-ABS-KEY (*social AND bee AND colony*) OR TITLE-ABS-KEY (*stingless AND bee*) AND PUBYEAR > 2013) AND (TITLE-ABS-KEY (action) OR TITLE-ABS-KEY (*action AND plan*) OR TITLE-ABS-KEY (analysis) OR TITLE-ABS-KEY (assessment) OR TITLE-ABS-KEY (awareness) OR TITLE-ABS-KEY (bait) OR TITLE-ABS-KEY (baited) OR TITLE-ABS-KEY (ban) OR TITLE-ABS-KEY (beekeeping W/2 practice) OR TITLE-ABS-KEY (biocide) OR TITLE-ABS-KEY (biocontrol) OR TITLE-ABS-KEY (bio-control) OR TITLE-ABS-KEY (biological W/2 agent) OR TITLE-ABS-KEY (biosecurity) OR TITLE-ABS-KEY (border) OR TITLE-ABS-KEY (burning) OR TITLE-ABS-KEY (capture) OR TITLE-ABS-KEY (catch) OR TITLE-ABS-KEY (checking) OR TITLE-ABS-KEY (chemical) OR TITLE-ABS-KEY (*cold AND storage*) OR TITLE-ABS-KEY (communication) OR TITLE-ABS-KEY (compensation) OR TITLE-ABS-KEY (laboratory) OR TITLE-ABS-KEY (competitor) OR TITLE-ABS-KEY (ground) OR TITLE-ABS-KEY (consignment) OR TITLE-ABS-KEY (containment) OR TITLE-ABS-KEY (contamination) OR TITLE-ABS-KEY (contingency) OR TITLE-ABS-KEY (control) OR TITLE-ABS-KEY (program) OR TITLE-

²³ [ACCUEIL - Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales \(vet-alfort.fr\)](#)

	<p>ABS-KEY (programme) OR TITLE-ABS-KEY (cost) OR TITLE-ABS-KEY (damage) OR TITLE-ABS-KEY (debris) OR TITLE-ABS-KEY (disinfect) OR TITLE-ABS-KEY (destruction) OR TITLE-ABS-KEY (*destructive AND mass AND reproduction*) OR TITLE-ABS-KEY (detect) OR TITLE-ABS-KEY (detection) OR TITLE-ABS-KEY (diagnos*) OR TITLE-ABS-KEY (*diatomaceous AND earth*) OR TITLE-ABS-KEY (disinfestation) OR TITLE-ABS-KEY (dispersal) OR TITLE-ABS-KEY (drenching) OR TITLE-ABS-KEY ("warning system") OR TITLE-ABS-KEY (education) OR TITLE-ABS-KEY (efficacy) OR TITLE-ABS-KEY (efficien*) OR TITLE-ABS-KEY (eliminat*) OR TITLE-ABS-KEY (enforce) OR TITLE-ABS-KEY (entomopathogenic) OR TITLE-ABS-KEY (fungi) OR TITLE-ABS-KEY (nematode) OR TITLE-ABS-KEY (equipment) OR TITLE-ABS-KEY (eradication) OR TITLE-ABS-KEY (establishment) OR TITLE-ABS-KEY (examination) OR TITLE-ABS-KEY (freedom) OR TITLE-ABS-KEY (*free-status*) OR TITLE-ABS-KEY (*growth AND regulator*) OR TITLE-ABS-KEY (guideline) OR TITLE-ABS-KEY (honey) OR TITLE-ABS-KEY (host) OR TITLE-ABS-KEY (*hygienic AND behaviour*) OR TITLE-ABS-KEY (identification) OR TITLE-ABS-KEY (import) OR TITLE-ABS-KEY (infestation) OR TITLE-ABS-KEY (insecticide) OR TITLE-ABS-KEY (inspect*) OR TITLE-ABS-KEY ("integrated pest management") OR TITLE-ABS-KEY (investigat*) OR TITLE-ABS-KEY (engagement) OR TITLE-ABS-KEY (involvement) OR TITLE-ABS-KEY (kill*) OR TITLE-ABS-KEY (*kitchen AND cleaning AND wipe*) OR TITLE-ABS-KEY (law) OR TITLE-ABS-KEY (legislation) OR TITLE-ABS-KEY (lure) OR TITLE-ABS-KEY (manag*) OR TITLE-ABS-KEY (removal) OR TITLE-ABS-KEY (measure) OR TITLE-ABS-KEY (medic*) OR TITLE-ABS-KEY (method*) OR TITLE-ABS-KEY (migratory) OR TITLE-ABS-KEY (mitigat*) OR TITLE-ABS-KEY (molecular) OR TITLE-ABS-KEY (monitor*) OR TITLE-ABS-KEY (motivat*) OR TITLE-ABS-KEY (movement) OR TITLE-ABS-KEY (official) OR TITLE-ABS-KEY (origin) OR TITLE-ABS-KEY (pcr) OR TITLE-ABS-KEY (pesticide) OR TITLE-ABS-KEY (policy) OR TITLE-ABS-KEY (*pollination AND service*) OR TITLE-ABS-KEY (practice) OR TITLE-ABS-KEY (precaution) OR TITLE-ABS-KEY (prevent*) OR TITLE-ABS-KEY (prophyla*) OR TITLE-ABS-KEY (protection) OR TITLE-ABS-KEY (protozoan) OR TITLE-ABS-KEY (pyrethroid) OR TITLE-ABS-KEY (quarantine) OR TITLE-ABS-KEY (recommend*) OR TITLE-ABS-KEY (registration) OR TITLE-ABS-KEY (regionalisation) OR TITLE-ABS-KEY (regulat*) OR TITLE-ABS-KEY (reservoir) OR TITLE-ABS-KEY (restriction) OR TITLE-ABS-KEY (risk) OR TITLE-ABS-KEY (sampl*) OR TITLE-ABS-KEY (sanit*) OR TITLE-ABS-KEY (screening) OR TITLE-ABS-KEY (sentinel) OR TITLE-ABS-KEY (*slaked AND lime*) OR TITLE-ABS-KEY (soil) OR TITLE-ABS-KEY (spread) OR TITLE-ABS-KEY (stakeholder) OR TITLE-ABS-KEY (*stamp AND out*) OR TITLE-ABS-KEY (*stamping-out*) OR TITLE-ABS-KEY (sterilis*) OR TITLE-ABS-KEY (strategy) OR TITLE-ABS-KEY (*sulphur AND dioxide*) OR TITLE-ABS-KEY (euthanise) OR TITLE-ABS-KEY (surveillance) OR TITLE-ABS-KEY (survival) OR TITLE-ABS-KEY (technique) OR TITLE-ABS-KEY (temperature) OR TITLE-ABS-KEY (tool) OR TITLE-ABS-KEY (traceability) OR TITLE-ABS-KEY (trade) OR TITLE-ABS-KEY (training) OR TITLE-ABS-KEY (transmission) OR TITLE-ABS-KEY (transport) OR TITLE-ABS-KEY (trap) OR TITLE-ABS-KEY (trapping) OR TITLE-ABS-KEY (treatment) OR TITLE-ABS-KEY (vector) OR TITLE-ABS-KEY (visit) OR TITLE-ABS-KEY (yeast) OR TITLE-ABS-KEY (zone) OR TITLE-ABS-KEY (zoning) AND PUBYEAR > 2013)</p>
<p>Cab Abstracts</p>	<p>(TX "Aethina tumida" OR TX "small hive beetle") AND (TX apiary OR TX apiculture OR TX Apis OR TX "Apis mellifera" OR TX colony OR TX beehive OR TX beekeeping OR TX bombus OR TX bumblebee OR TX "feral colony" OR TX hive OR TX "honey bee" OR TX honeybee OR TX "bee product" OR TX "hive product" OR TX "bee equipment" OR TX "wild social bee" OR TX brood OR TX frame OR TX "beekeeping equipment" OR TX "honey house" OR TX "beekeeping facilities" OR TX operation OR TX "feral" OR TX "social bee colony" OR TX "stingless bee") AND (TX action OR TX "action plan" OR TX analysis OR TX assessment OR TX awareness OR TX bait OR TX baited OR TX ban OR TX beekeeping NEAR/2 practice OR TX biocide OR TX biocontrol OR TX bio-control OR TX biosecurity OR TX border OR TX burning OR TX capture OR TX catch OR TX checking OR TX chemical OR TX "cold storage" OR TX communication OR TX compensation OR TX laboratory OR TX competitor OR TX "beekeeping practice" OR TX "beekeeping management practice" OR TX "biological agent" OR TX "biological control agent" OR TX ground OR TX consignment OR TX containment OR TX contamination OR TX contingency OR TX control OR TX program OR TX programme OR TX cost OR TX damage OR TX debris OR TX disinfect OR TX destruction OR TX "destructive mass reproduction" OR TX detect OR TX detection OR TX diagnos* OR TX "diatomaceous earth" OR TX disinfestation OR TX dispersal OR TX drenching OR TX "warning system" OR TX education OR TX efficacy OR TX efficien* OR TX eliminat* OR TX enforce OR TX entomopathogenic OR TX fungi OR TX nematode OR TX equipment OR TX eradication OR TX establishment OR TX examination OR TX freedom OR TX "free-status" OR TX "growth regulator" OR TX guideline OR TX honey OR TX host OR TX "hygienic behaviour" OR TX identification OR TX import OR TX infestation OR TX insecticide OR TX inspect* OR TX "integrated pest management" OR TX investigat* OR TX engagement OR TX involvement OR TX kill* OR TX "kitchen cleaning wipe" OR TX law OR TX legislation OR TX lure OR TX manag* OR TX removal OR TX measure OR TX medic* OR TX method* OR TX migratory OR TX mitigat* OR TX molecular OR TX monitor* OR TX motivat* OR TX movement OR TX official OR TX origin OR TX PCR OR TX pesticide OR TX policy OR TX "pollination service" OR TX practice OR TX precaution OR TX prevent* OR TX prophyla* OR TX protection OR TX protozoan OR TX pyrethroid OR TX quarantine OR TX recommend* OR TX regionalisation OR TX registration OR TX regulat* OR TX reservoir OR TX restriction OR TX risk OR TX sampl* OR TX sanit* OR TX screening OR TX sentinel OR TX "slaked lime" OR TX soil OR TX spread OR TX stakeholder OR TX "stamp out" OR TX "stamping-out" OR TX sterilis* OR TX strategy OR TX "sulphur dioxide" OR TX euthanise OR TX surveillance OR TX survival OR TX technique OR TX temperature OR TX tool OR TX traceability OR TX trade OR TX training OR TX transmission OR TX transport OR TX trap OR TX trapping OR TX treatment OR TX vector OR TX visit OR TX yeast OR TX zone OR TX zoning) AND Publication Year: 20140101-20221231</p>

Les requêtes bibliographiques ont été réalisées en deux temps :

- Une première requête a été réalisée au début des travaux : le 28/11/2022.
- Une seconde requête a été effectuée le 06/09/2023, selon les mêmes équations, afin de prendre en compte les études nouvellement publiées depuis le 28/11/2022.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de ces requêtes :

Date de la requête	Période investiguée	Nombre de publications obtenues dans la base Scopus	Nombre de publications obtenues dans la base Cab Abstracts	Nombre de publication obtenues après suppression des publications présentes en doublon dans les deux bases
28/11/2022	01/01/2014 au 28/11/2022	184	166	235
06/09/2023	28/11/2022 au 06/09/2023	14	9	19

Les publications déjà traitées dans le cadre des expertises précédentes ont ensuite été exclues de la liste de références à analyser (rapports EFSA de 2015 et rapport Anses de 2018), soit 16 références.

Par ailleurs, au regard du nombre important de publications identifiées par les requêtes, le choix a été fait de prioriser le travail sur les articles concernant uniquement le sujet du petit coléoptère des ruches. En effet, parmi les publications obtenues, certaines étaient très généralistes et abordaient le sujet des maladies des abeilles en général. Ces références ont été jugées a priori peu pertinentes au regard du sujet de l'expertise (recommandations très généralistes, et n'apportant probablement pas d'élément nouveau). Ainsi, la liste de références a été restreinte aux articles abordant uniquement les sujets « Aethina », « SHB » ou « Small hive beetle » dans leur titre.

Au final, 162 références bibliographiques d'intérêt ont été retenues pour une analyse plus fine.

▪ **Investigation de la littérature « grise », non référencée dans les bases de données scientifiques**

Afin d'inclure les rapports, textes réglementaires, guides, référentiels pratiques (...) disponibles au niveau international, qui ne seraient pas référencés dans les bases de données scientifiques, une consultation a été réalisée :

- Auprès des points focaux de l'EFSA au niveau européen. Des réponses ont été obtenues de la part de 11 pays : Bulgarie, République Tchèque, Lituanie, Malte, Roumanie, Slovaquie, Turquie, Italie, Espagne, Croatie, Grèce.
- Et auprès des organismes impliqués dans la gestion d'*A. tumida*, dans les trois principaux pays anglophones ayant été confrontés à des cas d'introduction (Etats-Unis, Canada, Australie). Seule une réponse de l'Australie a été obtenue dans ce cadre.

Ces consultations ont été réalisées avec l'appui de la Direction des Affaires Européennes et Internationales de l'Anses.

▪ **Sélection, éligibilité, inclusion des publications d'intérêt**

Un travail de sélection des publications a été ensuite effectué en plusieurs étapes, selon les lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses²⁴ :

- Sélection sur titre et résumé ;
- Puis, identification des références éligibles après consultation du texte intégral.

Les publications non disponibles en anglais et en français ont été écartées.

Au total, 121 publications ont été analysées et incluses dans la présente note.

²⁴ Gedda, M. (2015). "Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses." Kinésithérapie, la Revue 15(157): 39-44.