HAL
open science

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 surveillance et la gestion du petit coléoptère des ruches (Aethina tumida), suite à sa détection sur l'île de La Réunion début juillet 2022 " (réponse à la saisine de la DGAl du 05/08/2022, demande n° 2022-SA-0141)

Stéphanie Franco, Marion Laurent, Marie-Pierre Chauzat, Véronique Duquesne

To cite this version:

Stéphanie Franco, Marion Laurent, Marie-Pierre Chauzat, Véronique Duquesne. 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 surveillance et la gestion du petit coléoptère des ruches (Aethina tumida), suite à sa détection sur l'île de La Réunion début juillet 2022 " (réponse à la saisine de la DGAl du 05/08/2022, demande n° 2022-SA-0141). 2022. anses-03930225

HAL Id: anses-03930225

https://anses.hal.science/anses-03930225

Submitted on 9 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 15 septembre 2022

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 surveillance et la gestion du petit coléoptère des ruches (*Aethina tumida*), suite à sa détection sur l'île de La Réunion début juillet 2022 »

L'Anses a été saisie le 05/08/2022 par la Direction générale de l'alimentation (DGAl) 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 également 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 2018/1882[1]). 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

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. La découverte d'un foyer d'*A. tumida* est soumis aux mesures d'éradication prescrites par l'arrêté ministériel du 23 décembre 2009 établissant les mesures de police sanitaire applicables aux maladies réputées contagieuses des abeilles. De ce fait, la France s'est fixée comme objectif général de réaction suite à la détection d'*A. tumida*, de mettre en œuvre une stratégie d'éradication basée sur le recensement et la visitede l'ensemble des ruchers présents dans les périmètres de protection (5km autour du foyer) et de surveillance (5km autour du périmètre de protection), la destruction systématique (mise à mort et incinération) des colonies présentant des signes confirmés d'infestation (coléoptères adultes, larves, œufs) et la désinsectisation du sol autours des ruches infestées.

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 les mesures prévues par l'arrêté du 23 décembre 2009 dans un objectif d'éradication de ce ravageur de l'abeille.
A la date du 31/08/2022, 255 ruchers ont été visités et onze autres foyers ont été confirmés. Ces derniers sont concentrés au sud de l'île, sur les communes de Saint-Philippe et de Saint-Joseph. Les premières investigations conduites dans le reste de l'île se sont révélées pour l'instant favorables. La situation reste toutefois préoccupante du fait de la multiplication des foyers qui, bien que dans une zone géographique limitée, et en raison des éléments de biologie d'*A. tumida,* sont susceptibles de faciliter son maintien et sa diffusion sur l'ile.

1.2. Objet de la saisine

La DGAL a demandé un appui de l'Anses pour répondre à plusieurs questions. 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 les deux questions suivantes qui concernent la surveillance :

- *Question 1 relative à la « surveillance » : Evaluer les modalités pratiques de la mise en place d'une surveillance programmée au sein des zones réglementées (zone de surveillance et zone de protection) et sur le reste du territoire de l'Île face aux enjeux d'éradication d'A. tumida et, en particulier, le besoin d'une adaptation des préconisations du document guide du Laboratoire de référence de l'Union Européenne (LRUE) établi en 2016, aux spécificités de l'île de La Réunion.*

Il est à noter que le périmètre de la réponse donnée dans le cadre de l'AST s'inscrit dans un contexte où l'objectif de gestion est l'éradication d'*A. tumida* sur l'île de La Réunion. La réponse donnée tient compte de la situation épidémiologique datée du 09/09/2022 concernant les cas détectés et des informations fournies le 24/08/2022 concernant les visites réalisées. Si l'objectif était amené à évoluer, la stratégie de surveillance mériterait d'être revue et adaptée aux nouveaux enjeux.

- *Question 2 relative à l'« endémisation » d'*A. tumida *: Conduire une réflexion sur les résultats de surveillance et critères qui traduiraient une installation durable.*

La réponse à cette question n'a pas pour ambition d'évaluer la situation épidémiologique

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

actuelle. En effet, la situation que connaît La Réunion vient à peine d'émerger. Il est donc prématuré d'estimer ou de préjuger de son évolution, et en particulier de l'« endémisation » du petit coléoptère des ruches.
Par ailleurs, au vu du délai de réponse très court à cette saisine et de la complexité du sujet, l'objectif n'est pas de proposer une liste de critères précis qui permettraient de conclure de façon ferme à une installation durable du ravageur (qui ferait évoluer la stratégie d'éradication actuellement en place). Ce travail nécessiterait, en effet, plus de temps et l'implication de différents acteurs et experts pour évaluer l'ensemble des paramètres pouvant influer sur la situation. Dans cette note, la réponse propose des éléments de réflexion permettant d'organiser et de rationnaliser la démarche.

Une troisième question de la saisine concerne différentes ations de prévention et vise à « *Identifier les méthodes et proposer des stratégies de prévention actualisées* ». Considérée comme moins prioritaire, elle sera abordée dans une prochaine note d'AST rendue ultérieurement par l'Anses.

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) et Laboratoire de référence de l'Union européenne (LRUE) sur la santé des abeilles).

Les travaux se sont basés sur une revue bibliographique de la règlementation et de la littérature scientifique et technique disponible.

Des données sur le contexte local et sur la situation épidémiologique ont été également étudiées, sur la base notamment de trois documents établis par la Direction Générale de l'Alimentation (DGAl) et la Direction de l'Alimentation de l'Agriculture et des Forêts (DAAF) de La Réunion envoyés le 24/08/2022 dans le cadre de la saisine :

- Un document pdf de présentation des « Dispositifs de surveillance déployés sur l'île de La Réunion, suite à la découverte du petit coléoptère des ruches *Aethina tumida »* rédigé par la DGAl ;
- Un fichier Excel présentant une exportation des données de suivi de la situation épidémiologique (suivi des mesures de surveillance et de gestion mises en œuvre) (annexe I au document pdf) ;
- Une carte présentant la répartition des visites effectuées et des foyers d'infestation par *A. tumida* (annexe II au document pdf).

Des mises à jour des documents ont été faites le 05/09/2022 avec des fichiers de données de suivi de la situation épidémiologique en date du 31/08/2022. Cependant les éléments de ce fichier Excel n'ont pas pu être utilisés dans le cadre de cette expertise, ayant été reçus trop tardivement. Ainsi le bilan de la surveillance mise en place se base sur le fichier envoyé le 24/08/2022.

Des échanges ont également eu lieu avec différents acteurs locaux et experts issus de différents organismes, au travers d'emails, d'auditions et de réunions : DGAl, DAAF, Groupement de défense sanitaire (GDS) de La Réunion, LNR italien sur la santé des abeilles, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD).

Au vu de l'urgence sanitaire, le travail d'AST a été conduit dans un délai très court, et s'est attaché à prendre un compte le maximum d'éléments pour alimenter l'expertise.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS.

3.1. Contexte général

3.1.1. L'apiculture à La Réunion

L'abeille domestique élevée à La Réunion appartient majoritairement à la sous-espèce *Apis mellifera unicolor* (Latreille, 1804), originaire de Madagascar.

La population d'apiculteurs pourrait être décrite en quatre groupes selon une étude faite en 2021 par Cadena sur une sélection de 34 apiculteurs parmi la base de données du GDS (Cadena 2021 dans Abbas 2021) : les amateurs, les apiculteurs en projet de professionnalisation, les pluriactifs et les apiculteurs professionnels exclusifs. Les amateurs ayant une production à usage domestique détiennent moins de 60 colonies tandis que les professionnels exclusifs possèdent plus de 200 colonies. Les apiculteurs en projet de professionnalisation détiennent entre 30 et 59 colonies et les pluriactifs entre 30 et 200 colonies.

En 2021, 785 apiculteurs ont déclaré leurs colonies dans la base nationale de déclaration de ruches (Télérucher[2]), pour un total de 25 109 colonies. La plupart des apiculteurs déclarants possédaient moins de 60 colonies (646, soit 82 %). De manière plus détaillée, 588 apiculteurs avaient déclaré posséder moins de 30 colonies, 58 avaient déclaré en posséder de 30 à 60, 113 apiculteurs en possédaient de 60 à 200 et 26 apiculteurs en possédaient plus de 200. Il est à noter que 281 apiculteurs déclarants avaient enregistré un numéro de SIRET indiquant qu'ils vendaient du miel. Près de la moitié de ces apiculteurs ont moins de 30 colonies (46,3 %), ce qui les placerait dans la catégorie des amateurs. Ainsi la catégorisation des apiculteurs présente encore des incertitudes. Selon le GDS, l'effectif total des apiculteurs de La Réunion, incluant les apiculteurs non-déclarés, est estimé entre 900 et 1000 apiculteurs (Abbas 2021).

La Figure 1 présente la répartition géographique des ruchers de l'île de La Réunion en 2021 et montre que la majorité des ruchers est localisée à basse et moyenne altitudes (6 à 1000 m), principalement sur les zones côtières, excepté la zone du Sud-Est de l'île qui apparaît moins densément peuplée en ruchers. Ces résultats sont issus d'une enquête réalisée en 2021 par Abbas (2021) auprès des 661 apiculteurs ayant adhéré au GDS entre 2017 et 2020, et toujours en activité en 2021.

[2] Déclarer des ruches - Mes Démarches (agriculture.gouv.fr)

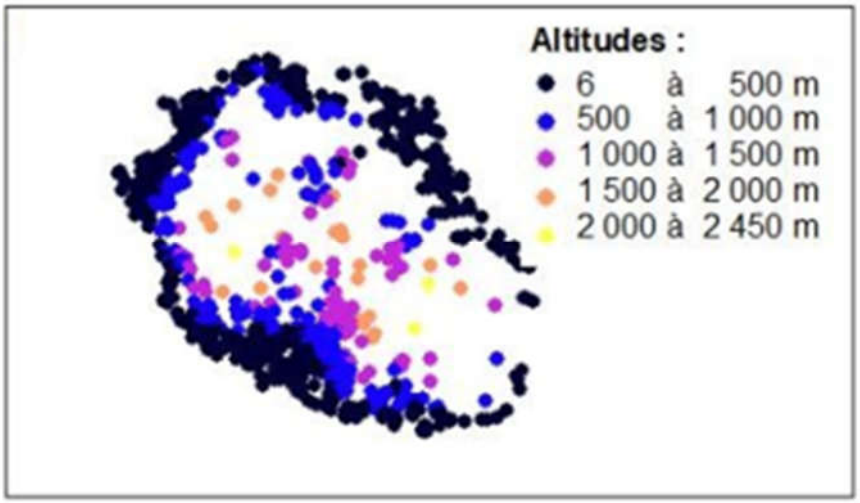

Figure 1 – Géo-répartition des ruchers de l'île de La Réunion en fonction des altitudes (Porphyre et Seychelles dans Abbas 2021)

Les apiculteurs suivent les floraisons qui se succèdent dans les différents secteurs de l'île à la fois pour la production de miel et pour bénéficier de pollinées importantes en vue de stimuler la ponte des reines et fournir de nouveaux essaims. Il y a trois miellées principales à La Réunion : la miellée de baies roses, *Schinus terebenthifolius* (en mars-avril), la miellée de letchis *Litchi sinensis* (en août-septembre) la miellée de forêt (toute l'année). Les miellées se répartissent sur différentes zones de l'île (Figure 2) (Esnault *et al.* 2014).

D'après l'étude conduite en 2014 par (Esnault *et al.* 2014), plus de la moitié des apiculteurs pratiquent la transhumance (environ 56%). Les professionnels sont quasiment tous transhumants (environ 90 % d'entre eux). L'enquête conduite par Abbas (2021) conclut à des chiffres différents : 10% des apiculteurs seraient transhumants et chez les professionnels, environ 60% pratiqueraient la transhumance. Ces données montrent bien le manque d'informations sur la filière.

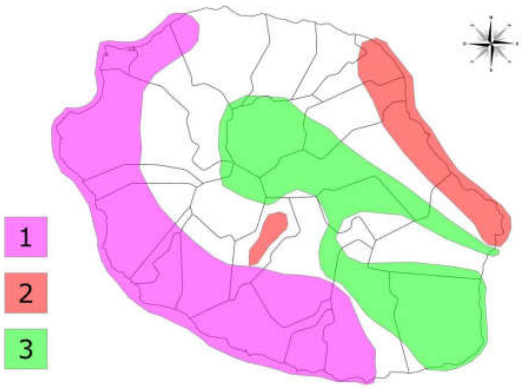

Figure 2 - Principales zones de transhumance à La Réunion (synthèse schématique d'après les données ONF, CIRAD et GDS Réunion) : (1) Baies roses (mars avril) 2) Letchis (août-septembre) (3) « Forêt » (toute l'année). (Carte issue du « Plan de gestion du petit coléoptère des ruches (*Aethina tumida*) en cas de détection sur l'île de La Réunion, Version du 25/09/19 présentée en CROPSAV[3] section spécialisée animale du 31/10/2019 »)

[3] Conseil Régional d'Orientation de la Politique Sanitaire Animale et Végétale

Certains apiculteurs transhument également leurs colonies pour la pollinisation des cultures (Esnault 2013).

Sur le plan sanitaire, l'île de La Réunion est considérée comme indemne de loque américaine (*Paenibacillus larvae*) et de l'acarien *Tropilaelaps* spp., maladies règlementées en catégories D et E[4] dans l'Union européenne. Jusqu'au 05/07/2022, le petit coléoptère des ruches, *A. tumida* (également catégorisé D et E), était également considéré comme absent sur ce territoire. Il est à noter que l'arrivée de l'acarien *Varroa destructor*, dont l'île était reconnue indemne jusqu'en mai 2017, a causé en moins d'un an, des mortalités importantes dans le cheptel apiaire (Abbas 2021). Au vu de ses caractéristiques dans les régions nouvellement infestées, l'installation d'*A. tumida* aurait également un impact très fort sur la filière. A ce titre et au regard notamment de son risque élevé d'introduction, cet agent était arrivé en tête de classement après les frelons « exotiques " (*Vespa* spp.) et *P. larvae*, dans le cadre du travail conduit par l'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation) en 2019 de hiérarchisation des dangers sanitaires d'intérêt susceptibles d'être introduits à La Réunion (Anses 2019).

Enfin, il est à noter que, compte tenu de la valeur patrimoniale de l'abeille indigène réunionnaise, de sa place au sein des écosystèmes et du statut sanitaire particulier de l'île, les importations d'abeilles, de cires ou matériel apicole usagés, et de miel ou pollen destinés au nourrissement des abeilles sont interdites à La Réunion[5].

3.1.2. Bilan de la situation épidémiologique vis-à-vis d'*A. tumida*

A la date du 09/09/2022, la situation épidémiologique fait état de 12 foyers (*i.e.* ruchers infestés par *A. tumida*) sur l'île de La Réunion.

Le premier foyer a été officiellement détecté sur la commune de Saint-Pierre le 05/07/2022. L'apiculteur du rucher concerné avait, en effet, mis en évidence le 02/07/2022 des coléoptères suspects dans une de ses colonies.

L'enquête épidémiologique a rapidement permis d'identifier un deuxième foyer sur la commune de Saint-Philippe le 06/07/2022. Sept colonies avaient, en effet, été transférées depuis la commune de Saint-Philippe vers le rucher de Saint-Pierre en mai 2022.

Les investigations ont permis ensuite de détecter, dans les semaines qui ont suivi : neuf nouveaux foyers sur la commune de Saint-Philippe et un foyer sur la commune de Saint-Joseph (située entre Saint-Pierre et Saint-Philippe - Figure 33). Depuis le 21/07/2022, aucun nouveau foyer n'a été mis en évidence.

Le bilan des enquêtes épidémiologiques conduites dans les 12 foyers suggèrent qu'*A. tumida* est présent à La Réunion au moins depuis le mois de mai 2022.

[4] 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

[5] Arrêté préfectoral n°413/SGAR/DAAF du 24 mars 2016

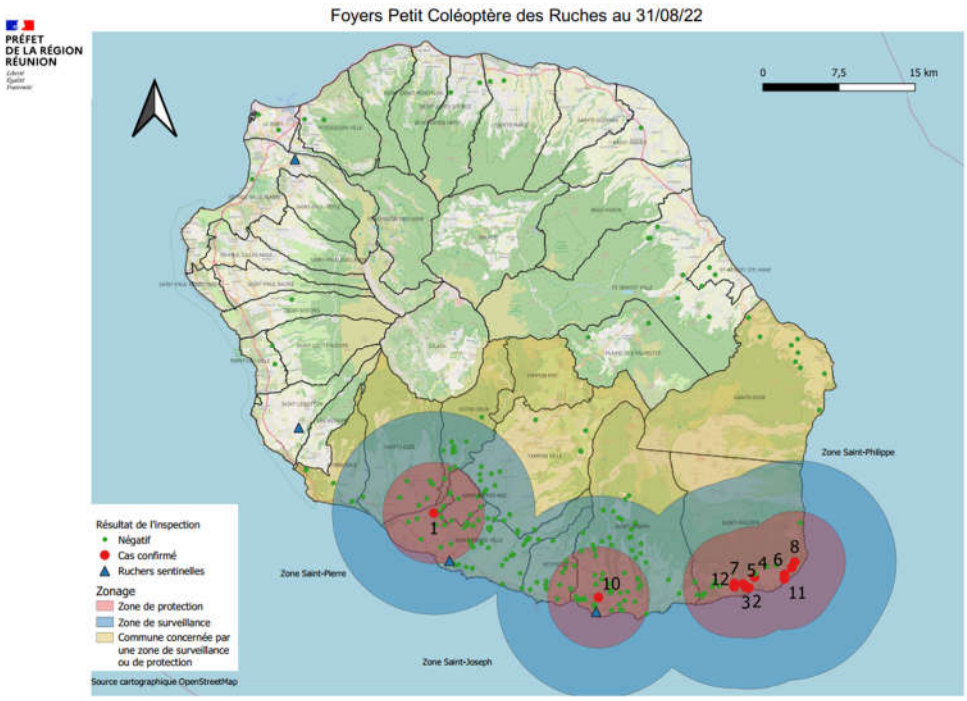

Figure 3 – Carte des foyers et visites réalisées sur l'île à la date du 31/08/2022 (source : DAAF)

Au vu de la situation épidémiologique (faible nombre de foyers localisés sur une partie restreinte de l'île), l'objectif est d'éradiquer *A. tumida* sur l'île, et d'éviter la contamination des zones indemnes.

Conformément à l'instruction technique de la DGAL relative aux « Dispositions techniques à mettre en œuvre en cas de suspicion et de confirmation d'infestation par le petit coléoptère des ruches, *Aethina tumida* » (texte en cours de validation à la date du 05/09/2022) et à l'arrêté ministériel du 23 décembre 2009[6], des zones règlementées ont été mises en place autour des foyers[7] :

- Une zone de confinement englobant l'ensemble des ruches d'un rucher infesté, et l'ensemble des lieux de stockage du matériel apicole si la détection de coléoptère, larve ou œuf s'est faite dans du matériel, dans laquelle des mesures sanitaires sont mises en place afin d'éviter la propagation d'*A. tumida ;*
- Une zone de protection d'un rayon de 5 km entourant la zone de confinement ;
- Une zone de surveillance d'un rayon de 5 km autour de la zone de protection.

Face aux enjeux d'éradication, l'ensemble des colonies présentes dans les ruchers foyers est euthanasié ; les colonies et les ruches sont ensuite détruites par incinération. Un traitement du sol est également appliqué sur le rucher par pulvérisation d'un produit insecticide (pyréthrinoïde), conformément aux recommandations du document guide du LRUE (Benuszak *et al.* 2019).

[6] Arrêté du 23 décembre 2009 établissant les mesures de police sanitaire applicables aux maladies réputées contagieuses des abeilles et modifiant l'arrêté interministériel du 11 août 1980 relatif à la lutte contre les maladies réputées contagieuses des abeilles

[7] Arrêtés préfectoraux disponibles sur le site Internet de la DAAF de La Réunion : https://daaf.reunion.agriculture.gouv.fr

Un recensement de l'ensemble des ruchers présents dans les zones de protection et de surveillance est effectué. Il s'appuie sur une extraction de la base Télérucher gérée par le Ministère chargé de l'agriculture. Il est à noter que les données issues de Télérucher ne permettent pas de connaître la localisation précise des ruchers déclarés. En effet, seules les données de localisation du domicile de l'apiculteur, le nombre de colonies détenues et les communes d'emplacement des colonies (au moins un emplacement dans l'année) sont recensées dans cette base. Dans le contexte de La Réunion, il a été décidé d'utiliser les déclarations d'emplacement de colonies faites par les apiculteurs dans les bases de 2020 et 2021 comme approximation du nombre de ruchers recensés. Ces données sont complétées par les informations détenues par le GDS de La Réunion et ajustées lors des visites des inspecteurs sanitaires. Par ailleurs, bien que la déclaration de ruches soit obligatoire en France et à réaliser chaque année, les informations collectées laissent présager que ce recensement est incomplet. Le taux de sous-déclaration n'est pas estimable mais il doit être pris en compte dans le risque de non-détection du petit coléoptère des ruches.

Les déplacements de ruches (peuplées ou non), d'abeilles, de reines, de bourdons, de matériel et de produits d'apicultures à partir de ou vers les zones de protection et de surveillance sont interdits. Des dérogations peuvent être accordées par la préfecture pour des motifs particuliers (ex : activités de pollinisation), sous réserve de visites de contrôle. Le transport d'abeilles, de matériel et de produits apicoles en dehors du territoire de La Réunion a été interdit pour éviter le risque de dissémination.

En termes de surveillance, des mesures sont mises en place dans les différentes zones :

- Dans la zone réglementée de 10km (zones de protection et de surveillance), l'ensemble des ruchers recensés est soumis à au moins deux visites, les deux premières étant réalisées à 30 jours d'intervalle.
- Des visites de ruchers sont également programmées dans le reste du territoire de l'île considéré comme indemne.
- Des visites des ruchers en lien épidémiologique direct avec les foyers sont programmées.
- Un renforcement de la surveillance évènementielle est conduit. Des communiqués ont notamment été réalisés par la Préfecture, la DAAF et le GDS de La Réunion. Des plaquettes de communication ont été diffusées aux apiculteurs. Enfin, le GDS a mis en place une démarche de surveillance participative, basée sur l'implication d'apiculteurs volontaires, en charge d'inspecter leurs ruchers et de faire un retour d'éventuelles suspicions.
- Il est à noter, enfin, qu'il existe un réseau de ruchers sentinelles sur l'île de La Réunion, qui est coordonné par le GDS depuis 2016 (*i.e.* avant la détection d'*A. tumida)* dans le cadre du réseau de Surveillance épidémiologique des maladies des abeilles (SEA). Ce réseau comporte actuellement 16 ruchers, répartis sur la périphérie Nord et Ouest de l'île. Il s'intéresse à la surveillance épidémiologique de plusieurs dangers sanitaires présents ou non à La Réunion, dont notamment *A. tumida* (Esnault 2018). Depuis l'introduction d'*A. tumida*, les référents des ruchers doivent les inspecter encore plus minutieusement, en respectant le protocole appliqué par la DAAF dans le cadre des visites de ruchers. Des pièges sont mis en place à l'issue des inspections. De plus, le GDS a lancé une enquête participative[8] auprès de l'ensemble des apiculteurs

[8] https://docs.google.com/forms/d/1kQNU9WJCylrVSlJM6yowImFpewnyIeTKEDeo54DfLw4/prefill

réunionnais pour les sensibiliser à la détection d'*A. tumida* et dont les informations permettront d'étendre d'avantage le réseau de ruchers sentinelles.

3.2. Question 1 : Modalités pratiques de la mise en place d'une surveillance programmée sur l'île de La Réunion

Il est demandé à l'Anses d'apporter une réponse concernant la surveillance programmée mise en place sur l'île : son évaluation et les éventuelles adaptations des préconisations du document guide de 2016 du LRUE. Cette surveillance programmée a pour objectif général de détecter le petit coléoptère des ruches en vue de son éradication. Des mesures différentes ont été mises en place entre les zones réglementées et le reste de l'île. Il est à noter que la surveillance mise en place et les préconisations qui sont faites ne viennent pas remplacer les mesures déjà en vigueur pour prévenir l'introduction d'*A. tumida* sur l'île (surveillance évènementielle, surveillance des points d'entrée à risque…).

3.2.1. Surveillance programmée mise en place dans les zones réglementées

- Description et bilan de la surveillance mise en place

Les mêmes mesures sont mises en place dans les zones de protection et de surveillance. Dans chaque zone réglementée de 10 km, les modalités de visite au sein de chaque rucher prévoient :

- L'échantillonnage des colonies à inspecter selon une probabilité de 95 % de détecter *A. tumida* si au moins 5 % des ruches sont infestées en considérant une sensibilité de la méthode de détection du petit coléoptère des ruches (examen clinique visuel) de 90%. Ainsi, selon l'abaque inscrit dans le projet d'instruction technique de la DGAl, si le nombre de colonies est inférieur ou égal à 24, elles doivent toutes être inspectées. Cette approche se réfère aux lignes directrices du LRUE pour la surveillance du petit coléoptère des ruches (Chauzat *et al.* 2016) ;
- La mise en place de pièges à huile[9] dans les colonies à l'issue des visites (deux pièges par colonie de 10 cadres) qui sont relevés lors du recontrôle à 30 jours. Les apiculteurs sont formés à leur utilisation au moment de la visite et doivent les inspecter régulièrement au cours de leurs visites de routine ;
- Une enquête épidémiologique conduite sur la base d'un questionnaire d'enquête visant à identifier d'éventuels nouveaux foyers ;
- Un recontrôle des colonies inspectées 30 jours après.

Cette surveillance a été adaptée pour répondre aux différentes contraintes rencontrées sur le terrain : difficultés pour contacter et prendre des rendez-vous avec les apiculteurs, météorologie pluvieuse dans la zone de Saint-Philippe écourtant parfois les visites, durée du jour limitée à La Réunion, accessibilité parfois difficile des sites, moyens humains disponibles pour réaliser les inspections.

[9] Protocole de piégeage pour la détection du petit coléoptère des ruches, Anses 24/04/2015

Le bilan détaillé des visites effectuées à la date du 24/08/2022 est présenté dans le Tableau 1. Un total de 172 ruchers et de 1 624 colonies a été visité au moins une fois dans les zones réglementées. Au 05/09/2022, il a été indiqué que l'ensemble des ruchers recensés dans les zones règlementées n'a pas encore pu être visité en visite initiale.

Le taux de visites conformes (*i. e.* taux de colonies inspectées par rapport à l'échantillonnage prévu) est de 100 % pour 135 ruchers visités dans les zones réglementées, soit 78,5 % des ruchers visités. Ces ruchers possèdent en majorité (97,8 %) 24 colonies ou moins. Sur les 37 ruchers dont la visite a été non conforme (nombre de colonies inspectées inférieur au nombre de colonies qui était prévu), 75,7 % (28 ruchers) possédaient plus de 24 colonies. Il est à noter que lorsque les visites étaient non conformes, le taux de colonies visitées variait de 13,3 % à 97,4 % selon les ruchers.

Tableau 1 - Bilan de réalisation des premières visites dans les différentes zones de l'île à la date du 24/08/2022 (les chiffres sont des estimatifs non consolidés par la DGAl)

	Nombre de ruchers visités	Nombre de ruchers avec une visite conforme[1]	Nombre de ruchers avec une visite non conforme[1]	Taux de visites conformes[1] [Intervalle du taux de colonies visitées par rucher]
ZP- St Pierre **(ZP1)**	**29**	23	6	79,3 % [34,9-100]
ZS - St Pierre **(ZS1)**	**46**	41	5	89,1 % [26,7-100]
ZP - St Philippe **(ZP2)**	**22**	13	9	59,1 % [32,4-100]
ZS - St Philippe **(ZS2)**	**2**	2	0	100 %
ZP - St Joseph **(ZP3)**	**41**	30	11	73,2 % [22,5-100]
ZS - St Joseph **(ZS3)**	**32**	26	6	81,25 % [58,1-100]
Total zones réglementées	**172**	**135**	**37**	**78,5 %**
Hors zones règlementées **(HZR)**	**33**	26	7	78,8 % [13,6-100]
Bilan à l'échelle de l'île de La Réunion	**206[2]**	**161**	**44**	**78,1 %**

ZP : Zone de protection, ZS : zone de surveillance.

[1] La conformité des visites est définie par des visites de ruchers dans lesquels toutes les colonies sélectionnées selon l'échantillonnage des colonies prévu (avec un taux de prévalence limite de 5%, un intervalle de confiance de 95 % et une sensibilité de la méthode de 90%) ont été visitées. Ces chiffres sont calculés en se basant sur le tableau 3.

[2] Un rucher supplémentaire visité dans la zone de surveillance de St Joseph mais aucun détail sur le nombre de colonies visitées n'est présent dans le document fourni par la DGAl.

Le Tableau 2 présente de façon détaillée les informations collectées dans les douze ruchers confirmés positifs. La prévalence apparente de colonies infestées par *A. tumida* dans les ruchers visités peut être estimée sur la base du nombre colonies infestées au regard du nombre de colonies visitées. Elle varie entre 5 et 100% selon les foyers.

Les résultats des visites effectuées montrent, par ailleurs, que le niveau d'infestation des ruchers par des adultes est relativement bas (1 à 11 spécimens par rucher). La présence de larves d'*A. tumida* n'a été mise en évidence que dans deux ruchers et aucun œuf n'a été détecté au cours des visites.

L'absence d'œufs et de larves peut probablement s'expliquer par le comportement de défense naturel des abeilles. Si les colonies sont suffisamment fortes, elles arrivent en effet à se débarrasser d'une partie des larves et des œufs, limitant ainsi la reproduction d'*A. tumida* dans la ruche qui peut se faire à bas bruit (Neumann *et al.* 2016; Spiewok et Neumann 2006). Les études de terrain montrent souvent la présence seule de coléoptères adultes (sans œuf, ni larve) dans les ruches. Dans le cas n°12, où le plus grand nombre de larves a été mis en évidence, les colonies étaient affaiblies et souffraient de varroose.

Tableau 2 - Informations épidémiologiques issues des 12 foyers confirmés à la date du 24/08/2022 (source Anses/DAAF)

N° de cas	Date suspicion	Commune (Zone)	Nombre de colonies dans le rucher	Nombre de colonies visitées	Nombre de colonies suspectes	Nombre de colonies infestées	Prévalence apparente de colonies infestées intra-rucher	Nombre d'adultes d'*A. tumida*	Nombre de larves d'*A. tumida*
1	05/07/22	St Pierre (ZP1)	17	17	3	3	18%	**6**	0
2	07/07/22	St Philippe (ZP2)	3	3	1	1	33%	**1**	0
3	08/07/22	St Philippe (ZP2)	11	11	6	3	27%	**1**	**2**
4	08/07/22	St Philippe (ZP2)	44	17	1	1	6%	**1**	0
5	10/07/22	St Philippe (ZP2)	4	4	1	1	25%	**1**	0
6	11/07/22	St Philippe (ZP2)	1	1	1	1	100%	**3**	0
7	12/07/22	St Philippe (ZP2)	35	13	4	1	8%	**5**	0
8	12/07/22	St Philippe (ZP2)	3	3	1	1	33%	**1**	0
9	12/07/22	St Philippe (ZP2)	46	12	3	2	17%	**3**	0
10	19/07/22	St Joseph (ZP3)	15	15	1	1	7%	**1**	0
11	20/07/22	St Philippe (ZP2)	4	4	3	1	25%	**11**	0
12	21/07/22	St Philippe	20	20	1	1	5%	0	**20**

		(ZP2)							

- Evaluation des modalités mises en place

La surveillance programmée mise en place dans les zones réglementées a pour objectif de détecter *A. tumida* de manière précoce en vue de son éradication. Les mesures mises en place prévoient d'adresser cet objectif tout en tenant compte des contraintes de terrain listées plus haut.

Zonage

Le zonage actuel distingue une zone de protection de 5 km autour du foyer et une zone de surveillance de 5 km à partir de la limite de la zone de protection, dans lesquelles l'ensemble des ruchers est visité. Ce zonage apparaît pertinent au regard de la taille de l'île (75 km x 55 km dans ses dimensions extrêmes) et de la situation actuelle (détection très récente d'*A. tumida*) car il permet de concentrer les efforts de surveillance sur un périmètre restreint, facilitant ainsi le recensement des ruchers et leur visite rapide (Anses, 2018). Par ailleurs, l'existence des deux zonages permet une restriction des échanges de et vers chaque zone permettant ainsi de contrôler la diffusion du petit coléoptère des ruches et d'éviter ainsi sa dissémination vers les zones indemnes.

Recommandations

Considérant la capacité naturelle de dispersion d'*A. tumida* par le vol[10], il serait pertinent de renforcer la surveillance au-delà des 10 km prévus actuellement (voir paragraphe concernant la mise en place d'une zone "d'attention" de 5km autour de la zone de surveillance).

Recensement et sélection des ruchers à visiter

Le choix est fait de recenser tous les ruchers des zones de protection et de surveillance et de les visiter de façon exhaustive.

Comme précisé précédemment, il existe une incertitude sur le nombre de ruchers recensés et leur localisation géographique puisqu'il y a une sous-déclaration des apiculteurs sur l'île et que la base nationale de déclaration de ruchers ne permet pas de connaître leur localisation précise au cours de l'année, qui peut varier en fonction des miellées et des activités apicoles.

Recommandations

Au vu de l'objectif d'éradication, le choix de visiter tous les ruchers des zones réglementées s'avère pertinent. **Les efforts de recensement et de cartographie des ruchers doivent être**

[10] La distance maximale vol d'*A. tumida* n'est pas connue. Néanmoins, il est admis qu'elle serait au moins de 10 km (Neuman et Elzen 2004).

poursuivis pour obtenir une image la plus proche possible de la population réelle de ruchers de La Réunion et ainsi mettre en place la surveillance la plus efficace possible.

Echantillonnage des colonies à inspecter

La stratégie de visites des colonies repose sur un échantillonnage de colonies à inspecter sur la base d'un taux de prévalence limite (TPL) de 5%.

L'échantillonnage est en majorité respecté pour les ruchers ayant 24 colonies ou moins (93,6 % de ces ruchers) mais les conditions de terrain n'ont pas permis de visiter toutes les colonies sélectionnées pour les ruchers de plus de 24 colonies (qui représentent 9,7 % des ruchers). Dans ce cas, il est prévu de poursuivre la visite les jours suivants, mais ce n'est pas toujours réalisable. **Il en résulte un risque de sous-détection de l'infestation, à prendre en compte lors des évaluations régulières de la surveillance car cela amène une incertitude sur les résultats négatifs.**

L'abaque pour l'échantillonnage, détaillé dans le projet d'instruction technique de la DGAL, est légèrement différent de celui présenté dans le document guide du LRUE de 2016 (Chauzat *et al.* 2016).

Recommandations

La prévalence apparente intra-rucher calculée grâce aux données des 12 foyers apporte du poids au choix du TPL retenu pour l'échantillonnage des colonies puisque la plus faible prévalence estimée est de 5%.

Concernant l'échantillonnage en lui-même, le document guide du LRUE présente différentes possibilités d'échantillonnage selon la formule de calcul de la taille d'échantillon de Cannon (2001), décrite en figure 4. Le Tableau 3 présente les unités à inspecter selon un TPL de 5%, avec un intervalle de confiance de 95 % et une sensibilité de la méthode d'inspection de 90 %. Ainsi, pour des ruchers comportant jusqu'à 28 colonies, il est nécessaire de tout échantillonner. **Il est recommandé d'utiliser ce tableau pour l'échantillonnage intra-rucher.**

$$n \cong \frac{\left(1-(1-\alpha)^{1/D}\right)\left(N-\frac{1}{2}(SeD-1)\right)}{Se}$$

Figure 4 Formule de calcul selon Cannon (2001) de la taille d'un échantillon pour détecter la présence d'une maladie α : intervalle de confiance, N : taille de la population, D : nombre d'animaux malades dans la population, Se : sensibilité de la méthode

Tableau 3 - Nombre de colonies à échantillonner pour détecter une prévalence de 5 % avec une sensibilité de la méthode de 90 % et un intervalle de confiance de 95 %

Nombre total de colonies dans un rucher	Nombre de colonies à inspecter		Nombre total de colonies dans un rucher	Nombre de colonies à inspecter
Jusqu'à 28	Toutes		120	52
29	28		130	53
30	29		140	54
40	35		160	55
50	39		170	56
60	42		200	57
70	45		220	58
80	47		300	60
90	48		400	61
100	50		500	62
110	51			

Modalités de réalisation des visites

Le cycle de développement d'*A. tumida* durant en moyenne 36 jours (de Guzman *et al.* 2007), les inspections doivent être faites rapidement pour détecter au plus vite et enrayer une éventuelle diffusion. Plusieurs plans d'intervention sanitaire d'urgence développés par d'autres Etats Membres décrivant les mesures à mettre en place suite à une détection du petit coléoptère des ruches prévoient que les visites dans les zones réglementées soient réalisées dans un délai de 30 jours ou moins (DG de Sanidad de la Producción Agraria 2016 ; Friedrich Loeffler Institut 2017 et L'office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires 2022). Au 31/08/2022, soit presque huit semaines après la confirmation du premier foyer (5 juillet 2022), tous les ruchers recensés dans les zones réglementées n'ont pas encore été visités. Le délai de réalisation des visites de ruchers est une autre conséquence des contraintes qui ont été rencontrées sur le terrain, notamment en termes de moyens humains.

D'autre part, des recontrôles des ruchers sont programmés dans les 30 jours suivant la première inspection. Et, effectivement, les premiers recontrôles ont commencé environ 30 jours après les premières visites. **Ces recontrôles permettent d'augmenter la sensibilité de l'examen clinique et sont d'autant plus pertinents que les premières visites ont parfois été incomplètes.**

En 2012, les Britanniques ont publié un plan d'intervention sanitaire d'urgence pour l'éventuelle introduction du petit coléoptère des ruches au Royaume-Uni accompagné d'une analyse de l'impact de différents scénarios d'introduction sur la stratégie mise en place par les autorités (Marris *et al.* 2012). Ils ont souligné les conséquences qu'aurait une introduction d'*A.*

tumida sur les efforts de surveillance mis en place, principalement sur le nombre d'inspections à réaliser, de diagnostics à rendre et de données à gérer. **Si la diffusion du petit coléoptère des ruches n'est pas arrêtée rapidement après la première introduction, le nombre d'inspections requis rendra l'éradication impossible.**

Recommandations

La détection précoce des foyers est un élément-clé pour l'éradication d'un danger sanitaire sur un territoire. **Malgré les contraintes de terrain, l'Anses recommande de ne pas relâcher le rythme des visites et notamment le rythme des recontrôles**.

Lors des recontrôles prévus, les inspecteurs devraient inspecter en priorité les colonies non visitées lors du premier contrôle dans la mesure du possible.

Utilisation de pièges

La sensibilité des pièges n'est pas bien connue, notamment dans un contexte de faible infestation (EFSA 2015a). D'après le retour d'expérience de l'Italie (détection d'*A. tumida* en Calabre en 2014), le piégeage s'est globalement révélé peu efficace, seuls quelques spécimens ayant été mis en évidence dans des pièges lors de la surveillance (Anses 2018). **Néanmoins, le piégeage peut être considéré comme un outil complémentaire à l'examen clinique, et permet d'augmenter la sensibilité de la surveillance.** Indirectement, il permet également de sensibiliser les apiculteurs et de renforcer leur vigilance vis-à-vis du risque lié à *A. tumida*.

Les retours d'expérience sur l'utilisation des pièges à huile en Italie montrent qu'ils se sont révélés plus efficaces que ceux en plastique alvéolé (modèle également couramment disponible sur le marché) (Anses 2018). Ils ont l'avantage de tuer les petits coléoptères qui se noient dans l'huile après être tombés dans le piège.

Recommandations

Un contrôle régulier des pièges est à prévoir dans le cadre de la surveillance. **A minima, les pièges doivent être contrôlés lors des recontrôles de ruchers, soit environ un mois après leur mise en place comme prévu dans leur protocole.**

Les pièges à huile ont tendance à être recouverts de propolis par les abeilles, ce qui nuit à leur efficacité. Une attention particulière est à porter sur ce point.

En-dehors de la campagne de visites, l'Anses recommande qu'un relevé régulier des pièges soit fait par les apiculteurs lors de leurs visites de routine améliorant ainsi la surveillance évènementielle de l'infestation par *A. tumida.*

Surveillance du réservoir sauvage

Les colonies sauvages (appelées aussi colonies "férales") peuvent constituer un réservoir pour le petit coléoptère des ruches (Schäfer *et al.* 2019), pouvant compromettre le succès des mesures d'éradication.

Recommandations

Il est recommandé d'essayer de localiser, capturer et inspecter les colonies sauvages dans les zones réglementées, notamment au voisinage des foyers.

Cette démarche pourrait s'appuyer sur une sensibilisation des apiculteurs, et des organisations apicoles.

Poursuite de la surveillance

Dans les documents fournis pour l'élaboration de cette note, les mesures mises en place, une fois l'ensemble des recontrôles de ruchers réalisé, ne sont pas précisées. La surveillance ne peut pas s'interrompre dans les zones réglementées au vu de l'objectif d'éradication et en prenant en compte les incertitudes et biais des mesures mises en place.

Par ailleurs, Formato *et al.* (2021) fait état des avantages non négligeables à la **prise en charge par l'Etat d'un réseau de ruchers sentinelles mis en place sur un territoire** :

- Gain de temps pour l'organisation et la réalisation des visites (ruches plus petites) et pour la destruction en cas d'infestation ;
- Ruches facilement manipulables, adaptées à la détection du petit coléoptère des ruches et accessibles (puisqu'installées dans des endroits stratégiques) ;
- Ruches attractives pour le petit coléoptère des ruches, servant d'appât ;
- Gain de coût pour la destruction par rapport à une colonie d'apiculteur.

Certes, un réseau de ruchers sentinelles, mis en place par le GDS, existe déjà à La Réunion mais ce réseau n'a pas été construit face à l'objectif actuel de détection précoce d'*A. tumida* en vue de son éradication.

Recommandations

Ainsi, pour avoir une meilleure mesure de la situation épidémiologique (présence et diffusion d'*A. tumida*) et ce en vue de l'éradication, l'Anses recommande :

- D'une part, **de mettre en place un réseau de ruchers sentinelles gérés par l'Etat** dans les zones réglementées. Chaque rucher sentinelle serait constitué de deux nuclei[11], munis de pièges, et visité tous les 15 à 30 jours (Anses, 2018) ;
- D'autre part, **de poursuivre les visites de ruchers d'apiculteurs dans les zones réglementées** de manière périodique (a minima six mois après la première détection). Lors de la nouvelle programmation de visites, il est recommandé de visiter en premier lieu les colonies non visitées auparavant et de compléter ensuite, si nécessaire et faisable, par des colonies déjà visitées.

Le choix d'emplacement des ruchers sentinelles est à raisonner en fonction de la connaissance du territoire, obtenue grâce aux visites réalisées en juillet et août 2022 **:**

- **A minima, sur les sites ou zones des foyers détruits** ;
- **Dans les ruchers ou zones "à risque",** comme par exemple : sur les sites ou au voisinage de ruchers en lien épidémiologique avec les foyers, dans les zones de transhumance, à proximité des établissements collectifs de miellerie, sur le site ou au

[11] Un nuclei est une petite colonie d'abeilles, ayant généralement deux à cinq cadres de couvain. Ils servent pour l'élevage ou le stockage des reines ou pour démarrer une nouvelle colonie.

voisinage de ruchers transhumants, à la frontière des zones (de protection et de surveillance), dans des zones où il y a moins d'information.

Les informations nécessaires pour l'installation des ruchers sentinelles, leur suivi et leur gestion en cas d'infestation sont fournies dans plusieurs documents (Anses 2018, Formato *et al.* 2021 et Centro di Referenza nazionale per l'apicoltura 2021).

Il est à noter qu'une **formation des inspecteurs pour la visite et la gestion des ruchers sentinelles et une sensibilisation des apiculteurs à l'installation de ce réseau de ruchers seront nécessaires pour s'assurer de la fiabilité et de l'acceptation de la méthode**.

Cette mise en place de visites régulières dans les ruchers des zones réglementées et d'un réseau de ruchers sentinelles est coûteuse en moyens humains et financiers. Il convient de les prendre en compte pour la bonne réalisation de la surveillance programmée. **Si une priorisation des mesures est nécessaire au vu des moyens disponibles, l'Anses recommande de privilégier la mise en place d'un réseau de ruchers sentinelles gérés par l'Etat.**

3.2.2. Surveillance programmée mise en place dans le reste de l'île

- Description et bilan de la surveillance mise en place

Dans le reste de l'île, les modalités de visites prévoient :

- L'échantillonnage des ruchers à inspecter selon une probabilité de 95% de détecter *A. tumida* si au moins 2% des ruchers sont infestés, en considérant une sensibilité de la méthode de détection du petit coléoptère des ruches de 90% ;
- La sélection des ruchers à inspecter est envisagée selon différents critères : ruchers transhumants, ruchers en lien épidémiologique avec les foyers ou avec les zones réglementées, ruchers situés à proximité des zones réglementées, ruchers situés en zone de forte transhumance, ruchers situés dans les cirques (afin de vérifier la potentielle diffusion d'*A. tumida* dans des lieux considérés comme protégés) ;
- L'échantillonnage des colonies à inspecter selon une probabilité de 95 % de détecter *A. tumida* si au moins 5 % des ruches sont infestées en considérant une sensibilité de la méthode de détection du petit coléoptère des ruches (examen clinique visuel) de 90%.
- La mise en place de pièges ;
- Un recontrôle des colonies inspectées 30 jours après.

Le nombre de ruchers estimés dans le reste de l'île est de 723. Les ruchers sélectionnés selon l'échantillonnage décidé sont au nombre de 151. Le bilan détaillé des visites effectuées hors zones réglementées à la date du 24/08/2022 est présenté dans le Tableau 1. Les visites de 33 ruchers et de 267 colonies ont été faites au moins une fois dans le reste de l'île, soit 21,8 % des visites prévues. Les visites se sont toutes avérées négatives. Il est à noter que 26 des 33 ruchers visités (78,8 %) ont été inspectés complètement (ruchers de 28 colonies ou moins).

Sur les sept autres ruchers, le taux de réalisation des visites par rapport aux colonies sélectionnées varie de 13,6 % à 87,5 %.

- Evaluation des modalités mises en place

Au 09/09/2022, le reste de l'île est présumé "indemne" d'*A. tumida*. Cependant, le nombre de visites effectuées demeure encore faible. L'objectif de la surveillance est donc : i) d'une part, de compléter l'état des lieux de la situation épidémiologique dans l'ensemble de l'île et de détecter rapidement la présence éventuelle d'*A. tumida* en dehors des zones identifiées comme infestées, ii) d'autre part, de s'assurer de sa non diffusion depuis les zones "infestées" du sud de l'île.

Recensement des ruchers à visiter

Le nombre de ruchers recensés a été estimé sur la base de différentes sources avec différents biais comme déjà expliqué précédemment. Il est à noter qu'entre 600 et 1 000 ruchers à échantillonner selon un taux de prévalence limite de 2% avec une sensibilité de détection de la méthode de 90 % et un intervalle de confiance de 95 %, le nombre de ruchers à sélectionner ne varie que de 7 points, ce qui a un impact négligeable sur l'organisation des visites à mettre en place. Ainsi, **la sous-estimation ou sur-estimation du nombre de ruchers recensés dans le reste de l'île n'amène pas un biais d'échantillonnage important**.

Sélection des ruchers

Le choix est fait d'échantillonner les ruchers à inspecter selon un TPL de 2 % avec une sensibilité de détection de la méthode de 90 % et un intervalle de confiance de 95 %.

La sélection de ruchers est réalisée selon des critères de risque (*i.e.* ruchers plus à risque d'être infestés, du fait par exemple de leur localisation ou de leur parcours technique), et face à l'objectif d'établir un bilan de la situation dans les cirques, qui sont des zones relativement isolées et donc, a priori, protégées.

Des estimations du nombre et de la localisation des ruchers doivent être faites pour chaque critère pour mettre en place l'échantillonnage. Dans certains cas, cette information pourrait être difficile à obtenir et dans d'autres elle s'accompagne d'incertitudes :

- Les ruchers en lien épidémiologique avec un rucher infesté seront identifiés et localisés grâce aux enquêtes épidémiologiques conduites dans les foyers ;
- Les ruchers en lien épidémiologique avec les zones réglementées (dans les six derniers mois) seront difficilement disponibles ;
- Les ruchers transhumants pourraient être estimés grâce au numéro de SIRET, référencé dans la base Télérucher, puisque ce numéro indique que l'apiculteur commercialise son miel et donc que potentiellement il pratique la transhumance sur les différentes zones de miellées mais avec des incertitudes ;
- Les ruchers situés en zones de forte transhumance pourraient être estimés sur la base Télérucher et la base du GDS à partir de données de localisation approximatives ;
- L'identification des ruchers situés à proximité des zones réglementées paraît également compliquée au vu des données disponibles. L'utilisation de ruchers

sentinelles pour ces zones à risque pourrait pallier à cette difficulté (voir plus bas, le paragraphe sur la mise en place d'une "zone d'attention") ;

Un échantillonnage ciblant des ruchers ou zones à risque est un choix méthodologique robuste et pertinent au vu des objectifs de la surveillance. Cependant, la réalité du terrain et les incertitudes liées à l'identification et à la localisation des ruchers selon les critères prédéfinis posent la question de la **faisabilité de la mise en place de cet échantillonnage** et donc a fortiori de l'efficacité de cette surveillance dans le reste de l'île. **Il y aura un risque que des critères de sélection des ruchers manquent, amenant une couverture du territoire incomplète.**

Recommandations

Etant donné qu'à la date du 09/09/2022, le reste de l'île est considéré comme indemne et au vu de l'objectif d'éradication, le choix d'échantillonner les ruchers selon un taux de prévalence limite de 2 % est pertinent.

Pour pallier les incertitudes sur la faisabilité de l'échantillonnage selon des critères, l'Anses recommande **de mettre en place un échantillonnage aléatoire stratifié par commune. Les ruchers à inspecter seraient sélectionnés parmi les communes du reste de l'île**. Cet échantillonnage serait plus facilement réalisable sur le terrain puisque la sélection pourrait se baser sur les informations concernant les communes d'emplacement des colonies de la base Télérucher. Même si cette méthode reste approximative, **elle permet de couvrir tout le territoire**. Pour intégrer la notion de risque, les inspections des ruchers dans chaque commune pourraient être réalisées en priorité dans les zones ou ruchers à risque. **Considérant la miellée de letchis actuellement en cours jusqu'à fin septembre, il pourrait être pertinent de prioriser les zones de miellée de letchis et les établissements collectifs de miellerie pour les visites.**

Il n'est pas précisé dans le document de la DGAl comment se répartiraient les 151 ruchers sélectionnés entre les différents critères. L'échantillonnage **pourrait être à allocation proportionnelle.** En prenant l'exemple de l'échantillonnage stratifié par commune, le principe est de répartir les 151 ruchers au sein de chaque commune de manière à ce que pour chaque commune le nombre soit proportionnel à l'effectif de la commune dans la population. Selon les résultats obtenus, l'échantillonnage pourrait être amené à évoluer pour donner plus de poids à certaines communes notamment (allocation optimale).

<u>Echantillonnage des colonies</u>

La stratégie de visites des colonies repose sur un échantillonnage de colonies à inspecter sur la base d'un TPL de 5%. Les conditions de terrain précédemment citées n'ont pas permis de respecter l'échantillonnage dans certains ruchers. **Il en résulte un risque de sous-détection de l'infestation.** Dans la mesure du possible, la visite doit être poursuivie les jours suivants pour finaliser les inspections.

Recommandations

Le reste de l'île étant en zone "indemne", il est recommandé de sélectionner les colonies à inspecter selon un taux de prévalence de 2 %. **Cependant, au vu des contraintes de terrain et de la difficulté à réaliser des visites de ruchers complètes (visites du nombre de**

colonies prévu), le choix du TPL de 5 % peut être une alternative considérant qu'un recontrôle des colonies est réalisé après 30 jours. En effet, comme détaillé plus haut, un recontrôle permet d'augmenter la sensibilité de l'examen clinique.

Modalités de réalisation des visites

Peu de ruchers ont été visités dans les zones indemnes à la date du 24/08/2022. En effet, les inspections dans les zones réglementées ont été priorisées par rapport aux inspections dans le reste de l'île. Ce choix semble judicieux au vu des moyens humains disponibles.

Les recontrôles prévus permettent d'augmenter la sensibilité de l'examen clinique et sont d'autant plus pertinents que les premières visites ont parfois été incomplètes.

Recommandations

L'Anses recommande de ne pas relâcher le rythme des visites dans le reste de l'île. La surveillance hors zones réglementées est importante pour compléter l'état des lieux sur la situation épidémiologique de l'île et suivre la diffusion du coléoptère dans les zones indemnes.

Lors des recontrôles prévus, les inspecteurs devraient inspecter en priorité les colonies non visitées la première fois, dans la mesure du possible.

Utilisation des pièges

Les mesures mises en place prévoient l'installation de pièges dans les ruchers visités qui devront donc être nécessairement revisités. Comme indiqué plus haut, le rythme de relevé des pièges est fondamental pour que leur utilisation soit efficace. D'autant plus que l'utilisation des pièges en combinaison avec l'examen clinique est spécialement recommandée dans les zones faiblement infestées (Chauzat *et al.* 2016).

Recommandations

Un contrôle régulier des pièges est à prévoir dans le cadre de la surveillance. **A minima, les pièges doivent être contrôlés lors des recontrôle de ruchers, soit environ un mois après leur mise en place comme prévu dans leur protocole.**

En dehors de la campagne de visites, l'Anses recommande qu'un relevé régulier des pièges soit fait par les apiculteurs lors de leurs visites de routine améliorant ainsi la surveillance évènementielle de l'infestation par *A. tumida.*

Recommandations pour le renforcement de la surveillance en périphérie des zones réglementées

Afin de renforcer la surveillance de la diffusion d'*A. tumida,* l'Anses recommande d'identifier une zone d'attention de 5 km autour de chaque zone de surveillance dans laquelle un réseau de ruchers sentinelles serait mis en place. Les avantages d'un réseau de ruchers sentinelles gérés par l'Etat ainsi que les informations nécessaires à leur mise en place sont détaillés dans la partie sur les zones réglementées. L'emploi de ruchers sentinelles est particulièrement

recommandé pour les zones non infestées car c'est un outil fiable pour la détection précoce et donc pour la notification de la diffusion d'*A. tumida* en dehors des zones réglementées.

Poursuite de la surveillance

Dans les documents fournis pour l'élaboration de cette note, il n'est pas indiqué de poursuite de la surveillance dans le reste de l'île après la fin des visites recontrôles des ruchers sélectionnés. Cependant la surveillance doit se poursuivre dans le reste de l'île pour continuer à s'assurer de la non diffusion du petit coléoptère des ruches dans les zones 'indemnes' et permettre une détection précoce de la présence d'*A. tumida.*

Recommandations

L'Anses recommande **de mettre en place une nouvelle campagne de visites dans la zone 'indemne' une fois par an intégrant une nouvelle sélection de ruchers.**

3.2.3. Surveillance mise en place dans les ruchers en lien épidémiologique direct avec un foyer

- Description et évaluation de la surveillance mise en place

L'exploitation des rapports d'enquêtes épidémiologiques ont permis d'identifier 24 ruchers en lien épidémiologique direct avec les foyers parmi lesquels 16 sont situés dans les zones réglementées. Au 05/09/2022, 10 ont déjà été inspectés une première fois et les résultats sont négatifs.

Recommandations

Il est recommandé de prioriser les inspections de ces ruchers au même titre que les inspections dans les zones réglementées dans la mesure du possible.

- **Mise en place d'indicateurs épidémiologique et de réalisation**

Il est important d'évaluer régulièrement la situation épidémiologique ainsi que la mise en place des mesures, pour ajuster au mieux la surveillance et ses objectifs.

Cette évaluation pourrait se baser sur le suivi de deux types d'indicateurs :

- Des indicateurs épidémiologiques, permettant de suivre l'évolution de l'infestation ;
- Des indicateurs de suivi de la surveillance, permettant de suivre la mise en place des visites de ruchers.

Les tableaux en annexe présentent des propositions d'indicateurs à mettre en place dans les différentes zones de l'île et à calculer par rucher.

- **Conclusion et recommandations pour la question 1**

Les mesures mises en place par la DGAl pour la surveillance programmée d'*A. tumida* sur l'île de la Réunion se basent sur les préconisations du document guide du LRUE. Elles ont été adaptées aux spécificités et aux contraintes rencontrées à La Réunion.

L'Anses souligne l'importance **d'intégrer les biais et incertitudes engendrés par les contraintes de terrain dans l'évaluation régulière des résultats de terrain** et des mesures mises en place. Ainsi, cette prise en compte permettra de mieux appréhender la situation épidémiologique et, au besoin, de réévaluer les objectifs de la surveillance.

A ce titre, **il est conseillé de mettre en place des indicateurs épidémiologiques et de suivi** de la surveillance pour faciliter l'évaluation de la surveillance et de la situation épidémiologique.

L'Anses recommande de reprendre la sélection des ruchers dans les zones non réglementées et ce afin de limiter le risque de non faisabilité de l'échantillonnage des ruchers à inspecter.

Face aux enjeux d'éradication, les efforts de surveillance programmée doivent être maintenus et poursuivis dans l'ensemble de l'île afin de compléter l'état des lieux et le suivi de la situation sanitaire. Cependant, **une priorisation des mesures pourrait s'avérer nécessaire au vu des moyens disponibles**. Afin d'améliorer le dispositif de surveillance, **l'Anses recommande de prioriser la mise en place et le suivi régulier de ruchers sentinelles dans les zones règlementées et dans une zone d'attention de 5 km autour de ces dernières.**

Il est aussi recommandé de poursuivre la surveillance programmée durant l'année à venir. Cependant, cette surveillance devra peut-être être adaptée selon l'évolution de la situation épidémiologique et des objectifs de surveillance.

Enfin, il est à souligner que la surveillance évènementielle demeure un élément essentiel et complémentaire au dispositif de surveillance programmé décrit dans cette note. La sensibilisation et la formation des apiculteurs doit se poursuivre afin de renforcer leur vigilance face à ce danger sanitaire émergent.

3.3. Question 2 : Réflexion autour de l' « endémisation » et des résultats de surveillance et critères qui traduiraient une installation durable d'*A. tumida* sur l'île de La Réunion

L'objectif de la demande est d'identifier à partir de quel moment la situation évoluerait d'une manière qui mettrait l'objectif d'éradication[12] hors de portée et où une évolution des mesures de gestion serait à envisager.

Cette question est complexe et doit être traitée à plusieurs niveaux. Au-delà des aspects biologiques et épidémiologiques, d'autres éléments sont en effet à prendre en considération dans la réflexion, en particulier la capacité des moyens (humains et financiers) à mobiliser pour mettre en place les mesures de lutte et de surveillance (à court, moyen et long terme), ainsi que les conséquences socio-économiques et environnementales que cela implique (Schäfer *et al.* 2019; Toma *et al.* 2010).

Le périmètre de la réponse donnée dans le cadre de cette saisine concerne uniquement les aspects biologiques et épidémiologiques.

[12] Eradication : « Actions conduisant à l'élimination totale d'une maladie grâce à la suppression de sa cause, dans une partie ou la totalité du monde, et situation en résultant. » (AEEMA 2022)

3.3.1. Notion d' « endémisation » d'un danger sanitaire

En termes épidémiologiques, la situation actuelle d'*A. tumida* à La Réunion pourrait être qualifiée de maladie émergente[13] de type épizootique[14], de par son incidence. Ainsi, une installation durable du ravageur pourrait être traduite par le passage de ce statut à celui de maladie « enzootique ».

Selon le référentiel de terminologie de l'Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales (AEEMA 2022), une enzootie est une « maladie, cliniquement exprimée ou non, sévissant habituellement chez l'animal dans une région donnée ». Il est à noter que cette définition très généraliste ne donne pas de critères précis permettant de caractériser ce statut.

L'établissement d'*A. tumida* sur un territoire pourrait être défini comme un état où la population du petit coléoptère des ruches se maintiendrait par reproduction naturelle, sans nouvelle introduction.

3.3.2. Retour d'expérience des territoires où *A. tumida* a été précédemment introduit

L'expérience des pays où *A. tumida* a été introduit montre que la détection précoce est un élément crucial dans les chances de réussite des efforts d'éradication (Schäfer *et al.* 2019). En effet, dans les nombreuses situations où la détection a été tardive et caractérisée par une dispersion du ravageur et un nombre de cas importants, l'éradication n'a pas été possible ou n'a pas été envisagée.

Tel est le cas par exemple aux Etats-Unis (EU), où la présence d'*A. tumida* n'a été officiellement confirmée que deux ans après sa détection. Les premiers spécimens avaient en effet été collectés, mais non identifiés, en novembre 1996 en Caroline du Sud par un apiculteur amateur, dont le domicile était proche d'un important port commercial. Ce n'est qu'en juin 1998, en Floride, que d'autres spécimens ont été identifiés pour la première fois comme *A. tumida*. Pendant les mois qui ont suivi, le petit coléoptère des ruches a été mis en évidence dans de nombreux endroits de Floride, de Caroline du Sud et de Géorgie. L'éradication n'était donc plus possible. Il est probable qu'il y ait eu plusieurs introductions simultanées d'*A. tumida* dans plusieurs ports, expliquant sa dispersion rapide entre 1996 et 1998. Par la suite, le coléoptère s'est diffusé rapidement en cinq ans à travers les Etats-Unis probablement avec les mouvements de colonies (Hood, 2004).

Au Canada, le petit coléoptère des ruches a été découvert en août 2002 dans la province du Manitoba. De larges enquêtes ont été menées au Manitoba durant le printemps et l'été 2003. Aucune activité du coléoptère n'ayant été détectée, il a été conclu qu'*A. tumida* n'avait pas pu établir une population durable. L'introduction des coléoptères faisait suite à l'importation de cire d'abeille provenant du Texas (EU) (Hood, 2004). Les années suivantes, d'autres foyers ont été mis en évidence dans les provinces d'Alberta, du Manitoba à nouveau, du Québec et de l'Ontario. En Ontario, une population d'*A. tumida* est considérée comme établie dans le comté d'Essex (au sud du Canada, et à proximité de la ville de Detroit aux Etats-Unis) depuis

[13] Une maladie émergente est une « maladie dont l'incidence réelle augmente de manière significative dans une population donnée, d'une région donnée et pendant une période donnée, par rapport à la situation épidémiologique habituelle de cette maladie. » (AEEMA 2022)

[14] Une « épizootie » correspond aux situations suivantes : « Grand nombre d'animaux et/ou d'élevages affectés par une maladie, en un court laps de temps, dans une région donnée. » ou « Survenue d'une maladie ou d'un autre évènement de santé affectant un nombre d'animaux et/ou d'élevages nettement supérieur à celui attendu pour une région et une période données ». (AEEMA 2022)

2010. Des mesures de restriction de mouvements concernant les colonies d'abeilles et le matériel apicole ont été mises en place dans la région afin de protéger les territoires encore indemnes. Lorsque des foyers sont découverts ailleurs dans la province, les colonies sont soit détruites, soit déplacées dans le comté d'Essex (Neumann *et al.* 2016).

En Australie, la première détection d'*A. tumida* date d'octobre 2002. Des petits coléoptères des ruches ont été découverts dans des colonies d'abeilles à Richmont dans l'Etat de Nouvelle-Galles du Sud, sur la côte Est du pays. Des hypothèses mentionnent qu'*A. tumida* pouvait être présent en Australie six mois avant leur découverte. Une enquête conséquente a été menée d'octobre 2002 à janvier 2003 en Nouvelle-Galles du Sud. Quelques foyers ont été mis au jour à l'ouest de Sydney dans des colonies d'abeilles et dans des essaims sauvages (colonies férales). Le gouvernement australien a donc décidé de ne pas appliquer de mesures conduisant à l'éradication du parasite. Les premières détections d'*A. tumida* en Australie ont été faites près d'un important port commercial mais aucune preuve n'a été apportée sur les causes de son introduction (Hood, 2004). Le transport de colonies ou de matériel infesté à travers le pays a donné lieu à la détection de nouveaux foyers. Dans la région de Perth (Etat d'Australie-Occidentale, situé à l'ouest du pays), des colonies infestées par *A. tumida* ont été détectées et détruites en 2008, ce qui a conduit à l'éradication du foyer puisqu'aucun spécimen n'a été détecté depuis (Neumann *et al.* 2016).

Le dernier exemple intéressant d'introduction est celui de l'Italie, où des spécimens d'*A. tumida* ont été détectés dans la région de la Calabre, située au sud du pays, en 2014. Des mesures strictes d'assainissement ont été mises en place avec la destruction de ruchers entiers. Ces mesures n'ont pas permis l'éradication d'*A. tumida* en Italie. Cependant, aucun foyer durable n'a été détecté à l'extérieur de la Calabre à ce jour probablement grâce aux mesures de confinement strictes mises en place par les autorités sanitaires italiennes (interdiction de sortir du matériel apicole ou des colonies d'abeilles des zones règlementées). Des exceptions notables sont la détection de foyers en Sicile en 2014 et 2019, et dans la province de Cosenza en 2016. Pour ces trois cas, un lien épidémiologique direct a été mis en évidence avec la zone infestée de Calabre (mouvements de colonies en provenance de cette zone). Grâce au programme de surveillance mis en place en Italie, la détection précoce de ces foyers a permis une destruction rapide des ruchers infestés aboutissant à l'éradication d'*A. tumida* sur l'île de Sicile ainsi qu'à Cosenza (Mutinelli et Maroni Ponti 2017; Anses, 2018).

Depuis les années 2000, d'autres cas d'introduction ont été rapportés à travers le monde, mais il n'existe pas informations disponibles sur la stratégie mise en place sur ces territoires.

De manière générale, très peu de cas de tentative d'éradication du petit coléoptère des ruches ont été documentés.

Le succès de l'éradication dépend de la précocité de la détection et des mesures drastiques d'assainissement mises en place. Des situations ont, en effet, montré que l'éradication pouvait être possible et fructueuse comme à Perth, en Australie, ou en Sicile et à Cosenza, en Italie. Les seuls cas de cantonnement, documentés et réussis, sont observés au Canada et en Italie, et reposent sur une limitation des échanges de matériel apicole et de colonies d'abeilles.

Il est à noter enfin que les éléments disponibles dans la bibliographie sur ces différents retours d'expérience ne permettent pas d'identifier les critères épidémiologiques précis qui ont permis de rationaliser les décisions quant aux mesures de gestion mises en

œuvre. La situation est, en effet, à évaluer au cas par cas, chaque contexte ayant ses spécificités et ses propres enjeux.

3.3.3. Facteurs favorables à l'installation et à la dissémination d'*A. tumida* à La Réunion

La question d'une installation durable d'*A. tumida* à La Réunion est à considérer dans le contexte particulier de l'île (conditions pédoclimatiques, environnement, spécificités de l'apiculture locale...). Différents facteurs peuvent, en effet, favoriser l'installation et la dissémination du petit coléoptère des ruches.

Dans le domaine de protection des végétaux, la norme de la Convention Internationale pour la Protection des Végétaux (CIPV) sur l'analyse du risque phytosanitaire pour les organismes de quarantaine propose une démarche et une liste de facteurs à prendre en considération pour estimer la « probabilité d'établissement » d'un organisme nuisible dans une zone. Elle peut être transposée au risque « *A. tumida* » à La Réunion (CIPV 2019). Cette démarche consiste à comparer la situation dans la zone concernée par l'analyse avec la situation dans des zones où l'organisme nuisible est actuellement présent. Dans le cadre de cet AST, il n'a pas été possible de réaliser cette analyse poussée qui nécessite la collecte d'informations biologiques fiables dans la zone d'intérêt et s'appuie sur le jugement d'experts pour évaluer la probabilité d'établissement. Les paragraphes ci-dessous reprennent néanmoins des éléments de réflexion basés sur cette approche.

- Présence d'hôtes et d'hôtes alternes appropriés dans la zone

Les hôtes[15] connus pour *A. tumida* sont principalement les abeilles domestiques de l'espèce *Apis mellifera.* D'autres hôtes ont également été identifiés dans les zones où le petit coléoptère des ruches a été introduit : abeilles de l'espèce *Apis cerana*, bourdons de l'espèce *Bombus impatiens* et certaines espèces d'abeilles sociales sans dard (Neuman *et al.* 2016). Peu de données issues du terrain sont actuellement disponibles sur le rôle de ces espèces comme hôtes alternatifs pour *A. tumida*.

A La Réunion, seule l'espèce *Apis mellifera* est présente. Il n'existe pas d'autres insectes sociaux formant des colonies avec des réserves importantes de miel/nectar ou pollen, susceptibles d'être attractives pour *A. tumida.*

Les abeilles *(A. mellifera)* sont élevées par l'Homme dans le cadre des activités apicoles ou se multiplient à l'état sauvage dans l'environnement (colonies férales). A La Réunion, la présence d'essaims sauvages est rapportée par les apiculteurs qui, pour certains, les collectent pour le renouvellement de leur cheptel (Abbas, 2021). L'île comporte de nombreuses zones de forêt, propices au développement de colonies férales (Figure 1). Elles constituent des réservoirs[16] sauvages pour le petit coléoptère des ruches. Il est particulièrement important de prendre en compte cet élément dans la stratégie d'éradication actuellement en vigueur (Toma *et al.* 2010). La question du risque que représente ce réservoir dans le maintien de l'infestation sera abordée dans un prochain avis de l'Anses.

[15] Hôte (d'un agent pathogène biologique) : Groupe de sujets ou espèce qui peut héberger un agent pathogène biologique et en permettre la multiplication et/ou le développement dans des conditions naturelles. (AEEMA 2022)
[16] Réservoir (d'un agent pathogène biologique) : Entité assurant la conservation d'un agent pathogène biologique, considéré en tant qu'espèce, et sa fourniture aux sujets réceptifs. (AEEMA 2022)

La capacité d'essaimage des abeilles est un élément contribuant à la dispersion d'*A. tumida*, et au maintien du réservoir sauvage. L'essaimage des abeilles domestiques peut être maîtrisé par des techniques apicoles. Les particularités climatiques de La Réunion font que les essaimages sont importants en octobre-novembre et en mars-avril, périodes où une réduction plus ou moins marquée de la ressource alimentaire est observée (Abbas, 2021). Au vue des données disponibles, la période de mai à juillet 2022, où la présence d'*A. tumida* est confirmée, semble donc moins propice à l'essaimage des abeilles, et donc à la dissémination du petit coléoptère des ruches via la constitution d'un réservoir sauvage.

Enfin, il est à noter que des études en laboratoire ont montré qu'*A. tumida* pouvait se nourrir et effectuer un cycle biologique complet sur des fruits (voire d'autres denrées comme la viande), qui pourraient ainsi jouer un rôle de réservoir voire de vecteur[17] (Buchholz *et al.* 2008; Arbogast *et al.* 2009; Arbogast *et al.* 2010 ; Ellis *et al*. 2002). Cependant, sur le terrain, l'association entre *A. tumida* et des ressources alimentaires autres que les colonies d'abeilles sociales n'a pas été démontrée (Mutinelli *et al.* 2015; Mutinelli et Maroni Ponti 2017; Willcox *et al.* 2017). Au vu des connaissances disponibles, ce facteur n'apparait donc pas comme un élément majeur à prendre en considération dans l'établissement et la dispersion d'*A. tumida* dans l'île (Neuman *et al.* 2016 ; Schäfer *et al.* 2019).

- Caractère approprié de l'environnement

Le stade de développement nymphal est particulièrement sensible aux conditions climatiques et environnementales. Le climat de type tropical humide de l'île de La Réunion est propice à la multiplication d'*A. tumida* au regard des éléments connus du cycle du ravageur. La température et l'hygrométrie sont deux principaux facteurs influençant les paramètres de multiplication d'*A. tumida* et, de ce fait, la durée du cycle (estimation de 36 jours avec des températures comprises entre 24 et 28°C) (de Guzman *et al*. 2007). Les conditions optimales (température minimale de 21°C pour une éclosion des œufs en 48h, et humidité relative > 65%) sont souvent réunies tout au long de l'année sur une bonne partie de la bande côtière.

La température moyenne observée dans la zone de Saint-Philippe environ un mois avant que la présence d'*A. tumida* n'apparaisse confirmée (avril 2022) était de 25°C (avec des températures extrêmes de 20°C à 30°C). Cette température a diminué jusqu'en août, mais restant toujours aux alentours de 21°C (Figure 5a)[18].

De plus, la pluviométrie annuelle, et de ce fait l'humidité relative, est plus importante dans la partie Est et Sud de l'île et notamment dans la zone de Saint-Philippe où sont regroupés les cas (Figure 5b)[19].

[17] Vecteur (d'un agent pathogène) : Au sens large, correspond à tout ce qui permet le transport et/ou la transmission d'un agent pathogène ; Au sens strict, arthropode qui, à l'occasion de relations écologiques, acquiert un agent pathogène sur un hôte vivant et le transmet ensuite à un autre. (AEEMA 2022)

[18] Climatologie de l'année 2022 à Saint-Philippe - Le Baril (Infoclimat.fr) page web consultée le 05/09/2022

[19] Climat et hydrologie - Etude climatique (enseeiht.fr) page web consultée le 05/09/2022

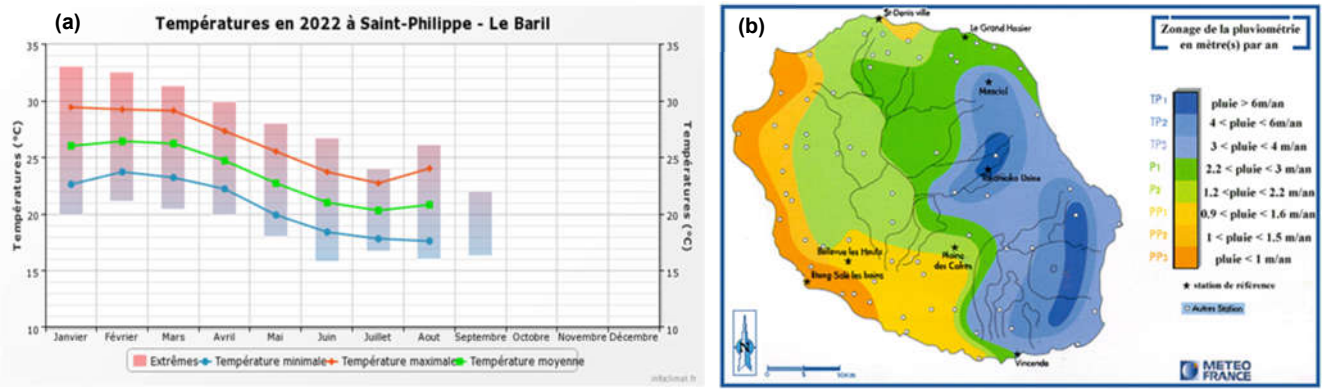

Figure 5 : Conditions climatiques sur l'île de La Réunion : a) Températures observées depuis le début de l'année 2022 sur la commune de Saint-Philippe, b) Conditions pluviométriques générales à La Réunion.

Parallèlement, ce type de climat, où la température moyenne varie entre 21 et 26°C tout au long de l'année, favorise l'absence de diapause et la présence de couvain et de réserves (pollen / miel) dans les colonies d'abeilles, augmentant leur attractivité pour le petit coléoptère des ruches et facilitant son développement.

Les deux facteurs impactant le plus la phase de pupaison sont la densité du sol et son humidité (Ellis *et al.* 2004 / de Guzman *et al.* 2009), ainsi un sol plutôt sablonneux et humide apparait comme optimal. Concernant la nature du sol rencontré sur les 12 sites des cas observés, celle-ci est très variée (Tableau 4).

Tableau 4 : Description des types de sol observés autour des 12 foyers : (a) données obtenues sur la base des questionnaires de visite de ruchers, (b) données obtenues lors du traitement des sols. (nd = données non fournies)

Numéro des cas	Zone	Type de sol	
		(a)	(b)
1	Saint Pierre (Z1)	Meuble / Sec	Terre
2	Saint Philippe (Z2)	Meuble / Humide	Terre / Enherbé
3	Saint Philippe (Z2)	nd	Terre / Enherbé
4	Saint Philippe (Z2)	nd	Lave / Enherbé
5	Saint Philippe (Z2)	Dur / Humide	Lave / Enherbé (forêt)
6	Saint Philippe (Z2)	nd	Terre / Enherbé
7	Saint Philippe (Z2)	nd	Arboré / Roche et terre (forêt)
8	Saint Philippe (Z2)	Meuble / humide	Production vanille (forêt)
9	Saint Philippe (Z2)	Meuble / Humide	Remblais
10	Saint Joseph (Z3)	Meuble / Humide	nd
11	Saint Philippe (Z2)	nd	Enherbé / Non arboré
12	Saint Philippe (Z2)	nd	Sol béton / Carrelage et terre

- Pratiques apicoles et mesures de lutte

Pratiques apicoles

Les mouvements de matériel apicole, d'abeilles vivantes, ou de produits de la ruche non transformés constituent des voies de dissémination majeures d'*A. tumida.* En effet, ils peuvent être à l'origine de son expansion rapide et sur de longues distances (Neumann *et al*. 2016 ; EFSA, 2015b). Les transhumances constituent de ce fait une pratique à risque.

A La Réunion, les miellées de baies roses et de letchis font l'objet de mouvements de transhumance importants du fait de la haute valeur commerciale de ces miels (Figure 2).

La période où la présence d'*A. tumida* apparaît confirmée (mai à juillet 2022) n'est pas concernée par ces miellées et est donc probablement moins propice aux mouvements de transhumance dans l'île.

Par ailleurs, la majorité des foyers d'*A. tumida* identifiés est située sur la commune de Saint-Philippe. La miellée principalement exploitée dans cette zone est la miellée de forêt qui a lieu toute l'année et qui, de fait, ne génère probablement pas de mouvements aussi importants que pour le letchi ou les baies roses.

Par ailleurs, la densité de ruchers apparaît plus faible dans ce secteur que dans les autres zones de l'île (Figure 1), ce qui pourrait également constituer une situation moins favorable à une reproduction et une dissémination rapide d'*A. tumida* par voisinage (vol) que sur le reste du territoire.

Mesures de lutte

En termes de lutte, les mesures d'assainissement drastiques mises en place dans les foyers détectés (destruction de l'ensemble des colonies du rucher et traitement insecticide du sol) et de restriction des mouvements apicoles dans les zones règlementées, apparaissent efficaces pour limiter le risque d'installation et de dissémination d'*A. tumida*.

Cependant, ces aspects sont à nuancer, car certains facteurs demeurent difficilement maîtrisables (ex : existence de ruchers non déclarés et donc non inspectés dans le cadre de la surveillance, présence de colonies férales difficiles à repérer et à investiguer, possibles mouvements illégaux de colonies ou de matériel).

L'étude de ces différents facteurs montre que **les conditions rencontrées sur l'île de La Réunion (climat, sol, environnement) sont propices à une installation d'*A. tumida.* Les colonies d'abeilles férales pourrait constituer un réservoir, difficile à maîtriser.**

Selon les informations collectées, **la période où la présence d'*A. tumida* apparaît confirmée (mai-juillet 2022) pourrait être moins favorable à une diffusion importante d'*A. tumida* par l'essaimage ou via les mouvements de transhumance.**

- **Critères épidémiologiques indicateurs d'une évolution vers l'« endémisation » du petit coléoptère des ruches**

Le suivi régulier d'indicateurs épidémiologiques (Tableau 5 et Tableau 6) permet d'évaluer la situation sanitaire et ainsi d'identifier les éléments susceptibles d'orienter les décisions de gestion à mettre en œuvre.

Les paragraphes suivants présentent une réflexion sur les indicateurs pouvant signifier une dégradation de la situation sanitaire.

- Précocité de la détection

Une éradication réussie n'est possible que si les nouvelles introductions sont détectées très précocement (Schäfer *et al.* 2019).

A la date du 09/09/2022, la date et l'origine de l'introduction d'*A. tumida* à La Réunion ne sont pas connues. Les enquêtes épidémiologiques conduites dans les 12 foyers détectés montrent cependant qu'il est présent au moins depuis le mois de mai 2022 dans l'île. Elles suggèrent également que la région de Saint-Philippe, qui comporte le plus de cas (10 foyers), pourrait être le lieu de la première introduction.

- Présence de colonies férales infestées

Selon Schäfer *et al.* (2019), la présence de colonies férales infestées est un facteur très négatif. Ces colonies peuvent en effet héberger *A. tumida* pendant plusieurs années, sans qu'elles ne soient détectées, et constituer ainsi un réservoir sauvage.
A la date du 09/09/2022, aucune colonie férale infestée par *A. tumida* n'a été détectée sur l'île de La Réunion.

- Prévalence de ruchers infestés et leur dispersion géographique

La prévalence permet de caractériser la situation à un instant donné. Une prévalence élevée de foyers sur une période donnée et la présence de cas dans plusieurs zones de l'île ou sur un territoire très étendu sont des éléments indiquant qu'il y a eu une reproduction et une dissémination d'*A. tumida.* Cette situation serait par ailleurs incompatible avec la mise en place de mesures d'éradication efficaces.
De même, si la densité de ruchers dans les zones infestées est importante, il sera difficile de déployer des moyens pour réaliser dans un temps court l'ensemble des inspections nécessaires à l'identification des cas.
A la date du 24/08/2022, la prévalence apparente de ruchers infestés sur l'île de La Réunion est de 5,7% avec un intervalle de confiance à 95 % de [2,6 - 8,85]. Il est à noter qu'elle varie de 2,4 % à 40 % selon les zones de protection.
Les 12 foyers sont localisés au sud de l'île. Ils sont concentrés pour la plupart sur une zone côtière d'un rayon d'environ 3,5 km, située sur la commune de Saint-Philippe (sud-est de l'île). Deux cas sont isolés de cette zone du sud de l'île : le premier foyer, détecté le 05/07/2022 sur la commune de Saint-Pierre (à l'ouest) et en lien épidémiologique direct avec la zone de Saint-Philippe (mouvement de ruches), et un foyer détecté le 19/07/2022 sur la commune de Saint-Joseph, situé à environ 13 km des cas détectés à Saint-Philippe (sans lien épidémiologique identifié, autre qu'une potentielle contamination par voisinage).

- Incidence des foyers

Une augmentation de l'incidence pourrait signifier qu'*A. tumida* n'est pas sous contrôle et que la stratégie mise en œuvre ne remplit pas ses objectifs.

Selon Schäfer *et al.* (2019), l'échec des mesures d'éradication des ruchers gérés sur deux saisons (i.e. présence de nouveaux cas au bout deux années de surveillance) suggèrerait la présence de réservoirs hors de portée de la lutte. Il serait alors prudent de passer de l'éradication au confinement.

La Figure 6 présente l'évolution par semaine de l'incidence des ruchers infestés par *A. tumida* depuis sa détection le 05/07/2022. Cinq nouveaux cas avaient été détectés la première semaine, correspondant à un taux d'incidence de 2,9 % [0,9-6,7]. Quatre puis trois nouveaux cas ont été détectés les deux semaines suivantes avant que l'incidence ne chute fin juillet, aucun nouveau cas n'ayant été détecté depuis le 22/07/2022. En se basant uniquement sur ces chiffres, l'incidence indiquerait un ralentissement de l'infestation dans le temps. Cependant, ces chiffres sont à nuancer puisque la surveillance mise en place présente des incertitudes (ruches non visitées) et que d'autres facteurs sont difficilement maîtrisables (voir "Pratiques apicoles et mesures de lutte").

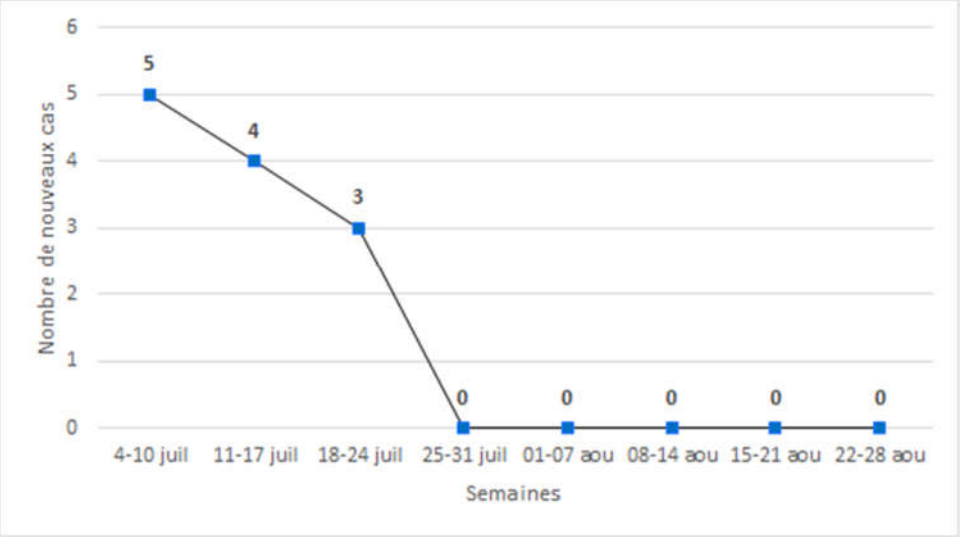

Figure 5 : Evolution de l'incidence d'*A. tumida* à La Réunion depuis sa détection le 05/07/2022 (situation au 24/08/2022)

- Infestation dans les ruchers

La présence de niveaux élevés d'infestation dans les ruchers peut être un indicateur d'une reproduction active d'*A. tumida*, de même que la présence de nombreux cas avec des larves (voire des œufs).
A la date du 09/09/2022, le niveau d'infestation dans les ruchers (nombre d'adultes divisé par le nombre de colonies visitées) varie de 0,06 à 3 spécimens (Tableau 2). Seules deux colonies avec des larves ont été détectées, dont une comportant 20 individus, qui était affaiblie et varroosée. Aucune des colonies infestées ne présentait de dommage apparent en lien avec une infestation par *A. tumida*.
La prévalence apparente "intra-rucher" de colonies infestées est très variable selon les foyers. Elle est comprise entre 5 et 100% (pour un rucher comportant une seule colonie).

Ces indicateurs sont à considérer avec précaution car leur évaluation comporte de nombreuses incertitudes. Le nombre et la localisation des ruchers présents sont mal connus, ce qui impacte la qualité des données épidémiologiques collectées. De même, il est difficile de connaître la densité de colonies férales, de les repérer et, de fait, de les inspecter. La méthode de détection d'*A. tumida* dans les colonies d'abeilles par examen visuel comporte également certaines limites. Ses performances (sensibilité notamment) sont mal connues et peuvent varier selon les conditions de la visite et l'expérience des personnes en charge des inspections (EFSA, 2015a). Par ailleurs, face aux réalités de terrain, il n'est pas

toujours possible d'atteindre les objectifs d'échantillonnage prévus dans chaque rucher. Ce facteur peut également avoir une influence sur la fiabilité des données recueillies.

Pour finir, il est important de noter que les indicateurs de suivi de la surveillance (Tableau 5 et Tableau 6) sont également à prendre en considération dans le suivi. Une atteinte partielle des objectifs de surveillance pourrait signifier un pronostic négatif pour le succès de la stratégie d'éradication.

- **Conclusion pour la question 2**

Il n'existe pas de schéma ou de critère précis permettant de conclure à une « installation durable » d'*A. tumida* sur un territoire. Différents paramètres sont, en effet, à prendre en compte dans la réflexion et doivent être adaptés aux spécificités de la zone.

Les conditions rencontrées à La Réunion apparaissent favorables à l'établissement du petit coléoptère des ruches.

Bien que l'état des lieux de la situation épidémiologique d'*A. tumida* sur l'île soit encore incomplet, les données disponibles offrent une vision positive quant à la possibilité d'une éradication. En effet, le nombre de foyers est relativement limité (12). Ces derniers sont localisés dans le sud de l'île et concentrés pour la plupart sur une zone côtière restreinte. Par ailleurs, au 09/09/2022, la détection du dernier foyer date d'il y a plus d'un mois.

Le suivi régulier de l'évolution d'indicateurs épidémiologiques permettrait d'identifier une dégradation de la situation sanitaire, qui pourraient faire évoluer la stratégie de surveillance et de lutte.

Cependant, au-delà du contexte épidémiologique, la décision de conclure à une "endémisation" d'A*. tumida*, qui aurait pour conséquence la levée des mesures d'éradication pour passer, par exemple, à des mesures de "cantonnement" (ou « enrayement »[20], selon le terme utilisé en santé des végétaux) doit s'inscrire dans un raisonnement plus global, basé sur différents aspects, notamment :

- Le rapport « coût / bénéfice » de chaque stratégie, en prenant en compte un ensemble de facteurs, notamment d'ordres économiques (directs et indirects), sociologiques et écosystémiques.
- La capacité des moyens humains et financiers pouvant être déployés à court, moyen et long terme pour déployer les mesures de lutte et de surveillance. Ces moyens doivent être suffisants et réactifs pour répondre aux objectifs définis.

Il est à noter qu'un modèle spatial de la dynamique d'infestation par *A. tumida* à La Réunion est en cours d'élaboration. Ce projet, conduit par le CIRAD, inclut différents paramètres (biologie d'*A. tumida*, conditions pédoclimatiques, pratiques apicoles réunionnaises, lutte...). **Il pourrait servir d'aide à la décision, en simulant la dispersion du petit coléoptère des ruches en fonction des mesures de contrôle déployées sur le terrain.**

[20] Enrayement : application de mesures phytosanitaires dans ou autour d'une zone infestée afin de prévenir la dissémination d'un organisme nuisible.

3.4. Conclusion générale et autres recommandations

La stratégie de surveillance et de lutte mérite une réflexion approfondie, basée sur des éléments objectifs. Cette stratégie est à adapter en fonction de l'évolution de la situation épidémiologique.

A cette fin, l'Anses recommande :

- **La création d'un groupe pluridisciplinaire**, pour appuyer le pilotage dans la gestion de crise, associant différents acteurs clés impliqués dans la surveillance et la lutte.
- **Le déploiement et le suivi régulier de ruchers sentinelles gérés par l'Etat** dans les zones règlementées et dans une zone d'attention de 5 km autour de ces dernières pour permettre une détection précoce d'*A. tumida*.
- **La création d'un tableau de bord, constitué d'indicateurs de suivi** pertinents à définir et réévaluer en fonction des objectifs attendus. La présente note d'appui scientifique et technique propose une liste d'indicateurs épidémiologiques et de réalisation de la surveillance (Tableau 5 et Tableau 6 6), qui pourraient être complétés par d'autres indicateurs relatifs au suivi des mesures de gestion.
- **L'évaluation régulière de la situation,** afin d'agir rapidement pour, si nécessaire, réévaluer les objectifs et adapter la stratégie déployée.

Dr Roger Genet

MOTS-CLÉS

Aethina tumida, surveillance programmée, La Réunion, petit coléoptère des ruches, installation durable

Aethina tumida, active surveillance, La Réunion, small hive beetle, establishment

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.

AEEMA. 2022. "Terminologie en épidémiologie. ." Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales (AEEMA). Consulté le 30/08/2022. http://aeema.vet-alfort.fr/index.php/ressources-en-epidemiologie/terminologie-en-epidemiologie-animale/terminologie

Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). 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 (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). 2019. Avis relatif à la "Hiérarchisation des dangers sanitaires d'intérêt présents ou susceptibles d'être introduits dans les DROM chez les abeilles mellifères". Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 79.

Arbogast, R. T., B. Torto, S. Willms et P. E. Teal. 2009. "Trophic habits of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae): their adaptive significance and relevance to dispersal." Environ Entomol 38 (3): 561-8. https://doi.org/10.1603/022.038.0307

Arbogast, R. T., Baldwyn Torto et Peter E. A. Teal. 2010. "Potential for population growth of the small hive beetle *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) on diets of pollen dough and oranges." The Florida Entomologist 93 (2): 224-230.

Benuszak, J., M. Brown, M. P. Chauzat, V. Duquesne, S. Franco., C. Gourlay-France, P. Kryger, M. Laurent, F. Mutinelli, M.-P. Riviere, M. Schäfer et R. Watkins. 2019. European Union Reference Laboratory for Bee health (EURL), Guidance document for the management of the small hive beetle (*Aethina tumida*) infestation in soil. First version (April 2019). Anses, Sophia Antipolis Laboratory, 21.

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/10.3827/IBRA.1.47.3.08.

Cannon, R. M. 2001. "Sense and sensitivity--designing surveys based on an imperfect test." Prev Vet Med 49 (3-4): 141-63. https://doi.org/10.1016/s0167-5877(01)00184-2.

Centro di Referenza nazionale per l'apicoltura. 2021. *Aethina tumida* - piano di sorveglianza nazionale - anno 2021. edité par IZS di Padova.

Chauzat, M.-P., M. Laurent, M. Brown, P. Kryger, F. Mutinelli, S. Roelandt, S. Roels, Y. Van der Stede, M. Schäfer, S. Franco, V. Duquesne, M.-P. Riviere, M. Ribiere-Chabert et P. Hendrikx. 2016. European Union Reference Laboratory for Honeybee Health, Guidelines for the surveillance of the small hive beetle (*Aethina tumida*) infestation. Updated version (April 2016). Anses, Sophia Antipolis Laboratory, 21.

CIPV. 2019. Analyse du risque phytosanitaire pour les organismes de quarantaine. Rome: CIPV, FAO.

DG de Sanidad de la Producción Agraria. 2016. Manual practico de operaciones en la lucha contra *Aethina tumida* y Tropilaelaps spp. edité par SG de Sanidad e Higiene Animal y Trazabilidad.

de Guzman, Lilia I. et Amanda M. Frake. 2007. "Temperature affects *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) Development." Journal of Apicultural Research 46 (2): 88-93. https://doi.org/10.1080/00218839.2007.11101373.

de Guzman, Lilia I., Jacquelyn A. Prudente et Thomas E. Rinderer. 2009. "Population of small hive beetles (*Aethina tumida* Murray) in two apiaries having different soil textures in Mississippi."

Ellis, James D., Jr, Randall Hepburn, Barry Luckman et Patti J. Elzen. 2004. "Effects of Soil Type, Moisture, and Density on Pupation Success of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae)." Environmental Entomology 33 (4): 794-798. https://doi.org/10.1603/0046-225x-33.4.794.

Ellis, James D., Peter Neumann, Randall Hepburn et Patti J. Elzen. 2002. "Longevity and Reproductive Success of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) Fed Different Natural Diets." Journal of Economic Entomology 95 (5): 902-907. https://doi.org/10.1093/jee/95.5.902.

Esnault, O. 2013. Bilan sanitaire de la filière apicole réunionnaise et évaluation des risques d'introduction d'agents pathogènes exotiques. 75.

Esnault, O. 2018. "Diversité des agents pathogènes de l'abeille dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien dans un contexte d'invasion récente de *Varroa destructor* et mortalités associées." Thèse de doctorat : Sciences. Université de la Réunion (2018LARE0044). https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02307585.

Esnault, O., J. Sinelle, H. Bègue, S. Lesquin, B. Reynaud et Delatte H. 2014. "Caractérisation de l'apiculture réunionnaise : chiffres-clés, pratiques et typologie." Santé de l'abeille 262: 38.

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.

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.

Friedrich Loeffler Institut. 2017. "Konzept zur Ausrottung bzw. Bekämpfung des Kleinen Beutenkäfers *Aethina tumida* in Deutschland. 10.

Hood, William Michael. 2004. "The small hive beetle, *Aethina tumida*: a review." Bee World 85 (3): 51-59. https://doi.org/10.1080/0005772X.2004.11099624.

L'office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. 2022. Directives techniques relatives aux mesures à prendre en cas d'infestation par le petit coléoptère de la ruche (*Aethina tumida*). edité par Département fédéral de l'intérieur.

Marris, G., Brown, M., Flatman, I., Wattam, A., Phillipson, B., Chadwick, K., McIntosh, L. 2012. "Contingency Planning for the Small Hive Beetle." Bee Craft, June 2012, 5.

Mutinelli, F., G. Federico, S. Carlin, F. Montarsi et P. Audisio. 2015. "Preliminary investigation on other Nitidulidae beetles species occurring on rotten fruit in Reggio Calabria province (south-western Italy) infested with small hive beetle (*Aethina tumida*)." Journal of Apicultural Research 54 (3): 233-235. https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1142733.

Mutinelli, F. et A. Maroni Ponti. 2017. Update on the occurence of small hive beetle, *Aethina tumida* Murray, in Italy. 31.

Neumann, P. et P.J. Elzen. 2004. "The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida*, Coleoptera: Nitidulidae): Gaps in our knowledge of an invasive species." Apidologie 35 (3): 229-247.

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/https://doi.org/10.1007/s13592-016-0426-x.

Schäfer, M. O., I. Cardaio, G. Cilia, B. Cornelissen, K. Crailsheim, Gi. 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.

Spiewok, S. et P. Neumann. 2006. "Cryptic low-level reproduction of small hive beetles in honey bee colonies." Journal of Apicultural Research 45 (1): 47-48.

Toma, B., B. Dufour, J.J. Bénet, M. Sanaa, A. Shaw et F. Moutou. 2010. Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures - 3e édition. 3e édition ed. Maisons-Alfort (France): AEEMA.

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.

CITATION SUGGÉRÉE

Anses. (2022). Note d'appui scientifique et technique relatif à « La surveillance et la gestion du petit coléoptère des ruches (*Aethina tumida*), suite à sa détection sur l'île de La Réunion début juillet 2022 ». (saisine 2022-SA-0141). Maisons-Alfort : Anses, 39 p.

ANNEXE : PROPOSITIONS D'INDICATEURS EPIDEMIOLOGIQUES ET DE SUIVI DE LA SURVEILLANCE

Tableau 5 - Propositions d'indicateurs épidémiologiques et de suivi de la surveillance mise en place suite à l'introduction du petit coléoptère des ruches par zone.

Les intitulés des colonnes correspondent aux différentes zones de l'île telles que définies dans le tableau 2

	ZP1	ZS1	ZP2	ZS2	ZP3	ZS3	HZR	La Réunion	Indicateurs
Taux de ruchers visités nombre de ruchers visités/nombre de ruchers sélectionnés)									épidémiologiques de suivi
Prévalence apparente de l'infestation par le PCR (IC 95%) (nombre de ruchers infestés/nombre de ruchers visités)									épidémiologiques
Taux de ruchers négatifs (nombre de ruchers non infestés/nombre de ruchers visités)									épidémiologiques
Nombre de ruchers suspects (en cours de confirmation)									de suivi
Taux de ruchers infirmés (nombre de ruchers négatifs/nombre de ruchers suspectés[1])									de suivi
Taux de colonies visitées (nombre de colonies visitées/nombre de colonies sélectionnées)									épidémiologiques de suivi
Taux de visites conformes[2] (nombre de ruchers avec 100% du nombre de colonies sélectionnées visitées/nombre de ruchers visités)									de suivi
Taux de colonies infestées (nombre de colonies infestées/nombre de colonies visitées)									épidémiologiques
Incidence[3] (nombre de nouveaux cas au cours d'une période donnée à définir e.g. semaine, mois)									épidémiologiques
Taux de colonies infestées par des adultes (nombre de colonies présentant des adultes/nombre de colonies infestées)									épidémiologiques
Taux de colonies infestées par des larves (nombre de colonies présentant des larves/nombre de colonies infestées)									épidémiologiques

[1]Nécessitant confirmation par le LNR

[2]Selon l'échantillonnage des colonies mis en place

[3] Cette indicateur fournit une information dynamique sur l'infestation. Ainsi il peut être pertinent de le présenter sous forme de graphe évolutif.

Tableau 6 Propositions d'indicateurs épidémiologiques et de suivi de la surveillance mise en place suite à l'introduction du petit coléoptère des ruches par rucher

	Rucher 1	Rucher 2	Rucher n
Taux de colonies visitées			
Taux de complétion des visites (nombre de colonies visitées/nombre de colonies sélectionnées)			
Délai entre première visite et recontrôle			
Prévalence intra-rucher (IC 95%) (nombre de colonies infestées/nombre de colonies visitées)			
Niveau d'infestation par des adultes dans le rucher (nombre d'adultes retrouvés/nombre de colonies visitées)			
Niveau d'infestation par des larves dans le rucher (nombre de larves retrouvés/nombre de colonies visitées)			