



**MASTER**  
**BE-SCIENCES POUR L'ENVIRONNEMENT**  
**SPECIALITE MALADIES TRANSMISSIBLES : ENVIRONNEMENT, DYNAMIQUE**  
**PARCOURS SAEPS**  
**SANTE ANIMALE ET EPIDEMIOSURVEILLANCE DANS LES PAYS**  
**DU SUD**

---

**RAPPORT DE STAGE DE DEUXIEME ANNEE**

**ANALYSE DE RISQUE QUALITATIVE DE L'ARRIVEE DE *VARROA DESTRUCTOR* SUR L'ILE DE LA REUNION et ses conséquences pour les filières apicoles et associées.**

**Présenté par**

**Angélique PORCIANI**

Réalisé sous la direction de : Olivier ESNAULT (Dr Vétérinaire) et Eric Cardinale

Organisme et pays : GDS 974 REUNION

Période du stage : 10 Avril 2012 au 17 Août 2012

Date de soutenance : 12-13 Septembre 2012

CIRAD-DIST  
Unité bibliothèque  
Lavalette



CIRAD

\*0000122135\*

# Sommaire

RESUME	- 5 -
REMERCIEMENTS	- 6 -
INTRODUCTION	- 1 -
MATERIEL ET METHODES	- 5 -
1. L'ANALYSE DE RISQUE	- 5 -
1.1. Définition	- 5 -
1.2. L'identification des dangers	- 5 -
1.3. Appréciation du risque	- 5 -
1.3.1. Appréciation de l'émission	- 6 -
1.3.2. Appréciation de l'exposition	- 6 -
1.3.3. Appréciation des conséquences sanitaires et économiques	- 6 -
1.3.4. Estimation du risque	- 6 -
1.3.5. Incertitude et variabilité	- 6 -
1.4. Gestion du risque	- 7 -
1.4.1. Evaluation du risque	- 7 -
1.4.2. Mesure de diminution du risque	- 7 -
1.5. Communication du risque	- 7 -
2. COLLECTES D'INFORMATIONS	- 7 -
RESULTATS	- 8 -
1. TYPOLOGIE DES APICULTEURS	- 8 -
2. ANALYSE DE RISQUE QUALITATIVE	- 10 -
2.1. Risque d'émission	- 10 -
2.1.1. Survie du parasite	- 10 -
2.1.2. Introduction de <i>Varroa destructor</i> par les abeilles vivantes	- 10 -
2.1.1.1. Mesures de contrôle et détection des intrants	- 11 -
2.1.1.2. Introduction volontaire	- 12 -
2.1.1.3. Introduction accidentelle	- 15 -
2.1.3. Introduction de <i>Varroa destructor</i> par le matériel	- 17 -
2.1.4. Conclusion sur le risque d'émission de <i>Varroa destructor</i>	- 19 -
2.2. Risque d'exposition	- 19 -
2.2.1. Abeilles vivantes: suite à une introduction volontaire	- 19 -
2.2.2. Abeilles vivantes : suite à une introduction accidentelle	- 20 -
2.2.3. Matériel	- 21 -
2.2.4. Conclusion sur le risque d'exposition des abeilles réunionnaises à <i>Varroa destructor</i>	- 22 -
2.3. Probabilité de survenue du danger	- 22 -
2.4. Communication	- 22 -
2.5. Conséquences	- 22 -
2.5.1. Les conséquences directes	- 22 -
2.5.2. Coût des traitements	- 24 -
2.5.3. Pertes indirectes pour les métiers associés à l'apiculture	- 25 -
2.5.4. Conclusion sur les conséquences de l'arrivée du parasite	- 25 -
2.6. Estimation du risque	- 25 -
DISCUSSION	- 25 -
1. ENQUETE	- 25 -
2. INCERTITUDE DES DONNEES SUR <i>VARROA DESTRUCTOR</i> ET <i>A.M. UNICOLOR</i> A LA REUNION	- 26 -
3. DISCUSSION DES RESULTATS	- 26 -

3.1.	Typologie des pratiques apicoles de La Réunion	- 26 -
3.2.	Risque d'émission	- 27 -
3.3.	Risque d'exposition	- 28 -
3.4.	Estimation de survenue de danger	- 28 -
3.5.	Conséquences	- 29 -
<b>RECOMMANDATIONS</b>		<b>- 29 -</b>
<b>AUTRES MALADIES A RISQUE POUR LES ABEILLES DE LA REUNION</b>		<b>- 30 -</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>		<b>- 31 -</b>
<b>ANNEXES</b>		<b>- 34 -</b>
ANNEXE 1 :	CYCLE DE REPRODUCTION DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i>	34 -
ANNEXE 2 :	VARIATION CLIMATIQUE EN FONCTION DE L'ALTITUDE A LA REUNION	34 -
ANNEXE 3 :	MATRICE DE MULTIPLICATION DE PROBABILITE	35 -
ANNEXE 4 :	QUESTIONNAIRE TYPOLOGIE DES APICULTEURS	35 -
ANNEXE 5 :	QUESTIONNAIRE D'ENQUETE	37
ANNEXE 6 :	INTRODUCTION DE LA VIGNE MARRONNE ( <i>RUBUS ALCEIFOLIUS</i> )	51
ANNEXE 7 :	IMPORTATION D'INSECTE A LA REUNION	52
ANNEXE 8 :	TABLEAUX INTERMEDIAIRES D'EVALUATION DES PROBABILITES D'INTRODUCTION VOLONTAIRE, ACCIDENTELLE ET PAR LE MATERIEL	52
ANNEXE 9 :	ORIGINE AVIONS ET BATEAUX (AEROPORT ROLLAND GARROS, ST DENIS, 2011 ET 2012)	54
ANNEXE 10 :	EXPERIENCE SUR LA SURVIE DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> A MADAGASCAR SUR DIFFERENT TYPE DE SUPPORT	56
ANNEXE 11 :	ARTICLES PARUS APRES LA PREMIERE JOURNEE DE SENSIBILISATION	57
ANNEXE 12 :	PRODUCTION DE MIEL (COOPEMIEL ET APICULTEUR PROFESSIONNEL, MR FONTAINE PASCAL)	59
ANNEXE 13 :	COUT DES TRAITEMENTS LES APICULTEURS DE LA REUNION	60
ANNEXE 14 :	LISTE DES PRODUCTIONS DEPENDANTES DE LA POLLINISATION DES ABEILLES	61

#### TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 :	CARTE DE L'ILE DE LA REUNION (©GEOATLAS)	- 3 -
FIGURE 2 :	LES COMPOSANTES DE L'APPRECIATION DU RISQUE SELON L'OIE (TOMA ET AL., 2010)	- 5 -
FIGURE 3 :	GRILLE D'APPRECIATION POUR L'ANALYSE DE RISQUE QUALITATIVE (ANSES, 2008)	- 6 -
FIGURE 4 :	REPARTITION DES APICULTEURS PAR CLASSE	- 9 -
FIGURE 5 :	CARTE DE REPARTITION DES APICULTEURS PAR COMMUNES (ILE DE LA REUNION)	- 9 -
FIGURE 6 :	MODELE CONCEPTUEL REPRESENTANT LES DIFFERENTES VOIES D'INTRODUCTION POSSIBLE DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> PAR LES ABEILLES VIVANTES.	11 -
FIGURE 7 :	SEQUENCE D'EVENEMENTS NECESSAIRE A L'INTRODUCTION VOLONTAIRE DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> PAR DES ABEILLES VIVANTES	13 -
FIGURE 8 :	CARTES DE REPARTITION DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> . (SOURCE : OIE, WAHID, 2012 ET ELLIS ET ZETTEL NALEN, 2010).	13 -
FIGURE 9 :	SEQUENCE D'EVENEMENT NECESSAIRE A L'INTRODUCTION ACCIDENTELLE DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> PAR DES ABEILLES	16 -
FIGURE 10 :	MODELE CONCEPTUEL D'INTRODUCTION DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> PAR MATERIEL APICOLE.	18 -
FIGURE 11 :	SEQUENCE D'EVENEMENTS NECESSAIRE POUR L'INTRODUCTION DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> PAR LE MATERIEL IMPORTE	18 -
FIGURE 12 :	SEQUENCE D'EVENEMENTS NECESSAIRES A L'EXPOSITION DES ABEILLES DE LA REUNION A <i>VARROA DESTRUCTOR</i> VIA UNE REINE INFESTEE	20 -
FIGURE 13 :	EXPOSITION DES ABEILLES DE LA REUNION A <i>VARROA DESTRUCTOR</i> VIA UN ESSAIM OU DES ABEILLES ISOLEES	21 -
FIGURE 14 :	SEQUENCE D'EVENEMENTS NECESSAIRES A L'EXPOSITION DES ABEILLES DE LA REUNION A <i>VARROA DESTRUCTOR</i> VIA DU MATERIEL D'OCCASION CONTAMINE	21 -
FIGURE 15 :	IDENTIFICATION DES ZONES A RISQUE LORS D'UNE INTRODUCTION ACCIDENTELLE D'UNE ABEILLE INFESTEE AU NIVEAU DU PORT. LES ZONES COLOREES SONT CELLES QUI SERONT INFESTEES EN PREMIER SI UNE INTRODUCTION SE PRODUIT A PARTIR DU PORT.	23 -
FIGURE 16 :	CORRELATION ENTRE L'ALTITUDE ET LE ZONAGE THERMOMETRIQUE, ©METEO FRANCE.	34 -

FIGURE 17 : TEMPERATURE MOYENNE ANNUELLE (EN °C) A LA REUNION, METEO FRANCE.-----	34 -
FIGURE 18 : MATRICE DE COMBINAISON DE PROBABILITE, AFSSA 2008. -----	35 -
FIGURE 19 : EVOLUTION DE LA PRODUCTION DE MIEL DE LA COOPEMIEL-----	60
TABLEAU 1 : PROPORTION DES APICULTEURS PAR TYPE DE NOTATION SUR LES CONNAISSANCES DU PARASITE-----	10 -
TABLEAU 2 : PAYS A RISQUE POUR L'INTRODUCTION VOLONTAIRE POUR LES DIFFERENTS MOYENS DE TRANSPORT-----	14 -
TABLEAU 3 : PROBABILITE DE REALISATION D'UNE INTRODUCTION VOLONTAIRE SELON LES ABEILLES ET LE MOYEN DE TRANSPORT --	15 -
TABLEAU 4 : PAYS A RISQUE POUR L'INTRODUCTION DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> DANS LE CAS D'UNE INTRODUCTION ACCIDENTELLE -	16 -
TABLEAU 5 : PROBABILITE D'INTRODUCTION ACCIDENTELLE DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> SELON LES ABEILLES ET LE MOYEN DE TRANSPORT -	17 -
TABLEAU 6 : PROBABILITE D'EXPOSITION DES ABEILLES DE LA REUNION A <i>VARROA DESTRUCTOR</i> VIA UNE REINE INFESTEE INTRODUITE-	20 -
TABLEAU 7 : PROBABILITE D'EXPOSITION DES ABEILLES DE LA REUNION A <i>VARROA DESTRUCTOR</i> VIA UN ESSAIM OU DES ABEILLES	
ISOLEES-----	21 -
TABLEAU 8 : PROBABILITE D'EXPOSITION DES ABEILLES DE LA REUNION VIA DU MATERIEL INFESTE. -----	21 -
TABLEAU 9 : CHIFFRES MOYENS DE LA PRODUCTION DE MIEL (RAPPORT ADA, COOPEMIEL, APICULTEUR PROFESSIONNEL)-----	24 -
TABLEAU 10 : TARIFS DES TRAITEMENTS (FOURNISSEUR ALCYON)-----	24 -
TABLEAU 11 : IMPORTATION D'AUTRES INSECTES A LA REUNION (2009-2011). -----	52
TABLEAU 12 : PROBABILITES DE REALISATION DES DIFFERENTS ELEMENTS DE LA SEQUENCE D'INTRODUCTION PAR AVION-----	52
TABLEAU 13 : PROBABILITES DE REALISATION DES DIFFERENTS ELEMENTS DE LA SEQUENCE D'EVENEMENTS NECESSAIRE POUR	
L'INTRODUCTION DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> PAR BATEAU (INTRODUCTION VOLONTAIRE).-----	52
TABLEAU 14 : PROBABILITE D'INTRODUCTION DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> AVEC DES ABEILLES PAR COURRIER-----	53
TABLEAU 15 : PROBABILITES DE REALISATION DE L'INTRODUCTION ACCIDENTELLE DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> VIA ABEILLES VIVANTES PAR	
BATEAU-----	53
TABLEAU 16 : PROBABILITES DE REALISATION DE L'INTRODUCTION ACCIDENTELLE DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> VIA ABEILLES VIVANTES PAR	
AVION -----	53
TABLEAU 17 : PROBABILITES D'INTRODUCTION DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> PAR ESSAIM DANS DES CONTENEURS-----	53
TABLEAU 18 : PROBABILITE D'INTRODUCTION DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> PAR LE MATERIEL -----	54
TABLEAU 19 : PROBABILITE D'INTRODUCTION DE <i>VARROA DESTRUCTOR</i> VIA MATERIEL INFESTEE PAR COURRIER-----	54
TABLEAU 20: PRODUCTION DE MIEL PAR LA COOPEMIEL DE 2001 A 2012-----	59
TABLEAU 21 : PRODUCTION SUR 3 ANS D'UN APICULTEUR PROFESSIONNEL-----	60
TABLEAU 22 : PERTES ESTIMEES POUR DIFFERENTS TYPE D'APICULTEURS-----	60
TABLEAU 23 : PRODUCTION DEPENDANTE DE LA POLLINISATION DES ABEILLES (SOURCE : AGRESTE, DAAF ET PRODUCTEUR DE FRUIT)	
-----	61



## RESUME

La filière apicole réunionnaise est en plein développement et bénéficie d'un bon état sanitaire. *Varroa destructor* est un acarien hémophage des abeilles et joue un rôle majeur dans le syndrome d'effondrement des colonies. Son arrivée à Madagascar en 2010 a suscité de nombreuses inquiétudes parmi les apiculteurs réunionnais. Dans ce contexte, il a été nécessaire de mettre en place une analyse de risque de l'introduction du parasite afin d'évaluer son risque de survenue, mais aussi les conséquences sur la filière apicole et proposer des recommandations pour éviter son arrivée. Les résultats de l'analyse ont montré que le risque de survenue du danger est quasiment nul. En effet, le parasite a peu de chance d'arriver sur l'île et d'entrer en contact avec les abeilles réunionnaises. Cependant, s'il y parvient, l'impact sera très important pour la filière apicole avec une perte quasi totale de la production de miel (1 400 000 €). L'environnement indigène sera aussi durement impacté ainsi que les filières dépendantes de la pollinisation comme le maraîchage. Par conséquent, le risque global de l'arrivée du parasite est assez élevé pour l'île de La Réunion. Les recommandations de protection émises sont d'informer et de former de façon très fréquente les acteurs concernés (apiculteurs, services vétérinaires, douanes...), de mettre en place une surveillance passive et active des colonies, surtout à proximité des ports et aéroports, et d'interdire l'importation de tout élément pouvant être porteur de *Varroa destructor*.

Mots clé : *Varroa destructor*, abeille domestique (*Apis mellifera unicolor*), analyse de risque, île de La Réunion.

## ABSTRACT

The expanding beekeeping sector in La Réunion is free of major honey bee diseases. *Varroa destructor* is an ectoparasitic mite of honey bees. It is responsible for a lot of losses of honey bee colonies in the world since its introduction in Europe in the 70-80's. Its arrival in Madagascar in 2010 has raised many worries among beekeepers in La Réunion. In this context, it has been necessary to achieve a risk assessment of the introduction of *Varroa destructor* in the island. This analysis has permitted to evaluate the risk of occurrence of *Varroa* in La Réunion, and its potential impact on the beekeeping sector, as well as to make recommendations to limit the risks. Results of this analysis show that the risk of occurrence of *Varroa* is nearly nil. This means that the parasite has very little chances of reaching the island and getting in contact with bees of La Réunion. However, if it does, consequences will be very important for beekeeping, pollination dependent cultures and the indigenous environment. Therefore, the global risk of arrival of *Varroa* is quite high. Proposed recommendations are : frequent information and training of people concerned by the matter (beekeepers, veterinarians, customs...), active and passive monitoring of bee colonies, especially the ones located close to ports and airports and restricting the importation of all risk elements.

Key words : *Varroa destructor*, honey bees (*Apis mellifera unicolor*), risk assessment, Reunion island.

## REMERCIEMENTS

Je remercie Mr Huet Jérôme, Mr Bureau Frédéric et Mr Vuzet Luc de m'avoir accueilli au sein de GDS me permettant ainsi de réaliser mon stage.

Je tiens à remercier particulièrement le Dr Olivier ESNAULT d'avoir été mon maître de stage et de m'avoir appris autant de choses...

Je remercie également le Dr Eric CARDINALE pour ses précieux conseils sur l'analyse de risque.

Je remercie le Dr Philippe Jacquet d'avoir accepté d'être mon tuteur et de m'avoir conseillé quand il le fallait.

Merci à toutes les personnes qui m'ont permis d'obtenir des informations indispensables pour cette analyse : Mr François Payet, Mr Aubry Fred, Mr Grondin François, Mr Pinguet Olivier (PIF), les agents du CIRAD (3P), Mme Raveloson R. Lala H. et Mlle Rasolofoarivao Henriette de l'université des sciences d'Antananarivo, Mme Mansard Sylvie du service des douanes, les agents des Aéroports et Port, Mr Chane Hime Charles de la DAAF et Mr Hascoët.

Un grand merci à tous les apiculteurs qui m'ont fait un très bon accueil et m'ont fait découvrir le monde passionnant de l'apiculture.

Merci à Laurent d'avoir partagé son bureau et à Yannick pour ses conseils et relecture.

Merci au personnel du GDS pour les bons moments passés lors des repas.

Un grand merci à tous mes amis qui m'ont apportés leurs soutiens tout au long de ce stage malgré la distance: Audrey, Marina, Alexis, Marie....

Un grand merci à mes parents et à ma sœur pour leur soutiens sans faille.

## INTRODUCTION

Les activités humaines et notamment les échanges commerciaux ou informels, conduisent volontairement ou non à l'introduction d'espèces exotiques dans les écosystèmes. Les cas d'introductions involontaires sont nombreux : les Anophèles (*Anopheles sp.*) aux USA, le frelon asiatique (*Vespa velutina*) en Europe, le ver blanc de la canne à sucre (*Hoplochelus marginalis*) à La Réunion, etc. Heureusement, toutes les espèces introduites ne sont pas capables de se développer dans un nouveau milieu. Cependant, lorsque c'est le cas, elles sont parfois responsables de problèmes écologiques et sanitaires importants. En ce qui concerne les parasites, leur arrivée dans une population d'hôtes naïfs est bien souvent suivie d'une diminution importante des effectifs. Ceci est dû à leur forte sensibilité pour ces nouveaux parasites. C'est notamment le cas de *Varroa destructor* (Ahl *et al.*, ; Anderson and Trueman, 2000), acarien ectoparasite des abeilles responsable de la varroase. Cette maladie à déclaration obligatoire est responsable de nombreuses pertes parmi les abeilles du monde entier (Direction générale de l'alimentation, 2006; Le Conte *et al.*, 2010b). L'île de La Réunion, de part sa situation géographique est particulièrement sensible aux introductions d'agents pathogènes.

Les abeilles ont une importance économique et écologique non négligeable. En effet, les produits issus de l'apiculture sont utilisés dans de nombreux domaines comme l'agro-alimentaire, la médecine, etc. De plus, environ 35% des plantes utilisées pour la consommation humaine sont dépendantes de la pollinisation par les insectes, dont les abeilles (Delaplane and Mayer, 2000). La valeur, au niveau mondial, de la pollinisation par les abeilles s'élèverait à environ 153 milliard d'euros et en ce qui concerne leur impact sur les écosystèmes, il est tout simplement inestimable (Gallai *et al.*, 2008).

Cependant, le siècle dernier a connu une baisse importante du nombre de colonies d'abeilles sauvages et domestiques (Kraus and Page, 1995). C'est ce que les scientifiques ont qualifié en 2006 de "Colony Collapse Disorder" (CCD) ou syndrome d'effondrement des colonies. Ce phénomène, multifactoriel (VanEngelsdorp and Meixner, 2010; VanEngelsdorp D. *et al.*, 2009), est en partie lié aux infestations des colonies par de multiples parasites, dont *Varroa destructor*. Ce dernier peut en plus, transmettre de nombreux virus apiaires dont 18 sont connus pour le moment. Certains sont injectés lors de la ponction d'hémolymphe par l'acarien, c'est le cas du virus des ailes déformées (DWV) (Bowen-Walker *et al.*, 1999), du virus du Cachemire (KBV) (Chen *et al.*, 2004), du virus Israélien de la paralysie aigüe (IAPV) (Di Prisco. G *et al.*, 2011), etc. D'autres sont également suspectés d'être transmis de cette façon, comme le virus du couvain sacciforme (SBV) et de la paralysie aigüe (ABPV) (Tentcheva *et al.*, 2004). Il est également vecteur mécanique de bactéries, comme *Paenibacillus larvae*, responsable de la loque américaine (De Rycke *et al.*, 2002) et de champignons, comme *Aspergillus flavus* (Benoit *et al.*, 2004). Le syndrome d'effondrement des colonies est aussi lié à la pollution de plus en plus importante du milieu et des ruches par divers insecticides, à l'intensification de l'utilisation des terres agricoles, à la perte des ressources florales, ou encore à l'utilisation de plantes génétiquement modifiées, comme le Colza, et certainement d'autres facteurs non mis en évidence pour le moment (Dainat *et al.*, 2012; vanEngelsdorp *et al.*, 2009).

Néanmoins, même si *Varroa destructor* n'est pas seul responsable de ces mortalités importantes et brutales, il joue un rôle majeur dans ce phénomène. Aux Etats-Unis il a été responsable de la perte de 50 à 100% (selon les zones) des ruches durant l'hiver 2000-2001 (Kaplan, 2008; Pettis and Delaplane, 2010). Le même phénomène a pu être observé en Europe durant les hivers 2002, 2003 et 2005 (Le Conte *et al.*, 2010b). Ce parasite a donc un impact sanitaire et économique important dans les zones où il est présent.

## Varroa destructor

*Varroa destructor* (Anderson and Trueman, 2000) est à l'origine un parasite naturel de l'abeille asiatique, *Apis ceranae* (L.). Il a été découvert pour la première fois en 1904 sur l'île de Java et décrit sous le nom de *Varroa jacobsoni*. Depuis lors, il a été retrouvé fréquemment chez des colonies d'abeilles asiatiques sans qu'il y ait d'effet négatif, grâce à une relation hôte-parasite en équilibre (Donzé, 1995). Le transfert du parasite sur l'abeille européenne, *Apis mellifera* (L.), s'est certainement produit lors de l'importation de cette espèce d'abeille en Asie dans les années 40-50. Depuis, il a été fréquemment retrouvé dans des colonies d'*A. mellifera*. D'abord uniquement en Asie, puis, sa présence a été observée en Bulgarie en 1970, date supposée de sa première apparition en Europe (Grobov, 1976). Son aire de répartition s'est rapidement étendue jusqu'à devenir mondiale. Actuellement, seules l'Australie et quelques îles, dont La Réunion, en sont encore indemnes (Australian Government Australian Quarantine and Inspection Service, 2009).

*Varroa destructor* est un ectoparasite qui se nourrit de l'hémolymphe des larves et des abeilles adultes. Son cycle se compose d'une phase de reproduction et d'une phase de dispersion. La reproduction se déroule uniquement dans le couvain, au sein des alvéoles operculées (Annexe 1). Préférentiellement, les femelles *V. destructor* infestent les couvains mâles (Calderone and Kuenen, 2001) mais, chez *A. mellifera*, on retrouve des acariens dans tous les types de couvains (mâle et femelle) (Donzé *et al.*, 1996). La raison de cette préférence n'a pas encore été clairement établie, mais il est indéniable que le succès reproductif est plus important dans le couvain mâle (Lobb and Martin, 1997). Cela est certainement dû au temps d'operculation qui est long (330 à 360h contre 250 à 270h pour les femelles) et qui permettrait donc un meilleur développement de la descendance. L'infestation des cellules royales est anecdotique. Toutefois, lorsque cela arrive, cela entraîne chez le parasite une absence de descendants, probablement due à l'action acaricide de la gelée royale (Drijfhout *et al.*, 2005). Cette phase débute donc par l'entrée d'une femelle varroa, dite fondatrice, dans la cellule juste avant son operculation. Cette femelle est fécondée une seule fois dans sa vie et pourra pondre plusieurs fois, entre 1 et 2 cycles (Fries and Rozenkraz, 1996; Martin and Kemp, 1997), sans avoir besoin de renouveler l'accouplement. Le premier œuf pondu, haploïde, donnera un mâle (haploïde). Ensuite, viennent entre 4 à 6 œufs, diploïdes, qui deviendront des femelles. Les accouplements s'effectuent entre frères et sœurs, sauf en cas d'infestation multiple. Au bout de 12 jours environ, les nouvelles femelles et la femelle fondatrice sortent et partent infester d'autres cellules ou des abeilles adultes.

La phase de dispersion s'effectue de deux façons (Fries and Camazine, 2001). La première, au sein de la colonie par déplacement direct des femelles varroa d'une alvéole à l'autre ou en utilisant le déplacement des nourrices. La seconde, entre différentes colonies par utilisation du vol des butineuses. Ce dernier moyen de dispersion utilise deux comportements des abeilles : la dérive et le pillage. La dérive est une "erreur" des butineuses qui entrent dans la mauvaise ruche lors de leur retour. Ces abeilles sont généralement bien tolérées dans les nouvelles colonies et le phénomène est amplifié lors de grandes concentrations de ruches au même endroit. En ce qui concerne le pillage, il a lieu lorsque les ressources viennent à manquer et que les colonies les plus fortes vont piller les colonies les plus faibles. Cela permet la transmission horizontale et généralement unilatérale des parasites (Sakofski and Koeniger, 1986). Ce sont en effet les "pilleuses" qui se font contaminer car les colonies les plus faibles sont souvent les plus parasitées. Ainsi, le risque de contamination est augmenté. La transmission verticale s'effectue lors des essaimages, la nouvelle colonie emportant avec elle une partie de la population de parasites.



Les moyens de luttres sont divers, mais il est nécessaire de prendre en compte les conditions climatiques, les périodes de miellées, la présence du couvain et la densité de parasites avant d'entamer une stratégie de lutte. La pratique la plus courante est l'utilisation d'acaricides chimiques (Amitraze ou Thymol principalement) permettant de faire diminuer la population d'acariens en dessous d'un seuil de 50 individus par ruche (Wendling, 2012). En région tempérée, l'administration de ces produits se fait généralement en fin d'été à début automne. La colonie est particulièrement vulnérable à ce moment là du fait de la diminution du nombre d'ouvrières et de couvain. Le traitement permettra la survie hivernale de la colonie (Wendling, 2012). Cependant, l'utilisation des acaricides a des limites. En effet, ils ne tuent jamais 100% de la population d'acariens et les individus qui survivent risqueront de développer des résistances et former une population moins sensible (Le Conte *et al.*, 2010a). De plus, les résidus des produits chimiques peuvent se retrouver dans le miel et dans les éléments de la ruche, ce qui à long terme pourrait être néfaste aux abeilles et à la consommation de miel (Chauzat *et al.*, 2009).

### Contexte de l'étude

La Réunion est une île située dans le sud-ouest de l'océan Indien à 800 Km de Madagascar et à 150 km de l'île Maurice, terre la plus proche (Figure 1). Elle bénéficie d'un climat tropical humide, mais du fait des nombreux reliefs, on retrouve de nombreux microclimats avec des variations de températures importantes selon l'altitude (Annexe 2). De plus, l'Est et le Nord sont plus soumis aux précipitations (côtes au vent soumis aux Alizées) que le Sud et l'Ouest, protégés par les reliefs (côtes sous le vent). Deux saisons sont observées : la saison chaude et humide, de décembre à avril et la saison froide, l'hiver austral, de mai à novembre.

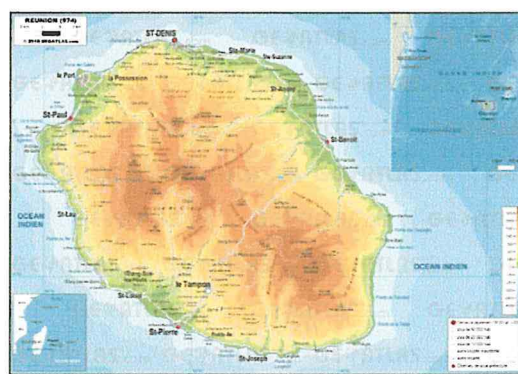


Figure 1 : Carte de l'île de La Réunion (©GEOATLAS)

Du fait de son statut d'île, les échanges, nécessaires et nombreux, peuvent être responsable de l'introduction d'espèces exotiques envahissantes. Cela a été le cas, entre autres, pour les rats (*Rattus rattus* et *R. norvegicus.*), la vigne marronne (*Rubus alceifolius*) et, plus récemment, *Eugnoristus monachus*, un charançon qui s'attaque aux palmiers. La biodiversité réunionnaise, comme tout écosystème insulaire, est particulièrement sensible aux introductions de nouvelles espèces. En effet, du fait de son isolement géographique et de sa jeunesse, les espèces présentes sont peu soumises aux pressions de sélection et donc moins armées contre d'éventuels prédateurs ou espèces plus compétitrices. De ce fait, il est nécessaire de mettre en place des mesures de surveillance importantes afin d'éviter au maximum l'entrée d'espèces exotiques.

### L'apiculture à La Réunion

L'apiculture est un domaine en plein essor à La Réunion. Selon le rapport de l'Association pour le Développement de l'Apiculture (ADA, 2010) on dénombre 168 apiculteurs professionnels et plus de 500 apiculteurs de loisirs sur l'île. La sous-espèce d'abeille élevée majoritairement est *Apis mellifera unicolor*, d'origine malgache. Il existe également trois autres sous-espèces, plus minoritaires, qui sont *A.m. scutellata*, *A.m. carnica* et *A.m. iberensis* (Techer, 2012).

Du fait des conditions climatiques présentes sur l'île, l'apiculture à La Réunion est unique. La majorité des apiculteurs se retrouvent dans les "Bas", où les conditions sont plus favorables pour les abeilles. Pour ces derniers, il y a deux moments forts dans l'année. Tout d'abord, la miellée de baies roses ou faux poivrier (*Schinus areira*) qui survient de février à avril-mai dans le Sud et l'Ouest. C'est la miellée la plus importante pour les apiculteurs. Ensuite, a lieu la miellée de letchis (*Litchi chinensis*), qui débute à la mi-août et se termine en septembre. Les régions les plus productives pour cet arbre sont le Nord et l'Est.

Le reste de l'année, selon les zones, les abeilles peuvent trouver de la ressource auprès d'autres plantes telles que la rose des bois (*Ipomea tuberosa*) dans l'Est, le teck d'Arabie (*Cordia africana*), le grevillea (*Grevillea banksii*) et la nèfle du Japon ou bibasse (*Eriobotrya japonica*).

Afin de suivre les floraisons, les apiculteurs de La Réunion pratiquent la transhumance et déplacent leurs ruches.

En ce qui concerne les Hauts ou les cirques, la ressource florale est plus limitée en quantité et la période d'activité est inversée (Juin-Juillet-Août). Les principales ressources floristiques se retrouvent dans les forêts endémiques des Hauts (bois de couleurs) et sont principalement constituées par les mahots (*Dombeya sp.*), le tan rouge (*Weinmannia tinctoria*), le bois de fleurs jaunes (*Hypericum lanceolatum*) etc. Les apiculteurs sont en plus faible nombre et la transhumance n'est pas aussi courante que dans les Bas.

La production apicole, elle est constituée essentiellement par le miel. Il est de très bonne qualité et plus particulièrement le miel de letchis et de baies roses (deux médailles d'or en 2009 et 2010 au salon de l'agriculture de Paris et à Apimondia). Sa production est en constante augmentation : les apiculteurs professionnels sont passés de 7,5kg de miel par ruche à 9kg de 2007 à 2010 avec une production de 200 tonnes de miel sur l'année pour l'ensemble des apiculteurs de l'île (ADA, 2010). Les autres types de productions, comme la gelée royale, le pollen, la production de reines et la pollinisation sont plus anecdotiques.

La filière apicole est encore jeune, peu connue et a besoin d'une structuration permettant sa valorisation et son développement. Elle doit également faire face aux conditions climatiques pas toujours favorables (cyclones, périodes de sécheresse), à la disparition de certaines ressources mellifères, telles que la vigne marronne (*Rubus alceifolius*), aux intoxications par les traitements pesticides (contre *Aedes albopictus* par exemple) et phytosanitaires ainsi que l'anthropisation des milieux. Cependant, la situation sanitaire des abeilles sur l'île semble bonne. En effet, les seuls parasites présents seraient *Nosema ceranae*, la fausse teigne (*Galleria mellonella*) et la loque européenne (*Melissococcus pluton*) (Chauzat et al., 2010).

L'apparition de *Varroa destructor* à Madagascar en 2010, (WAHID, 2010) a suscité de nombreuses inquiétudes parmi les apiculteurs réunionnais. En effet, les échanges étant nombreux entre la Grande Ile et La Réunion, son introduction pourrait être une réalité et provoquer de nombreux dégâts au sein de la filière réunionnaise. C'est dans ce contexte « pré-varroa » qu'il convient de faire une analyse de risque de l'introduction de ce parasite sur l'île de La Réunion en se basant sur les données de l'année 2011.

Cette étude permettra d'évaluer concrètement le risque que représente *Varroa destructor* et d'instaurer des mesures de prévention efficaces contre cet acarien et notamment la mise en place de mesures restrictives relatives au commerce d'abeilles et notamment, la modification de l'arrêté préfectoral N° 0716 du 2 Avril 2003.



## MATERIEL ET METHODES

### 1. L'analyse de risque

#### 1.1. Définition

L'analyse de risque est une manière d'organiser les informations disponibles sur un évènement potentiel donné, de les traduire en probabilités en tenant compte d'hypothèses, de la variabilité et de l'incertitude, et d'en déduire logiquement des décisions (Toma *et al.*, 2002). Une autre définition d'Ahl *et al.*, (1993) permet de mettre en évidence les points clés d'une analyse de risque. Selon cet auteur : "l'analyse de risque est une démarche scientifique faite dans le but d'identifier les dangers connus ou potentiels, d'en apprécier les risques, de les gérer et de communiquer à leur propos".

Il existe deux types d'analyse de risque qui utilisent le même protocole mais qui ne qualifient pas le risque de la même façon. Pour l'analyse de risque **qualitative** le risque sera estimé par des mots, tandis qu'avec l'analyse **quantitative** on utilisera des chiffres. Ces deux méthodes se valent, mais la deuxième est plus complexe car il n'est pas toujours possible d'avoir des données numériques fiables. Dans cette étude, seule l'analyse de risque qualitative sera réalisée.

Les accords Sanitaire et PhytoSanitaire (SPS), initiés en 1994 par l'OMC (Organisation Mondiale du Commerce), recommandent une justification scientifique, l'analyse de risque, pour la mise en place de normes commerciales plus restrictives que celle proposées. L'approche doit être cohérente et transparente afin que les pays exportateurs comprennent les restrictions et qu'il n'y ait pas de litiges commerciaux.

#### 1.2. L'identification des dangers

La première étape de l'analyse de risque est de définir le danger. Selon les auteurs, le danger est " tout agent biologique, chimique ou physique pouvant avoir un effet néfaste sur la santé" (Toma *et al.*, 2010). Certains considèrent plus que c'est la maladie qui constitue le danger. Dans cette étude le danger sera représenté par le parasite, *Varroa destructor*.

#### 1.3. Appréciation du risque

C'est la deuxième étape après la définition du danger. D'après l'OIE, elle se compose de quatre étapes résumées dans la Figure 2 :

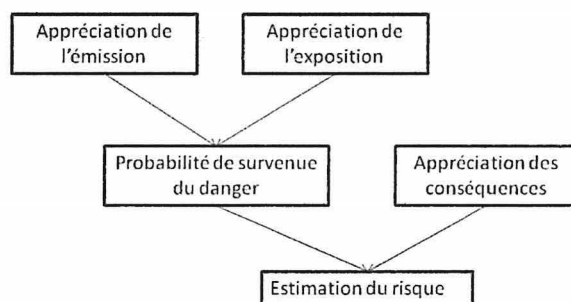


Figure 2 : Les composantes de l'appréciation du risque selon l'OIE (Toma *et al.*, 2010)

Pour évaluer les probabilités prises en compte dans les différents scénarii, nous utiliserons les qualificatifs donnés par L'ANSES (Figure 3).

Qualificatifs	Borne inférieure	Borne supérieure
Nul (N)	0	
Quasi-Nul (QN)	>0	1/78 125
Minime (M)	1/390 625	1/15 625
Extrêmement faible (EF)	1/78 125	1/3 125
Très faible (TF)	1/15 625	1/625
Faible (F)	1/3 125	1/125
Peu élevé (PE)	1/625	1/25
Assez élevé (AE)	1/125	1/5
Elevé (E)	1/25	1
Très élevé (TE)	1/5	1

Figure 3: Grille d'appréciation pour l'analyse de risque qualitative (ANSES, 2008)

Ensuite, une matrice permettra de multiplier les probabilités et d'aboutir à une probabilité finale (Annexe 3).

### 1.3.1. Appréciation de l'émission

L'appréciation de l'émission consiste à définir et quantifier les données permettant d'estimer la probabilité qu'un agent pathogène soit libéré dans l'environnement à partir d'éléments soumis à l'analyse de risque. Pour cela, il est nécessaire de construire des modèles conceptuels résumant les voies d'entrées possibles du parasite. Cela permettra de décrire la séquence d'événements nécessaire à l'introduction du parasite et ainsi d'estimer une probabilité pour chaque élément de la séquence et ensuite une probabilité finale.

### 1.3.2. Appréciation de l'exposition

L'appréciation de l'exposition utilise le même protocole que l'appréciation de l'émission sauf que dans ce cas, il est question d'établir la séquence d'événements nécessaires pour que les animaux cibles (les abeilles de La Réunion dans le cadre de cette étude) soient en contact avec le parasite à partir d'une source définie. Ainsi, il sera possible de donner une probabilité d'exposition après étude de tous les composants de la séquence.

### 1.3.3. Appréciation des conséquences sanitaires et économiques

Cette étape, la dernière avant l'estimation du risque, permet de déterminer et de quantifier les effets néfastes associés à l'agent pathogène.

L'appréciation des conséquences doit prendre en compte:

- L'aspect sanitaire
- L'établissement et la propagation du parasite
- L'aspect économique : pertes directes pour les apiculteurs, les coûts dus aux moyens de lutte et les pertes dans les domaines associés comme l'arboriculture et le maraîchage.

### 1.3.4. Estimation du risque

A la suite des trois étapes énoncées ci-dessus, il est possible de faire une estimation de la probabilité de survenue du danger et de ses conséquences sur la population concernée. Ce risque devra être donné avec un degré d'incertitude et comparé au risque acceptable.

### 1.3.5. Incertitude et variabilité

Lors de l'évaluation des probabilités il importe d'évaluer l'exactitude des ces dernières selon la qualité des informations obtenues. Cette incertitude permet de nuancer le poids que les probabilités peuvent avoir dans l'estimation du risque.

Il est également important de prendre en compte la variabilité des probabilités estimées qui peuvent différer selon certains paramètres.

#### 1.4. Gestion du risque

Après avoir déterminé le risque, il est nécessaire de le gérer, à savoir, mettre en œuvre des mesures permettant de le ramener à un niveau défini comme acceptable.

##### 1.4.1. Evaluation du risque

L'étape d'évaluation du risque consiste à le comparer au risque acceptable qui doit être défini. Cette notion rejette le risque nul et donc, implicitement, cela suggère qu'il y a toujours un risque, même à bas niveau. Cependant, il est difficile à établir car il dépend de nombreux paramètres. En effet, il faut évaluer pour qui le risque doit être acceptable et comment il est perçu par le public, ce qui est très variable. Néanmoins, d'après ce qu'il est courant de faire, l'évaluation du risque acceptable se base sur l'impact de la maladie sur la population cible, l'état du pays importateur et l'impact économique. En résumé, plus la maladie est virulente, contagieuse et coûteuse, plus le risque acceptable doit être bas.

##### 1.4.2. Mesure de diminution du risque

Cette étape permet la proposition de mesure de diminution, ou de maîtrise du risque. Ce qui sera fait, par la modification de l'arrêté préfectoral N° 0716 de 2 Avril 2003 et la proposition de recommandations aux organismes de gestion et d'organisation de la filière (GDS, ADA, SAR, DAAF), aux services vétérinaires (Laboratoire départemental), aux douanes et bien entendu, aux apiculteurs.

#### 1.5. Communication du risque

Tout au long de l'analyse, il est bien sûr indispensable de communiquer avec les différents partenaires afin d'avoir le plus d'éléments possibles et une action cohérente par la suite

## 2. Collectes d'informations

Avant de commencer la collecte d'informations, il est utile de construire les modèles conceptuels afin de voir quelles informations sont nécessaires et sous quelle forme il est possible de les collecter. Les données seront issues d'entretiens, d'enquêtes terrain et de recherches bibliographiques.

Les principaux fournisseurs d'informations quant à l'introduction de *Varroa destructor* sur l'île de La Réunion sont :

- Les douanes
- Le Poste d'Inspection aux Frontières (PIF) au Port et Aéroport
- Les responsables de l'apiculture à la DAAF (Direction Alimentation de l'Agriculture et des Forêts, ex DSV)
- L'Association pour le développement de l'Apiculture (ADA)
- Les Agents Sanitaires Apicoles (ASA)
- Le Syndicat Apicole de La Réunion (SAR)
- La Coopémiel (Coopérative des apiculteurs producteurs de miel)
- La chambre d'agriculture
- Le CIRAD, unité 3P (UMR PVBMT CIRAD Réunion St Pierre)
- Les apiculteurs

Les apiculteurs étant les principaux interlocuteurs, une grande partie de l'étude consistera à mener une enquête auprès de ces derniers. L'objectif de l'enquête est de savoir s'ils ont des pratiques à risque ou au contraire de protection vis à vis de l'introduction de *Varroa destructor* et de sa dispersion potentielle sur l'île.

Actuellement, aucune typologie de l'apiculture à La Réunion n'a été réalisée. De ce fait, il est nécessaire de réaliser une enquête préliminaire renseignant sur la répartition des apiculteurs selon le nombre de ruches qu'ils possèdent. Ils seront ainsi divisés en trois classes :

- Plus de 60 ruches : apiculteurs professionnels ayant droit à des aides et donc pouvant tirer leurs revenus de leur activité apicole.
- Entre 16 et 59 ruches : apiculteurs semi professionnels, pluriactifs qui ne tirent pas leurs revenus uniquement de leur activité apicole
- Entre 1 et 15 ruches : apiculteurs de loisir, avec une production à usage domestique

Les apiculteurs enquêtés sont ceux qui sont déclarés auprès du GDS et, par conséquent, inscrits dans la base nationale de donnée SIGAL. Ce premier questionnaire sera réalisé par entretien téléphonique (Annexe 4).

Suite à cela, une enquête plus poussée sur les pratiques des apiculteurs et leur connaissances vis à vis de varroa sera réalisée (Annexe 5). Pour cela, un tirage au sort de 100 apiculteurs parmi ceux qui auront répondu à l'enquête téléphonique sera réalisé. Le choix du nombre d'apiculteurs à enquêter s'est fait selon le temps et le budget disponible.

Préalablement, le questionnaire aura été testé auprès de quelques apiculteurs volontaires.

Les connaissances des apiculteurs sur varroa ont été évaluées sur cinq points : la morphologie et la biologie de l'acarien, les techniques de détection, les moyens d'introduction, l'impact sanitaire et les traitements. L'évaluation des connaissances se décline en 5 modalités : très bonne = 100% de bonnes réponses, bonne=80%, moyenne=50%, faible= 20% et nulle= 0%. Cela permettra d'avoir un aperçu du niveau de connaissance par type d'apiculteurs (professionnels vs semi-professionnels vs loisirs).

## RESULTATS

### 1. Typologie des apiculteurs

Parmi les 263 apiculteurs déclarés et ayant encore des abeilles au moment de l'enquête (Avril-Mai 2012), 227 ont répondu à l'enquête téléphonique. Ce qui fait un pourcentage de réponse de 85 %. L'étude préliminaire a permis d'obtenir les proportions des 3 classes (Figure 4). Les apiculteurs de loisir sont majoritaires tandis que les professionnels et les semi-professionnels sont en plus faible nombre mais en proportions équivalentes.



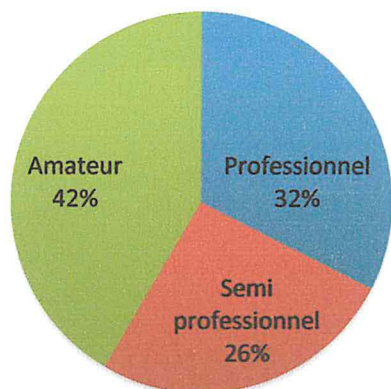


Figure 4 : Répartition des apiculteurs par classe

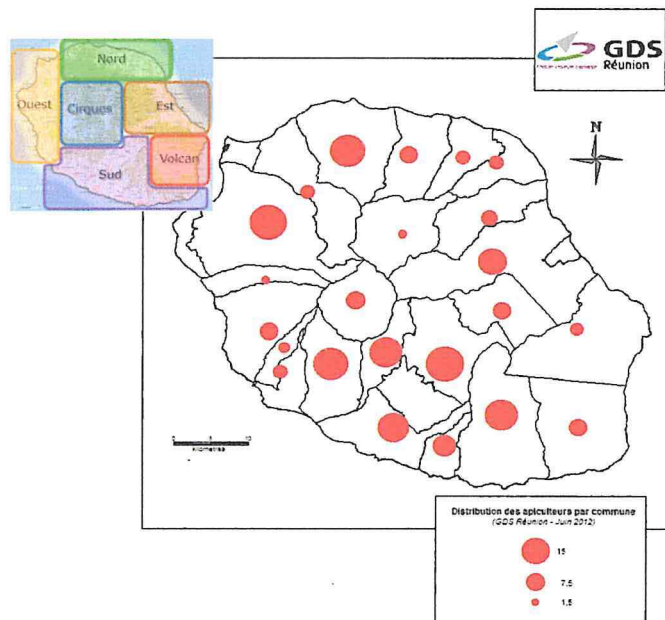


Figure 5 : Carte de répartition des apiculteurs par communes (Ile de La Réunion)

Les sièges des exploitations sont principalement répartis dans l'ouest et le sud (Figure 5). Toutefois, cette répartition n'est pas toujours représentative de la position des ruches, qui varie selon les miellées et la période de l'année.

Lors de l'enquête sur les pratiques apicoles et les connaissances sur varroa, un nombre équivalent d'apiculteurs a été tirés au sort dans chaque classe (loisirs, semi-professionnel et professionnel). Toutes les régions sont représentées même si les effectifs sont moindres pour les régions comptant peu d'apiculteurs, comme c'est le cas dans les cirques. Au total, 70 apiculteurs sur les 100 initialement prévus ont été enquêtés. Cela représente 14% des apiculteurs déclarés et 8 % de la population totale estimée à 800 apiculteurs (ADA, 2010).

Les pratiques à risque concernant l'introduction de *Varroa destructor* sont *a priori* inexistantes. En effet, aucun apiculteur n'a déclaré avoir acheté des abeilles ou du matériel d'occasion provenant de zones infestées.

La constitution des cheptels se fait essentiellement grâce à la récupération d'essaims sauvages (48% des apiculteurs vus) ou l'achat de petits essaims dans des ruchettes à d'autres apiculteurs de l'île (37%). L'augmentation du nombre de colonies se fait essentiellement par division (prélèvement de cadres de couvain jeune avec des abeilles nourrices, sans la reine, et installation dans une ruchette avec des réserves) (73%). Pour le matériel, les apiculteurs fabriquent eux même leur ruche en bois ou bien achètent du neuf originaire de grossistes métropolitains (18%). Il est intéressant de noter que peu de personnes (30%) font de l'élevage de reine, la plupart des apiculteurs laissant le renouvellement se faire naturellement. L'amélioration génétique n'est donc pas une préoccupation majeure. Les pratiques favorisant la dispersion du parasite concernent surtout la récolte d'essaims sauvages, les échanges de matériel (86%) et de couvain (72%) entre les ruches et les mouvements des colonies (transhumance).

L'attention portée aux colonies est plus importante hors miellées. La moitié (50%) des apiculteurs y vont au moins une fois par semaine et 30% au moins une fois par mois. Cela est dû au nourrissage devenu nécessaire pour 74% des exploitants après la régression de la vigne maronne (ressource nectarifère importante entre les deux miellées principales, Annexe 6). Pendant les

miellées, 40% des apiculteurs voient leurs ruches au moins une fois par semaine et 20% au moins une fois par mois. L'observation du plateau n'est pas habituelle, pourtant, c'est une méthode de choix pour la détection de varroa.

Sur le plan sanitaire, il n'y a que très peu de maladies qui gênent la production. Seulement 10% des apiculteurs déclarent avoir des problèmes sanitaires récurrents. De plus, la moitié des apiculteurs désinfectent le matériel avant utilisation, ce qui limite la propagation des agents pathogènes.

Les connaissances au sujet du parasite sont assez hétérogènes et faibles. Afin de voir s'il y avait une liaison entre le type d'apiculteur et les connaissances sur le parasite, il a été nécessaire de réaliser un test du Khi-deux d'indépendance. Pour répondre aux exigences imposées par ce test et notamment la règle de Cochran, les classes ont dû être regroupées : Très bonne+Bonne+ Moyenne= **Bonne** et Faible+Nulle= **Faible**. Le résultat met en évidence une liaison significative ( $\chi^2= 8,1177$ ,  $P < 0,005$ ). On voit que 45% des apiculteurs de loisir ont de faibles connaissances sur le parasite. A l'inverse, 54% des apiculteurs professionnels possèdent des connaissances solides (Tableau 1).

	Bonne	Faible
Loisir	29 %	45 %
Semi professionnel	16,1%	32,4 %
Professionnel	54,8 %	21,6 %

Tableau 1 : Proportion des apiculteurs par type de notation sur les connaissances du parasite

Toutefois, même si les connaissances sur le parasite sont plutôt faibles, l'ensemble des apiculteurs sait que *Varroa destructor* est un parasite dangereux pour l'abeille.

## 2. Analyse de risque qualitative

### 2.1. Risque d'émission

#### 2.1.1. Survie du parasite

La durée de vie de *Varroa destructor* au sein d'une ruche est de 2 à 3 mois en été (Calatayud and Verdu, 1994). Sur une abeille, hors de la colonie, le parasite peut survivre aussi longtemps que son hôte, c'est à dire 3 semaines pour une butineuse en pleine saison d'activité (miellées). Il lui est également possible de survivre encore 3 jours sur le cadavre d'une abeille (De Guzman *et al.*, 1993). Le matériel peut aussi constituer un refuge pour un ou deux jours selon les conditions extérieures (De Guzman *et al.*, 1993). Mais la survie peut être plus longue en condition humide et chaude par exemple. Un apiculteur tanzanien rencontré a affirmé avoir retrouvé des varroas vivants sur ses cadres, 3 mois après leur sortie des ruches. D'autres auteurs ont également reporté que la survie du varroa était possible sur des fleurs entre 4 et 6 jours, respectivement en condition expérimentale et naturelle (Gromyko, 1982; Hartwig and Jedruszuk, 1987). La survie du parasite est un critère essentiel pour sa dispersion. Ces données permettent donc de choisir les abeilles vivantes et le matériel comme voies d'introduction possible.

#### 2.1.2. Introduction de *Varroa destructor* par les abeilles vivantes

La Figure 6 représente le modèle conceptuel d'introduction du parasite par les abeilles vivantes, qui d'après (Goodwin and Van Eaton, 2001) est une des voies principales. Les abeilles vivantes peuvent être représentées par :

- une reine seule



- un paquet d'abeilles (présentation commerciale d'un kilo d'abeilles jeunes accompagnées ou non d'une reine)
- un essaim (reine avec ses abeilles)
- quelques abeilles isolées

La Réunion étant une île située à au moins 200 km de la terre la plus proche (île Maurice), les seules voies d'entrées possibles des abeilles sont l'avion et le bateau. En effet, la distance de vol au dessus de l'océan est trop longue pour qu'une abeille puisse la franchir d'elle même (Eckert, 1933). De plus, les objets dérivants ne constituent pas des abris viables pour les abeilles, ils n'ont donc pas été pris en compte dans cette étude.

Les modalités d'entrée des abeilles sur l'île se définissent selon deux types :

- L'introduction volontaire de reines et de paquets d'abeilles par des personnes ou par courrier.
- L'introduction accidentelle d'essaim ou d'abeilles isolées dans un avion, un bateau ou un conteneur

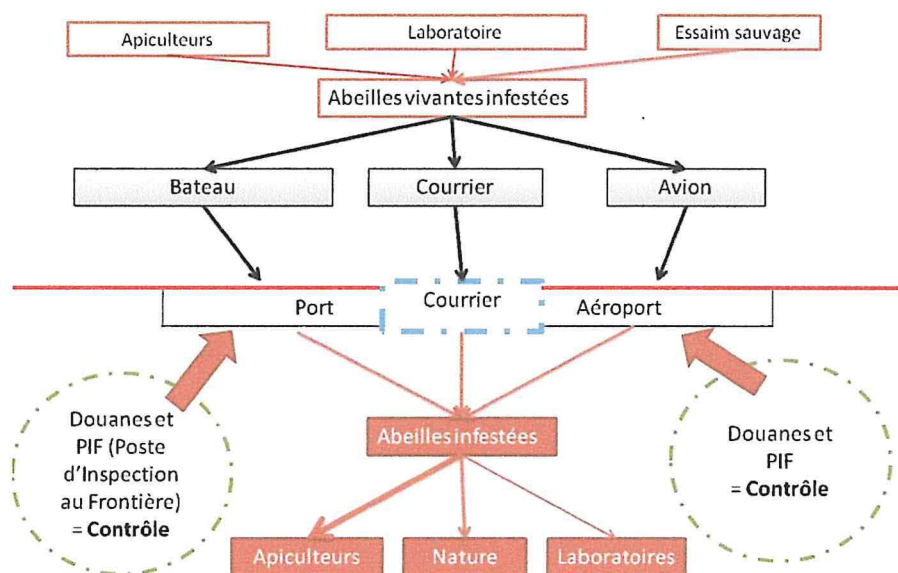


Figure 6: Modèle conceptuel représentant les différentes voies d'introduction possible de *Varroa destructor* par les abeilles vivantes.

#### 2.1.1.1. Mesures de contrôle et détection des intrants

D'après l'arrêté préfectoral du 2 avril 2003 n° 0716, l'introduction d'abeilles vivantes à la Réunion est interdite. A l'entrée de l'île, des contrôles par les agents des douanes et des services d'inspections aux frontières sont effectués afin d'éviter l'introduction de marchandises illégales. Les inspections sont réalisées de façons différentes par points d'arrivées (Pinguet, O., communication personnelle, juillet, 2012):

- Aéroport : Avant l'embarquement, les passagers et les bagages à mains sont contrôlés systématiquement par des compagnies de sécurité indépendantes pour répondre aux normes de sécurité (métal, liquide, explosifs...). Le contrôle est moins systématique pour les bagages en soute. A l'arrivée à La Réunion, les contrôles douaniers sont ponctuels et peu nombreux. Des traitements insecticides sont réalisés dans les appareils provenant de pays

touchés par les maladies vectorielles. De plus, des examens visuels sont réalisés par le personnel afin de détecter d'éventuels problèmes.

- Port : Les bagages des passagers sont contrôlés systématiquement à l'arrivée.
- Conteneurs : Les conteneurs transportant des produits animaux ou végétaux sont contrôlés par les agents du PIF à raison de 2 sur 3 par lots. Les règles d'échantillonnages sont moindres pour les autres types de conteneurs contrôlés par les douanes.
- Courrier : 3% des courriers arrivés sont tirés au sort et contrôlés par les agents des douanes.

Les méthodes de contrôle présentent des failles énormes qui empêchent la détection d'abeilles et du parasite. En effet, les services de sécurité recherche des éléments spécifiques, métal, liquide, et non des abeilles. Par conséquent, ils passeront très facilement à coté d'une reine ou de quelques abeilles isolées. Par contre la détection des essaims ou des paquets d'abeilles est plus probable du fait de leur taille et du bruit. Par contre, ces derniers peuvent tout à fait voyager dans un conteneur de marchandise quelconque (hors produits animaux ou végétaux) et passer au travers de la détection. Néanmoins, ce moyen d'introduction n'est pas privilégié dans notre étude, dans la mesure où la probabilité de réalisation d'un tel évènement est quasiment nulle.

Les personnes transportant des abeilles peuvent (doivent) les déclarer à la douane à leur arrivée. La détection est alors assurée. Cependant, cela ne signifie pas une saisie des abeilles. Il est apparu lors des entretiens que les douanes n'avaient absolument pas connaissance de l'arrêté préfectoral interdisant l'introduction d'abeille sur l'île (Mansard, S., communication personnelle, avril, 2012). De ce fait, l'introduction d'abeilles à La Réunion peut se faire de la plus simple des manières avec une déclaration douanière et en présentant un certificat vétérinaire si les abeilles sont originaires d'un pays tiers, cette condition n'étant même pas nécessaire pour les abeilles originaires de l'Union Européenne.

La déclaration des abeilles se fait selon la nomenclature du code douanier. Jusqu'en 2012, les abeilles faisaient partie d'une catégorie "mixte" dans laquelle était regroupée différentes espèces d'insectes. Il n'est donc pas possible de savoir si des abeilles ont été importées d'après les chiffres donnés par les douanes pour les 5 dernières années. Pour l'année 2012 par contre, elles bénéficient d'un code spécifique et jusqu'à ce jour, aucune importation d'abeilles n'a été déclarée (Annexe 7).

Enfin, les probabilités de contrôle et de détection du parasite par un apiculteur réunionnais sont quasiment nulles. En effet, les apiculteurs de La Réunion ne sont pas confrontés à cette parasitose et n'ont pas les connaissances nécessaires et suffisantes sur les moyens de détection. Par ailleurs, les symptômes associés à la présence du parasite, principalement le virus des ailes déformées (DWV), ne sont visibles que tardivement, lorsque le taux d'infestation devient élevé. Il est donc quasiment impossible pour un apiculteur de détecter le parasite sur une abeille importée.

#### 2.1.1.2. Introduction volontaire

Dans cette partie nous allons établir la probabilité d'introduction de *Varroa destructor* par des abeilles via les passagers transitant par avion et bateau, et via le courrier.

Les évènements nécessaires à la réalisation d'une introduction volontaire du parasite par des abeilles sont (Figure 7):

- a) Que les abeilles importées soient infestées (un seul parasite sur une abeille peut suffire pour contaminer les abeilles de La Réunion)
- b) Qu'elles soient importées

- c) Que le parasite et l'hôte survivent au trajet
- d) Que les abeilles et le parasite ne soit pas contrôlés ni détectés par les douanes et les apiculteurs.

En fonction des contrôles réalisés par les douanes ou les apiculteurs, quatre voies d'introduction sont possibles (I1 à I4).

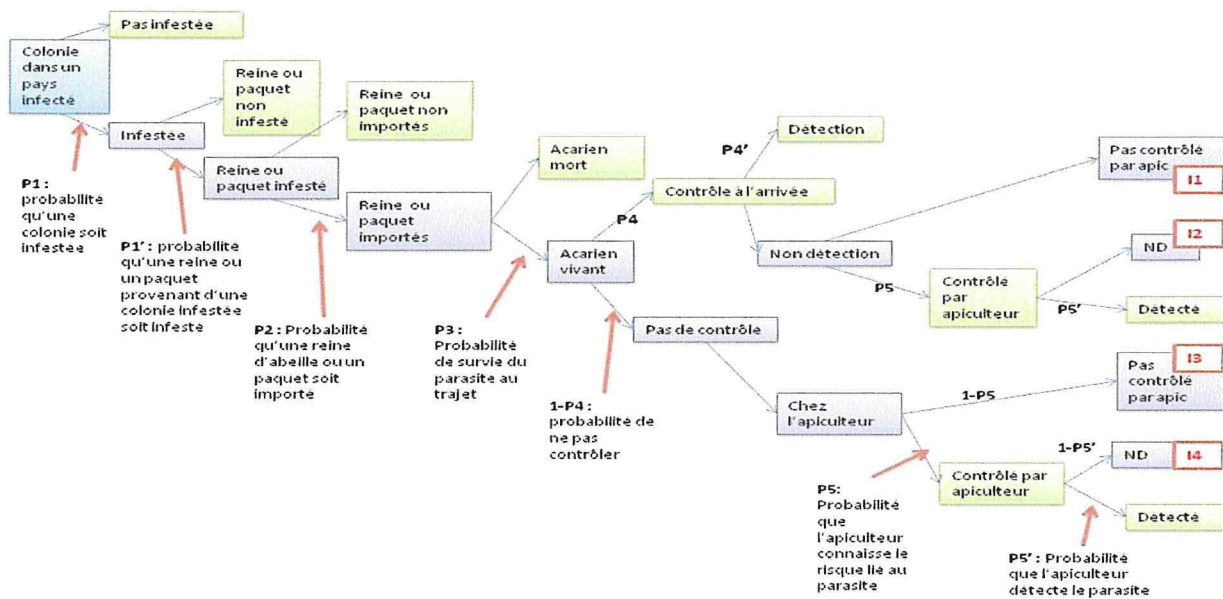


Figure 7 : Séquence d'évènements nécessaire à l'introduction volontaire de *Varroa destructor* par des abeilles vivantes

### a) Infestation des abeilles

Les probabilités qu'une colonie et qu'une abeille issue de cette colonie soient infestées (P1 et P1') dépendent principalement du statut du pays d'origine des abeilles. Les cartes ci-dessous montrent la répartition de *Varroa destructor* en 2010 d'après une étude réalisée par Ellis et Zettel Nalen et en 2012 d'après les déclarations faites par les pays à l'OIE (Figure 8). La diffusion du parasite au sein d'un pays est très importante, même si il existe des traitements pour limiter sa population. Donc, toute abeille provenant d'un pays contaminé présente une probabilité très importante (Très élevée à Elevée) d'être infestée.

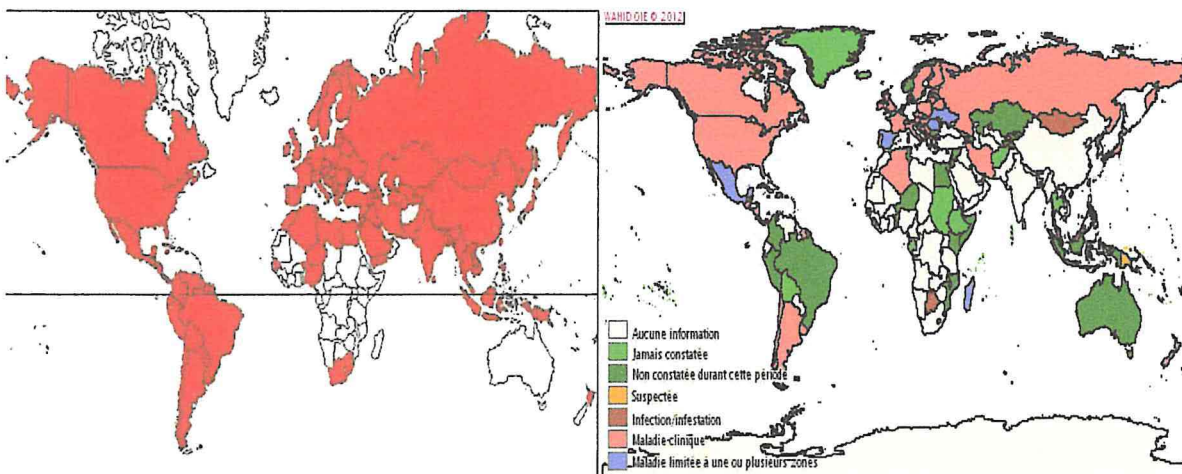


Figure 8 : Cartes de répartition de *Varroa destructor*. (Source : OIE, WAHID, 2012 et Ellis et Zettel Nalen, 2010).



Les pays à risque sont ceux qui sont infestés par le parasite et qui réalisent des échanges réguliers et fréquents avec La Réunion. Ils sont différents en fonction du moyen de transport, car les pays desservis ne sont pas les mêmes.

**Avion** : La Réunion compte deux aéroports. Le plus important est celui de Saint-Denis (Roland Garros) et le deuxième se trouve à Saint-Pierre (Pierrefonds). Le trafic de l'aéroport de Saint Denis est le plus important. Pour l'année 2011, le nombre de passagers débarqués a été de 1 044 974 et le nombre de passagers en transit a été de 54 241. Il a également été enregistré 35 000 vols non réguliers (privé, politique, armée...). En ce qui concerne l'aéroport de Saint Pierre Pierrefonds, les seuls pays desservis sont Madagascar et l'île Maurice. En 2011, le nombre de passagers en provenance de ces pays a été de 149 265 (passagers arrivés) (Aéroport Roland Garros, 2011).

Les passagers sont originaires principalement de France métropolitaine (60 %), de Maurice (21%), de Mayotte (7%) et de Madagascar (7%). Les autres origines sont l'Afrique du Sud, les Comores, les Seychelles, l'Asie du sud est (Thaïlande), Nouméa et l'Australie (Aéroport Roland Garros, 2011).

**Bateau** : dans le cas des introductions par des passagers, les bateaux du trafic inter-île rallient principalement l'île Maurice et Madagascar. Dans le cas de l'introduction volontaire par bateau, seul Madagascar est donc à risque. En 2011, 117 escales ont permis l'arrivée de 12 073 passagers (Port de la Réunion, 2011). Des bateaux de croisières accostent également à La Réunion, mais le risque que des passagers en vacances transportent des abeilles est quasiment nul. En conséquence, il ne sera pas pris en considération ici.

**Courrier** : Les abeilles peuvent également être envoyées par courrier dans des cages à reines ou dans des colis spéciaux. En 2011, 4 398 tonnes de courriers ont été débarqués à La Réunion (Aéroport Roland Garros, 2011). Ces colis proviennent principalement de métropole et le temps moyen de traitement est de 7 jours (la poste). Ceci permet la survie des reines mais pas d'un paquet d'abeilles. Pour les autres pays, comme Madagascar, la qualité du service postal n'est pas la même. De ce fait, les colis mettront plus de temps à arriver à destination ce qui impacte négativement la survie des abeilles. Pour tester cette voie d'entrée, un colis Collissimo<sup>®</sup> portant la mention « Abeilles », accompagné de sa déclaration (détail des marchandises et valeurs) et contenant des cages à reines vides, a été envoyé au GDS. Il a été reçu en moins de 4 jours. Ceci démontre que l'acheminement du courrier peut être très rapide, permettant la survie des abeilles, et l'efficacité des contrôles quasiment nulle.

Les pays à risque pour l'introduction via avion, bateau et courrier sont résumés dans le Tableau 2.

Avion	Bateau	Courrier
France métropolitaine	Madagascar	Métropole
Madagascar		
île Maurice		
Afrique du Sud		
Australie		
Nouméa		
Asie du Sud Est		

Tableau 2 : Pays à risque pour l'introduction volontaire pour les différents moyens de transport

## b) Comportement d'importation ou d'envoi

D'après l'enquête réalisée auprès des apiculteurs, le comportement d'importation est nul. Cependant, le comportement des gens n'est pas mesurable. Même si la tendance ne semble pas favoriser l'importation d'abeille, la probabilité d'importation doit être majorée pour prendre en compte cette variabilité. La probabilité d'importation volontaire (P2) est donc très faible.

## c) Survie du parasite

La survie des abeilles à un trajet en avion est élevée car les durées de vol sont courtes, en général moins de 12h, et les conditions en cabine sont très favorables. En soute, la survie est moindre à cause de la température plus faible.

Dans le cas d'un trajet en bateau, la liaison avec Madagascar s'effectue en 20h ce qui permet largement la survie des abeilles, reines ou paquet d'abeilles.

Dans le cas du courrier, la survie n'est assurée que pour les reines car les conditions de traitement du courrier ne permettent pas la survie d'un paquet qui est fragile.

## d) Contrôle et détection des abeilles et du parasite

Comme expliqué dans la partie « contrôles des intrants », les probabilités de contrôles des passagers aux aéroports et ports sont assez élevés et quasiment nul pour le courrier. Par contre, la détection des abeilles est quasiment nulle, que se soit par les agents de sécurité ou des douanes, les services vétérinaires ou les apiculteurs.

## Probabilité de réalisation d'une introduction volontaire d'abeilles vivantes

De façon générale, le risque d'introduction volontaire est **quasiment nul**. Les probabilités peuvent différer légèrement selon les abeilles et le moyen de transport (Tableau 3). Les tableaux regroupant les probabilités des réalisations de chaque évènement nécessaire à l'introduction sont disponibles en Annexe 8. Les pays les plus à risque sont la France métropolitaine et Madagascar car les échanges sont nombreux et rapides. L'introduction par avion est la plus à risque car le nombre de passagers est très important. Le comportement d'introduction est l'élément déterminant pour l'introduction volontaire malgré l'impossibilité de sa quantification. Un essaim est également un moyen d'entrée potentiel de *Varroa destructor*. Cependant, son transport est très délicat et doit être fait en moins de 12h. De plus, sa détection serait quasiment certaine au vu de sa taille. Ce n'est donc pas un moyen d'entrée de *Varroa destructor* envisageable pour La Réunion.

	<b>Avion</b>	<b>Bateau</b>	<b>Courrier</b>
<b>Reine</b>	Minime	Quasiment nul	Minime
<b>Paquet</b>	Quasiment nul	Quasiment nul	Quasiment nul

Tableau 3 : Probabilité de réalisation d'une introduction volontaire selon les abeilles et le moyen de transport

### 2.1.1.3. Introduction accidentelle

Les abeilles peuvent également entrer à La Réunion sous forme d'essaims sauvages ou de quelques abeilles isolées. Il est possible qu'elles s'installent sur un bateau, un avion ou encore dans un conteneur. Les évènements nécessaires à l'introduction accidentelle sont (Figure 9):

- a) Que les abeilles soient infestées
- b) Qu'elles s'installent sur un moyen de transport (avion, bateau ou conteneur)

- c) Que le parasite survive ce qui implique la survie des abeilles  
d) Qu'il n'y ait pas de contrôle ni de détection à l'arrivée

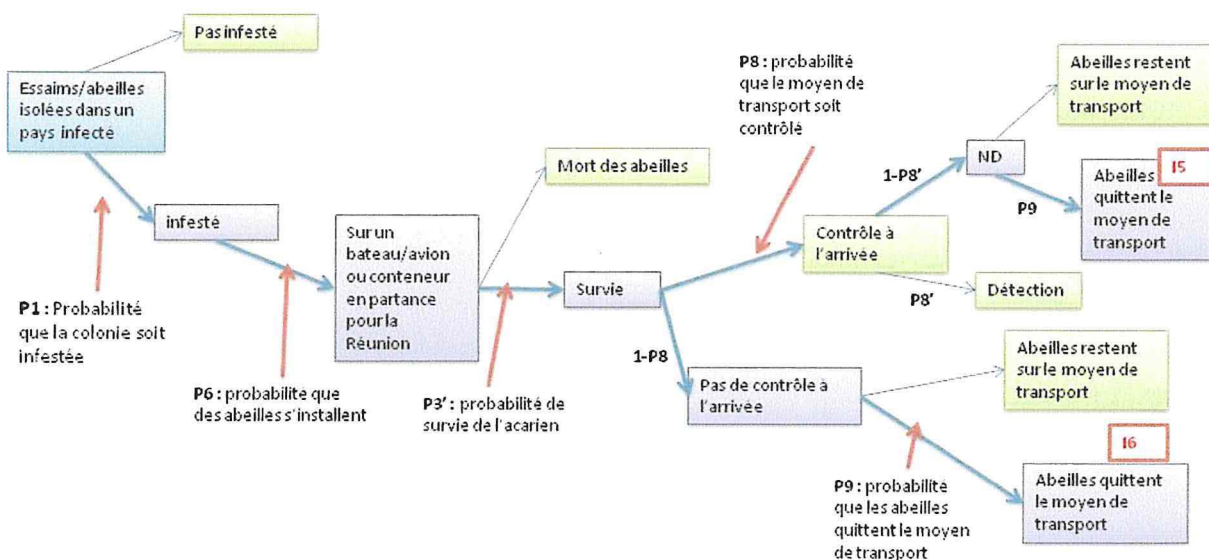


Figure 9 : Séquence d'évènement nécessaire à l'introduction accidentelle de *Varroa destructor* par des abeilles

#### a) Infestation des abeilles

Les pays à risque sont les pays infestés, ayant des échanges réguliers et fréquent avec La Réunion et qui sont assez proches pour permettre la survie des abeilles et donc du parasite (Tableau 4).

**Avion** : les avions pris en compte sont ceux de tourisme et de transport de fret. En 2011, 14 530 mouvements d'avions ont été enregistrés.

**Bateau** : En 2011, 640 bateaux (tous types confondus) ont accosté à La Réunion, dont 153 originaires d'Asie et d'Afrique et 119 de la région Océan Indien. La survie d'un essaim varie entre 7 et 15 jours selon les ressources transportées par l'essaim et disponibles sur le moyen de transport. En ce qui concerne des abeilles isolées, elle est plus courte, environ 4 jours, et dépend également des ressources (Esnault, O. communication personnelle, Juin 2012). Les pays à risque sont donc ceux infestés par le parasite et à moins de 15 jours de mer de La Réunion (Tableau 4).

**Conteneur** : Les origines des conteneurs sont les mêmes que celles des avions et bateaux de fret. Le nombre de conteneurs transitant par bateau a été de 74 891 (dont 67 278 non réfrigérés) soit 3 000 000 de tonnes de marchandises. Le nombre de conteneurs provenant des pays à risque (ceux à moins de 15 jours de bateau) sont de : 7205 (Afrique australe, Océan Indien, Moyen Orient) et 25 667 de la région Asie-Pacifique (Annexe 9). Par avion, le nombre de conteneurs n'est pas disponible, mais 20 473 tonnes de marchandises ont été amenées par fret aérien.

Avion	Bateau
France métropolitaine	Madagascar (20h)
Madagascar	Afrique du Sud (5 à 6 jours)
Ile Maurice	Mozambique (5 jours)
Afrique du Sud	Sultanat d'Oman (7 jours)
Australie	Emirats Arabe Unis (8 jours)
Nouméa	Singapour (10 jours)
Asie du Sud Est	

Tableau 4 : Pays à risque pour l'introduction de *Varroa destructor* dans le cas d'une introduction accidentelle



## b) Installation des abeilles

L'installation des abeilles sur un bateau, un avion ou un conteneur est très aléatoire et considérée comme très faible. Cependant plus le temps de passage à quai, au sol et ouvert est long, plus il y a des chances que des abeilles arrivent, surtout si ces marchandises transportées sont attractives, comme le sucre. Il en va de même pour le départ de ces abeilles. Au port de La Réunion, le temps moyen de passage à quai est de 620 à 750h, le départ des abeilles du bateau est donc quasiment certain. Les avions, quant à eux, peuvent rester au sol et ouvert environ 2 à 4h. Au chargement, les conteneurs restent généralement ouverts quelques heures. Les abeilles peuvent également être introduites en même temps que les marchandises, comme des fleurs fraîches par exemple. Le parasite a été retrouvé par les agents des douanes dans des conteneurs de fleurs fraîches venant d'Amérique du Sud (Kevan *et al.*, 1990b; Pettis *et al.*, 2003). En 2011, 4497 tonnes de fleurs fraîches ont été importées à La Réunion. Mais d'après les agents de contrôles phytosanitaires, la présence d'une abeille est hautement improbable du fait des traitements chimiques et du conditionnement des fleurs (nettoyage et stockage sous plastique).

## c) Survie des abeilles et du parasite

La probabilité qu'un essaim survive est plus grande que celle de quelques abeilles à cause du nombre plus important d'individus et des ressources transportées. De la même façon, la survie du parasite est favorisée au sein d'un essaim plutôt que sur une abeille isolée. Elle est alors estimée à **élevée** pour un essaim et **faible** pour des abeilles isolées.

## e) Contrôle et détection

Les contrôles sont plus élevés pour les avions et les conteneurs que pour les bateaux (cf partie 2.1.1.1). La détection est quasiment nulle pour des abeilles isolées à cause de leur taille et assez élevée pour un essaim qui est volumineux et bruyant.

## Probabilité d'introduction accidentelle d'abeilles vivantes

De façon globale le risque d'introduction accidentelle est **quasiment nul**. Il est néanmoins très aléatoire et peut être influencé par de nombreux paramètres tels que : l'attractivité des marchandises ou encore la période de l'année (essaimage des colonies, miellées, etc.).

Les abeilles isolées ont plus de chance de s'installer sur un moyen de transport et de ne pas être détectées. Elles sont donc plus à risque pour les introductions depuis les pays proches, leur survie étant plus restreinte que pour un essaim (Tableau 5). Les tableaux regroupant les probabilités de réalisations de chaque événement nécessaire à l'introduction sont disponibles en Annexe 8.

	<b>Avions</b>	<b>Bateaux</b>	<b>Conteneurs</b>
<b>Abeilles isolées</b>	Minime	Quasiment nul	Minime
<b>Essaim</b>	Quasiment nul	Quasiment nul	Quasiment nul

Tableau 5 : probabilité d'introduction accidentelle de *Varroa destructor* selon les abeilles et le moyen de transport

### 2.1.3. Introduction de *Varroa destructor* par le matériel

Les voies d'entrée sont les mêmes que pour l'introduction volontaire d'abeilles (cf § 2.1.2) : l'introduction par bateau, avion et courrier (Figure 10).

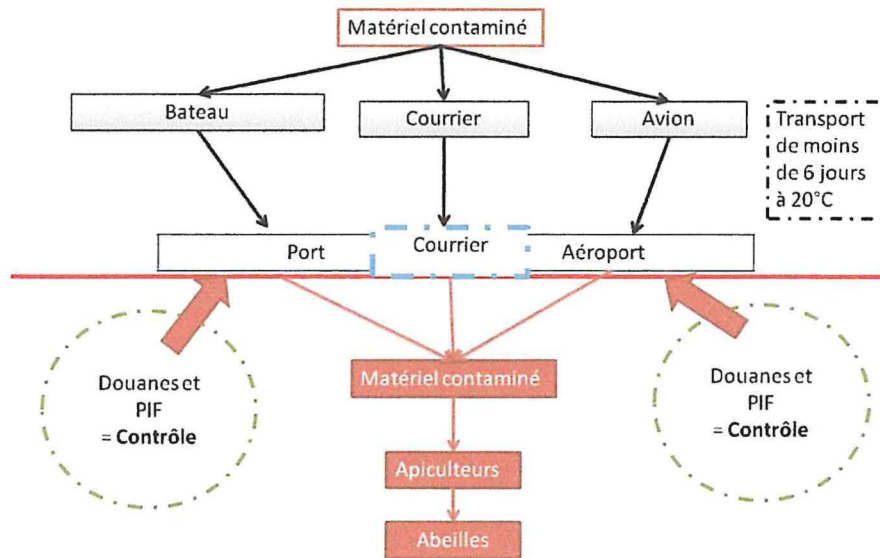


Figure 10 : Modèle conceptuel d'introduction de *Varroa destructor* par matériel apicole.

Les évènements permettant une introduction du parasite par le matériel sont (Figure 11):

- l'infestation du matériel
- son importation ou son envoi
- la survie du parasite
- pas de contrôle et détection
- pas de désinfection

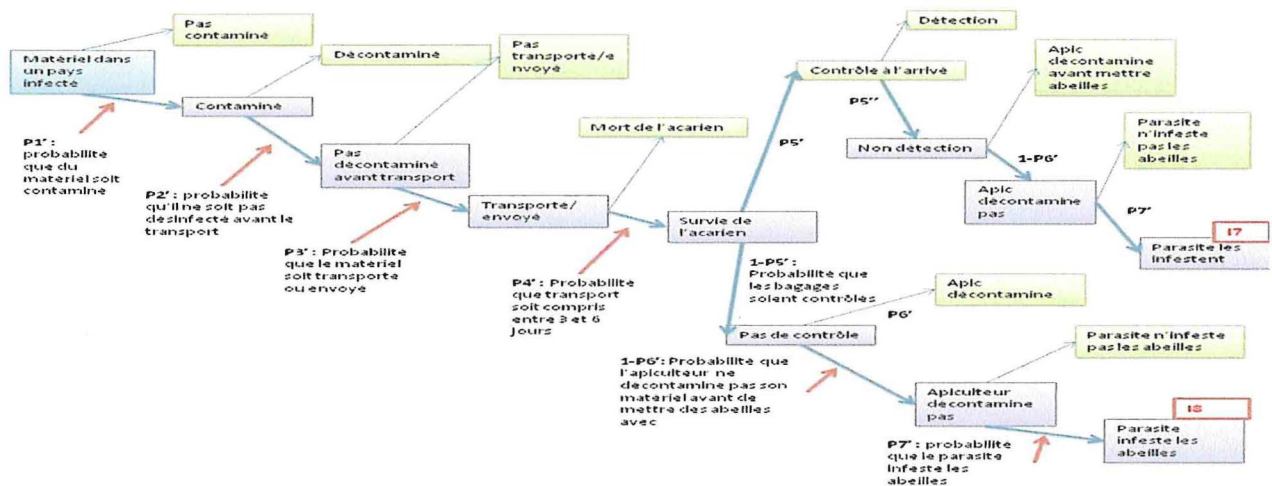


Figure 11 : Séquence d'évènements nécessaire pour l'introduction de *Varroa destructor* par le matériel importé

### a) Infestation du matériel

La probabilité que le matériel soit infesté par le parasite dépend essentiellement du statut du pays et du temps qu'il aura passé en contact avec des abeilles infestées. Cette probabilité est donc très élevée pour du matériel d'occasion et nulle pour du matériel neuf.

Les pays à risque sont tous ceux qui sont à moins de 20h de vol de La Réunion (survie du parasite possible). Il s'agit donc pour la voie aérienne de l'Europe, des pays d'Afrique et de la zone Océan Indien. Dans le cas du transport par bateau, seul Madagascar est concerné. La probabilité que des personnes fassent venir du matériel d'occasion est extrêmement faible d'après l'enquête.

## b) Comportement d'importation ou d'envoi

D'après l'enquête, les apiculteurs de La Réunion n'utilisent que du matériel neuf, qu'ils désinfectent avant toute utilisation. Le matériel provient essentiellement de fournisseurs professionnels de métropole ou est fabriqué localement par les apiculteurs. Le risque d'importation de matériel d'occasion est donc quasiment nul.

## c) La survie du parasite

La survie du parasite est possible si le déplacement dure moins de 3 jours (cf § 2.1.1). Le traitement du courrier, même en rapide, prend entre 3 et 7 jours. De ce fait il est très peu probable que *varroa* soit introduit par ce moyen car il ne pourrait pas survivre *a priori*. Cependant, il ne faut pas négliger les capacités de survie du parasite qui peuvent augmenter s'il est bien protégé au sein du bois par exemple. Il est donc nécessaire d'obtenir plus d'informations à ce sujet. Une expérience en cours à Madagascar (Annexe 10) permettra d'obtenir de nouvelles données et actualiser le risque pour cette voie d'introduction.

## d) Contrôle et détection

Comme précédemment, les probabilités de contrôles sont assez élevées pour les aéroports et ports et sont quasiment nulles pour le courrier. La détection du parasite est, quant à elle, toujours nulle.

## e) Conclusion sur le risque d'introduction par le matériel

Il est **quasiment nul** pour chacune des voies (avion, bateau ou courrier) car les apiculteurs favorisent principalement le matériel neuf. Les tableaux de probabilités pour chaque événement nécessaire à l'introduction sont disponibles en Annexe 8.

### 2.1.4. Conclusion sur le risque d'émission de *Varroa destructor*

Pour conclure quant au risque d'émission de *Varroa destructor* il est **quasiment nul**. Cependant, certaines voies sont à considérer avec plus d'intérêt, malgré leur faible probabilité de réalisation et l'incertitude qui leur sont associées, notamment dans le cas des comportements individuels.

## **2.2. Risque d'exposition**

### 2.2.1. Abeilles vivantes: suite à une introduction volontaire

L'exposition des abeilles de La Réunion au parasite via des abeilles vivantes infestées dépend principalement du type de contact possible. Dans le cas d'une introduction volontaire, il est certain que l'apiculteur mettra en contact les abeilles importées (reine ou paquet) avec ses colonies. La femelle fondatrice *varroa* doit ensuite aller dans une alvéole pour commencer à pondre une descendance viable. Cela se produira dans 74% des cas, dans le couvain mâle et dans 69% des cas dans le couvain femelle (Martin, 1998a).

L'exposition des abeilles de la Réunion via une reine ou un paquet est montrée dans la Figure 12.



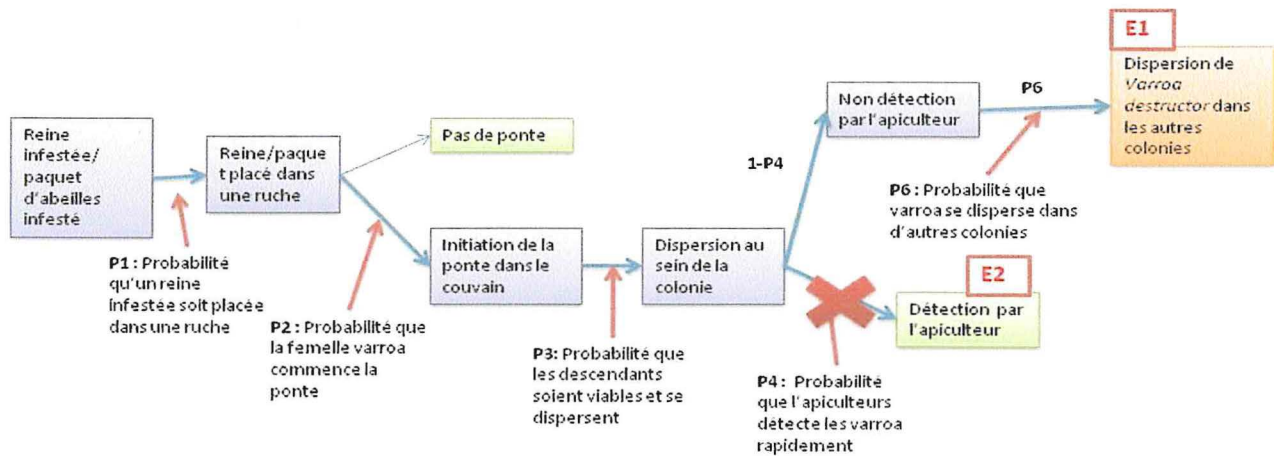


Figure 12 : Séquence d'évènements nécessaires à l'exposition des abeilles de La Réunion à *Varroa destructor* via une reine infestée

La voie E2 dépend principalement de la probabilité de détection par les apiculteurs qui, comme expliqué précédemment (§2.1.1), est quasiment nulle voire nulle. Le facteur temps est à prendre en compte ici. La détection rapide de quelques acariens au sein d'une colonie ou sur une abeille est nulle. Le parasite ne sera détecté que lorsqu'un seuil de 30% d'abeilles infestées aura été franchi, soit au bout d'un an environ (Rosenkranz *et al.*, 2006). Par conséquent, la voie E2 ne sera pas prise en compte dans l'estimation du risque.

Exposition	P1	P2	P3	P4	1-P4	1-P5	P6	Probabilité finale
E1 reine	Très élevée	Assez élevé	Elevée	-	Très élevée	-	Très élevée	Assez élevée
E1 paquet	TE	Très élevé	Très élevée	-	Très élevée	-	Très élevée	Très élevée

Tableau 6 : Probabilité d'exposition des abeilles de la Réunion à *Varroa destructor* via une reine infestée introduite

Le risque d'exposition des abeilles de La Réunion à *Varroa destructor* par des abeilles vivantes infestées est donc **assez élevé** pour une reine et **très élevé** pour un paquet (Tableau 6).

### 2.2.2. Abeilles vivantes : suite à une introduction accidentelle

Pour que les abeilles infestées arrivées accidentellement transmettent l'acarien aux abeilles réunionnaises il faut que les abeilles quittent leur moyen de transport et aillent butiner ou bien pénètrent dans une ruche, pour se retrouver en contact avec d'autres abeilles. Le transfert de varroa peut se faire très rapidement par contact direct entre deux abeilles (Sakofski and Koeniger, 1986). Cette phase de contact est favorisée en période de miellée (Mars Avril Mai et Août Septembre) et lorsqu'il y a de fortes densités de ruches autour des points d'entrées. Les essaims ont également plus de chance de transmettre des acariens car ils sont potentiellement plus infestés que quelques abeilles.

La séquence d'évènements permettant l'exposition via un essaim ou des abeilles isolées est montrée dans la figure 13.

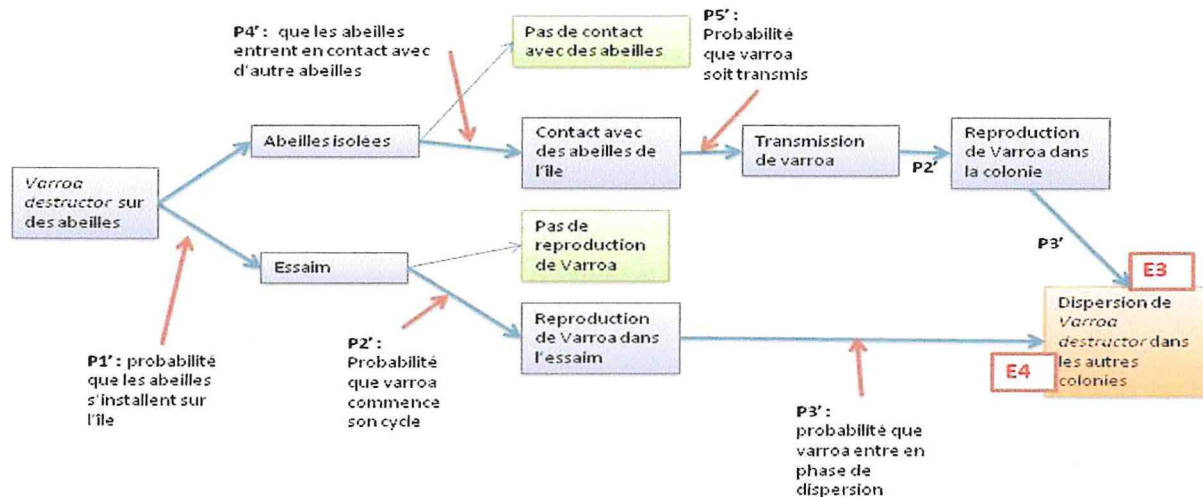


Figure 13 : Exposition des abeilles de la Réunion à *Varroa destructor* via un essaim ou des abeilles isolées

Exposition	P1'	P2'	P3'	P4'	P5'	Probabilité finale
E3	Assez élevée	Très élevée	Très élevée	Peu élevé	Elevée	Faible
E4	Elevée	Très élevée	Très élevée	-	-	Elevée

Tableau 7 : Probabilité d'exposition des abeilles de la Réunion à *Varroa destructor* via un essaim ou des abeilles isolées

La probabilité que les abeilles de La Réunion soient en contact avec *Varroa destructor* via un essaim infesté est **élevée** mais **faible** avec des abeilles isolées (Tableau 7). Les périodes de miellées sont particulièrement à risque à cause des grandes densités d'abeilles retrouvées autour des points d'entrée.

### 2.2.3. Matériel

Pour que l'exposition ait lieu via du matériel infesté, il faut que celui-ci soit mis en contact avec les abeilles de La Réunion sans désinfection préalable. Or, d'après l'enquête, la plupart des apiculteurs de La Réunion désinfectent au moins une fois leur matériel avant utilisation, même neuf.

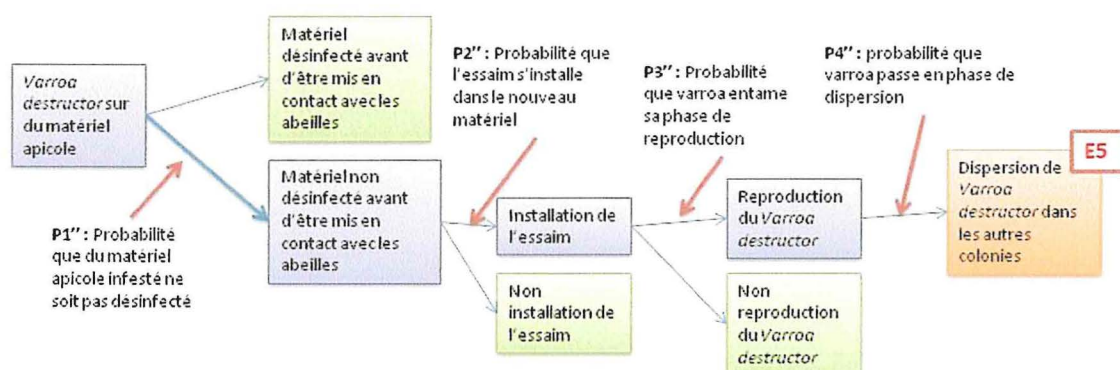


Figure 14 : Séquence d'évènements nécessaires à l'exposition des abeilles de la Réunion à *Varroa destructor* via du matériel d'occasion contaminé

Exposition	P1''	P2''	P3''	P4''	Probabilité finale
E5	Faible	Elevée	Très élevée	Très élevée	Faible

Tableau 8 : Probabilité d'exposition des abeilles de La Réunion via du matériel infesté.

La probabilité que les abeilles de la Réunion soient exposées à *Varroa destructor* via du matériel infesté est **faible** (Tableau 8).

#### 2.2.4. Conclusion sur le risque d'exposition des abeilles réunionnaises à *Varroa destructor*

D'après les probabilités obtenues ci-dessus, le risque d'exposition des abeilles de La Réunion à *Varroa destructor* est **faible** de façon globale. Même si un essaim ou un paquet ont plus de chance d'héberger de nombreux parasites, ils sont moins à risque d'introduction. Il est donc plus judicieux de considérer avec plus d'attention le risque d'exposition par les reines ou quelques abeilles isolées.

#### **2.3. Probabilité de survenue du danger**

De façon générale, la probabilité de survenue de *Varroa destructor* à La Réunion en 2011 est **quasiment-nulle** : Risque d'émission (Quasiment-nul) × Risque d'exposition (Faible) = Quasiment nul. Néanmoins, ce risque dépend des situations et sera modulé en fonction des voies d'introduction possibles.

#### **2.4. Communication**

La communication au sujet de *Varroa destructor* à La Réunion est actuellement très limitée. Elle est essentiellement faite par le syndicat apicole lors des diverses manifestations apicoles et de quelques sessions d'informations. De plus, les personnes qui reçoivent ces informations sont très souvent des professionnels. Quant à la part du GDS, elle est pour le moment faible du fait de la prise en charge récente du volet sanitaire de la filière (2011). C'est donc un point à améliorer dans la prévention contre varroa. L'accent doit être mis sur la diffusion de l'information à toutes les personnes possédant des abeilles et sur la formation à sa détection. Une restitution de l'analyse de risque, le 10 Août 2012, a été présentée aux apiculteurs et à la presse. Des articles de sensibilisations ont été publiés dans les journaux locaux (Le Quotidien, Le journal de la Réunion et zinfos974.re) (Annexe 11). Une émission de télévision est également prévue dans les semaines à venir. Tout ceci constitue un premier élément de communication et de sensibilisation envers le grand public. Un programme de formation sur les maladies réglementées, organisé par le GDS Réunion, va débiter en octobre de cette année (2011).

#### **2.5. Conséquences**

Les conséquences de l'introduction de *Varroa destructor* peuvent s'évaluer à plusieurs niveaux. Tout d'abord, les pertes directes pour les apiculteurs : la disparition d'un certains nombre de colonies occasionnera une baisse importante de la production de miel et donc de leurs revenus. S'ajoutera en plus, le coût de la lutte contre le parasite. Enfin, le nombre d'abeille étant diminué, la pollinisation sera moindre et les productions agricoles qui en dépendent seront affectées.

##### 2.5.1. Les conséquences directes

D'après les études génétiques effectuées par le CIRAD en 2012 (Techer, 2012), la sous-espèce d'abeilles que l'on retrouve à La Réunion est *Apis mellifera unicolor* qui est la sous espèce malgache. Suite à l'arrivée de varroa, une étude réalisée par la faculté des sciences d'Antananarivo, a permis d'évaluer les pertes à Madagascar entre 30% à 98% de colonies mortes dans un rucher infesté (Raveloson, R, Lala H., Professeur à l'université des sciences d'Antananarivo, communication personnelle, Juin 2012). Les conditions retrouvées à La Réunion étant très semblables à celles de Madagascar (même sous-espèce d'abeille et conditions climatiques identiques), il est possible que le même scénario se reproduise sur l'île. En ce qui concerne les essaims sauvages, tous les auteurs sont unanimes (Wendling, 2012), les pertes sont quasiment totales.

D'après Rosenkranz *et al.*, (2006), le taux critique d'infestation dans une ruche est de 30% des abeilles adultes infestées pendant l'été. A partir d'un seul acararien, il faudrait environ 1 an pour atteindre cette valeur (The Food and Environment Research Agency, 2010). Par ailleurs, lorsque le couvain est présent toute l'année, comme c'est le cas à La Réunion, la population de parasite est



multipliée par 800 dans l'année (Martin, 1998a). Donc, à partir d'une infestation d'un parasite dans une ruche, les pertes commenceraient environ 1 an après son arrivée. Bien entendu, lors d'une infestation multiple, les symptômes apparaîtront plus rapidement.

La vitesse de dispersion de *Varroa destructor* est un élément capital à intégrer dans la démarche. D'après une étude réalisée en Nouvelle Zélande par (Stevenson *et al.*, 2005), avec des colonies faisant des arrêts de couvain, la vitesse de dispersion de *Varroa destructor* est comprise entre 10 et 15km par an. Une autre publication propose 3km par an (De Jong D. *et al.*, 1982b). Les mouvements et les grandes concentrations de colonies aux mêmes endroits lors des miellées favorisent fortement la dispersion du parasite. Par conséquent, à La Réunion, elle serait grandement facilitée en période de miellées. Les seuls endroits qui pourraient être protégés seraient les cirques (Mafate, Cilaos et Salazie) du fait de leur structure géomorphologique. En effet, ils sont entourés de rempart compris entre 1000 et 3000m d'altitude et les voies d'entrées sont restreintes et difficiles. Cilaos et Salazie, possèdent tout deux, une seule voie d'entrée et Mafate, n'est accessible qu'à pied, il est donc, encore plus protégé. Par ailleurs, la ressource florale est plus limitée car essentiellement constituée par les bois de couleurs (essences endémiques). Les transhumances sont, par conséquent, assez rares dans ces endroits.

A partir des données de vitesses de dispersion disponibles pour les autres pays, et la distance de vol d'une abeille de 3km maximum (Eckert, 1983), il est possible de faire une simulation de la dispersion du parasite à partir d'un point d'entrée. Un recensement des ruches autour du Port montre qu'il existe 11 ruchers à moins de 3km et 12 entre 3 et 5km (Figure 15). Une abeille infestée arrivant sur ces zones pourra donc transmettre rapidement et facilement le parasite aux abeilles de La Réunion. Ces estimations peuvent être également reprises pour les colonies situées autour des aéroports et dans le cadre de mise en place de plan de surveillance.

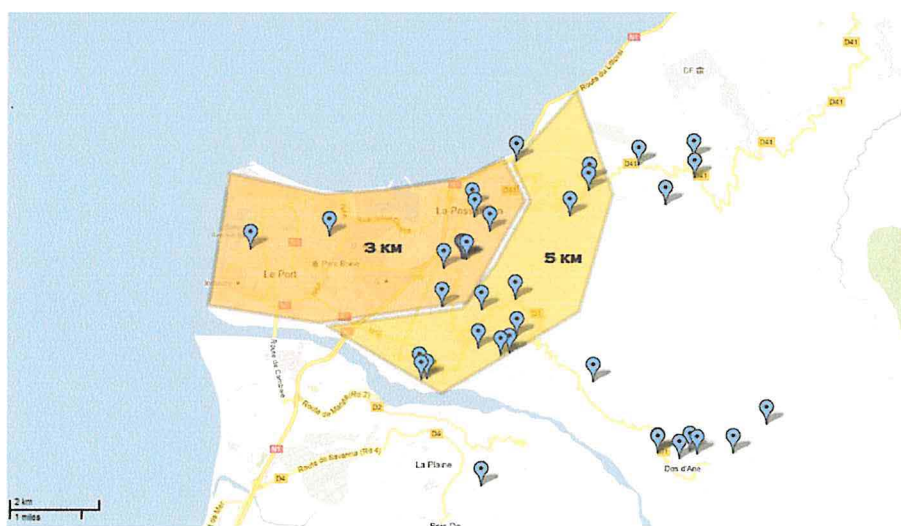


Figure 15 : Identification des zones à risque lors d'une introduction accidentelle d'une abeille infestée au niveau du Port. Les zones colorées sont celles qui seront infestées en premier si une introduction se produit à partir du Port.

De plus, les pompiers réunionnais n'interviennent jamais sur les essaims. Localement, ils ont une liste d'apiculteurs, fournie par le SAR, à contacter lorsqu'un essaim leur est signalé. La récupération d'un essaim dont l'origine est inconnue, par un apiculteur est très favorable à la dispersion du parasite si l'essaim est infesté (source Service Départemental d'Incendie et de Secours).

La Réunion possède une superficie de 2 512 km<sup>2</sup> (50X72km). Il est donc possible d'estimer qu'en moins de 2 ans, le parasite serait présent dans toute l'île sans mesures de protections et qu'en moins de 3 ans, 50 à 100% des ruches domestiques de La Réunion pourraient disparaître et 100% en

ce qui concerne les colonies sauvages. Ces pertes impliqueraient également une diminution, voire un niveau de production de miel réduit à néant.

Le miel constitue la principale source de revenus des apiculteur. L'apparition de varroa entrainerait donc une baisse considérable de leurs revenus. La plupart seraient certainement contraints de cesser leurs activités.

La production moyenne de miel par ruche est environ 10kg pour les bonnes années. Ainsi, les apiculteurs de La Réunion produisent à peu près 120 tonnes de miel sur les 400 consommées annuellement (Tableau 9). Cela représente une somme de 1 400 000€ qui pourrait être perdue suite à l'arrivée de *Varroa destructor*.

	Les apiculteurs de La Réunion	Importation	La Coopémiel	Apiculteur professionnel
<b>Production moyenne par an (tonnes)</b>	121	279	40	12
<b>Prix (€/kg)</b>	entre 7 et 12	2,89	6 (prix acheté aux apiculteurs)	12
<b>TOTAL (€)</b>	<b>1 400 000 €</b>	<b>578 000 €</b>	<b>240 000 €</b>	<b>144 000 €</b>

Tableau 9 : Chiffres moyens de la production de miel (Rapport ADA, Coopémiel, apiculteur professionnel)

Les chiffres ont été obtenus auprès de l'ADA, de la Coopémiel et d'un apiculteur professionnel. Ils ne sont pas fixes et dépendent de la production qui varie d'une année à l'autre en fonction des conditions climatiques, des floraisons, des problèmes sanitaires etc. En Annexe 11 sont montrées les variations de production de miel de la Coopémiel de 2001 à 2012 et d'un apiculteur ayant environ 600 ruches.

### 2.5.2. Coût des traitements

Les traitements utilisés sont disponibles sous forme de bandelettes imprégnées d'amitrazé ou de thymol. Ici, seuls les tarifs concernant les préparations à base d'amitrazé ont pu être pris en compte, mais dans le cas d'une primo-infestation, cette molécule devrait suffire pour limiter la population d'acarien.

Les prix annoncés dans le Tableau 10 ont été fournis par Alcyon (grossiste de médicaments vétérinaires).

Libellé	Quantité	Prix tarifaire HT €	Montant HT €	TVA	Montant TTC €	Nombre de ruches traitées
<b>APISTAN-POCHETTE 10 LANIERES</b>	1	22,91	20,62	19,6%	<b>24,66</b>	5
<b>APISTAN-POCHETTE 10 LANIERES</b>	10	22,70	204,30	19,6%	<b>244,34</b>	50
<b>APIVAR-POCHETTE 10 LANIERES</b>	1	22,01	19,81	19,6%	<b>23,69</b>	5
<b>APIVAR-POCHETTES 10 LANIERES</b>	10	22,77	195,93	19,6%	<b>234,33</b>	50

Tableau 10 : Tarifs des traitements (Fournisseur Alcyon)

Les marges pratiqués par les vétérinaires peuvent faire monter les prix jusqu'à **33 € TTC** (marge de 25%) ou **37€ TTC** (marge de 33%) (GDS 61, communication personnelle, juillet 2012).

En Guadeloupe le climat est tropical comme à La Réunion et les apiculteurs réalisent un traitement par an, entre novembre et décembre. Ce département peut être pris comme référence

car les conditions sont comparables, en conséquence il est possible de supposer que la même fréquence de traitement pourrait être appliquée localement.

Globalement, selon le traitement choisi et le fournisseur, le coût des traitements par ruche varie de **4,93€ à 7,4€**.

Sachant qu'il y a probablement entre 21 000 et 24 000 ruches à la Réunion, le coût d'une application pour l'ensemble des ruches réunionnaises serait compris entre **118 000 € et 177 000€**. Les coûts par apiculteurs peuvent ainsi varier de 30 à 2 000€ selon le nombre de ruches (Annexe 12).

### 2.5.3. Pertes indirectes pour les métiers associés à l'apiculture

La pollinisation par les abeilles est indispensable essentiellement pour les productions de litchis, fraises, melon, haricot et cucurbitacées "lontan". Elle a aussi un impact dans certaines productions pour lesquelles elle aide à obtenir des fruits de meilleure qualité. C'est le cas pour les graines d'oignons, le café, les chouchous (christophine) et les mangues (Deslandes, O., communication personnelle, Juin 2012). Au vu des chiffres de productions qui se comptent en centaine de milliers de tonnes selon la culture (Annexe 13), une diminution importante de la pollinisation entrainerait des baisses colossales d'activités pour les maraîchers, qui déboucheraient sur des pertes financières sévères et un impact important sur l'emploi.

En ce qui concerne l'impact sur l'environnement, il est non quantifiable mais certain à cause de la diminution de la pollinisation (Ellis, 2008).

### 2.5.4. Conclusion sur les conséquences de l'arrivée du parasite

En conclusion, les conséquences de l'arrivée de *Varroa destructor* sur l'île de La Réunion seraient très importantes, non seulement pour l'apiculture, mais également pour le maraîchage et l'arboriculture fruitière. Les abeilles ayant un rôle écologique majeur, il va de soi que la diminution de la population aurait un impact considérable sur l'écosystème unique et exceptionnel de l'île de La Réunion.

## 2.6. Estimation du risque

L'estimation du risque consiste en le croisement de la probabilité de survenue du danger et les conséquences. D'après les résultats ci-dessus, la probabilité de survenue est quasi-nulle et les conséquences sont très élevées. De ce fait, le risque représenté par varroa est **assez élevé** en tenant compte des incertitudes et de la variabilité des données qui seront discutées dans la partie suivante.

## DISCUSSION

### 1. Enquête

L'enquête réalisée auprès des apiculteurs, au moyen d'un questionnaire, a permis la mise en évidence des pratiques à risque ou de protection par rapport à l'arrivée du parasite, sa détection, sa dispersion, etc. Malgré les dispositions prises pour être représentatif et avoir un questionnaire de bonne qualité, les résultats obtenus présentent des limites.

Les connaissances des apiculteurs sur varroa ont été évaluées simplement, mais cela a permis d'avoir un premier aperçu de l'état des connaissances sur le parasite. Cela permettra par la suite d'orienter les sessions d'informations et de formation et de les adapter au public visé. Le questionnaire pourrait être amélioré dans le même sens, c'est à dire, préparer des questions différentes selon le type d'apiculteur.



La valeur des réponses obtenues par le questionnaire dépend de l'honnêteté et l'implication des personnes interrogées. Cela induit un certain niveau d'incertitude sur les comportements d'importation ou les connaissances sur *Varroa* notamment.

Le tirage au sort a été fait à partir de la liste des apiculteurs déclarés au GDS qui ne comprend pas tous les apiculteurs de La Réunion. Les professionnels, sont tous présents dans la base de données car leur déclaration est obligatoire pour obtenir certaines aides financières. Ce qui n'est pas le cas des apiculteurs de loisir qui ne sont pas tous déclarés. Par ailleurs, il existe une méfiance des apiculteurs envers les services vétérinaires (ou assimilés comme cela peut-être le cas pour le GDS). De par le passé, les déclarations des mortalités dues à la nosémose, auprès de l'ex-DSV, faisaient l'objet de l'édition d'un Arrêté Préfectoral portant Déclaration d'Infection (APDI). Les transhumances étaient alors interdites. Les apiculteurs, afin d'éviter cette contrainte majeure pour la pérennisation de leurs revenus, ont alors cessé complètement de déclarer les mortalités et leurs ruchers. Enfin, le fait que le service de déclaration des ruchers soit devenu payant (gratuit avant 2010 lorsque les déclarations se faisaient à l'ex-DSV), a inciter un certain nombre de personnes à ne pas se déclarer.

Ces apiculteurs non déclarés sont donc plus à risque pour l'introduction et la dispersion du parasite au sein de l'île car ils n'ont pas accès aux informations données par le GDS ou les différents intervenants de l'interprofession (SAR, ADA, etc.). La méfiance qu'ils ont envers les services vétérinaires les empêchera certainement de déclarer des mortalités anormales, et permettra la non-détection et la dispersion du parasite.

## 2. Incertitude des données sur *Varroa destructor* et *A.m.unicolor* à La Réunion

Les informations obtenues sur la biologie de *Varroa destructor* sont principalement valables dans les zones tempérées. En milieu tropical, les données sont pour le moment peu nombreuses, mais il semblerait que la reproduction du parasite soit plus difficile (Medina and Martin, 1999). Toutefois, des modèles semblent indiquer le contraire (Martin, 1998a). Ces différences peuvent s'expliquer par la capacité de la sous espèce d'abeilles étudiée, à tolérer *Varroa* ou de la lignée de parasite pris en compte. A La Réunion, la biologie de la sous espèce présente (*A.m. unicolor*) est encore peu connue. Par conséquent, les estimations peuvent être différentes de celles annoncées.

## 3. Discussion des résultats

### 3.1. Typologie des pratiques apicoles de La Réunion

Les résultats montrent que les apiculteurs n'ont pas de comportement à risque concernant l'introduction du parasite (cf « Typologie des apiculteurs, p8 »). Les quelques producteurs de reines métropolitains et anglais contactés ont certifié n'en avoir jamais expédié, ce qui confirme cette tendance. Cependant, ce n'est pas le cas de la plupart des apiculteurs d'autres pays qui importent régulièrement des abeilles pour optimiser leurs productions, favorisant ainsi, la dispersion du parasite à travers le monde. Bien que les connaissances soient inégales entre les apiculteurs, une grande majorité sait que la situation sanitaire des abeilles est très fragile ce qui est un facteur de protection supplémentaire.

Malgré cette information, peu d'apiculteurs connaissent les modalités de détection du parasite (30%) et par conséquent, sa dispersion, s'il y arrive, ne pourra pas être évitée. Au contraire, les pratiques favorisantes sont nombreuses : forte densité de colonies, transhumance pour l'extrême majorité des colonies, échange de matériel et de couvain entre les ruches et récolte d'essaims



sauvages. En ce qui concerne certaines pratiques comme l'équilibrage des colonies (introduction de cadres de couvain d'une colonie forte vers une colonie faible en vue d'augmenter les effectifs d'ouvrières), elles sont universelles et très répandues à La Réunion, mais extrêmement favorables à la dissémination d'agents pathogènes et de varroa.

Afin de limiter ces mauvaises pratiques sanitaires, il serait opportun de former les apiculteurs aux méthodes simples de détection du parasite. Comme nous avons pu le voir, l'immense majorité des apiculteurs visitent leurs colonies au moins toutes les deux semaines. Le contrôle du plateau qui est la méthode la plus simple pour savoir s'il y a infestation, devrait être systématisée, notamment dans les zones à risque près du port et des aéroports. Ceci permettrait une meilleure détection et certainement d'éviter une épizootie. Des traitements préventifs lors de la récolte d'essaims sauvages dont les origines sont inconnues permettraient également de limiter le risque

### 3.2. Risque d'émission

Le risque d'émission est, de façon globale, quasiment nul. L'absence du parasite à La Réunion, malgré sa répartition quasi-mondiale depuis les années 1980, confirme ce résultat.

Les pays à risque pour La Réunion sont surtout Madagascar, la France métropolitaine, l'Afrique australe et l'Asie du Sud-Est. Cependant, tous ces pays ne présentent pas les mêmes taux d'infestation par colonie, bien que les prévalences soient élevées. A Madagascar, la prévalence est hétérogène selon les zones. En métropole, les apiculteurs traitent leurs ruches. L'infestation reste cependant assez élevée car les traitements ont leurs limites et les conditions d'applications ne sont pas toujours bien respectées. Dans le cas de l'Afrique du Sud, aucun traitement n'est appliqué, mais la sous espèce d'abeille présente l'abeille africaine *A.m. scutellata* est tolérante vis-à-vis de varroa, ce qui maintient un faible niveau d'infestation dans les colonies. Enfin, en Asie du Sud Est, les traitements (soufre, plantes, nicotine...) entraînent généralement la mort de la colonie en même temps que celle du parasite.

Les voies aériennes et postales sont les plus à risque concernant l'importation volontaire de reine. Pour ce type d'introduction, il est à noter que le facteur déterminant principal est le comportement individuel d'importation. Même s'il ne semble pas courant à La Réunion, il n'est pas exclu qu'un apiculteur originaire d'une zone infestée, nouvellement arrivé sur l'île, continue de pratiquer des méthodes qui impliquent l'introduction régulière de reines. Les laboratoires peuvent également être responsables de l'introduction du parasite dans le cadre de programme de recherche. Cela a été le cas pour l'introduction du parasite en Allemagne et en France. D'autres maladies ont aussi été introduites par ce biais (Health and safety executive, 2007). Ce risque d'importation est non quantifiable, mais très dangereux, car une seule importation malheureuse suffirait à l'introduction du parasite et à sa diffusion dans toute l'île.

La voie aérienne est également à risque pour l'introduction accidentelle d'abeilles isolées, principalement car la survie est assurée et le nombre de pays concernés plus important. Les traitements, normalement obligatoires sur les appareils, ne sont pas toujours réalisés ou bien inefficaces, ce qui permet la survie des abeilles.

L'installation spontanée d'abeilles n'est pas quantifiable. Toutefois, des facteurs peuvent être favorisants. La présence de ruches autour des aéroports rapproche les abeilles des appareils et augmente les chances qu'elle s'y installe. Ces ruches peuvent être mis en place dans le cadre de programmes environnementaux. C'est le cas des aéroports de Paris Charles de Gaulle et Orly, qui ont installé des ruches sur leurs sites en 2007 et 2010 (Aéroport de Paris, 2010). Les abeilles, comme la

plupart des insectes, sont très attirés la nuit par la lumière. Ainsi, les départs de métropole, qui sont toujours réalisés de nuit, sont les plus à risque. Par ailleurs, les stationnements longs, le transport de denrées sucrées ou encore, les périodes d'essaimage ou de faibles ressources, augmentent aussi les probabilités d'installation des abeilles.

De nombreuses introductions de varroa ont apparemment eu lieu à partir des aéroports. C'est le cas de la Nouvelle Zélande pour laquelle les taux d'infestation sont plus importants autour de l'aéroport (Stevenson *et al.*, 2005). La même observation est faite pour Madagascar (Raveloson R. L.H., communication personnelle, Juin 2012). Néanmoins, il est impossible de savoir si cela été une introduction volontaire ou accidentelle.

Un élément qui n'a pas été abordé est l'introduction d'abeilles par les cyclones. Les tempêtes tropicales ont permis l'introduction d'espèces exotiques à La Réunion, notamment des orchidées et des oiseaux. La taille de ces tempêtes peut aller jusqu'à 300km, permettant ainsi le déplacement d'espèces sur de grande distance, ce qui n'est pas possible autrement. C'est donc un moyen d'entrée potentiel des abeilles sur l'île (Cadet, 1977; Dijkstra, 2007).

### 3.3. Risque d'exposition

Le risque d'exposition est de façon globale faible. La diffusion à partir des points d'entrée pour les introductions accidentelles est favorisée par les densités importantes d'abeilles. En effet, plus il y aura d'abeilles autour des ports et aéroports, plus les probabilités de contact entre les abeilles introduites et locales sont importantes et donc la transmission du parasite possible (Sakofski and Koeniger, 1986). Il faut noter que d'autres hyménoptères butineurs peuvent servir de relais dans la transmission du parasite (Kevan *et al.*, 1990a).

L'exposition peut avoir lieu suite à l'introduction d'une seule femelle fondatrice. La probabilité que ces femelles se développent au sein des colonies réunionnaises dépend de leur fertilité. Cela peut varier selon la souche. La souche Coréenne "K" (présente à Madagascar) est plus virulente que la souche Japonaise "J". Les conditions retrouvées à La Réunion, (sous-espèce d'abeilles, climat) peuvent également avoir un effet sur le développement du parasite. Quoiqu'il en soit, le succès reproductif est généralement bon. Dans le cas de La Réunion, il est donc très probable que le parasite réussisse à se développer.

Le risque d'exposition n'est pas le même au fil du temps. Il dépend notamment des périodes d'activité des abeilles. A La Réunion, elles présentent une activité moindre durant l'hiver austral (Juin, Juillet et Août). En conséquence, elles sont moins à risque d'être exposées pendant cette saison. Durant l'hiver boréal (Décembre, Janvier, Février), il y a également moins de risque d'introduction depuis la métropole, car les abeilles sont en hibernation. Ces informations permettent d'établir une période à risque pour l'exposition par des abeilles venant de métropole : Mars-Avril-Mai et Septembre. Concernant les autres pays à risque, situés dans l'hémisphère Sud, les périodes à risque coïncident avec les périodes d'activité des abeilles de La Réunion. Cependant, une période se distingue du fait du regroupement des abeilles autour de l'aéroport. Il s'agit des mois d'août à octobre correspondant à la miellée de letchis.

De façon générale le risque d'exposition est faible. Néanmoins, il doit être d'avantage considéré dans le cas d'exposition via des abeilles vivantes, et notamment via les reines et les abeilles isolées qui ont le plus de chances d'être introduites. Les mois de mars, septembre et octobre apparaissent particulièrement sensibles pour les introductions depuis l'aéroport.

### 3.4. Estimation de survenue de danger

La survenue du danger est de façon générale quasiment nulle, ce qui est cohérent avec l'absence du parasite. Néanmoins, le changement de statut de Madagascar est préoccupant pour La Réunion et augmente le risque de la survenue du danger depuis ce pays particulièrement pour les introductions accidentelles. Dans le cas d'introduction volontaire, le comportement des personnes, n'est pas quantifiable mais particulièrement déterminant pour l'arrivée du parasite. C'est le scénario d'introduction le plus probable comparé à l'introduction accidentelle. En effet, il est presque sûr, qu'un jour, une personne, pour des raisons d'amélioration de performance ou par habitude, fera venir des reines ou un paquet d'abeilles plus productives. Malgré les mesures de contrôle en place, les failles sont nombreuses et n'empêcheront pas une introduction.

### 3.5. Conséquences

Les conséquences de l'arrivée de *Varroa destructor* sur l'île seront très importantes pour le secteur apicole et l'agriculture. Néanmoins, à cause de l'incertitude des estimations, il n'est pas aisé de définir précisément la valeur des pertes. Toutefois, en se basant sur ce qui se passe à Madagascar, il est possible de prévoir ce qui pourrait arriver à La Réunion. D'après les premières observations, *A.m.unicolor* est très sensible au parasite (souche K). Si, l'émission est faite à partir de Madagascar, les pertes seront importantes (passage de 400 à 8 ruches en moins d'un an pour une apicultrice des alentours de Antananarivo (Raveloson, R., Lala.H., communication personnelle, Juin 2012). Si la souche J, moins virulente, est introduite, il est possible qu'*A.m.unicolor* soit plus résistante et les dégâts moins importants.

**Estimation globale** L'estimation globale du risque d'arrivée de varroa est donc **assez élevée** mais avec des différences selon les voies d'entrées. Les comportements individuels sont particulièrement dangereux car non contrôlables et les actions possibles pour éviter une importation sont limitées (information, formation et révision de la réglementation). Dans le cas de La Réunion, le risque acceptable est quasiment nul car les conséquences de l'arrivée du parasite sur l'île seraient catastrophiques. Le risque d'introduction du parasite étant supérieur au risque acceptable, il est donc nécessaire de mettre en place des mesures spécifiques afin de diminuer le risque d'introduction de varroa.

## RECOMMANDATIONS

Le comportement des personnes, les contrôles ainsi que la détection sont les facteurs sur lesquels il faut agir.

Premièrement, la communication au sujet de varroa est à développer, notamment auprès des apiculteurs qui ne sont pas déclarés auprès du GDS et auprès des apiculteurs de loisir qui ont montré des connaissances plus faibles au sujet du parasite. De même, des messages de sensibilisation à destination du grand public, aux ports et aux aéroports pourraient éviter les introductions ou, du moins, inciter les déclarations à l'arrivée. Ces campagnes de communication pourraient être organisées par l'interprofession (ADA, SAR, GDS). De la même façon, le GDS doit organiser des sessions de formation sur la détection de *Varroa destructor* par les apiculteurs et à les inciter à signaler toute mortalité anormale dans les ruchers.

Concernant le contrôle et la détection il faudrait :

- Sensibiliser les agents des douanes aux risques d'introduction des abeilles et les inciter à être plus vigilants lors des contrôles

- Former les agents du SDIS à la destruction d'essaims et cesser de faire intervenir des apiculteurs
- Former un agent du Laboratoire Vétérinaire Départemental (LVD) afin d'être capable d'identifier avec certitude *Varroa destructor*. A l'heure actuelle le LVD n'est pas accrédité pour la recherche de *Varroa destructor*.
- Utiliser les ruchers présents sur les sites du port et aéroport comme ruchers sentinelles avec des contrôles réguliers et utilisation de matériaux spécifiques de détection (plateaux à langes). Ou mettre en place des zones tampons, sans ruches, autour des points d'entrée.

Dans le cas du matériel, l'interdiction d'importation n'est peut être pas nécessaire ici, mais une obligation de traitement efficace contre varroa (chalumeau, trempage dans la cire microcristalline...) peut être exigée pour tout matériel d'occasion ayant été en contact avec des abeilles.

Un élément essentiel à mettre à jour est l'arrêté préfectoral n° 0716 du 2 avril 2003. Concernant l'introduction, il faudrait interdire, sanction à l'appui, l'importation d'abeille à La Réunion. Il apparaît raisonnable de demander la destruction de tout essaim, *a priori* introduit, sur les sites du port et de l'aéroport.

Cet arrêté devrait également préciser les mesures à prendre en cas de détection d'abeille par les douanes ou les services (aéro)portuaires, à savoir, la destruction des abeilles. Si jamais une introduction s'avérait nécessaire, dans le cas d'amélioration génétique ou pour des expériences en laboratoire, il faudrait effectuer des traitements préventifs sur les abeilles avant leur départ, associé à un certificat vétérinaire spécifiant qu'elles sont saines et proviennent d'un élevage sain. La mise en place d'un cahier des charges, comme c'est le cas pour les importations de ruminants, serait un bon moyen de réglementer les introductions.

Enfin, la mise en place d'un réseau d'alerte et de surveillance (actif et passif) permettrait une réaction rapide en cas d'introduction. Le GDS devrait mettre en place un Plan Sanitaire d'Élevage (PSE) pour pouvoir constituer un stock de traitement anti-varroa et le mettre rapidement à disposition des apiculteurs si jamais une épizootie se présentait.

#### AUTRES MALADIES A RISQUE POUR LES ABEILLES DE LA REUNION

*Varroa destructor* n'est pas le seul parasite qui menace le cheptel apicole réunionnais. En effet, d'autres pathogènes comme la loque américaine (*Paenibacillus larvae*), la nosérose à *Nosema apis* ou encore *Aethnia tumida* (petit coléoptère des ruches) peuvent également entrer à La Réunion et causer de graves dégâts. Il est donc nécessaire de continuer des analyses de risque en conservant le même raisonnement. L'attention pourrait se porter notamment sur le miel et le matériel qui peuvent être porteur de la loque, la nosérose, etc.



## BIBLIOGRAPHIE

- ADA. Programme sectoriel apicole 2011-2013 AGREE. Réunion, 5 p.
- Aéroport de Paris (2010). La bioévaluation environnementale [en-ligne]. [http://www.entrevoisins.org/environnement/qualite\\_air/Bio-accumulateurs.aspx](http://www.entrevoisins.org/environnement/qualite_air/Bio-accumulateurs.aspx). (consultée le 12 Juillet 2012).
- Aéroport Roland Garros. Aéroport Roland Garros, rapport annuel. p.
- Ahl, A. S., Acree, J. A., Gipson, P. S., Mc Dowell, R. M., Miller, L. and Mc Elvaine, M. D. (1993). Standardization of nomenclature for animal health risk analysis. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz* **12**, 1045-1053.
- Anderson, D. L. and Trueman, J. W. H. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* **24**, 165–189.
- Australian Government Australian Quarantine and Inspection Service (2009). AQIS and Australia's honeybee industries [en-ligne]. [<http://www.daff.gov.au/aqis/quarantine/pests-diseases/honeybees>]. (consultée le 16 février 2012).
- Benoit, J., Yoder, J., Sammataro, D. and Zettler, L. (2004). Mycoflora and fungal vector capacity of the parasitic mite *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *Internat. J. Acarol.* **30**.
- Bowen-Walker, P., Martin, S. and Gunn, A. (1999). The transmission of deformed wing virus between honey bees (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. *J. Invertebr. Pathol* **73**.
- Cadet, T. (1977). La végétation de l'île de La Réunion : Étude phytoécologique et phytosociologique. Université Aix Marseille III, 362p.
- Calatayud, F. and Verdu, M. (1994). Survival of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata: Varroidae) in broodless colonies of the honey bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). *Exp. Appl. Acarol* **18**, 603-612.
- Calderone, N. W. and Kuenen, L. P. S. (2001). Effects of western honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony, cell type, and larval sex on host acquisition by female *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *J. Econ. Entomol* **94**, 1022-1030.
- Chauzat, M. P., Carpentier, P., Martel, A. C., Bougeard, S., Cougoule, N., Porta, P. and al., e. (2009). Influence of pesticide residues on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony health in France. *Environ. Entomol* **38**, 514-523.
- Chauzat, M. P., Vannier, P. and Allier, F. (2010). Rapport de mission à l'île de la Réunion (18 au 21 Octobre 2010), 19.
- Chen, Y., Pettis, J., Evans, J., Kramer, M. and Feldlaufer, M. (2004). Transmission of Kashmir bee virus by the ectoparasitic mite *V. destructor*. *Apidologie* **35**.
- Dainat, B., Evans, J., Chen, Y., Gauthier, L. and Neumann, P. (2012). Predictive Markers of Honey Bee Colony Collapse. *PLoS ONE* **7**(2): e32151. doi:10.1371/journal.pone.0032151.
- De Guzman, L., Rinderer, T. and Beaman, L. (1993). Survival of *Varroa jacobsoni* Oud. (Acari: Varroidae) away from its living host *Apis mellifera* L. *Exp. Appl. Acarol* **17**, 283-290.
- De Jong D., Morse A. R. and C., E. G. (1982b). Mite pets of honey bees. *Annual Review of Entomology* **27**, 229-252.
- De Rycke, P. H., Joubert, J. J., Hossein hosseinian, S. and Jacobs, F. J. (2002). The possible role of *Varroa destructor* in the spreading of American foulbrood among apiaries. *Exp. Appl. Acarol.* **27**, 313-318.
- Delaplane, K. S. and Mayer, D. F. (2000). *Crop pollination by bees*. CABI Publishing, New York: 344p.
- Di Prisco, G., Pennacchio, F., Caprio, E., Boncristiani, H. J., Evans, J., Chen, Y. and Yang, X. (2011). *Varroa destructor* is an effective vector of Israeli acute paralysis virus in the honeybee, *Apis mellifera*. *J. Gen. Virol.* **92**.
- Dijkstra, K. D. B. (2007). Gone with the wind: westward dispersal across the Indian Ocean and island speciation, in *Hemicordulia dragonflies* (Odonata: Corduliidae). *Zootaxa*, 27–48p.
- Direction générale de l'alimentation (2006). Note de service DGAL/SDSPA/N2006-8064.

- Donzé, G.** (1995). Adaptations comportementales de l'acarien ectoparasite *Varroa jacobsoni* durant sa phase de reproduction dans les alvéoles operculées de l'abeille mellifère *Apis mellifera*. Université de Neuchâtel, 152p.
- Donzé, G., Herrmann, M., Bachofen, B. and Guérin, P. M.** (1996). Effect of mating frequency and brood cell infestation rate on the reproductive success of the honeybee parasite *Varroa jacobsoni*. *Ecol. Entomol.* **21**, 17-26.
- Drijfhout, F. P., Kochansky, J., Lin, S. and Calderone, N. W.** (2005). Components of honeybee royal jelly as deterrents of the parasitic Varroa mite, *Varroa destructor*. *Journal of chemical ecology* **31**.
- Eckert, J.** (1933). The flight range of the honeybee. *Journal of Apicultural Research* **47**, 257-285.
- Fries, I. and Camazine, S.** (2001). Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. *Apidologie* **32**, 199-214.
- Fries, I. and Rozenkraz, P.** (1996). Number of reproductive cycles of *Varroa jacobsoni* in honey-bee (*Apis mellifera*) colonies. *Exp. Appl. Acarol.* **20**.
- Gallai, N., Salles, J., Settele, J. and Vaissière, B.** (2008). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economy* **68**, 810-821.
- Goodwin, M. and Van Eaton, C.** (2001). Control of Varroa. A guide for New Zealand beekeepers. New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry. Wellington, New Zealand, 127.
- Grobov, O. F.** (1976). La Varroase de l'abeille mellifère. *Apiacta* **11**, 145-148.
- Gromyko, G. I.** (1982). Vyzhyvayemost samok Varroa vnie pchelinoi semii. *Pchelevodstvo* **5**, 16-17.
- Hartwig, A. and Jedruszuk, V.** (1987). Survival of *Varroa jacobsoni* on flowers., In: Proceedings of the XXXI International Congress on Apiculture, Warsaw, Poland,
- Health and safety executive.** Final report on potential breaches of biosecurity at the Pirbright site 2007. 79 p.
- Kaplan, K.** (2008). Colony collapse disorder : a complex buzz. *Agriculture Research Magazine*, <ars.usda.gov/is/br/ccd>.
- Kevan, P., Laverty, T. and Denmark, H.** (1990a). Association of *Varroa jacobsoni* with organisms other than honeybees and implications for its dispersal. *Bee World* **71**.
- Kevan, P., Laverty, T. and Denmark, H.** (1990b). Association of *Varroa jacobsoni* with organisms other than honeybees and implications for its dispersal. *A Bee World* **71**, 119-121.
- raus, B. and Page, R. E.** (1995). Effect of *Varroa jacobsoni* (Mesostigmata: Varroidae) on feral *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *California Environmental Entomology* **24**, 1473-1480.
- Le Conte, Y., Ellis, M. and Ritter, W.** (2010a). Varroa mites and honey bee health : can Varroa explain part of the colony losses? *Apidologie* **41**, 353-363.
- Le Conte, Y., Ellis, M. and Ritter, W.** (2010b). Varroa mites and honey bee health: can Varroa explain part of the colony losses? *Apidologie* **41**, 353-363.
- Lobb, N. and Martin, S. J.** (1997). Mortality of *Varroa jacobsoni* Oudemans during or soon after the emergence of worker and drone honeybees *Apis mellifera* L.. *Apidologie* **28**.
- Martin, S. and Kemp, D.** (1997). Average number of reproductive cycles performed by *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *J. Apic. Res* **36**.
- Martin, S. J.** (1998a). A population model for the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Ecological Modelling* **109**, 267-281.
- Medina, L. and Martin, S.** (1999). A comparative study of *Varroa jacobsoni* reproduction in worker cells of honey bees (*Apis mellifera*) in England and Africanized bees in Yucatan, Mexico. *Exp. Appl. Acarol* **23**, 659-667.
- Pettis, J. S. and Delaplane, K. S.** (2010). Coordinated responses to Honey Bee decline in the USA. *Apidologie* **41**.
- Pettis, J. S., Ochoa, R. and Orr, J.** (2003). Interception of a live Varroa mite on imported cut flowers in the United States. *Internat. J. Acarol.* **29**, 291-292.
- Port de la Réunion** (2011). Rapport d'activité 2011.
- Rosenkranz, P., Kirsch, R. and Renz, R.** (2006). Population dynamics of honey bee colonies and Varroa tolerance: a comparison between Uruguay and Germany In: Santana, Lobo, Hartfelder (Eds.), Proceedings 7th Encontro Sobre Abelhas, USP Ribeirão Preto, Brazil,
- Sakofski, F. and Koeniger, N.** (1986). Naturel transfer of *Varroa jacobsoni*., in *European Community Expert group*., Bad-Homburg, Germany, 177-181p.

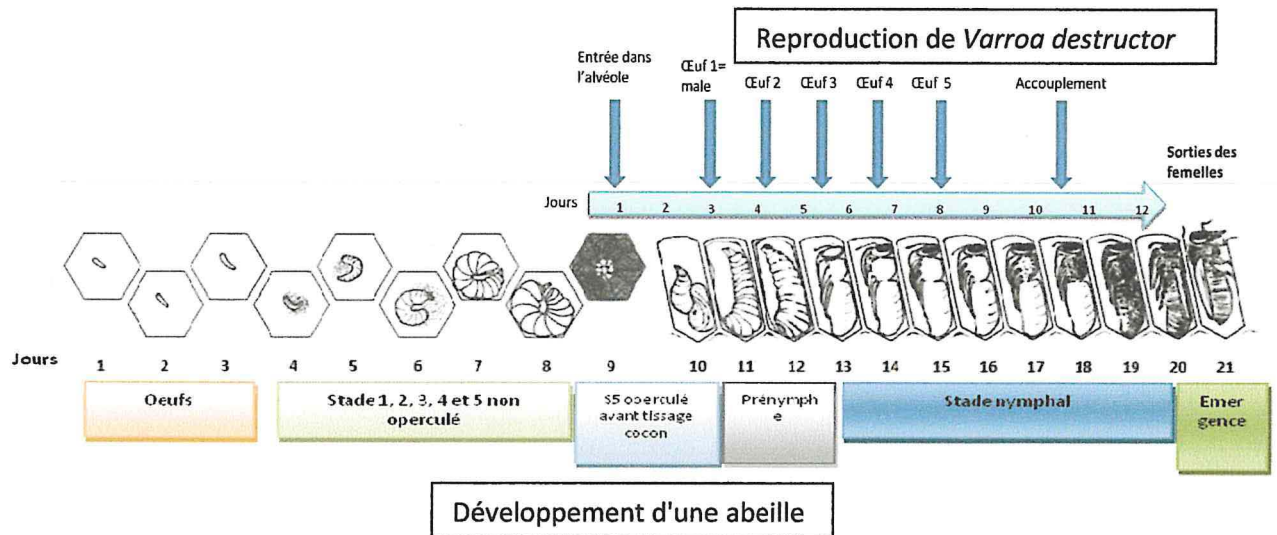


- Stevenson, M. A., Benard, H., Bolger, P. and Morris, R. S.** (2005). Spatial epidemiology of the Asian honey bee mite (*Varroa destructor*) in the North Island of New Zealand. *Preventive Veterinary Medicine* **71**, 242-251.
- Techer, M.** (2012). Diversité et structure génétique de l'abeille *Apis mellifera* à La Réunion. 76p.
- Tentcheva, D., L., G., Zappula, N., Dainat, B., Cousserans, F. and Colin, M. e. a.** (2004). Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France. *Appl. Environ. Microbiol.* **70**
- The Food and Environment Research Agency.** Managing Varroa. York, UK, 44 p.
- Toma, B., Dufour, B., Bénét, J.-J., Sanaa, M., Shaw, A. and Moutou, F.** (2010). *Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures (3ème édition)*, Maisons-Alfort: p.
- Toma, B., Dufour, B. and Sanaa, M.** (2002). Généralité sur l'analyse de risque. *Epidémiologie et santé animale* **41**, 5-17.
- VvanEngelsdorp, D., Evans, J. D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B. K., Frazier, M., Frazier, J., Cox-Foster, D., Chen, Y., Underwood, R., Tarpy, D. R. and Pettis, J. S.** (2009). Colony collapse disorder : A descriptive study *PLoS ONE* **4(8)**: e6481.doi:10.1371/journal.pone.0006481.
- VanEngelsdorp, D. and Meixner, M. D.** (2010). A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology* **103**, 80-95.
- VanEngelsdorp D., Evans J.D., Saegerman C., Mullin C., Haubruge E., Nguyen B.K., Frazier M., Frazier J., Cox-Foster D., Chen Y., Underwood R., Tarpy D.R. and J.S., P.** (2009). Colony collapse disorder: a descriptive study. *PLoS One* **4**, DOI:10.1371/journal.pone.0006481.
- AHID, O.** (2010). [en-ligne]. [http://web.oie.int/wahis/public.php?page=country\\_status&year=2010](http://web.oie.int/wahis/public.php?page=country_status&year=2010). (consultée le 12/06/2012).
- Wendling, S.** (2012). *Varroa destructor* ( Anderson et Trueman, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera*, Linnaeus, 1758. Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Paris. 196p.

U-DIST  
CIRAD-DIST  
Unité bibliothèque  
Lavalette

## ANNEXES

### Annexe 1 : Cycle de reproduction de *Varroa destructor*



### Annexe 2 : Variation climatique en fonction de l'altitude à La Réunion

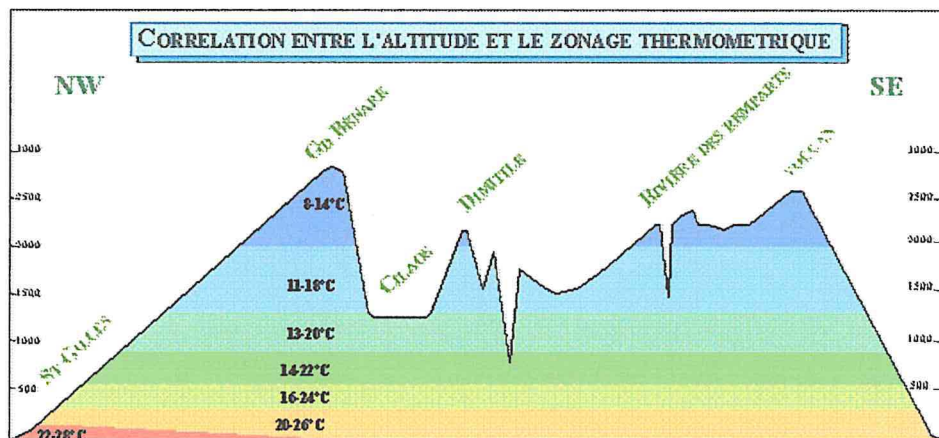


Figure 16 : Corrélation entre l'altitude et le zonage thermométrique, ©Météo France.

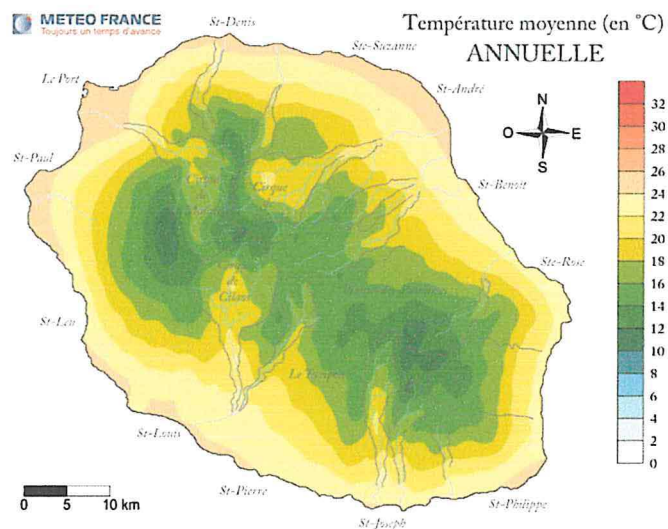


Figure 17 : Température moyenne annuelle (en °C) à La Réunion, météo France.



### Annexe 3 : matrice de multiplication de probabilité

		Probabilité 2									
		N	QN	M	EF	TF	F	PE	AE	E	TE
Probabilité 1		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	QN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	M	2	0	1	1	1	2	2	2	2	2
	EF	3	0	1	1	1	2	2	2	3	3
	TF	4	0	1	1	2	2	3	3	3	4
	F	5	0	1	2	2	3	3	4	4	5
	PE	6	0	1	2	2	3	4	5	5	6
	AE	7	0	1	2	3	3	4	5	6	7
	E	8	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	TE	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Figure 18 : Matrice de combinaison de probabilité, AFSSA 2008.

### Annexe 4 : Questionnaire typologie des apiculteurs

#### Typologie d'élevage apicole : pro, semi-pro et loisir

Nom, prénom :

N° NAPI :

Téléphone :

Date d'appel :

Durée de l'appel :

<p>1. Nombres de colonies : ..... (<math>n &lt; 15 = \text{loisir}</math>, <math>16 &lt; n &lt; 59 = \text{semi-pro}</math>, <math>&gt; 60 = \text{professionnel}</math>)</p> <p>2. Nombre de rucher : .....</p> <p>3. Type d'activité du chef d'exploitation :  <input type="checkbox"/> professionnel  <input type="checkbox"/> loisir</p> <p>4. Cotisant AMEXA : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N</p> <p>5. Adhérent aux organisations apicoles :  <input type="checkbox"/> ADA  <input type="checkbox"/> Coopémiel  <input type="checkbox"/> Aucune</p> <p>6. Type de production :</p> <p><input type="checkbox"/> miel  <input type="checkbox"/> pollen  <input type="checkbox"/> gelée royale  <input type="checkbox"/> reines  <input type="checkbox"/> essaims  <input type="checkbox"/> pollinisation  <input type="checkbox"/> propolis  <input type="checkbox"/> autre : .....</p> <p>7. Production moyenne à la ruche (sur l'année) :</p> <p>miel : .....  pollen : .....  gelée royale : .....  reines : .....  essaims : .....  pollinisation : .....  cire : .....  propolis : .....  autre : .....</p>	<p>8. Objectif exploitation :  <input type="checkbox"/> stabilité  <input type="checkbox"/> retraite  <input type="checkbox"/> perf. techniques  <input type="checkbox"/> rentabilité  <input type="checkbox"/> temps libre  <input type="checkbox"/> autre : .....</p> <p>9. Circuit de commercialisation :</p> <p>Pas de commercialisation : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N</p> <p>Vente sur le marché : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N</p> <p>Coopérative : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N</p> <p>Détail : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N</p> <p>Autre : .....</p> <p>10. Main d'œuvre dans l'exploitation : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N  Si oui, combien : .....</p> <p>11. Cahier sanitaire : <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> N</p> <p>12. Vous considérez vous comme un apiculteur :</p> <p><input type="checkbox"/> Loisir  <input type="checkbox"/> Semi-professionnel  <input type="checkbox"/> Professionnel</p>
---	--

Annexe 5 : Questionnaire d'enquête

Questionnaire d'enquête :

Pratique à risque et enquête d'opinion sur l'introduction de *Varroa destructor*

NAPI Apiculteur : \_\_\_\_\_

Noms, Prénoms : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Type d'activité :  PROFESSIONNEL  SEMI PROFESSIONNEL  LOISIR

Enquêteur(s): \_\_\_\_\_

Date d'enquête : \_\_\_\_\_

Lieu : \_\_\_\_\_

ASA : \_\_\_\_\_

Signatures :

# 1. Gestion du risque : constitution du cheptel

## 1. Etat du rucher

1.1. Quelle est la date de début d'activité apicole (pro, semi pro, loisir) : .....

1.2. Quel est le nombre de ruchers actuel : .....

1.3. Quel était le nombre de ruches l'année dernière : .....

1.4. Quel est le nombre de ruches actuel : .....

1.5. Quelle sous espèce d'abeille élevez vous :

*Apis mellifera unicolor* (espèce locale)

*Apis mellifera ligustica*

*Apis mellifera caucasica*

croisement

autres : .....

## 2. Constitution et renouvellement du rucher

2.1. Comment avez vous obtenus vos colonies :

ruches peuplées

reprise d'un ancien rucher

achat de reines

achat d'essaim

cueillette d'essaim sauvage

par division

par prélèvement de cadre dans d'autres ruches

autres : .....

2.2. Comment renouvelez vous vos reines :

renouvellement naturel

élevage de reines

par introduction de couvain neuf

essaimage

2.3. Si pas de renouvellement naturel, quelle est la fréquence de renouvellement des reines : .....

## 3. Sensibilité des apiculteurs aux risques d'introduction



3.1. Achetez vous des abeilles :  O  N

3.2. Si OUI, sur quel(s) critère(s) vous basez vous pour acheter vos abeilles :

- Forte productivité des abeilles
- Absence de maladies dans l'élevage fournisseur
- Douceur des abeilles
- Bonne réputation de l'élevage
- Aucun
- Autres .....

3.3. Si OUI, les abeilles que vous introduisez dans votre cheptel ont elles un certificat sanitaire :

O  N  Ne sait pas

3.4. Si OUI, les abeilles que vous introduisez présentent elles des signes physiques particuliers (ailes déformées, diarrhée...) :  O  N

3.5. Avez vous déjà acheté des abeilles en dehors de l'île :  O  N

3.6. Si OUI, combien de fois : .....

3.7. Si OUI, quand : .....

3.8. Si OUI, provenance : .....

3.9. Si OUI, et que vous favorisez les élevages autres que ceux de la Réunion, quelles sont vos raisons : .....

3.10. Si OUI, comment les avez vous faites venir :

- Courrier
- transport personnel

## 2. Gestion du risque : matériel

### 1. Type de matériel

1.1. Quel est le type de ruche utilisé :

Langstroth

Bourbon

Warré

Dadant

Autres : .....

1.2. Quelle est la matière qui compose le plateau :

plastique

bois

bois + grillage (métal)

métal + plastique

1.3. Quelle est la matière qui compose le corps de la ruche :

plastique

bois

1.4. Quelle est la matière qui compose les hausses :

plastique

bois

1.5. Quelle est la matière qui compose les cadres :

plastique

bois

### 2. Origine du matériel

2.1. Quelle est le pays de provenance de vos ruches :

Réunion

Métropole

Autres : .....

2.2. Quelle est le pays de provenance de vos plateaux :

Réunion

Métropole

Autres : .....

2.3. Achetez vous du matériel :  O  N

2.4. Lors de vos achats de matériel (ruche, cadre, plateau...) vous privilégiez :

le matériel d'occasion

le matériel neuf

2.5. Si vous achetez du matériel d'occasion, est ce que vous le traitez avant de le mettre en contact avec les abeilles :  O  N

2.6. Si vous achetez du matériel d'occasion, l'achetez vous sur l'île :  O  N

2.7. Si vous achetez du matériel d'occasion, l'achetez vous hors de l'île :  O  N

2.8. Si OUI, quelle est l'origine du matériel : .....

### 3. Cires

3.1. Quel est le rythme de renouvellement des cires :

une fois par an

avant la miellée

quand il y a trop de cire brune

plus d'une fois par an

3.2. D'où proviennent les cires :

Auto-production

Local

Métropole

Autres : .....

3.3. Réutilisez vous vos rayons après extraction du miel :  O  N

3.4. Achetez vous des rayons à d'autres apiculteurs :  O  N

3.5. Si OUI, d'où proviennent les rayons : .....

### 3. Gestion du risque : pratiques apicoles

#### 1. Activité

- 1.1. Depuis combien de temps êtes vous apiculteur : .....
- 1.2. Avez vous démarré votre activité apicole sur l'île :  O  N
- 1.3. Si NON, dans quel pays avez vous commencé : .....
- 1.4. Avez vous eu une activité apicole hors de l'île :  O  N
- 1.5. Si OUI, dans quel pays : .....
- 1.6. Avez vous une activité apicole hors de l'île :  O  N
- 1.7. Si OUI, dans quel pays : .....

#### 2. Gestion

- 2.1. Faites vous des échanges régulier de matériel entre vos ruches :  O  N
- 2.2. Faites vous des échanges de cadre de couvain entre vos ruches (équilibre) :  O  N
- 2.3. Faites vous des échanges de rayons vides entre vos ruches :  O  N
- 2.4. Utilisez vous des fonds grillagés :  O  N
- 2.5. Utilisez vous des fonds spéciaux :
  - anti *Varroa destructor*
  - Happy Keeper
  - Autres : .....
  - Aucun
- 2.6. Est ce que d'autre(s) personne(s) vous aide(ent) à l'entretien/gestion des ruches :  O  N
- 2.7. Si OUI, combien : .....
- 2.8. Si OUI, est ce que l' aide est :
  - rare
  - ponctuelle
  - fréquente
- 2.9. Si OUI, travaille t'il dans une autre exploitation apicole :  O  N
- 2.10. Est ce que vos ruchers sont à moins de 1km les uns des autres :  O  N
- 2.11. Si OUI, combien de ruchers sont proches : .....
- 2.12. Faites vous des transhumances :  O  N

#### 3. Conduite sanitaire du rucher

- 3.1. Faites vous des visites aux ruchers pendant les miellées  O  N
- 3.2. Si OUI, combien (par période de miellée) : ..1 fois par mois.....
- 3.3. Faites vous des visites aux ruchers entre deux miellées :  O  N
- 3.4. Si OUI, combien : ....1 fois par mois .....



3.5. Faites vous des visites inopinées à vos ruches :  O  N

3.6. Si OUI, lors de vos visites inopinée, que regardez vous :

- les cadres de miel
- tous les cadres de couvain
- quelques cadres de couvain
- la planche d'envol
- le sol autour des ruches
- le plateau

3.7. Quelles ruches sont examinées lors des visites de routines pendant les miellées :

- ruches présentant des signes de faiblesse
- sondage aléatoire, combien : .....
- ruches favorites, combien : .....
- toutes les ruches

3.8. Quelles ruches sont examinées lors des visites de routines hors miellées :

- ruches présentant des signes de faiblesse
- sondage aléatoire, combien : .....
- ruches favorites, combien : .....
- toutes les ruches

3.9. Lors de vos visites pendant les miellées, que regardez-vous :

- tous les cadres de couvain
- quelques cadres de couvain
- les cadres de miel
- le sol devant les ruches
- la planche d'envol

3.10. Lors de vos visites de routines entre deux miellées, que regardez vous :

- tous les cadres de couvain
- quelques cadre de couvain par ruches
- la planche d'envol
- le sol autour des ruches
- le plateau

3.11. Le couvain est il présent à l'année :  O  N

3.12. Si NON, période d'absence : .....

3.13. Observez vous du pillage entre vos colonies lors des récoltes de miel :  O  N

3.14. Observez vous du pillage sur les ruches plus faibles du rucher :  O  N

3.15. L'apport de nectar est il suffisant toute l'année :  O  N

3.16. Si NON, quelles périodes sont défavorables : .....

3.17. Est ce que vous laissez des cadres de miel à vos abeilles :  O  N

3.18. Apportez vous de la supplémentation/nourrissement :  O  N

3.19. Si OUI, de quel type :

Miel de l'exploitation

Miel d'autre ruche (origine La Réunion)

Miel d'autre ruche (origine autres pays)

Pollen

Sucre

candi

protéiné

autre.....

3.20. Si OUI, quel type de nourrisseur utilisez vous :

couvre cadre

cadre

extérieur

autres

3.21. Si OUI, observez vous du pillage lorsque vous faites du nourrissement :  O  N

quelques cadres de couvain

les cadres de miel

le sol devant les ruches

la planche d'envol

## 4. Gestion du risque : sanitaire

### 1. Activité en cas de problèmes

- 1.1. Possédez vous un registre d'élevage :  O  N
- 1.2. Avez vous eu des problèmes sanitaires l'année dernière :  O  N
- 1.3. Avez vous des problèmes sanitaires récurrents :  O  N
- 1.4. Si OUI, de quel type : .....
- 1.5. Si OUI, réalisez vous des traitements contre ces problèmes :  O  N
- 1.6. Si OUI, quel type de traitements : .....
- 1.7. Si OUI, à quelle fréquence : .....
- 1.8. Si vous avez des problème sanitaires , les signalez vous :  O  N
- 1.9. Si OUI, à partir de quand signalez vous vos problèmes sanitaires :
- une colonie est malade dans un rucher
  - au moins 3 colonies sont malades au sein d'un rucher
- 1.10. Si OUI, combien de temps mettez vous à prévenir le référent sanitaire (ASA ou vétérinaire) :
- 24 heures
  - 48 heures
  - 7 jours
  - plus de 7 jours
- 1.11. Si OUI, à qui déclarez vous vos problèmes sanitaires :
- GDS
  - ASA
  - DAAF (ex: DSV)
  - ADA
  - Vétérinaire sanitaire ou conseil
  - Autres apiculteurs

## 2. Entretien sanitaire des ruches

2.1. Désinfectez vous le corps de ruches :  O  N

2.2. Si OUI, combien de fois :

1 fois par an

2 fois par an

autre :.....

2.3. Si OUI, mode de désinfection :

Soude caustique à chaud

Chalumeau

Cire microcristalline 10mn/150°C

Eau de javel, degré.....

Vapeur (chaudière)

Autre : .....

2.4. Désinfectez vous les hausses :  O  N

2.5. Si OUI, combien de fois :

1 fois par an

2 fois par an

autre :.....

2.6. Si OUI, mode de désinfection :

Soude caustique à chaud

Chalumeau

Cire microcristalline 10mn/150°C

Eau de javel, degré.....

Vapeur (chaudière)

Autre : .....

2.7. Désinfectez vous les cadres :  O  N

2.8. Si OUI, quelle fréquence :

1 fois par an

2 fois par an

autre : .....

2.9. Si OUI, mode de désinfection :

Soude caustique à chaud

Chalumeau

Cire microcristalline 10mn/150°C

Eau de javel, degré.....



- Vapeur (chaudière)
- Autre : .....

2.10. Désinfectez vous le plateau :  O  N

2.11. Si OUI, quelle fréquence :

- 1 fois par an
- 2 fois par an
- autres : .....

2.12. Si OUI, mode de désinfection :

- Soude caustique à chaud
- Chalumeau
- Cire microcristalline 10mn/150°C
- Eau de javel, degré.....
- Vapeur (chaudière)
- Autre : .....



## 5. Gestion du risque : *Varroa destructor*

### Plusieurs réponses possibles

#### 1. Connaissance du parasite

1.1. Quelle est la couleur de *Varroa destructor* :

- rouge-marron
- gris
- transparent
- ne sait pas

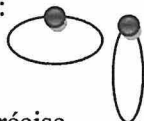
1.2. Est ce que *Varroa destructor* est visible à l'œil nu :  O  N  Ne sais pas

1.3. Quelle est la taille de *Varroa destructor* :

- moins de 1 mm
- environ 1 mm
- supérieur à 2 mm
- ne sait pas

1.4. Quelle est sa forme :

- ovale/rond
- allongé/ fin
- sans forme précise
- ne sait pas



1.5. Peut-il infester d'autre insectes :  O  N  Ne sait pas

1.6. Est ce que *V. destructor* n'est présent qu'en Europe :  O  N  Ne sait pas

1.7. *V. destructor* peut-il survivre dans l'environnement sans les abeilles :  O  N  Ne sait pas

1.8. *V. destructor* est-il capable de se déplacer seul entre les ruches :  O  N  Ne sait pas

#### 2. Détection

2.1. Où peut on retrouver ce parasite :

- dans l'environnement (hors des ruches)
- dans le couvain
- sur les ouvrières
- sur les mâles
- sur les reines
- dans le miel
- ne sait pas

2.2. Où se déroule sa phase de reproduction :

- dans le couvain
- hors de la ruche
- sur les abeilles
- ne sait pas

2.3. Est il est plus probable de trouver *V. destructor* dans :

- le couvain male
- le couvain femelle
- les cellules royales
- aucune des trois il est dans le miel
- ne sait pas

2.4. Que suffit il de faire pour détecter *Varroa destructor* :

- regarder les abeilles
- regarder le couvain
- regarder le plateau
- méthode du sucre glace
- aucune méthode
- ne sait pas

### 3. Introduction

3.1. Comment *Varroa destructor* peut-il entrer à La Réunion :

- introduction de reines originaires de pays infectés
- avec du matériel apicole
- par le transport de fruit par bateau
- avec du miel
- introduction d'essaim
- avec la mouche bleue
- avec de la cire gaufrée
- avec de la cire brute
- ne sait pas

3.2. Quels sont les pays importateurs à risque :

- France continentale
- Madagascar
- Australie
- Afrique du Sud
- Ile Maurice
- ne sait pas

#### 4. Conséquences

4.1. Quels sont les symptômes que l'on peut retrouver après une infestation récente des colonies par *Varroa destructor* :

- un couvain anormal
- une baisse de la production de miel
- des abeilles qui meurent en masse
- un phénomène de pillage accru
- aucun signes apparents
- ne sait pas

4.2. Est ce que les colonies peuvent survivre plus d'un an, malgré la présence de *Varroa destructor* :

- O  N  Ne sait pas

4.3. Quand est ce que la population de *Varroa destructor* augmente dans la ruche :

- quand il y a du miel
- lorsque le couvain est présent toute l'année
- lorsque le couvain n'est présent qu'une partie de l'année
- ne sait pas

4.4. *V. destructor* est-il capable de transmettre :

- des virus
- des bactéries
- des vers
- des champignons
- rien
- ne sait pas

#### 5. Traitement

5.1. Quels sont les moyens disponibles pour faire diminuer la population de parasite :

- traitements chimique
- matériel spécial (plateau grillagé...)
- destruction du couvain
- enfumage
- aucun
- ne sait pas

5.2. Que permettent les traitements actuels :

- éliminer complètement les population de varroa au sein d'une ruche
- éliminer la moitié de la population
- ne rien éliminer, il ne sont pas efficaces



ne sait pas

5.3. Quand les traitements doivent-ils être réalisés pour être efficaces :

- tous les ans
- une seule application par an est suffisante
- plusieurs application par an
- ne sait pas

5.4. Quand est ce que les traitements peuvent être appliqués :

- toute l'année
- avant les miellées
- après les miellées
- lorsque le couvain est absent
- lorsque le couvain est à son maximum
- ne sait pas

Notes :

**Annexe 6 : Introduction de la vigne marronne (*Rubus alceifolius*)**

**Programme de lutte contre la vigne marronne (source : Le Bourgeois et Della Mussia, 2009)**

La vigne maronne (*Rubus alceifolius*) est une espèce invasive introduite à la Réunion en 1980. Elle a envahit tout les espaces ensoleillé et humide du niveau de la mer jusqu'a 1700 mètres d'altitude et représente une menace pour les habitats naturels et les espèces endémiques de La Réunion. En 1980, des moyens de lutte mécanique avaient été mis en place, mais ils se sont avérés inefficaces sur le long terme. En 1997, un programme de lutte biologique à été mis en place par le pôle 3P du CIRAD de La Réunion et ses partenaires. Le résultat à été le choix d'un hyménoptère de Sumatra (pays d'origine de la vigne maronne), *Cibdela janthina* ou tentrède. Cette lutte biologique a été un réel succès et actuellement, la vigne marronne a quasiment disparue des Bas.

Cependant, c'est également une plante très nectarifère et qui permettait aux abeilles d'avoir des ressources entre les miellées classique de letchis et baies roses.

De ce fait, les apiculteurs ont dû adapter leurs techniques et notamment pratiquer le nourrissage pour faire face à sa disparition.

## Annexe 7 : Importation d'insecte à La Réunion

Valeurs en EUROS et Masse en KILOS QTI/QTE:Quantité Import/Export

LIBDOM	NC8	LIBPAYS	QTI 2009	QTI 2010	QTI 2011	LIBNC8
Réunion	1069000	Belgique	103	1	11	Animaux vivants (à l'exclusion des mammifères, reptiles, oiseaux, insectes, poissons, crustacés, mollusques et autres invertébrés aquatiques et des cultures de micro-organismes, etc)
Reunion	1069000	France	4419	160	423	Animaux vivants (à l' exclusion des mammifères, reptiles, oiseaux, insectes, poissons, crustacés, mollusques et autres invertébrés aquatiques et des cultures de micro-organismes, etc)
Réunion	1069000	Pays-bas	0	0	39	Animaux vivants (à l' exclusion des mammifères, reptiles, oiseaux, insectes, poissons, crustacés, mollusques et autres invertébrés aquatiques et des cultures de micro-organismes, etc)

Tableau 11 : importation d'autres insectes à la Réunion (2009-2011).

Source : BEATRICE Dom IMPORTATIONS Séries Chronos

Date de réalisation:Vendredi 04 mai 2012

Source=DOUANES

Code(s) saisi(s) :RE

## Annexe 8 : Tableaux intermédiaires d'évaluation des probabilités d'introduction volontaire, accidentelle et par le matériel

### Introduction volontaire

Voies d'introduction	P1	P1'	P2	P3	P4	I-P4	I-P4'	P5	I-P5	I-P5'	Probabilité finale
VI 1avion	Elevée	Elevée	Très faible	Très élevée	Faible	-	Très élevée (reine) Faible(paquet)	-	Très élevée	-	Extrêmement faible (reine) - Minime (paquet)
VI 2avion	Elevée	Elevée	Très faible	Très élevée	Faible	-	idem	Minime	-	Très élevée	Minime (reine) - Quasiment nulle (paquet)
VI 3avion	Elevée	Elevée	Très faible	Très élevée	-	Assez élevée	-	-	Très élevée	-	Extrêmement faible
VI 4 avion	Elevée	Elevée	Très faible	Très élevée	-	Assez élevée	-	Minime	-	Très élevée	Minime

Tableau 12 : Probabilités de réalisation des différents éléments de la séquence d'introduction par avion

Voies d'introduction	P1	P1'	P2	P3	P4	I-P4	I-P4'	P5	I-P5	I-P5'	Probabilité finale
VI 1bateau	Très élevée	Très élevée	Très faible	Très élevée	Faible	-	Très élevée	-	Assez élevée	-	Extrêmement faible
VI 2bateau	Très élevée	Très élevée	Très faible	Très élevée	Faible	-	Très élevée	Peu élevée	-	Assez élevée	Minime
VI 3bateau	Très élevée	Très élevée	Très faible	Très élevée	-	Faible	-	-	Assez élevée	-	Extrêmement faible
VI 4bateau	Très élevée	Très élevée	Très faible	Très élevée	-	Faible	-	Peu élevée	-	Assez élevée	Minime

Tableau 13 : Probabilités de réalisation des différents éléments de la séquence d'événements nécessaire pour l'introduction de *Varroa destructor* par bateau (introduction volontaire).

Dans le cas de l'introduction par courrier, seules deux voies d'introduction sont possibles car la probabilité de contrôle par les douanes (P4) est quasiment nulle, les voies qui en dépendaient n'ont donc pas été développées.

Voies d'introduction	P1	P1'	P2	P3	1-P4	P5	1-P5	1-P5'	Probabilité finale
VI 3courrier	Très élevée	Très élevée	Très faible	Assez élevée	Très élevée	-	Assez élevée	-	Extrêmement Faible
VI 4courrier	Elevée	Elevée	Très faible	Assez élevée	Très élevée	Peu élevée	-	Assez élevée	Extrêmement Faible

Tableau 14 : Probabilité d'introduction de *Varroa destructor* avec des abeilles par courrier

### Introduction accidentelle

Voie d'introduction	P1	P6	P3'	P8	1-P8	P8	1-P8'	P9	Probabilité finale
VI 5essaims	Très élevée	EF	Peu élevée	Quasi-nulle	-	Minime	Assez élevée	Assez élevée	Quasiment nulle
VI 5abeilles isolées	Assez élevée	Très faible	Faible	Quasi-nulle	-	Quasiment nulle	Très élevée	Assez élevée	Quasiment nulle
VI 6essaims	Très élevée	EF	Peu élevée	-	Très élevée	-	-	Assez élevée	Extrêmement Faible
VI 6abeilles isolées	Assez élevée	Très faible	Faible	-	Très élevée	-	-	Assez élevée	Minime

Tableau 15 : Probabilités de réalisation de l'introduction accidentelle de *Varroa destructor* via abeilles vivantes par bateau

Voie d'introduction	P1	P6	P3'	P8	1-P8	P8	1-P8'	P9	Probabilité finale
VI 5essaims	Très élevée	EF	Assez élevée	Assez élevée	-	Elevée	Assez élevée	Assez élevée	Quasiment nul
VI 5abeilles isolées	Assez élevée	Très faible	Assez élevée	Assez élevée	-	Extrêmement faible	Très élevée	Assez élevée	Quasiment nul
VI 6essaims	Très élevée	EF	Assez élevée	-	Très faible	-	-	Assez élevée	Quasiment nul
VI 6abeilles isolées	Assez élevée	Très faible	Assez élevée	-	Très faible	-	-	Assez élevée	Minime

Tableau 16 : Probabilités de réalisation de l'introduction accidentelle de *Varroa destructor* via abeilles vivantes par avion

Voies d'introduction	P1	P6'	1-P6''	P3'	P7	1-P7	1-P7'	P9	Probabilité finale
VI 5essaim	Très Elevée	Très faible	Peu élevée	Assez élevée	Faible	-	Peu élevée	Faible	Minime
VI 5 abeilles isolées	Elevée	Faible	Peu élevée	Peu élevée	Faible	-	Très élevée	Faible	Minime
VI 6 essaim	Très Elevée	Très faible	Peu élevée	Assez élevée	-	Assez élevée	-	Faible	Minime
VI 6 abeilles isolées	Elevée	Faible	Peu élevée	Peu élevée	-	Assez élevée	-	Faible	Minime

Tableau 17 : Probabilités d'introduction de *Varroa destructor* par essaim dans des conteneurs

## Introduction par le matériel

Voies d'introduction	P1'	P2'	P3'	P4'	P5'	1-P5'	P5''	1-P6'	P7'	Probabilité finale
VI 7	Très élevée	Assez élevée	Extrêmement faible	Assez élevée	Très faible		Très élevée	Très faible	Très élevée	Quasiment nul
VI 8	Très élevée	Assez élevée	Extrêmement faible	Assez élevée		Elevée		Très faible	Très élevée	Extrêmement faible

Tableau 18 : Probabilité d'introduction de *Varroa destructor* par le matériel

Voies d'introduction	P1'	P2'	P3'	P4'	P5'	1-P5'	P5''	1-P6'	P7'	Probabilité finale
Voie 7	Très élevée	Assez élevée	Evènement Faible	Assez élevée	Très faible		Très élevée	Très faible	Très élevée	Quasiment-nulle
Voie 8	Très élevée	Assez élevée	Evènement Faible	Assez élevée		Elevée		Très faible	Très élevée	Minime

Tableau 19 : Probabilité d'introduction de *varroa destructor* via matériel infestée par courrier

## Annexe 9 : Origine avions et bateaux (Aéroport Rolland Garros, St Denis, 2011 et 2012)

PROVENANCE DESTINATION	Année 2011				Année 2012				Evolutions		
	Arrivées	Départs	A+D		Arrivées	Départs	A+D		Arrivées	Départs	A+D
FRANCE	263 614	286 261	549 875	57,1 %	251 679	277 354	529 033	56,8 %	-4,5%	-3,1%	-3,8%
ILE MAURICE	116 626	102 991	219 617	22,8 %	111 193	101 095	212 288	22,8 %	-4,7%	-1,8%	-3,3%
MADAGASCAR	32 639	29 753	62 392	6,5 %	39 315	35 852	75 167	8,1 %	+20,5%	+20,5%	+20,5%
MAYOTTE	34 176	35 501	69 677	7,2 %	28 651	29 719	58 370	6,3 %	-16,2%	-16,3%	-16,2%
THAILANDE	6 399	6 781	13 180	1,4 %	8 762	7 682	16 444	1,8 %	+36,9%	+13,3%	+24,8%
REUNION	6 394	4 427	10 821	1,1 %	4 925	3 357	8 282	0,9 %	-23,0%	-24,2%	-23,5%
NOUVELLE CALEDONIE	4 351	4 862	9 213	1,0 %	3 834	3 248	7 082	0,8 %	-11,9%	-33,2%	-23,1%
AUSTRALIE	4 605	4 253	8 858	0,9 %	3 912	3 478	7 390	0,8 %	-15,0%	-18,2%	-16,6%
AFRIQUE DU SUD	4 387	3 974	8 361	0,9 %	3 339	2 891	6 230	0,7 %	-23,9%	-27,3%	-25,5%
SEYCHELLES	3 045	2 990	6 035	0,6 %	3 008	2 938	5 946	0,6 %	-1,2%	-1,7%	-1,5%
COMORES	2 186	2 956	5 142	0,5 %	2 723	2 276	4 999	0,5 %	+24,6%	-23,0%	-2,8%
Autres pays	3	2	5	-	1	13	14	-	-66,7%	+550,0%	+180,0%

Figure 18 : Origine des passagers pour la première partie de l'année 2011 (cumul Juin 2011) (Source : compte rendu du trafic commercial 2011-2012)



Unités : EVP (hors transbordement)		2011			2010			Variation
Units : TEU (excluding transshipment)		Entrée - In	Sortie - Out	Total	Entrée - In	Sortie - Out	Total	2011/2010
France	Plein - Full	51 337	5 120	56 457	52 728	6 251	58 979	-4,5%
	Vide - Empty	0	33 378	35 863	4	35 863	35 867	0,0%
	Total	51 337	38 498	92 320	52 732	42 114	94 846	-2,7%
Reste de l'Europe - Rest of Europe	Plein - Full	19 534	1 855	21 389	17 190	2 392	19 582	8,4%
	Vide - Empty	52	10 934	10 986	10	9 875	9 885	10,0%
	Total	19 586	12 789	32 375	17 200	12 267	29 467	9,0%
<b>Total Europe</b>		<b>70 923</b>	<b>51 287</b>	<b>122 210</b>	<b>69 932</b>	<b>54 381</b>	<b>124 313</b>	<b>-1,7%</b>
Afrique orientale - East Africa	Plein - Full	526	5	531	546	67	613	-15,4%
Océan Indien - Indian Ocean	Plein - Full	3 760	3 242	7 002	3 630	3 196	6 826	2,5%
	Vide - Empty	25	2 191	2 216	6	953	959	56,7%
	Total	3 785	5 433	9 218	3 636	4 149	7 785	15,5%
Afrique australe - Southern Africa	Plein - Full	2 727	597	3 324	3 341	414	3 755	-13,0%
	Vide - Empty	167	30 681	30 848	73	24 406	24 479	20,6%
	Total	2 894	31 278	34 172	3 414	24 820	28 234	17,4%
<b>Total région - Regional trades</b>		<b>7 205</b>	<b>36 716</b>	<b>43 921</b>	<b>7 596</b>	<b>29 036</b>	<b>36 632</b>	<b>16,6%</b>
Moyen-Orient Sous-continent Indien Middle-East and Indian Subcontinent	Plein - Full	2 915	4 013	6 928	2 109	5 058	7 167	-3,4%
Asie du sud-est et Extrême-Orient South East Asia & Far East	Plein - Full	22 208	2 633	24 841	21 387	2 888	24 275	2,3%
	Vide - Empty		12 472	12 472		14 211	14 211	-13,9%
	Total	22 208	15 105	37 313	21 387	17 099	38 486	-3,1%
Australasie - Australasia	Plein - Full	544	45	589	699	146	845	-43,5%
<b>Total Asie Pacific - Asia Pacific</b>		<b>25 667</b>	<b>19 163</b>	<b>44 830</b>	<b>24 195</b>	<b>22 303</b>	<b>46 498</b>	<b>-3,7%</b>
Amériques - America	Plein - Full	825	284	1 109	833	238	1 071	3,4%
	Vide - Empty		39					
Afrique du nord - North Africa	Plein - Full	546	54	600	532	71	603	-0,5%
Afrique Occidentale - West Africa	Plein - Full	586	8	594	484	49	533	10,3%
Indéterminé - Not Specified	Plein - Full	0	0	0	0	0	0	
<b>Total Reste du Monde - Rest of the World</b>		<b>1 957</b>	<b>385</b>	<b>2 303</b>	<b>1 849</b>	<b>358</b>	<b>2 207</b>	<b>4,2%</b>
<b>Total Monde - World Total</b>		<b>105 752</b>	<b>107 551</b>	<b>212 303</b>	<b>103 572</b>	<b>106 078</b>	<b>209 650</b>	<b>1,7%</b>

Figure 19 : Origine des conteneurs arrivant à La Réunion (Source : DDE, tableau marchandises)

Prologue :

Dans une colonie bien isolée, on trouve une nuance de femelles adultes de Varroa destructor sur des cellules operculées de couvain âgée et d'ouvrière. Normalement, on doit obtenir plus de femelles dans les cellules de couvain de mâle. Le nombre d'adultes n'est pas très important puisqu'il s'agit d'évaluer le taux de survie en fonction du temps. On prend quand même un minimum de 30 femelles adultes de Varroa. Il est très important de noter le nombre d'adultes présent en début d'expérience sur la boîte d'élevage.

On introduit les acariens dans les boîtes d'élevage sur les différents supports. Toutes les heures on note le nombre d'adultes morts afin d'évaluer le taux de survie. On fait soit tous les

Annexe 10 : Expérience sur la survie de *Varroa destructor* à Madagascar sur différent type de support

PROTOCOLE D'ETUDE DE LA SURVIE DE *VARROA DESTRUCTOR* HORS DE SON HÔTE

(Olivier ESNAULT)

-----  
GDS réunion / Département d'entomologie de l'université d'Antananarivo

**Objectif de l'étude :** déterminer la durée de survie de *Varroa destructor* en dehors de son hôte *Apis mellifera unicolor* à Madagascar.

**Matériel :**

- Boîtes d'élevage d'insectes (rearing cup) de petite taille ( $\varnothing = 5-6$  cm)
- Pollen
- 20 abeilles mortes
- 20 faux-bourçons morts
- Rayons operculés avec miel (5 × 4 cm)
- Rayons vides (5 × 4 cm)
- Cire gaufrée (5 × 4 cm)
- Bois de ruche (5 × 4 cm)
- Miel (quelques gouttes)
- Vêtement d'apiculteur (5 × 4 cm) ou tissu froissé frotté sur l'intérieur d'une ruche (enduit de cire, propolis, résidus de pollen, miel, etc.)
- *Varroa destructor* en quantité suffisante
- Pelotes de pollen (équivalent 1 cuillère à café)

**Protocole :**

Dans une colonie bien infestée, on prélève une quarantaine de femelles adultes de *Varroa destructor* sur des cellules operculées de couvain mâle et d'ouvrière. Normalement, on doit obtenir plus de femelles dans les cellules de couvain de mâle. Le nombre d'acariens femelles n'est pas très important puisqu'il s'agira d'évaluer le taux de survie en fonction du temps. On prendra quand même un minimum de **30** femelles adultes de *Varroa*. Il est très important de noter le nombre d'acariens présent en début d'expérience sur la boîte d'élevage.

On introduit les acariens dans les boîtes d'élevage sur les différents supports. **Toutes les 6 heures** on note le nombre d'acariens morts afin d'obtenir le taux de survie. On les sort tous des

boîtes et on les stimule avec une pince ou un pinceau et si on n'observe plus de mouvements des pattes, l'acarien sera déclaré mort.

On mesure la température à chaque relevé.

On réplique chaque expé 5 fois. Bien sûr, on fait également un témoin (boîte vide), qu'on répliquera le même nombre de fois.

Les différents substrats à tester sont les suivants : abeille morte, faux-bourdon mort, pollen, miel, rayon operculé de miel, rayon vide, cire gaufrée, bois de ruche, vêtement d'apiculteur ou équivalent.

Idéalement, ce serait bien de tester dans deux types de conditions de température extérieure (type 30°C vs 25°C ou 25°C vs 15°C).

### Remarques :

J'espère qu'il y aura suffisamment de boîtes d'élevage à l'université de Tana pour pouvoir réaliser cette expérience toute simple et un thermomètre. A chaque expé, on utilise 10 boîtes (9 substrats + 1 témoin). Si on pouvait avoir une enceinte thermique qui puisse être à une température différente (plus chaud ou plus froid) de celle des locaux où vont se réaliser les expériences, ce serait super.

Si les résultats génétiques montrent l'existence de 2 souches de Varroa, il serait très intéressant de tester également ces deux souches.

## Annexe 11 : Articles parus après la première journée de sensibilisation

### Article 1

## Menace sur les abeilles péi : La filière apicole redoute l'arrivée du Varroa

La Réunion est certainement un des derniers sanctuaires des abeilles. Partout sur la planète, ou presque, les abeilles subissent des pertes considérables du fait d'un parasite particulièrement néfaste : Le Varroa Destructor. A l'image des moustiques chez les mammifères, cet acarien ponctionne les abeilles de leur hémolymphe, l'équivalent du sang chez l'homme, et se multiplie à une vitesse impressionnante au sein d'une ruche. Il occasionne un taux de mortalité variant entre 50 et 100 % des colonies. Pour l'heure, notre île est encore épargnée par ce fléau mais la filière apicole redoute son arrivée, d'autant que depuis 2010, le Varroa est présent à Madagascar.

### **Le syndrome d'effondrement des colonies touche quasiment tous les pays industrialisés**

C'est dans ce contexte qu'a été lancée une étude d'analyse des risques de l'entrée de varroa et ses conséquences éventuelles sur les filières apicole et associés. Là où il est introduit, associé à la problématique de la pollution environnementale et aux pesticides, le varroa entraîne des taux de mortalité qui frôlent les 100%. "On parle alors du syndrome d'effondrement des colonies qui touche quasiment tous les pays industrialisés, dont la quasi totalité de ceux de l'hémisphère Sud. La Réunion et l'Australie sont encore épargnées et font figure d'exceptions", explique Olivier Esnault, le vétérinaire qui a conduit l'étude pour le compte de GDS réunion. L'objectif de cette démarche visait à identifier les risques et surtout à communiquer auprès des personnes concernées.

**Un arrêté préfectoral de 2003 interdit l'introduction d'abeilles à la Réunion**



On recense entre 21.000 et 25.000 ruches à la Réunion, un chiffre considérable... Si le varroa devait s'introduire dans notre département, les pertes financières seraient conséquentes pour les apiculteurs. Elles sont estimées à 1.400.000 euros. Mais les conséquences pourraient être bien plus catastrophiques sur les filières maraîchères et fruitières, en raison du rôle primordial que jouent les abeilles dans la pollinisation de nombreux fruits et légumes, comme le litchi notamment. L'impact sur l'écosystème est quant à lui inestimable car il concernerait un grand nombre d'espèces indigènes et endémiques qui sont fécondées par les abeilles.

Compte tenu des dangers, il convient de réduire au maximum le risque d'introduction du varroa dans notre île. Deux risques ont été principalement identifiés : l'import de matériel apicole d'occasion, qui serait contaminé, ou l'arrivée d'abeilles vivantes. Le risque est faible mais il suffira que d'une seule abeille infectée pour que les ruches de la Réunion soient directement concernées par ce parasite. Le plus grand danger serait que des apiculteurs décident d'acheter des abeilles en provenance d'un pays contaminé. Officiellement, un arrêté préfectoral datant de 2003 interdit l'introduction d'abeilles à la Réunion. Oui, mais il n'est pas vraiment appliqué puisque même les services des douanes semblent en ignorer l'existence. Un problème qu'il faudra rapidement solutionner selon le vétérinaire en charge de l'étude qui recommande aussi que chaque apiculteur déclare ses ruches auprès du GDS afin de pouvoir identifier, le cas échéant, les foyers suspects et mettre en place un plan de lutte rapide. La survie du miel péi en dépend...

**Vendredi 10 Août 2012 - 14:11**

**Lilian Cornu**

**Notez**

**Une abeille sur une fleur de mahot (crédit photo : A. Franck, Cirad)**

Source : <http://www.zinfos974.com>

**Article 2**

**12**

**SOCIÉTÉ**

Samédi 11 août 2012 Le Journal de l'île

**27 jeunes profs restent à La Réunion**

Pour les 27 jeunes professeurs concernés, c'est une excellente nouvelle. Souvenons-nous depuis trois semaines, ils étaient plusieurs à demander à rester à La Réunion, car leur situation personnelle rendait très difficile une mutation en France métropolitaine (lire nos précédentes éditions). Jeudi, les syndicats avaient en main une soixantaine de dossiers, dont certains étaient aussi défendus par la députée Huguette Bellu. En les recevant jeudi, le recteur Mostafa Fourar avait promis de transmettre au ministère une liste de 19 professeurs stagiaires (ceux qui ont réussi le concours 2012) en demandant leur affectation dans l'île. La rencontre avait également permis d'évoquer le sort d'une dizaine d'enseignants néo-titulaires (concours 2011) ou titulaires (avant 2011). La décision a été diffusée hier. Dans un communiqué, le rectorat indique "le ministre de l'Éducation nationale vient de décider d'affecter 21 stagiaires supplémentaires dans notre académie". Non seulement la requête de jeudi a été entendue, mais le ministre a même accepté d'y ajouter deux noms. Selon le rectorat, "ils viennent s'ajouter aux 110 lauréats enseignants du second degré déjà accueillis dans l'île pour cette nouvelle rentrée". Ce qui fait au total 131 jeunes professeurs péi nommés à La Réunion en secondaire, toutes disciplines confondues. Le rectorat ajoute : "En complément, 6 enseignants titulaires sont également affectés par le ministre dans notre académie dans des disciplines déficitaires".

**Le varroa, une menace pour le miel péi**

S'il ravage actuellement l'ensemble du globe, le varroa a jusqu'à présent épargné la Réunion. Mais l'arrivée en 2010 du parasite sur Madagascar a poussé le Groupement de défense sanitaire Réunion à réaliser une enquête sur les risques et les conséquences d'une introduction sur l'île de l'un des pires parasites de l'abeille.

**APICULTURE**

"Chaque année, nous partons en semaine dans un pays étranger et on n'entend parler de ce parasite. C'est notre hantise. Nous avons vraiment peur qu'il arrive sur l'île". François Payet, le président du Syndicat Apicole de la Réunion ne cache pas son inquiétude lorsqu'on évoque le varroa. Malgré sa petite taille, ce parasite de l'abeille occasionne d'importants ravages dans la filière apicole mondiale. Il faut dire que la nature a doté d'un mode de fonctionnement particulièrement pernicieux. Véritable ogre miniature, le varroa se multiplie dans le couvain de la ruche et ponctionne les abeilles de leur hémolymphe (le sang des abeilles). Il occasionne des taux de mortalité variant entre 50% et 100% des colonies. Pour ne rien arranger, il transmet également de nombreux virus et bactéries qui peuvent se révéler mortels pour l'abeille contaminée.

Si le département est resté épargné jusqu'à maintenant, la menace est désormais à nos portes. Depuis 2010, le varroa est en effet présent à Madagascar. Une situation qui inquiète la filière apicole locale, qui redoute désormais l'arrivée du parasite sur

l'île. C'est dans ce contexte que le GDS Réunion a lancé une étude d'analyse des risques et des conséquences de l'entrée de Varroa dans la filière et les filières transposables. Après avoir analysé et comparé une multitude de scénarios en ajustant diverses variables (mode d'introduction des abeilles sur l'île, période d'arrivée, méthode de propagation du parasite...), les vétérinaires du GDS sont arrivés à une double conclusion. La première c'est que la probabilité que le varroa soit introduit sur l'île reste finalement très faible, même si le risque zéro n'existe pas. "Les apiculteurs locaux ont un excellent niveau de connaissances, ils savent que l'importation de reines ou de paquets en provenance des autres pays constitue un facteur de risque pour la diffusion de maladies ou de parasites. Ce comportement prudent explique que nous ne soit pas encore arrivé sur l'île", explique Angélique Porciani, étudiante en charge de la réalisation de l'étude sous la direction du docteur Olivier Esnault. "Mais les comportements individuels des apiculteurs peuvent très rapidement dégrader cette situation", prévient son auteur. Si ce scénario catastrophe venait à se produire, les conséquences seraient plus que

catastrophiques pour la filière. "L'île étant petite, il faut s'attendre à une propagation rapide du parasite et donc un arrêt total de la production de miel. On estime la perte à plus de 1,4 million d'euros. En l'absence d'abeilles pour polliniser les fleurs, les maraîchers et les producteurs de fruits seraient eux aussi durement touchés. Et ne parlons pas des conséquences sur l'écosystème de l'île", détaille le vétérinaire du GDS. Doit l'importance de mettre en place des moyens de prévention afin d'éviter tout risque. "Le rôle des apiculteurs est essentiel dans la prévention. En plus d'inspecter leurs ruches auprès des organismes tels que le GDS, ils doivent aussi prendre le réflexe de signaler toute anomalie (cas de mortalités anormales et/ou en grand nombre, observation d'abeilles avec des ailes déformées...)", martèle Olivier Esnault. Il milite aussi pour que l'achat de matériel et d'abeilles en provenance des zones infestées soit proscrié. Dernière recommandation du GDS - que l'arrêté préfectoral de 2003 soit actualisé. Censé encadrer l'introduction d'insectes sur le territoire, celui-ci stipule que l'importation d'abeilles en provenance de l'étranger est formellement interdite. "Au cours de notre étude, nous



L'Apis mellifera unicolor (nom scientifique de l'abeille péi) est très vulnérable à varroa (photo Olivier Esnault. <http://olivieresnault.com/>)

plus soignées rendu compte, cet ordre n'était pas connu des services de contrôle et n'était donc pas appliqué. Il faudrait peut-être commencer par là", ironise le docteur Esnault.

**Un parasite originaire d'Asie**

Originaire d'Asie (où il est un parasite "normal" de l'abeille asiatique), le varroa a fait son arrivée en Europe, en Amérique et en Afrique dans les années 80 par le simple jeu des échanges de reines. Il suffit en effet d'une seule reine contaminée pour lancer le cycle. Son arrivée et son adaptation à l'abeille domestique ont été une catastrophe sanitaire majeure puisque 90% des ruches contaminées connaissent de forts taux de mortalité. "Associée à la pollution environnementale et aux pesticides, ces taux frôlent les 100 %". On parle alors du syndrome d'effondrement des colonies", explique le docteur Olivier Esnault. Un phénomène qui touche quasiment tous les pays industrialisés.



S.A. L. 14/3/2012

**11** → **SOCIÉTÉ**

**APICULTURE**

## Gare au varroa destructor

Le gouvernement de défense sanitaire (GDS) vient de réaliser une enquête évaluant le risque d'introduction du varroa destructor. Un parasite de l'abeille qui pourrait mettre en péril toute la filière apicole.



**Le risque d'introduction du varroa destructor par les abeilles, est assez élevé pour que la vigilance soit de mise.**

La Réunion fait encore partie des zones indemnes du varroa destructor, ce parasite qui détruit les colonies d'abeilles. L'Etat a financé une enquête de 2009 à 2011, qui a permis de constater que le varroa destructor est présent sur 100% des colonies de la Réunion. Les apiculteurs ont alors été informés de la dangerosité de ce parasite et ont commencé à le combattre.

Le GDS a réalisé une enquête de 2011 à 2012, qui a permis de constater que le varroa destructor est présent sur 100% des colonies de la Réunion. Les apiculteurs ont alors été informés de la dangerosité de ce parasite et ont commencé à le combattre.

**Une seule reine infectée**

Le varroa destructor est un parasite qui se transmet de la reine à ses abeilles. Une seule reine infectée peut contaminer toute une colonie.

**Un parasite porteur de virus**

Le varroa destructor est un parasite qui porte des virus. Ces virus peuvent être transmis aux abeilles et provoquer leur mort.

00,84  
00,04  
00,38  
00,06  
00,35  
00,05  
00,19  
00,8  
00,0

Annexe 12 : Production de miel (Coopémiel et apiculteur professionnel, Mr Fontaine Pascal)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Baies Roses</b>	26,68	6,26	24,20	39,52	12,37	30,94	13,38	9,568	22,849	32,223	7,798	30,22
<b>Letchi</b>	17,79	2,30	14,28	8,29	3,48	2,163	2,05	5,368	0,602	16,062	2,477	
<b>Forêt</b>	1,05	3,07	3,40	1,50	1,31	2,571	0,16	0,637	1,409	0,723	2,806	2,351
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>	<b>12</b>	<b>42</b>	<b>49</b>	<b>17</b>	<b>35,674</b>	<b>15,59</b>	<b>15,573</b>	<b>24,86</b>	<b>49,008</b>	<b>13,081</b>	<b>32,571</b>
<b>observation</b>		CYCLO NE Dina			FORTE PLUIE	Démousti cation	Démousti cation					
							Tenthrède	Tenthrède		Sécheress e oct. 2010/mars 2011		

Tableau 20: Production de miel par la Coopémiel de 2001 à 2012

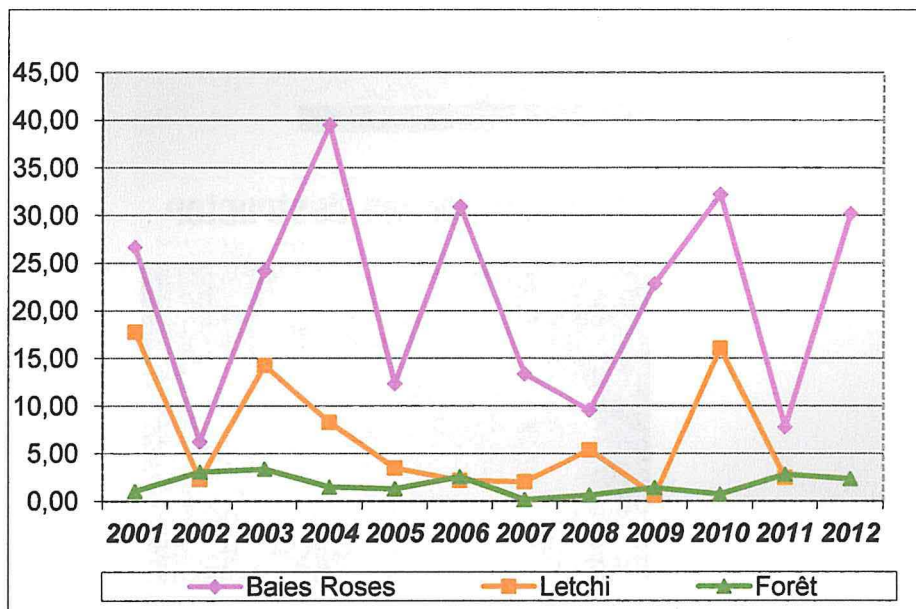


Figure 19 : Evolution de la production de miel de la COOPEMIEL

**Production de miel pour un apiculteur professionnel (Mr Fontaine Pascal).**

Années	Production en tonnes	Remarques
2010	7	300 ruches
2011	8	+ 200 ruches par rapport à 2010 pour compenser la mauvaise miellée
2012	15 (estimée)	600 ruches

Tableau 21 : Production sur 3 ans d'un apiculteur professionnel

**Annexe 13 : Coût des traitements les apiculteurs de La Réunion**

Nombres d'apiculteurs	Nombres de ruches	Pertes estimées (€)
6	>300	≈ 2465
28	Entre 300 et 100	≈986
41	Entre 99 et 60	≈ 345
44	Entre 59 et 20	≈147
119	<20	≈49,3

Tableau 22 : Pertes estimées pour différents type d'apiculteurs

Année	Forêt	Letchi	Baies Roses	TOTAL
2001	1,00	18,00	27,00	46,00
2002	3,00	3,00	7,00	13,00
2003	4,00	14,00	24,00	42,00
2004	2,00	8,00	40,00	50,00
2005	2,00	4,00	13,00	19,00
2006	3,00	2,00	31,00	36,00
2007	1,00	2,00	14,00	17,00
2008	1,00	6,00	10,00	17,00
2009	1,00	1,00	23,00	25,00
2010	1,00	16,00	32,00	49,00
2011	3,00	3,00	8,00	14,00
2012	3,00	3,00	30,00	36,00

Annexe 14 : liste des productions dépendantes de la pollinisation des abeilles

<u>Fruits</u>	Production (tonnes)			
	2008	2009	2010	2011
<b>Pêches</b>	539	529	519	519
<b>Nectarines et brugnons</b>	0	0	0	0
<b>Total pavies, pêches, nectarines et brugnons</b>	539	529	519	519
<b>Autres prunes</b>	240	1920	1680	1680
<b>Prunes</b>	240	1920	1680	1680
<b>Letchi, longani, ramboutan</b>	8049	2645	2667	2667
<b>Mangue (optimisation de la production)</b>	3989	1873	1891	1891
<b>Agrumes</b>	-	-	-	6400*
<b>Fraise (optimisation de la production)</b>	-	-	-	-
<b>oignons =optimisation de la production de graine</b>	-	-	-	-
<b>chouchou = optimisation de la production</b>	-	-	-	-

Tableau 23 : production dépendante de la pollinisation des abeilles (source : Agreste, DAAF et producteur de fruit)

