FACULTÉ DE MÉDECINE VÉTÉRINAIRE

SERVICE DE SERVICE DE CHIRURGIE DES PETITS ANIMAUX

SERVICE DE PARASITOLOGIE ET PATHOLOGIE DES MALADIES PARASITAIRES

HYPOTHESE DE LA KERATOPATHIE LIEE A WASMANNIA AUROPUNCTATA LE MODELE POLYNESIEN

THE WASMANNIA AUROPUNCTATA LINKED KERATOPATHY (WALK) HYPOTHESIS – THE POLYNESIAN CASE

Dr. Magda GRAUWELS

Pr. Bertrand LOSSON

Léonard THERON

Mémoire de troisième doctorat
en Médecine Vétérinaire

ANNÉE ACADÉMIQUE 2006-2007

REMERCIEMENTS

« Je voulais dire que de même que la gale, maladie dont on a été longtemps à savoir la cause, vient d'un petit acarus qui est dans le bubon, de même sous chaque bubon révolutionnaire, sous chaque émeute, il y a un acarus. » (Goncourt, Journal 1851-1863)

On prétend que les insectes sont parmi les animaux qui ont le plus évolué à la surface de la planète. Force est de constater que face à un envahisseur minuscule, il faut l'union de plusieurs dizaines de personnes sur une durée considérable pour en venir à bout. Remercions toutes les personnes qui participent à la lutte contre *Wasmannia auropunctata* à Tahiti et dans le monde ; il faut bien reconnaître que vivre avec elle, c'est l'enfer !

Et puis, particulièrement, je souhaitais remercier Eric Loève, car grâce à lui la lutte n'en fini plus d'avancer en Polynésie. Il faut reconnaître qu'il a porté seul pendant quelques années la sensibilisation du public et l'échafaudage des plans de sauvegarde du pays. Cela m'a permis d'identifier l'ennemi et d'apporter ma contribution à la protection de notre petit pays. C'est aussi cela être un « acarus ».

Je me dois également de remercier mes promoteurs qui, bien que complètement extérieurs à la problématique de nos chats et chiens aveugles de Tahiti, ont su m'apporter leur soutien dans la réalisation de ce mémoire. A vingt mille kilomètres et sous un climat un rien moins clément, au niveau rédactionnel ou sur le fond, vous m'avez apporté les conseils et les critiques nécessaires. Dans une veine similaire, merci à l'Office des cours pour son dévouement à l'impression des mémoires, même à la dernière minute...

Enfin, merci à mes parents pour ce parcours atypique de vie qui m'a permis de goûter au parfum de la découverte au travers de lieux et de personnes extraordinaires. Il se peut que l'on se développe à l'instar des organismes qui acquièrent des capacités spécifiques en étant confronté à un environnement sélectif. On devient un acarus friand de découvertes en se confrontant à des réalités nouvelles tout au long de la vie...

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ **4**

ABSTRACT **5**

A) INTRODUCTION **6**

A.1 WASMANNIA AUROPUNCTATA, UN INSECTE OPPORTUNISTE RESPONSABLE DE SÉRIEUSES NUISANCES . 6

A.1.1 Une fourmi vagabonde *6*

A.1.2 Une reproduction hors norme et compétitive *7*

A.1.3 Les dangers associés aux espèces de fourmis super-envahissantes *9*

A.2 LE CAS DE L'INVASION POLYNÉSIENNE 10

A.2.1 Le cadre de la Polynésie Française *10*

A.2.2 Historique de l'invasion de Wasmannia auropunctata à Tahiti *11*

A.2.3 Cartographie de l'invasion Polynésienne *13*

A.2.4 « Florida spots » en Polynésie *16*

A.3 HYPOTHÈSE DE LA KÉRATOPATHIE LIÉE À WASMANNIA AUROPUNCTATA (WASMANNIA AUROPUNCTATA LINKED KERATOPATHY, WALK) 18

A.3.1 La kératopathie de Floride ou kératopathie tropicale *18*

A.3.2 Les observations de lésions oculaires en zone infestée par Wasmannia auropunctata *20*

B) MATÉRIELS ET MÉTHODES **21**

B.1 ETUDE D'UNE SÉRIE DE CAS CLINIQUES EN ZONE ENVAHIE 21

B.2 EXAMEN OPHTALMIQUE DES ANIMAUX ATTEINTS 24

B.2.1 Symptomatologie *24*

B.2.2 Epidémiologie *25*

C) RÉSULTATS **26**

C.1 EXAMEN D'UNE SÉRIE CLINIQUE EN ZONE ENVAHIE 26

C.2 EXAMEN DE CAS DE KÉRATOPATHIE TROPICALE EN POLYNÉSIE 27

C.2.1 Symptomatologie *27*

C.2.2 Descriptif épidémiologique des données *31*

D) DISCUSSION **31**

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES **34**

Résumé

La petite fourmi de feu, *Wasmannia auropunctata*, est classée parmi les 100 espèces les plus envahissantes de la planète. Depuis les années 1990, elle est officiellement établie en Polynésie française. Depuis 2005, elle est activement combattue par le gouvernement polynésien, en partie par la cartographie des colonies connues. Au cours de ce processus, nous avons découvert que les zones envahies abritaient également des foyers endémiques de kératopathie de Floride. Nous avons étudié 24 cas de kératopathie dans la méga-colonie installée sur les hauteurs de la commune de Mahina (Tahiti). Après recherche des cas témoins, nous avons mis en évidence que les animaux atteints sont ceux qui vivent au contact des fourmis ($K^2 > 12$ dans les cas examinés de chats et de chiens). En dehors de ce facteur prédisposant, nous n'avons mis en évidence aucune autre caractéristique facilitant l'apparition de la pathologie. Nous avons ainsi constaté : 1) Des symptômes d'atteinte aiguë tel que blépharospasme et larmoiement ; 2) L'étude de la topographie des lésions indique que la zone médiane de l'oeil est la plus atteinte ($p < 0,05$) ; 3) L'agent étiologique le plus probable de cette pathologie est *Wasmannia auropunctata*.

The Wasmannia Auropunctata Linked Keratopathy (WALK) Hypothesis
–
The Polynesian Case

Abstract

The Little Fire Ant, *Wasmannia auropunctata*, is ranked among the World's 100 worst invasive species. Since the early 90's, it is officially established in French Polynesia. The Polynesian government actively fights it since 2005, partially through the mapping of the known colonies. By this process, we discovered that the contaminated areas are also sheltering endemic hearths of Florida keratopathy. We studied 24 cases of keratopathy within the mega-colony settled in the Mahina commune's highs (Tahiti). After control cases search, we pointed that the threatened animals are those living in contact with the ants ($K^2 > 12$ within studied Pets cases). Apart from this predisposing factor, we did not found any other characteristic facilitating this pathology outbreak. We highlighted: 1) symptoms of acute attack such as blepharospasm and whimpering; 2) Topography of injuries shows that the eye median area is the most affected ($p<0,05$); 3) The most probable etiologic agent of this pathology is *Wasmannia auropunctata*.

A) Introduction

L'objet de ce travail est le résultat de quelques années de récolte de données sur l'invasion polynésienne de *Wasmannia auropunctata*, aussi connue sous le nom de « Petite Fourmi de Feu ». Etant originaire de l'île de Tahiti, nous avons pu nous rendre compte des nombreux troubles associés à l'invasion. Parmi eux, nous avons identifié un problème oculaire atypique pour lequel nous avons essayé de trouver des références et des traitements. Or dans la littérature, si la pathologie est connue, en revanche, son étiologie exacte ne l'était pas. Face à la situation de terrain il nous paraissait évident qu'un lien existait. Afin de mettre en évidence ce lien nous avons décidé de structurer nos observations et de les proposer comme travail scientifique.

Pour bien comprendre la situation dans laquelle se déroulent les recherches, il est important de définir de prime abord les problèmes liés à l'invasion de *Wasmannia auropunctata* en Polynésie française. Il est difficile de couvrir l'ensemble des connaissances concernant ce sérieux nuisible, mais nous tenterons de dégager les principaux aspects de sa biologie. Ces derniers sont importants pour comprendre l'invasion de l'île et l'apparition récente des lésions oculaires chez les animaux domestiques.

A.1 Wasmannia auropunctata, un insecte opportuniste responsable de sérieuses nuisances

A.1.1 Une fourmi vagabonde

Les fourmis font partie de la grande famille des hyménoptères, dans le groupe éthologique des insectes à structure sociale évoluée. Cette structure sociale influence jusqu'à la sélection des gènes nécessaires à chaque individu pour accomplir sa « tâche » dans le groupe. Dans ce groupe comportemental, certaines fourmis ont gravi le sommet de l'adaptation et des capacités d'invasion.

Ces fourmis sont communément regroupées dans la catégorie des fourmis « vagabondes » (« tramp species »), elles possèdent neuf caractéristiques communes (Passera, 1994):

- Une zone d'implantation au niveau d'écosystèmes perturbés par l'activité humaine (plantations, jardins, dépôts d'ordures, habitations)
- Une grande capacité de migration en réaction à des variations physiques, climatiques ou trophiques.
- L'unicolonialité marquée par l'absence de comportement agressif entre les individus appartenant à des unités cohabitant sur un même territoire.
- Une forte agressivité envers les autres espèces.
- Une polygynie véritable, chaque nid regroupe un nombre important de génitrices.

- La faible longévité des reines.
- Une dissémination régulière par essaimage et bouturage : le départ d'un groupe à partir d'une protocolonie est aisé et très rapide.
- Une petite taille et un monomorphisme des ouvrières (sauf chez *Pheidole megacephala* et *Solenopsis invicta*)
- La stérilité des ouvrières (sauf chez *Lasius neglectus*)

Avant tout, ces caractéristiques confèrent à ces espèces une extraordinaire capacité d'adaptation aux différents terrains auxquels elles sont confrontées. Pour la plupart, ces espèces ont atteint des sommets dans leur branche évolutive.

Wasmannia auropunctata (Roger, 1863) une de ces fourmis vagabondes (Fig. 1a et 1b) appartient à la sous-famille des *Myrmicinae*, elle est originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du sud et s'est implantée en Amérique du nord, aux Caraïbes, en Afrique et dans plusieurs îles d'Océanie (Le Breton, 2003).

A.1.2

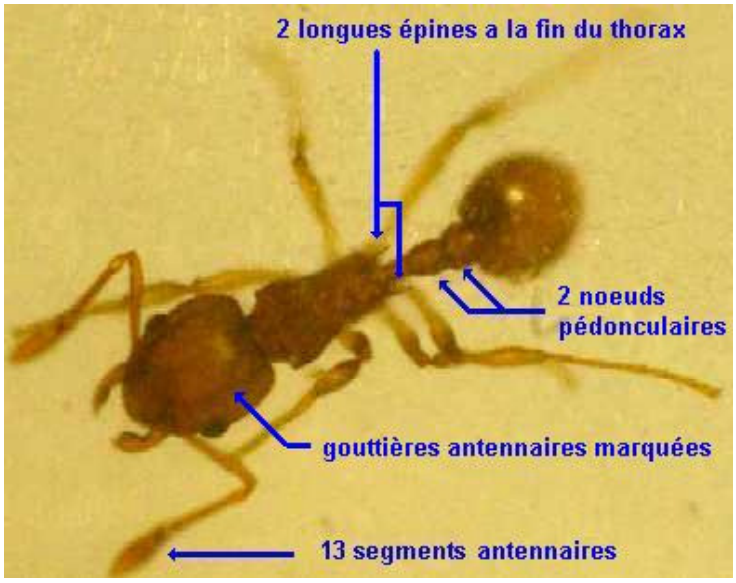


Figure 1a – ***Wasmannia auropunctata***
(Ouvrière), morphologie.

Figure 1b – ***Wasmannia auropunctata***
Taille relative et diversité morphologique (Reine et ouvrière)

Une reproduction hors norme et compétitive

Chez *W. auropunctata* les femelles et les mâles sont, chacun et séparément, porteurs d'un patrimoine génétique compétitif répondant aux contraintes physico-chimiques et biologiques de l'environnement.

Les travaux récents de Fournier et coll. (2005) ont pu mettre en évidence à travers l'analyse des marqueurs génétiques hypervariables que cette espèce se comporte en réalité comme deux sous-espèces sexuellement opposées qui se reproduisent par clonage à savoir les reines d'un côté et les mâles de l'autre. Le mécanisme cytogénétique est encore à élucider, mais les mâles se reproduisent probablement à l'identique à l'aide d'un mécanisme d'exclusion du génome d'origine maternel. Les reines sont également des clones de leur mère, seules les ouvrières naissent génétiquement différentes les unes des autres par la reproduction sexuée. Néanmoins, ces ouvrières étant stériles, ont peut douter de la notion d'espèce unique chez *W. auropunctata* car les mâles (Fig. 2) et les femelles ont des génomes ne se mélangeant pas et une descendance stérile. Cette relation originale entre les sexes permet l'établissement d'une grande quantité de reines au sein d'un même nid, mais également de produire des ouvrières issues d'un brassage génétique, faits exceptionnels dans le monde vivant connu.

Figure 2 – *Wasmannia auropunctata* (mâle ailé)
prélevé à Tahiti (2003).

A.1.3 Les dangers associés aux espèces de fourmis super-envahissantes

W. auropunctata appartient également à une famille éthologique plus restreinte : les super-envahissantes. Les membres de cette famille font partie de la liste des 100 espèces les plus envahissantes de la planète (*Invasive Species Spécialiste Group,* 2000).

On définit le groupe des super-envahissantes selon les critères suivants (Holweck et al., 2002) :

- Unicolonialité
- Régime omnivore et trophobiose
- Activité continue
- Capacité d'exploration et de recrutement

Ce groupe comporte six membres - dont *W. auropunctata* - qui ont tous en commun d'être des espèces nuisibles de premier ordre. En effet, les propriétés éthologiques caractéristiques de ces espèces expliquent à elles seules leurs capacités explosives d'invasion.

L'unicolonialité est une propriété compétitive de première importance pour l'extension des zones de chasse et d'invasion. Les ouvrières de différents nids de *W. auropunctata* ne s'affrontent jamais lorsqu'elles se rencontrent. Au contraire, tout se passe comme si tous les nids d'une zone géographique déterminée n'en formaient en réalité qu'un seul. Ceci est principalement dû aux substances odorantes cuticulaires de cette fourmi (Le Breton., 2003) Au niveau des capacités d'invasion, l'avantage numérique sur les faunes locales est colossal.

A lui seul, le régime alimentaire varié et adaptatif de cette fourmi la rend concurrentielle ; d'autre part, l'élevage d'insectes homoptères (cochenilles, pucerons) permet d'assurer l'implantation de nids de plus grande importance. On peut également remarquer que l'absence d'hibernation en zone tropicale et l'activité continue des ouvrières durant le jour et la nuit augmente la capacité d'extension des colonies, la formation de « super-colonies » pouvant couvrir plusieurs centaines hectares (Jourdan, 1997 ; Le Breton, 2003).

A ces atouts il faut ajouter que les ouvrières de *W. auropunctata* possèdent un aiguillon fonctionnel et un venin puissant -mortel pour de nombreux insectes- extrêmement irritant pour l'homme. Cette arme vient s'ajouter à ses capacités d'invasion et aux risques biologiques associés. Cette peste est bien connue dans plusieurs pays au niveau des zones équatoriales, tropicales et sub-tropicales car elle est la cause de perturbations graves des écosystèmes, de pertes agricoles considérables et de menaces physiques (venin). En effet, on peut relever plusieurs témoignages d'abandon de zones de cultures à cause des multiples piqûres infligées aux exploitants, à tel point que l'espèce a reçu plusieurs surnoms vernaculaires tels que « Fourmi électrique » ou plus communément la « petite fourmi de feu » (PFF). Enfin, elle constitue un risque biologique grave puisqu'elle peut être

propagée volontairement ou par accident par les activités humaines telles que les transports de terre, les déplacements d'engins de terrassement, de matériel, plantes en pot, etc.

Ces caractéristiques ont poussé l' *Invasive Species Specialist Group* à la classer dans le groupe de tête de la liste officielle des 100 espèces les plus envahissantes de la planète (2000).

A.2 Le cas de l'invasion Polynésienne

A.2.1 Le cadre de la Polynésie Française

La Polynésie française est un ensemble de cinq archipels formés d'une kyrielle d'îles (118) représentants une superficie terrestre de 4 167 km² formant une zone économique exclusive (Z.E.E.) de plus de 2,5 millions de km² au coeur de l'océan Pacifique à environ 6 000 km à l'est de l'Australie; cette collectivité représente 256 200 habitants.

Tahiti est le centre administratif principal de la Polynésie française, c'est aussi l'île la plus grande (1 043 km²) et la plus peuplée (183 804 habitants en 2002) (Institut National de la Statistique et des Études Économiques – Institut statistique de Polynésie française, 2002). Il s'agit d'une île d'origine volcanique formée par trois volcans réunis au niveau de l'isthme de Taravao, le centre de la grande partie de l'île est la Caldeira (Fig. 3). La distance maximale entre les deux points les plus

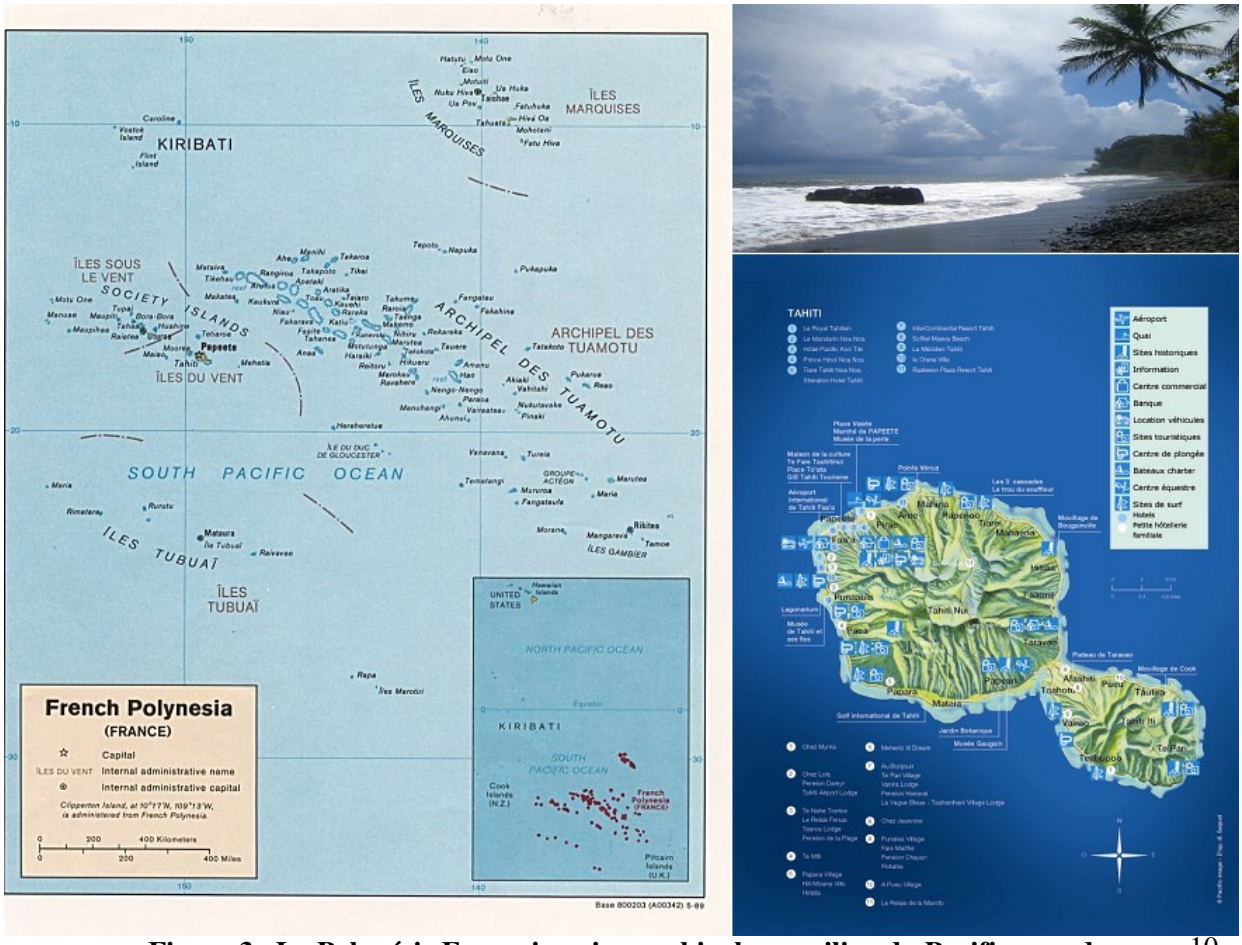


Figure 3 –La Polynésie Française, cinq archipels au milieu du Pacifique sud

Tahiti, chef-lieu du territoire, île volcanique formée de trois anciens volcans

éloignés est de 45 kilomètres, le point culminant est le mont Orohena à 2 241 m. La population n'occupe que 150 km² principalement sur les régions côtières, en bord de mer ou sur les hauteurs. Le climat est chaud et humide toute l'année.

Les animaux domestiques (chiens et chats) sont très nombreux, et pour la plupart n'ont pas de propriétaire ou sont des animaux de quartier; par ailleurs, même chez les particuliers, le nombre d'animaux peut être très important. On peut noter une très forte prévalence des parasitoses externes courantes (puces, tiques, gales, teignes) ainsi que des pathologies infectieuses transmissibles (virus de l'immunodéficience féline, virus de la leucose du chat...). Il y a très peu de contrôle curatif et prophylactique sur ces affections compte tenu du nombre d'animaux, du climat et de la faible conscience de l'importance du traitement de ces affections dans la population humaine.

Au niveau du contrôle sanitaire, la Polynésie est assez perméable à l'introduction d'espèces allogènes car un contrôle, encore succinct, s'effectue depuis peu de temps aux frontières. De plus, l'étendue du territoire et les multiples accès limitent énormément les capacités de lutte contre les agents biologiques introduits par mégarde ou dans l'illégalité. Cet état de fait a permis à plusieurs dizaines d'espèces animales ou végétales envahissantes d'être introduites en Polynésie, au nombre desquels on peut citer *W. auropunctata.*

A.2.2 Historique de l'invasion de *Wasmannia auropunctata* à Tahiti

On sait désormais que cette espèce a été répertoriée dans la faune polynésienne dans les années 1990 (Jourdan comm. pers, 2004), et cela fait désormais 2 ans que cette invasion est cartographiée, surveillée et combattue activement à l'aide de substances chimiques adaptées à son mode de vie.

Cette fourmi possède plusieurs atouts biologiques par rapport à la faune locale, ce qui lui permet une avancée rapide en sous-bois. L'exemple de la Nouvelle-Calédonie prouve qu'elle est parfaitement capable de couvrir plusieurs centaines de kilomètres carrés sans être inquiétée par la faune locale (Jourdan, 1997 ; Le Breton *et al,* 2003). Les îles tropicales protégées et riches en espèces endémiques fragiles sont un terrain vierge idéal pour la propagation de ces espèces envahissantes. En revanche compte tenu de sa petite taille, les cours d'eau et les routes constituent des obstacles à son expansion. Malheureusement en zones forestières tropicales, les nombreux et grands arbres lui fournissent l'appui idéal pour franchir de tels obstacles ; sans compter bien sur les poteaux et les câbles électriques lui permettant de traverser. On la retrouve principalement à la face inférieure des feuilles d'arbres ou d'arbustes où elle élève ses troupeaux d'homoptères.

Historiquement, la lutte a démarrée à cause du caractère « agressif » de cette fourmi, certaines habitations en zone infestée se voyaient transformées en de véritables fourmilières (Fig. 4).

Figure 4 – <u>Invasion domestique autour d'un branchement électrique</u>
On peut distinguer la masse uniforme constituée par les milliers de fourmi de ce nid (Photo. P. Teng, 2005).

Cette fourmi n'est pas agressive au sens strict mais, coincée contre la peau sous un vêtement ou entre des draps, elle attaque immédiatement. Il faut également noter que la présence de cette fourmi dans un jardin peut rendre impossible tout travail de jardinage, de même que les caféières néo-calédoniennes envahies ont été progressivement abandonnées à cause des piqûres incessantes. Les effets sont néfastes au niveau de la peau car une piqûre de *W. auropunctata* provoque non seulement une inflammation locale avec systématiquement une sensation de brûlure intense durant au minimum quarante-cinq minutes (Fig. 5).

Figure 5 – <u>Lésions sur la peau dues à *Wasmannia auropunctata*</u>
On distingue au bout des flèches des papules de quelques millimètres de diamètre. Les lésions sont prurigineuses et très douloureuses pendant plusieurs dizaines de minutes. Certaines peuvent provoquer des pétéchies cutanées et des surinfections de grattage (Flèches rouges) (Photo E. Loève, 2006).

On relève également des surinfections possibles impliquant dans certains cas des infections tenaces pouvant durer plusieurs semaines, ce qui pourrait suggérer l'injection sous-cutanée d'agents biologiques résistants lors de la piqûre.

Dans l'état actuel des recherches, on ne lui connaît aucun prédateur, aucun parasite, aucune maladie. Pour la combattre, la molécule la plus efficace connue est l'Hydraméthylnon dont le représentant pharmaco-chimique est l'Amdro®. Il s'agit de fins appâts constitués de brisures de maïs baignées d'huile (soja, arachide) et d'Hydraméthylnon. Ce mélange a la propriété d'attirer les fourmis et de ne tuer qu'après un temps dans l'organisme de ces dernières, par le blocage du transport des électrons mitochondriaux qui provoque une léthargie puis un arrêt respiratoire fatal chez les insectes qui en ingèrent. Il s'agit d'un insecticide systémique, que les ouvrières rapportent au nid et qui permet d'éliminer directement les génitrices. Il est important de noter que ce produit possède la propriété d'être détruit par l'exposition aux ultraviolets et à l'humidité ce qui le rend peu rémanent dans la nature. Malheureusement, si cela est son principal atout écologique, c'est aussi sa plus grande faiblesse en milieu tropical humide tel que le territoire polynésien. Aussi, si son efficacité est réelle, ses conditions d'application sont drastiques (au moins 48 heures sans pluie et jamais en milieu de journée).

A.2.3 Cartographie de l'invasion Polynésienne

Afin de déterminer les limites des colonies polynésiennes, nous avons suivi l'exemple des îles Hawaï faisant aussi face à une invasion de *W. auropunctata*. Nous avons donc utilisé le protocole décrit par le *College of Tropical Agriculture and Human ressources* (2006) pour délimiter les zones envahies sur l'île de Tahiti (Fig. 6).

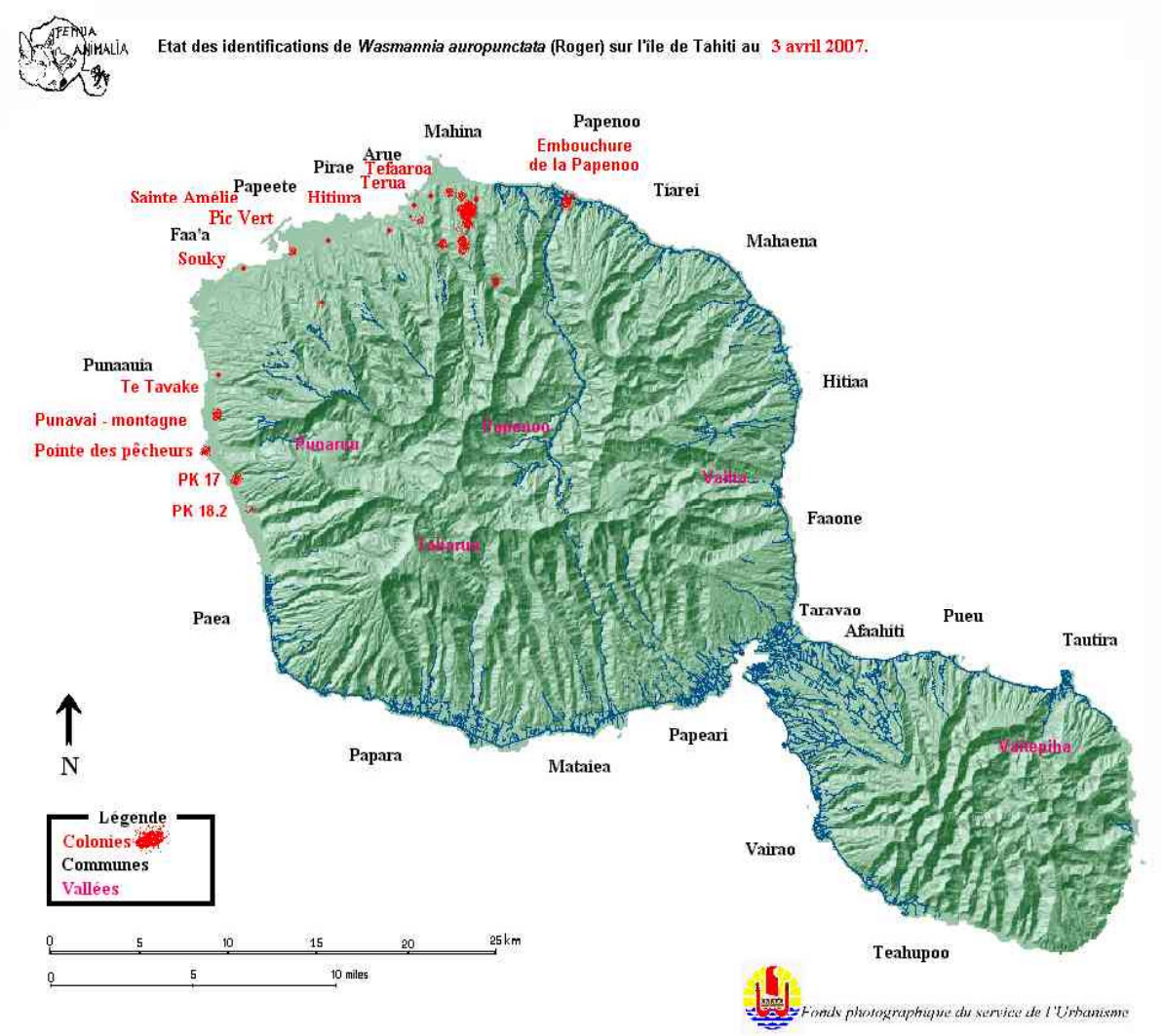


Figure 6 – Carte de répartition globale des colonies de *Wasmannia auropunctata* sur l'île de Tahiti (Avril 2007)
La plus grande colonie est celle de la zone résidentielle des collines de la commune de Mahina. (Compilation *Fenua Animalia*, fond cartographique du Ministère de l'urbanisme de Polynésie française, 2007)

Ce protocole se déroule en 4 étapes clés :

1. Récupérer des petits bâtons de sucette ou de crème glacée que l'on enduira légèrement de beurre de cacahuète (substance très attractive pour ces fourmis).
2. Disposer ces appâts à des points dont la localisation est fixée grâce à un lecteur de coordonnées satellites (*GPS, Global Positionning System* au standard WGS_84 pour les repères des coordonnées).
3. Relevé, et conservation immédiate des appâts couverts de fourmis dans des sacs en plastique scellés, enregistrement des coordonnées GPS de chaque test.
4. Les sacs sont conservés 20 minutes au réfrigérateur pour tuer les fourmis, puis examinés, au besoin à la loupe binoculaire, pour une identification exacte des fourmis ainsi récoltées.

Le travail a été réalisé en plusieurs vagues successives, et par plusieurs acteurs de la lutte contre l'invasion de *W. auropunctata* : des hommes du Régiment d'Infanterie de Marine du Pacifique

(Polynésie, RIMaP/P), dirigés par la *Direction de l'environnement* et l'association loi 1901 *Fenua Animalia*, avec l'aide du bureau d'étude d'environnement *Pae Tai Pae Uta*, et du bureau d'étude d'urbanisme *Géomatrix* pour les cartographies GIS (*Geographical Informatics System*). Les différentes personnes impliquées ont parcouru les zones suspectes en déposant des appâts à différents endroits stratégiques afin de définir au mieux les frontières 2007 de l'invasion. Les coordonnées ainsi collectées ont été compilées pour obtenir une cartographie de tous ces tests à l'aide du logiciel ArcGis 9®. Pour ce faire les auteurs de ce travail (la Direction de l'Environnement, le prestataire *Géomatrix* et M. Éric Loève) ont fusionné des cartes d'état major au 5000e et des photos aériennes récentes (Fond cartographique 2004-2006 du Ministère de l'Urbanisme de Polynésie française) avec les points prélevés.

Pour la plupart des zones envahies, il s'agit de zones résidentielles souvent en travaux d'extension à flanc de colline ou en direction des crêtes, donc porteuses d'une forte probabilité de dissémination par les engins de terrassement. On trouve également des fourmis dans d'autres territoires. Par ailleurs, l'important commerce de plantes d'ornement à Tahiti a également permis la dissémination via la terre originaire de communes envahies. Il ne faut évidemment pas exclure la présence de colonies inconnues car les zones de forêt tropicale sont difficiles à explorer, particulièrement à flanc de crête ou en profondeur dans les vallées jouxtantes. Ceci d'autant plus que tous les mécanismes de sa dissémination naturelle ne sont pas encore établis : Certaines colonies découvertes (*Ahonu* haut) échappent à tous les shémas de dissémination connus.

La plus importante colonie tahitienne répertoriée est située dans les collines résidentielles de la commune de Mahina. Une modélisation de vues satellites de la zone a été réalisée à partir du logiciel Google Earth® (Fig. 7).

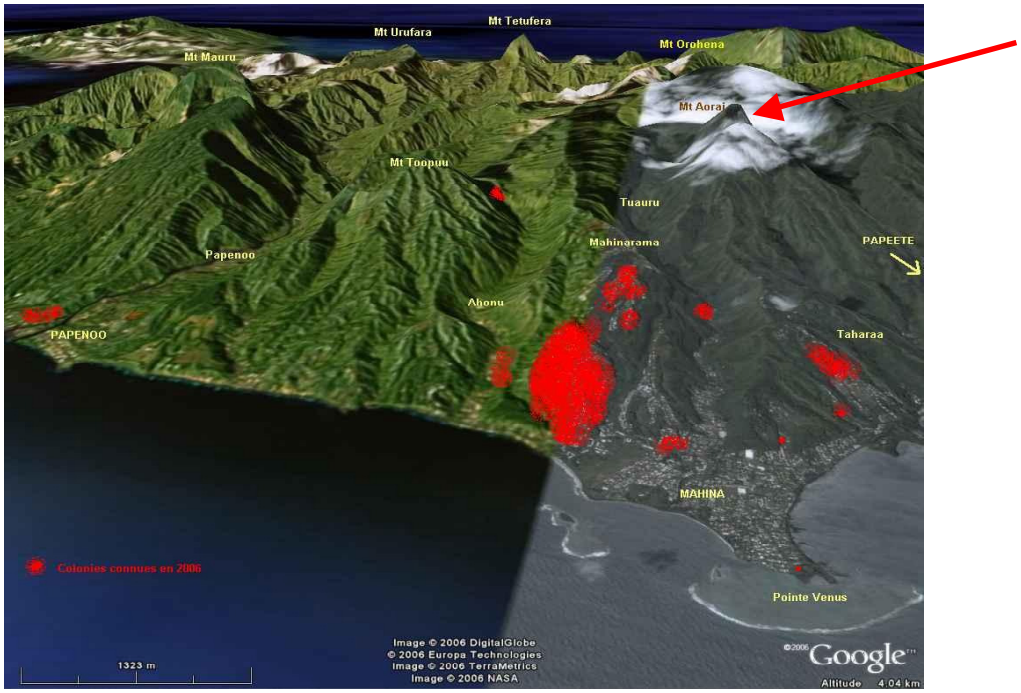


Figure 7 – <u>Répartition des colonies de Mahina sur une modélisation satellite (2006)</u>
Les zones envahies par la colonie sont symbolisées par un nuage de points rouges. Pour avoir un point de repère géographie, le Mont *Aoraï* (Flèche rouge) culmine à 2066 mètres. (Montage E. Loève, Image issue de Google earth®, 2006)

A.2.4 « Florida spots » en Polynésie

L'observation initiale de ces lésions caractéristiques a eu lieu chez le chat en 2002-2003. Les propriétaires ont signalé la présence de « tâches blanches » oculaires, à l'intérieur de zones géographiques limitées.

Pour situer le cadre de la découverte de ces lésions, il est important de préciser qu'il n'existe aucun refuge de type « Société protectrice des animaux » en Polynésie, les animaux étant recueillis par des bénévoles. Chez certains bénévoles on peut trouver parfois plusieurs dizaines d'animaux « adoptés » par la famille (Association *Fenua Animalia*, comm. pers.). Ces refuges sont en général des maisons de particuliers avec un jardin permettant aux animaux -qui ne sont en général pas confinés- d'aller et venir selon le degré d'importance de leur comportement exploratoire. Ce sont ces bénévoles qui, les premiers, ont pris conscience de l'incidence de ces lésions dans les populations canines et félines. Ces particuliers ont pu observer au niveau des yeux de leurs chats des lésions inhabituelles apparaissant comme des tâches blanches à la surface de la cornée (Fig. 8). Les consultations chez les vétérinaires ont conduit à un diagnostic provisoire de kératite d'origine virale liée à la grande prévalence de la leucose féline en Polynésie française. Les prescriptions d'antiviraux n'eurent aucun effet. C'est alors que certains propriétaires sensibilisés ont remarqué le même type de lésions chez les chiens (Fig. 9), signant par-là même une cause ou un agent non discriminant quant à l'espèce atteinte.

Figure 8 – Lésions oculaires chez un chat
Evolution jusqu'à ce stade en quelques années (1,5 an), l'animal ne présente pas de signe de douleur en temps normal ni de cécité. Ce type de lésions constitue le motif d'inquiétude pour les propriétaires (Photo E. Loève, 2004).

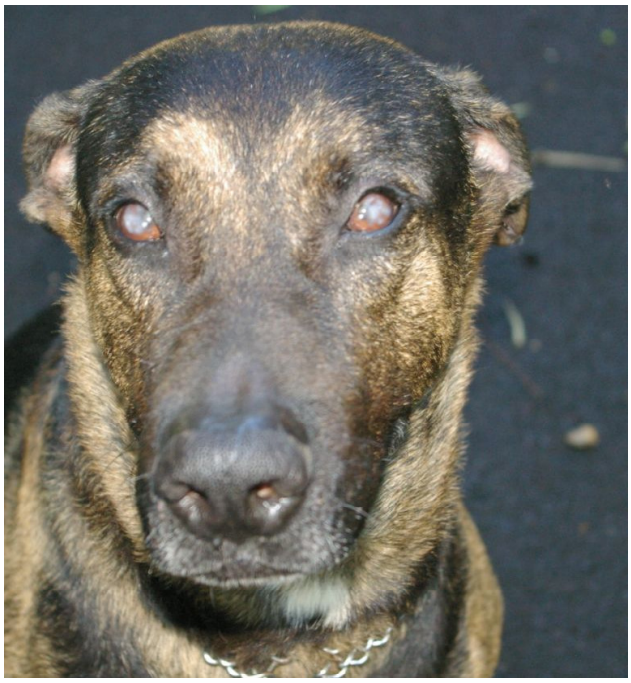


Figure 9 – <u>Lésions oculaires chez un chien</u>
L'animal ne semble pas souffrir de ces lésions et pour l'essentiel sa vue est conservée (Photo E. Loève, 2004)

En général, les primo-lésions sont invisibles pour un public non averti (Fig. 10), ce qui peut expliquer que la plupart des animaux présentés et atteints présentent des lésions étendues. Les références à ce type de lésions font état de « Florida spots », « kératopathie de Floride » ou encore « kératopathie tropicale » (Roze et al, 2004). Cette pathologie semblant assez circonscrite au niveau

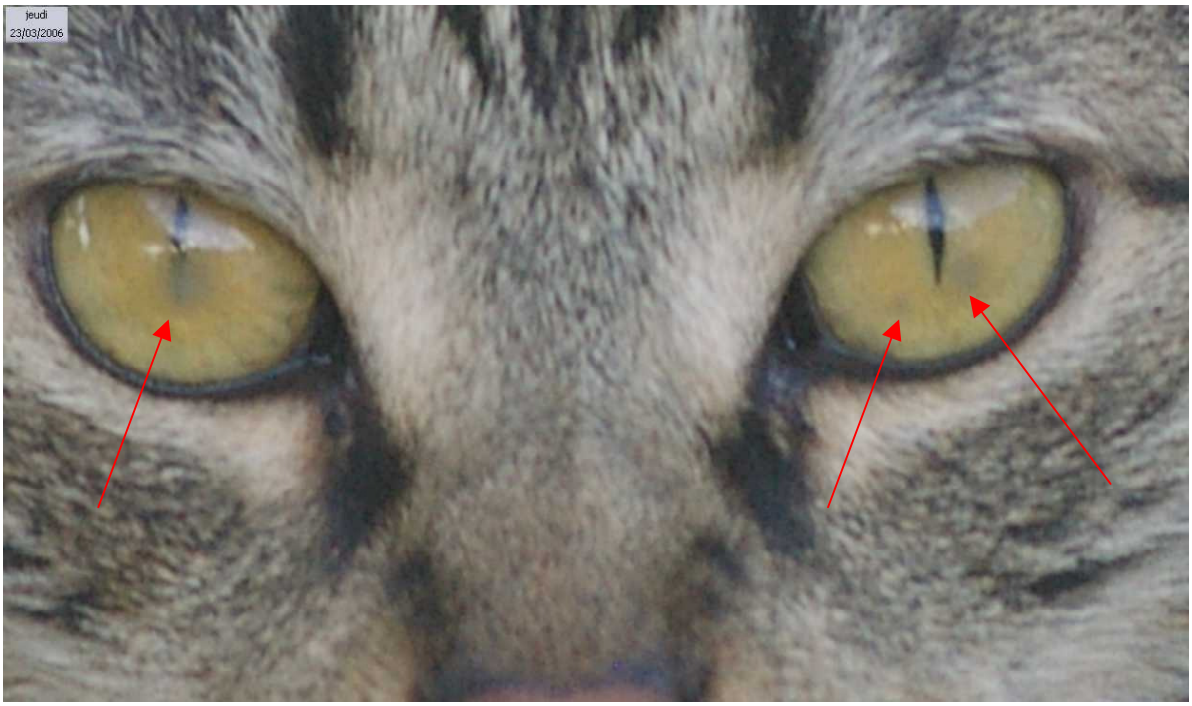


Figure 10 – <u>Lésions oculaires légères chez un chat</u>
Légère opacification du stroma cornéen (flèches rouges) sans altération de la couche externe de la cornée. A la lampe à fente, on ne distinguait aucun changement dans la surface cornéenne (Photo E. Loève, 2006).

de zones précises sur l'île de Tahiti, nous avons légitimement pensé à un problème de type endémique car pour un même secteur résidentiel contaminé, nous avions plus de 20 animaux atteints. De plus, de façon identique aux cas répertoriés dans la littérature, les animaux les plus atteints sont ceux qui vivent principalement à l'extérieur, les animaux casaniers et sédentaires ne sont que peu ou pas touchés. Enfin, c'est dans ces mêmes zones résidentielles des collines de Mahina que furent répertoriés les cas les plus importants d'invasions domestiques de *W. auropunctata*.

Dès lors, pour mieux définir les possibilités de traitement et de prophylaxie contre cette affection oculaire, et compte tenu de nombreuses données disponibles dans la littérature concernant les problèmes liés à cette fourmi, nous avons essayé d'étudier la possibilité d'un lien entre des lésions oculaires chez les animaux domestiques et la présence de *W. auropunctata*.

A.3 Hypothèse de la kératopathie liée à Wasmannia auropunctata (Wasmannia auropunctata linked keratopathy, WALK)

A.3.1 La kératopathie de Floride ou kératopathie tropicale

L'affection connue sous le nom de kératopathie de Floride, « Florida spots » ou encore kératopathie tropicale (Moore, 2005), est à l'heure actuelle encore mal définie ; seuls ses symptômes oculaires classiques sont documentés mais son étiologie exacte reste inconnue.

Le docteur vétérinaire Moore, dans son inventaire des lésions oculaires chez le chat, définit l'entité pathologique comme appartenant au groupe des kératopathies non-ulcératives. L'entité est caractérisée par des opacités multifocales circonscrites au stroma antérieur observé chez le chat et le chien ; ces lésions varient en taille et en couleur (entre le gris et le blanc), elles peuvent avoir un aspect velouté à cotonneux, elles sont plus denses au centre qu'en périphérie (Fig. 11). Les patients ne semblent présenter aucune gêne ou douleur patente lorsque les lésions sont examinées, et ces lésions ne répondent à aucun traitement classique (antibiotiques, antifongiques, ou corticoïdes). Aucun agent n'a été isolé de ces lésions, sauf chez un chien où un organisme inconnu ressemblant à un mycoplasme a pu être mis en évidence.

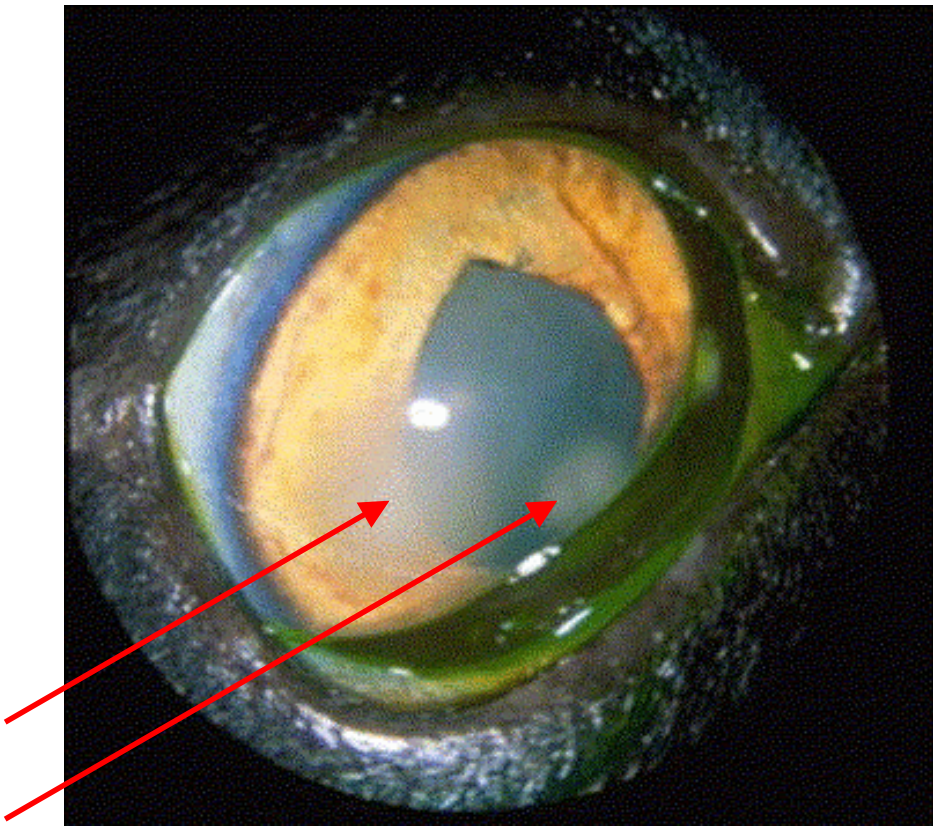


Figure 11 – <u>Les lésions caractéristiques de la kératopathie de Floride</u>
Les lésions sont circonscrites au segment antérieur du stroma cornéen avec un centre dense (pointe des flèches) et une périphérie duveteuse. (In *Clinical Technique in Small Animal Practice*. Photo Dr Craig Fisher, Université de Géorgie 2005)

A la Martinique, le docteur vétérinaire Roze et ses collaborateurs relèvent et répertorient des lésions connues sous le nom de « Florida spots » (2004), leurs conclusions font état de lésions non-ulcératives de 1 à 11 mm de diamètre, non douloureuses observées chez des animaux vivant à l'extérieur. Les lésions paraissent diminuer lorsque les animaux vont en Europe. Par ailleurs, tous les cas recensés sur le territoire français métropolitain auraient séjourné dans les zones endémiques de « kératopathie tropicale ».

Il demeure que, pour tous les cas observés dans la littérature actuelle, la cause primaire des lésions est inconnue, même si plusieurs hypothèses sont avancées (mycose, kératite bactérienne atypique...). L'interrogation subsiste quant à l'absence d'inflammation.

A.3.2 Les observations de lésions oculaires en zone infestée par Wasmannia auropunctata

Les références d'observation sur le terrain sont nombreuses et depuis longtemps on suspecte un lien entre différentes pathologies et les piqûres de cette fourmi. En dehors des rumeurs locales concernant cette « fourmi électrique » ou « petite fourmi de feu », on peut relever dans la littérature quelques observations qui font état des risques liés aux piqûres :

- Au Gabon, *W. auropunctata* a été introduite volontairement pour contrôler certaines populations d'hémiptères menaçant les cultures. Il est fait mention d'éléphants (*Loxodonta africana cyclotis*) atteints de cécité progressive dans les zones envahies (la Lopé, Petit-Loango, Wonga Wongué). Par ailleurs on trouve les fourmis dans le poil de chats atteints de ces opacités ; le vétérinaire William Karesh (*Wildlife Conservation Society*) a conclu à l'époque à des lésions traumatiques non transmissibles probablement dues aux piqûres (J.K. Wetterer *et al*., 1999).
- Aux îles Galápagos, on rapporte l'impact dévastateur sur la diversité des arthropodes endémiques ainsi que sur les grands reptiles. La reproduction des tortues (*Geochelone elephantopus*) est menacée à cause de la prédation sur les oeufs et des piqûres au niveau du cloaque et des yeux des pondeuses (Silberglied, 1972 ; Lubin, 1984).
- En Nouvelle-Calédonie (Grande-Terre et les îles Loyauté), les zones envahies recouvrent plusieurs milliers d'hectares, au sein desquels ont rapporte, chez des meutes de chiens errants, des atteintes oculaires très importantes.
- Aux îles Vanuatu, l'invasion est en cours, avec des lésions apparentées aux *florida spots* chez des chats (Wetterer, comm. pers. 2007)
- Aux îles Salomon, on rapporte dans cet écosystème également envahi, la possibilité de lésions oculaires liées à *W. auropunctata* chez le chat (*Pacific Ant Prevention Plan*, 2004)

C'est fort de l'observation de cas polynésiens, relativement récents, présentant ces lésions atypiques et nouvelles, de la littérature et des observations de terrain que nous avons testé l'hypothèse d'un lien entre l'invasion de *W. auropunctata* et cette kératopathie. Afin de tester l'hypothèse on a procédé à l'examen d'une série d'animaux à l'intérieur d'une zone envahie définie afin d'essayer de mettre en évidence une liaison éventuelle entre la présence de lésions et la présence de cette fourmi.

B) Matériels et Méthodes

B.1 Etude d'une série de cas cliniques en zone envahie

L'analyse concerne l'île de Tahiti en Juillet 2006, et plus particulièrement la méga-colonie de la commune de Mahina (Fig. 12a). On a pu y examiner 36 animaux (Annexe I) dans la zone résidentielle « Supermahina/Mahinarama/Opaerahi » (Fig. 12b) parmi lesquels 24 étaient porteurs de manière patente de lésions de kératopathie de Floride.

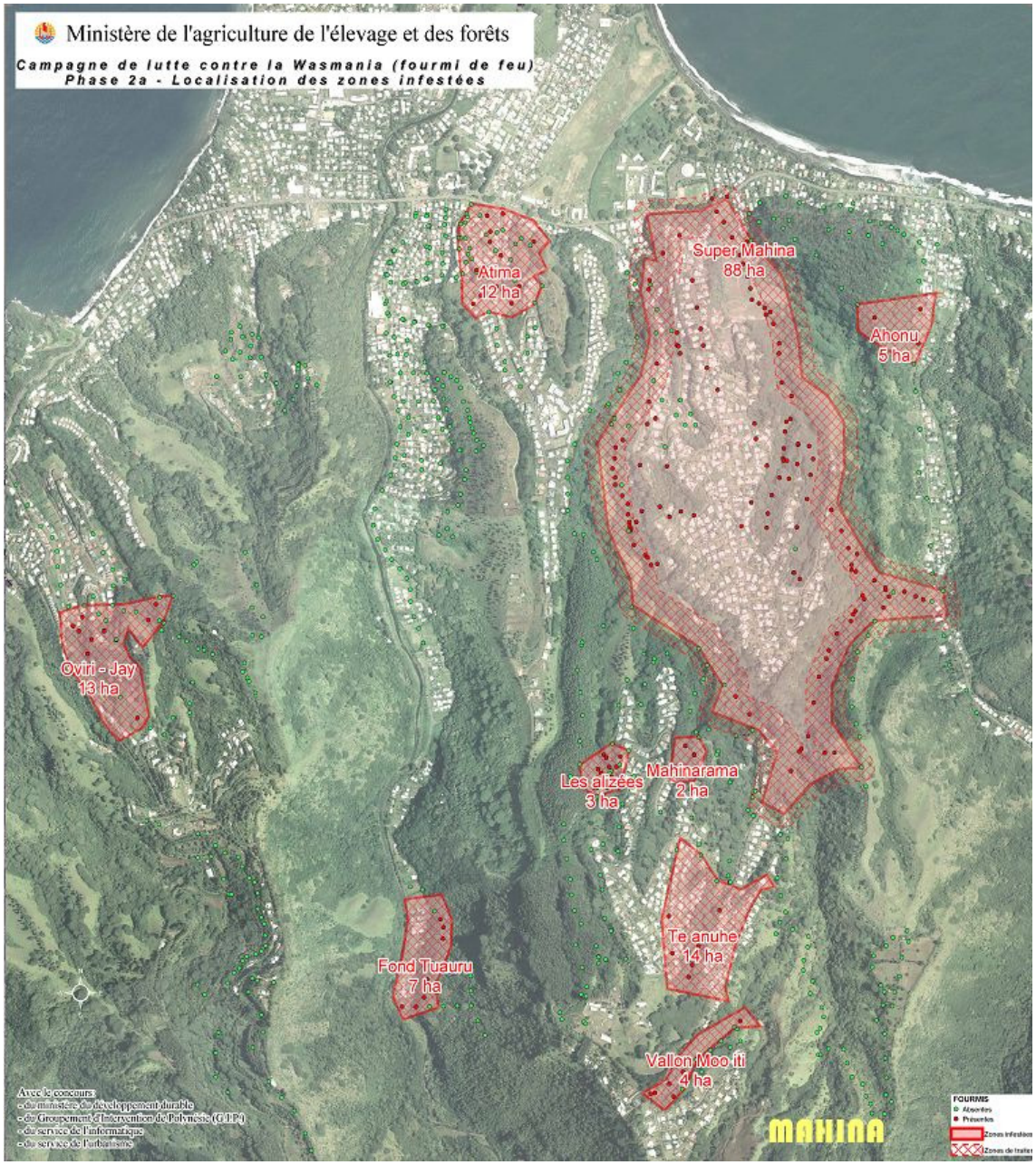


Figure 12a – <u>Répartition des colonies à Mahina sur une carte en vue aérienne (2005)</u>
La zone contaminée nommée « Supermahina » représentait 88 hectares. Cartographie réalisée par le *Service du Développement Rural*.

● *W. auropunctata* absentes des échantillons ● *W. auropunctata* présentes
Zones Infestées Zones traitées à l'Hydraméthylnon
(Source : Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et des Forêts de la Polynésie française)

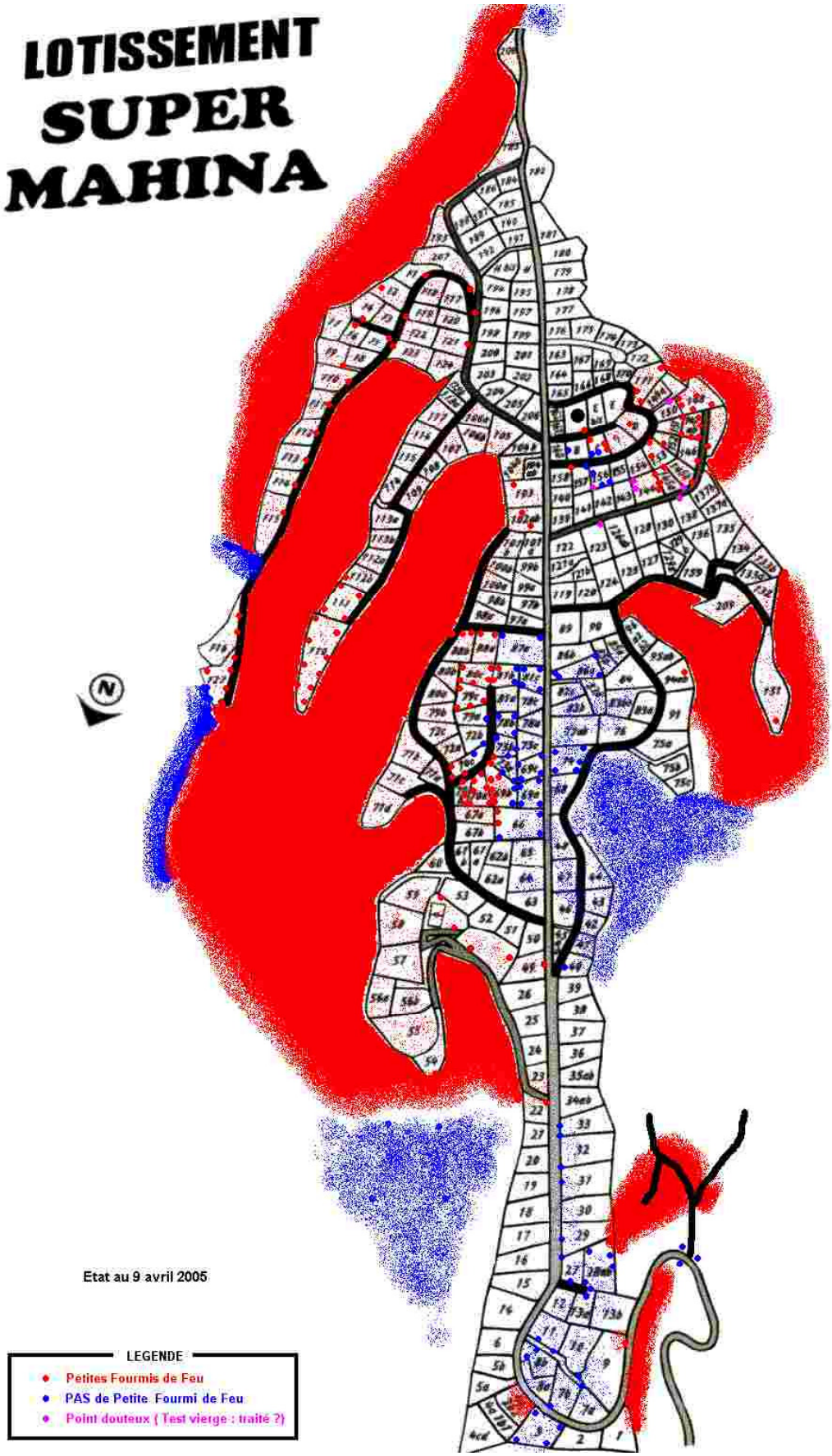


Figure 12b – <u>Carte du lotissement de *Super-Mahina* envahi (avril 2006)</u>
Les nuages de <u>points rouges</u> représentent les zones envahies par *W. auropunctata* Les nuages de <u>points bleus</u> correspondent aux zones supposées vierges. Les quelques <u>points roses</u> sont les tests douteux.

Cet échantillon est constitué de 16 chiens et 20 chats. Pour étudier les données j'ai choisi de tester deux paramètres :

- La présence de lésions caractéristiques
- La présence de *W. auropunctata* dans l'environnement immédiat

Les animaux ont été choisis selon deux critères ; 1) les appels de propriétaires pour un animal atteint d'une part et 2) l'examen des autres animaux de la famille et du proche voisinage d'autre part. Les maisons visitées sont visibles sur une carte du lotissement (Fig. 13).

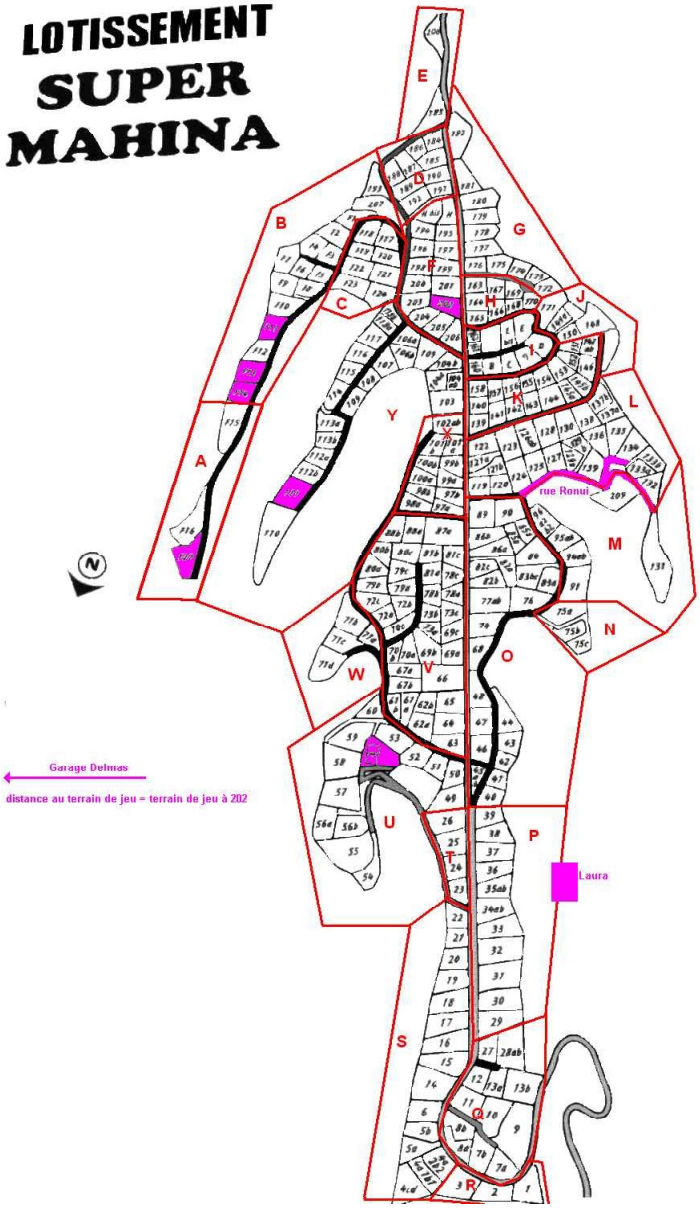


Figure 13 – <u>Carte de répartition des animaux examinés (juillet 2006)</u>
Les emplacements colorés en rose correspondent aux habitations des propriétaires d'animaux examinés.

- Zone A : Lot F17 (chien atteint)
- Zone B : Lot F14, F13 et F11 (3 chiens atteints sur 6)
- Zone F : Lot 202 (2 chats atteints)
- Zone L (frontière M) : Rue Ronui (chien atteint)
- Zone P : Résidence Opaerahi (chat atteint)
- Zone U : Terrain de jeu (3 chiens sains)
- Zone V : Rue Aine, non contaminée (3 chiens sains)
- Zone Y : Lot 111 (12 chats atteints sur 15, 2 chiens atteints)

Il a été considéré que, pour les chiens vivant sur un terrain clôturé et dont les propriétaires effectuent le traitement contre la fourmi dans leur jardin, l'environnement ne constitue pas une partie de la zone envahie. De même, pour les chats vivant exclusivement à l'intérieur d'une habitation, ils n'ont pas de contact avec une zone envahie -les maisons étant mieux protégées contre la fourmi par les propriétaires.

Les données ont été étudiées par contingence entre la présence de fourmi et la présence d'atteinte oculaire. Les chiffres sont comparés avec un test de Chi carré.

B.2 Examen ophtalmique des animaux atteints

B.2.1 Symptomatologie

Chacun des animaux a subi un examen général et un examen oculaire minutieux des lésions avec photographie de la plupart des animaux atteints ; de plus les cornées ont été examinées à la lampe à fente portable (Neitz SP). Pour chacun des animaux atteints, nous avons dressé deux cartographies des lésions au niveau de l'oeil :

1) En quatre quadrants : Nasal, Supérieur, Inférieur et Temporal (Fig. 14a)
2) En trois zones : Supérieure, médiane et inférieure. On définit les limites de ces zones par deux droites passant par les bords visibles supérieurs et inférieurs de la troisième paupière. Elles sont parallèles à celle unissant l'angle nasal à l'angle temporal et (Fig. 14b)

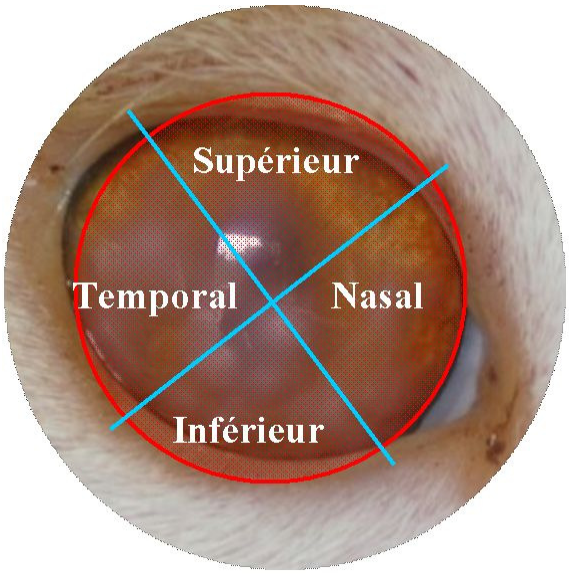


Figure 14a – Etude des lésions oculaires en divisant l'oeil en 4 quadrants
Pour cet oeil droit du Chat *Bilbo* on peut noter les grades suivants : entre 25 et 50% d'atteinte dans le quadrant supérieure, plus de 75% d'atteinte dans les quadrants temporal et inferieur et moins de 25% d'atteinte dans le quadrant nasal.

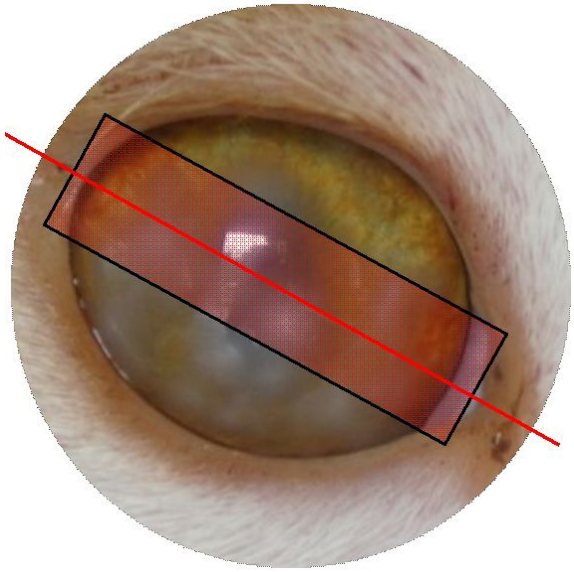


Figure 14b – Etude des lésions oculaires en divisant l'oeil en 3 zones
Pour cet oeil droit du Chat *Bilbo* on peut noter les grades suivants : moins de 25% d'atteinte dans la zone supérieure, plus de 75% d'atteinte dans la zone médiane et plus de 75% d'atteinte dans la zone inférieure.
La droite rouge unit les angles de l'oeil, la zone médiane se défini par rapport à cette dernière.

Chacune de ces divisions s'est vue attribuer un grade (Annexe II) allant de 0 (pas d'atteinte) à 4 (plus de 75% d'atteinte). Les moyennes de chaque division sont comparées par une méthode Anova à un facteur (Annexe IIIa et IIIb).

B.2.2 Epidémiologie

On a pris en compte les paramètres suivants : espèce, sexe, type racial, présence de clôture, présence de traitement systémique anti-fourmi et situation géographique par rapport à l'invasion. Ceci afin d'obtenir une évaluation des caractéristiques communes aux endroits abritant des patients atteints. Pour les patients dont l'historique était connu, on a relevé l'évolution des lésions selon l'anamnèse du propriétaire. Pour la plupart des patients nous avons évalué le comportement exploratoire (casanier ou pas, environnement clôturé ou pas). Enfin, un des propriétaires concernés connaissait les statuts de ses chats vis-à-vis du virus de l'immunodéficience féline et le virus de la leucose féline. Ces données ont été ajoutées à l'inventaire.

C) Résultats

C.1 Examen d'une série clinique en zone envahie

Cette approche permet de déclarer qu'il existe une relation entre les zones envahies par *W. auropunctata* et la présence de lésions oculaires.

Tous les chiens soumis à cet environnement présentaient des lésions, tandis que seul un chien en zone clôturée et traitée présentait des lésions (Tabl. Ia).

Lésions \ Contact Fourmi	Positif	Négatif	Totaux
Positif	6	1	7
Négatif	0	9	9
Totaux	6	10	16

CHIENS

Tableau Ia – <u>Analyse des cas de 16 chiens vivant dans la zone envahie en fonction de leur l'environnement de vie et des lésions oculaires</u>

Chi carré à 1 degré de liberté : 12.34, coefficient Q de Yule : 1
On peut conclure à la grande probabilité ($p<0.05$) d'une liaison entre la présence de lésions et l'exposition aux fourmis dans l'environnement.

Tous les chats soumis à l'environnement envahi sont atteints (Tabl. Ib).

CHATS

Lésions \ Contact Fourmi	Positif	Négatif	Totaux
Positif	17	0	17
Négatif	1	2	3
Totaux	18	2	20

Tableau Ib – <u>Analyse des cas de 20 chats vivant dans la zone envahie en fonction de leur l'environnement de vie et des lésions oculaires</u>

Chi carré à 1 degré de liberté : 12.59, coefficient Q de Yule : 1
On peut conclure à la grande probabilité ($p<0.05$) d'une liaison entre la présence de lésions et l'exposition aux fourmis dans l'environnement.

On constate que sur cet échantillon, 100% des chiens atteints vivent au contact de la fourmi, 90% des chiens vivant en environnement protégé (clôture et traitement ou enclave exempt de fourmi) sont sains. En ce qui concerne les chats, 94% des chats vivant au contact des fourmis sont atteints de lésions, 100% des animaux vivant en espace protégé sont sains (individus casaniers à l'extrême).

L'échantillon examiné permet donc de conclure que les animaux examinés atteints ont, pour une écrasante majorité, été en contact avec la zone envahie (Chiens $K^2=12,34$; Chats $K^2=12,59$).

C.2 Examen de cas de Kératopathie Tropicale en Polynésie

C.2.1 Symptomatologie

Les animaux très atteints présentent des difficultés d'appréciation des volumes et des distances en pleine lumière, mais pour les autres on observe peu de déficience visuelle ; les animaux examinés ne semblent pas présenter de signes de douleur oculaire chronique. Cependant, certains animaux ont présenté des épisodes de blépharospasmes uni- ou bilatéraux réguliers associés à une hyperhémie transitoire de la conjonctive palpébrale (Fig. 15). Les animaux présentant ce blépharospasme ont une tendance à l'isolement pendant un temps variable après l'extériorisation de ce symptôme, une vingtaine de minutes au minimum (certains chats ont présenté les symptômes plus de deux heures). Nous avons remarqué des écoulements oculaires séreux passagers associés aux phases de blépharospasme chez les patients.

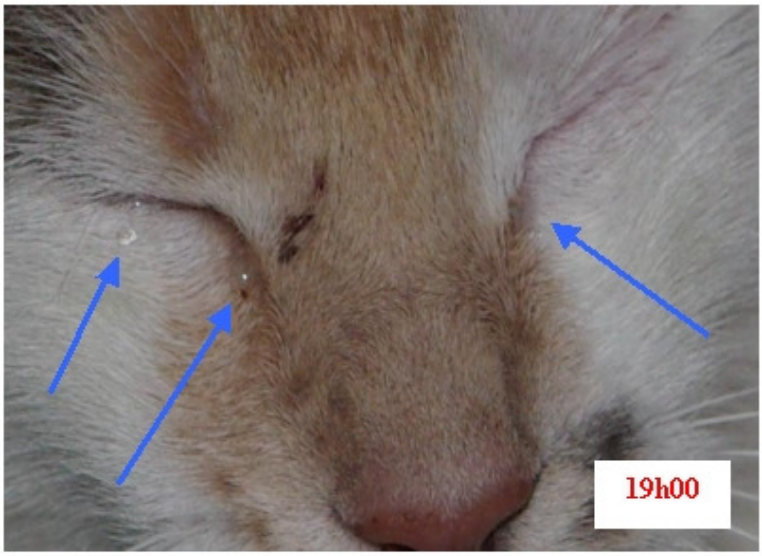


Figure 15 – Signes de douleurs oculaires chez un chat
Episode aigu de manifestation des signes de la kératopathie. On peut observer en haut à gauche un blépharospasme bilatéral avec larmoiement bilatéral (flèche bleues) ; blépharospasme unilatéral en bas à gauche.
Sur la photographie ci-dessus, le larmoiement est visible au niveau de l'oeil gauche associé à un léger blépharospasme (flèches rouge).
Les photographies sont prises après avoir repéré l'animal en phase aiguë à 18h45, les heures des prises de vues sont reportées sur les photos (Photos E. Loève, Mai 2007)

Les lésions apparaissent sous la forme d'opacités rondes de diamètre variable, de couleur blanche à grise. La densité des opacités est variable et hétérogène ; on peut néanmoins souvent définir un centre dense associé à une périphérie duveteuse. Les lésions prennent une forme allant d'un discret halo focalisé sur un point à une opacité franche.

En dehors de ces opacités, la cornée est parfaitement normale, l'iris et le reste de l'oeil ne semblent pas présenter de particularité pathologique. Le passage de la lampe à fente révèle que seul le segment antérieur du stroma cornéen est atteint, l'épithélium demeure intact. Nous n'avons pas relevé d'anomalies de cristallin.

Parmi les animaux atteints, en calculant la moyenne pour chaque zone de l'étendue des lésions on constate que :

- Les animaux atteints sont majoritairement atteints bilatéralement et de façon équitable.
- Les animaux atteints sont atteints équitablement au niveau de chaque quadrant (les moyennes pour chaque quadrant ne sont pas significativement différentes p=0,41).
- Les animaux sont en moyenne plus atteints en zone médiane de l'oeil (les moyennes pour chaque zone sont significativement différentes p<0,05, fig. 16).

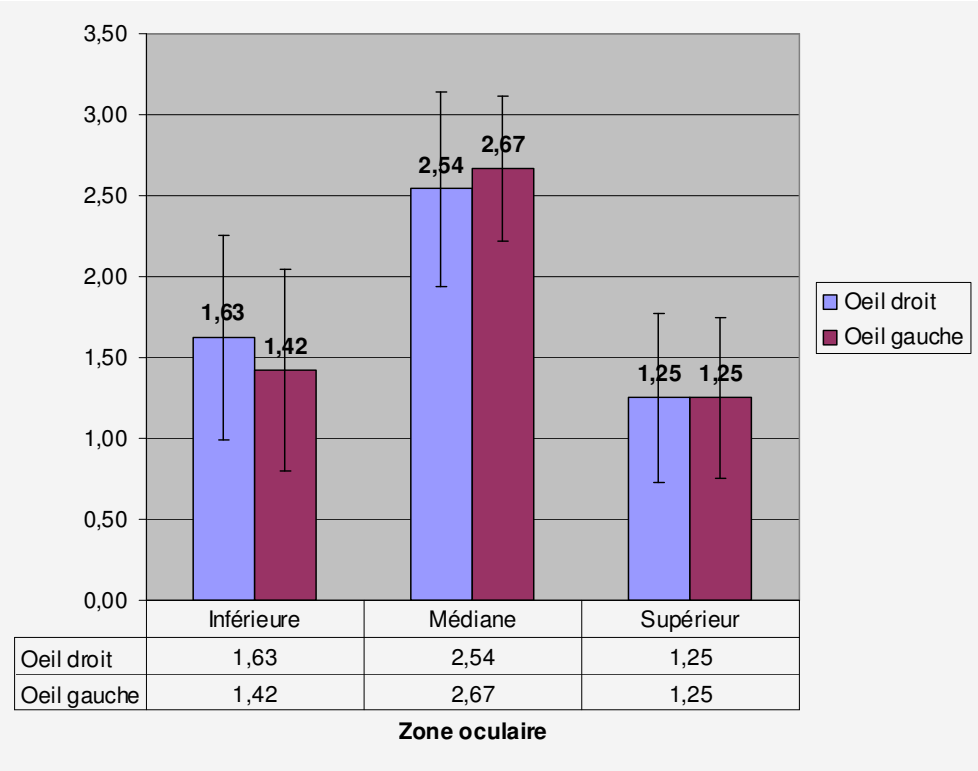


Fig. 16 – <u>Histogramme des moyennes de répartitions des lésions au niveau de 3 zones oculaires</u>
La zone médiane est en moyenne plus atteinte que les zones supérieures et inférieures (p<0.05).

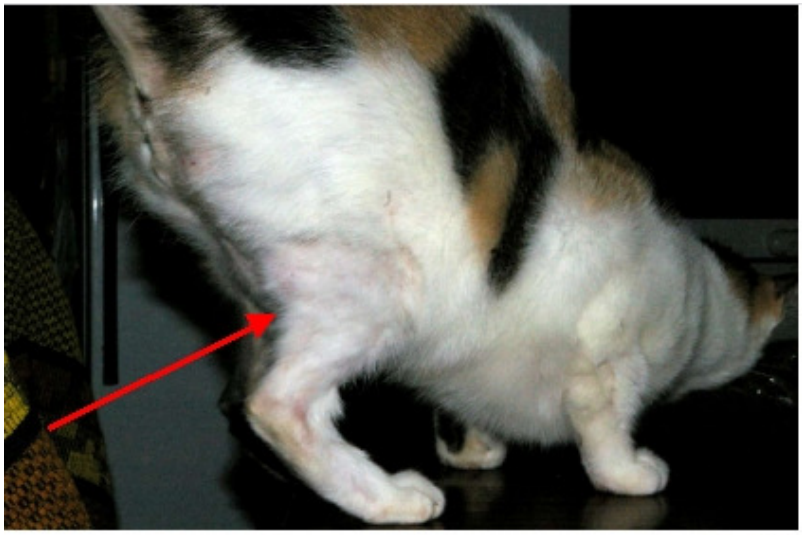
Les lésions ont une évolution variable qu'on a pu constater chez quelques chats dont l'anamnèse était très détaillée :

- *Marinette* (5 ans) ne présentait aucune lésion jusqu'en 2002 ; en 2004 ses deux cornées étaient déjà opacifiées à plus de 95% (Fig. 17).
- *Tougris* (6 ans en 2004, décédé) ne présentait aucune lésion en 2001 ; au moment de sa mort (heurté par un véhicule) ses deux cornées étaient opacifiées à plus de 95 %.
- *Indycat, Bilbo, Pipistrelle* (une portée, 2,5 ans) ont des lésions bilatérales d'étendue variable, respectivement 75%, 80% et 50% des cornées atteintes.
- *Minicat* (même portée, 2,5 ans) ne présente que quelques points et se distingue des trois autres par le fait qu'elle sort peu de la maison.
- *Mamouchka* (9-10 ans) ne présente aucune lésion visible et ne sort jamais de la maison.

L'évolution est donc rapide pour les animaux dont le comportement d'exploration est développé, car il faut moins de trois ans pour que les deux yeux soient complètement atteints.

Figure 17 – Evolution des lésions
Le chat *Marinette* en haut à droite en Juin 2002, au centre en Août 2005 (Photos E. Loève, 2005)

Autre fait notable, 2 chattes présentaient des dépilations importantes dues au léchage frénétique de la partie ventrale de l'abdomen et des pattes postérieures. Ces deux animaux ne présentaient aucun signe de parasitose externe habituelle, ni aucun symptôme de dermatite allergique (Fig. 18).



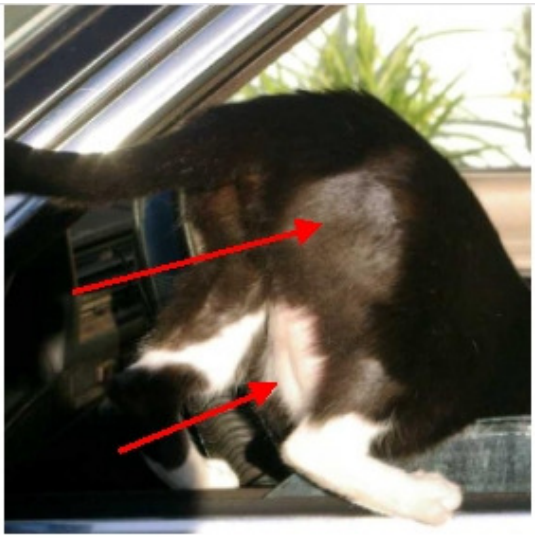
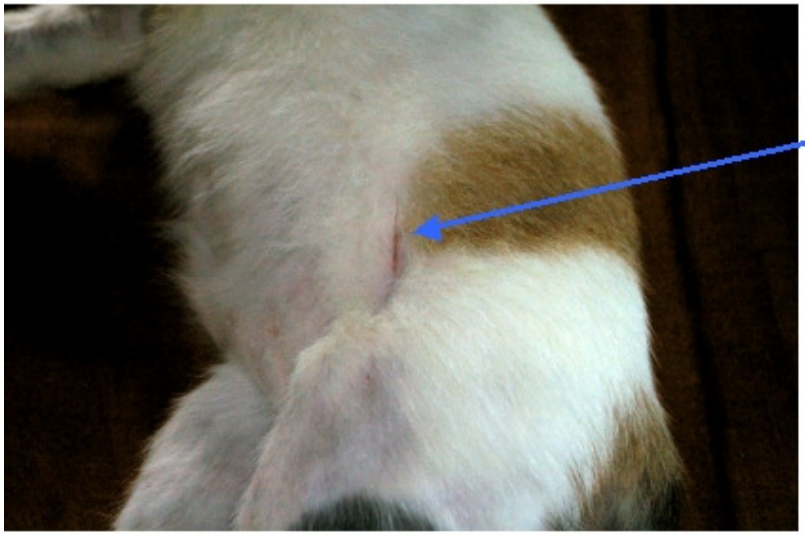


Figure 18 – <u>Alopécie et blessures dues au léchage</u>
Ces deux chattes (*Marinette* à gauche et *Alizée* en haut à droite) présentent des zones d'alopécies au niveau de l'abdomen ventral et des postérieurs. Elles passent plusieurs heures à lécher frénétiquement ces zones.
La photo en bas à gauche montre une lésion érosive dans le pli de l'aine (flèche bleue) due également au léchage.
(Photo E. Loève, 2007)



C.2.2 Descriptif épidémiologique des données

A l'observation des données, il n'est pas possible de dégager un lien entre les lésions et les facteurs suivants :

- Le sexe (K^2=0,07 non significatif)
- Le statut viral chez le chat en ce qui concerne la leucose féline (K^2=0,55 non significatif)

Par ailleurs, il semble difficile de dire que les lésions surviennent d'avantage en fonction d'un type racial puisque les animaux atteints sont de tous types. L'âge ne semble pas influer non plus au vu de l'évolution des lésions. Il apparaît également que les chiens sont, en proportion, moins atteints que les chats.

D) Discussion

La méga-colonie de la zone résidentielle des collines de Mahina est la mieux décrite car l'alerte à l'encontre des pouvoirs publics et la sensibilisation du public a démarré dans cette zone. Par ailleurs, pour le moment il s'agit aussi de la colonie la plus étendue et dont les conséquences domestiques sont les plus sévères. C'est ce qui explique le nombre d'animaux atteints et leur prise en charge, car c'est ici que *W. auropunctata* est la mieux établie. On peut d'ailleurs relever quelques cas de graves traumatismes dans la population humaine souvent dépassée par l'importance du phénomène ; certaines personnes sont physiquement et moralement menacées par les fourmis. Ces observations ne font que préciser le caractère envahissant et dangereux de cette espèce introduite.

Il est évident que l'analyse des données est biaisée, puisque lors de la récolte des données nous avons d'abord répondu à des appels de particuliers cherchant des explications sur les lésions de leurs animaux. La recherche de cas témoins aux alentours amoindrit un peu ce biais. Néanmoins, à l'analyse des données et avec l'expérience du terrain, nous croyons qu'il existe un lien évident entre les deux.

Ces résultats confirment également ceux déjà obtenus dans la littérature, les animaux atteints vivent à l'extérieur, les lésions sont rares et leur apparition semble liée à des zones endémiques. Par ailleurs, les chiens paraissent moins atteints que les chats en général. Cela pourrait s'expliquer par la grande différence de traitement et de comportement des chiens ; bien souvent ils ne peuvent pas sortir des enclos des propriétés et ils sont d'une taille en général supérieure aux chats, donc leurs yeux sont moins en contact avec la végétation basse. Or comme nous l'avions expliqué cette fourmi exploite sa zone de vie et d'élevage à la face inférieure des feuilles d'arbres et d'arbustes. L'hypothèse selon laquelle les chats seraient d'avantage soumis à ce nuisible est cohérente au sens où ils sont en contact régulier avec la strate herbacée lors de leurs déplacements.

Nous avons réalisé une avancée dans la caractérisation de la pathologie en associant d'autres symptômes à ces lésions, dont les analyses précédentes ne pouvaient pas faire état en examinant les animaux en dehors de leur environnement et à distance des causes primaires. La présence d'une phase aiguë d'inflammation est une nouveauté qu'il convient d'ajouter aux symptômes de cette affection. Par ailleurs, l'exposition à ces fourmis semble pouvoir provoquer de l'alopécie de léchage, probablement due aux piqûres. Il faut noter que seuls les animaux qui sont très téméraires vis-à-vis des piqûres sont atteints de ce dernier symptôme.

La piqûre de la cornée par *W. auropunctata* constitue notre hypothèse principale quant à la pathogénie des lésions. Il s'agira dans le futur de l'établir avec certitude. Remarquons que les ouvrières mesurant à peine un millimètre, il est probable que le dard ne puisse traverser la cornée ce qui pourrait expliquer l'absence de lésions de l'épithélium. Nous évoquons plusieurs alternatives quant à l'agent lésionnel : dard, venin, dard et venin, substance de contact au niveau de la cuticule, lésion mécanique de la cornée par les membres de la fourmi ; la liste n'est pas exhaustive.

On peut également formuler une hypothèse quant à la répartition des lésions au niveau de l'oeil. Une fourmi tombée dans l'oeil -lors des déplacements des animaux en brousse- pourrait gêner l'animal qui, en clignant des yeux, provoquerait la piqûre en conséquence à l'écrasement de la fourmi entre ses paupières. Cette théorie pourrait expliquer le fait que les lésions se concentrent au niveau de la zone médiane de l'oeil et soient plus abondantes sur sa partie inférieure que sur sa partie haute.

Depuis peu, il faut signaler que l'apparition de nouveaux cas ou de nouvelles lésions semblent un peu ralenties par les efforts consentis pour le traitement des zones envahies à l'hydraméthylnon par le gouvernement. Selon plusieurs habitants des zones contaminées, l'évolution de ces taches sur les yeux de leurs animaux s'est fortement ralentie ou entièrement stoppée depuis 2005 et ce d'autant plus qu'ils traitent régulièrement leur terrain en marge de l'action publique. Le nombre des épisodes de blépharospasmes aurait tendance à augmenter, ou reprendre, aussitôt après que ces traitements soient interrompus deux mois ou trois (E. Loève, *comm. pers.*). A titre d'exemple, depuis 2005, le gouvernement polynésien a lancé une série de campagnes de lutte ; dans le cadre de la première campagne, on évaluait l'étendue des zones envahies à plus de 100 hectares pour la seule zone des collines de Mahina. Le traitement de la zone avait été effectué sur la base de 7 kg/ha d'Amdro® en zone de brousse par 6 équipes de 4 agents. On peut signaler que si la colonie est toujours très présente dans la zone en 2006, elle se raréfie autour des habitations à cause des traitements répétés. Cependant, étant donné la taille de la zone et l'intensité de l'invasion, il est impossible de prédire le temps qu'il faudra pour qu'elle se résorbe, ce qui signifie que les traitements devront être intensifs et réguliers.

De façon a éclairer aussi la discussion sur l'état actuel (2007) de la lutte contre *W. auropunctata* en Polynésie française, il faut signaler que la détection d'animaux atteints dans la commune d'Arue a permis de mettre en évidence une nouvelle colonie dans le fond de la vallée de *Tefaaroa.* Cette récente donnée vient s'ajouter aux très fortes suspicions qui pèsent sur le lien entre la fourmi et la kératopathie tropicale dont nous avons essayé de démontrer l'existence.

L'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) en Nouvelle Calédonie étudie depuis plusieurs années cette fourmi ; certains chercheurs examinent actuellement le venin de *W. auropunctata* afin d'en déterminer la composition (H. Jourdan, *comm. pers.*, 2006). Ces informations couplées à un examen anatomopathologique des lésions permettront probablement de connaître encore d'avantage la pathogénie de cette kératopathie.

Références bibliographiques

COLLEGE OF TROPICAL AGRICULTURE AND HUMAN RESSOURCES Stop the little fire ant – 2006. [En ligne] (16/04/2007) http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/IP-LFA.pdf consulté le 10/01/2007

DEPARTEMENT OF PESTICIDE REGULATION/STATE OF CALIFORNIA, BACEY J. Environmental Fate of Hydramethylnon – 2000. [En ligne] (14/07/2000) http://www.cdpr.ca.gov/docs/empm/pubs/fatememo/hydmthn.pdf consulté le 2/05/2007

ERRARD C, JOURDAN H, GLAUDE C, DELABIE JHC, HEFETZ A Discrimination intra- et interspécifique chez la fourmi vagabonde Wasmannia auropunctata. Actes des Colloques Insectes Sociaux, 2002, 15:82-89

FOURNIER D., FOUCAUD J., LOISEAU A., *et al*. Characterization and PCR multiplexing of polymorphic microsatellite loci for the invasive ant Wasmannia auropunctata. Mol Ecol Notes, 2005, 5 : 239-42.

FOURNIER D., ESTOUP A., ORIVEL J., *et al*. Clonal reproduction by males and females in the little fire ant. Nature, 2005, 435: 1230-1234.

HOLWAY D, LACH L, SUAREZ AV, TSUTUI ND, CASE T. The Causes and Consequences of Ant Invasions. Annual Review of Ecology and Systematic, 2002, 33: 181-233.

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE Wasmannia auropunctata. [en ligne] (24/03/2007) http://interface.creative.auckland.ac.nz/database/species/ecology.asp?si=58&fr=1&sts=sss consulté le 24/02/2004

INSTITUT STATISTIQUE DE POLYNESIE FRANÇAISE Population et géographie – 2002. [En ligne] (Sans date) http://www.ispf.pf/(gncyyl55zqlbvrrunb311gf4)/index.aspx?choix=bref consulté le 12/04/06

INVASIVE SPECIES SPECIALIST GROUP Pacific Ant Prevention Program – 2004. [En Ligne] (Sans date) http://www.invasivespecies.net/database/species/reference_files/PAPP.pdf consulté le 12/04/2005

JOURDAN H. Threats on Pacific islands : the spread of the tramp ant Wasmannia auropunctata (Roger), (Hymenoptera : Formicidae). Pacific Conservation Biology, 1997, 3: 61-64.

LE BRETON J., CHAZEAU J., DEJEAN A. Immediate impacts of invasion by Wasmannia auropunctata (Hymenoptera: Formicidae) on native litter ant fauna in a New Caledonian rain forest Austral Ecology, 2003, 28: 204-209.

LE BRETON J. (PhD Thesis) Étude des interactions entre la fourmi Wasmannia auropunctata et la myrmécofaune Comparaison d'une situation en zone d'introduction : la Nouvelle-Calédonie et d'une situation en zone d'origine : la Guyane Française. Université Toulouse III: Toulouse, 2003, 234 pp.

LOWE S., BROWNE M., BOUDJELAS S., DE POORTER M. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 2000, 12 pp.

LUBIN Y. D. Changes in the native fauna of the Galapagos Islands following invasion by the little red fire ant, Wasmannia auropunctata. Biological Journal of the Linnean Society 1984, 21:229 - 242.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE DE POLYNESIE FRANCAISE Programme de lutte contre la « fourmi électrique » – 2005. [en ligne] (29/04/07)
http://1000gp.ovh.net/~pfftahit/spip/IMG/pdf/Web_20lutte_20fourmi_20nov_2005.pdf
consulté le 22/08/2006

MOORE P.A. Feline Corneal Disease. Clin. Tech. Small An. Pract. 2005, 20, 2: 83-93

PASSERA L. Characteristics of tramp species. In: Williams DF (Ed) Exotic ants: Biology, impact, and control of introduced species. Westview Press: Boulder, CO, 1994, 23-43.

ROZE M., PLISNIER M., SOTTOVIA J.-L., CLOET P.R. Etude de la kératopathie tropicale à la Martinique. Revue Méd. Vét., 2004, 155, 12 : 598-601

SILBERGLIED R. The little fire ant, Wasmannia auropunctata, a serious pest in the Galapagos Islands. Noticias Galapagos, 1972, 19,13-15.

WETTERER J.K. , WALSH P., WHITE L. Wasmannia auropunctata, une fourmi dangereuse pour la faune du Gabon – 1999. [en ligne] (07/10/05)
http://www.ecofac.org/Canopee/N14/N1404_FourmisGabon/FourmisGabon.htm consulté le 18/05/05

Annexe I – <u>Tableau des animaux examinés dans le cadre de l'étude</u>

36 animaux examinés, 24 animaux atteints. **SM** désigne le lotissement « Supermahina ». **CDR** désigne un chien issu de races croisées. Les atteintes ont été caractérisées par un degré qui représente le pourcentage des yeux atteints : 0 (pas de lésions) ; 1 (mois de 25%) ; 2 (25 à 50%) ; 3 (50 à 75%) ; 4 (plus de 75%). **Uni** désigne une atteinte unilatérale, **Bi** une atteinte bilatérale.

Lieu	Animal	type racial	Atteinte	Degré	Statut viroses	Cloture	Traitement anti-fourmi	Commentaire	Photo
Opaerahi - Laura	Chatte	type lac de Van	Bi	1		Non	Non	Maison saine en zone frontière	Oui
	Chat	noir & blanc	-	1				sédentaire	Oui
SM - Lot F 11	Chien	CDR	Bi	4		Non	Non	Chiens libres et curieux	Oui
	Chienne	CDR	Bi	4				Chiens libres et curieux	Oui
	Chien	CDR	Bi	4				Chiens libres et curieux	Oui
SM - Lot F 13	Chien	CDR	-	0		Oui	Oui		-
SM - Lot F14	Chien	CDR	-	0		Oui	Oui	proprio sensible au problème des fourmis	-
	Chien	CDR	-	0				proprio sensible au problème des fourmis	-
SM - Lot F17	Chienne	Rottweiler	Bi	4		Non	Non		Oui
SM - Rue Aine	Chien	Berger à poil long	-	0		Non	Non	Chiens libres, zone saine	-
	Chien	Berger à poil long	-	0				Chiens libres, zone saine	-
	Chien	Berger à poil long	-	0				Chiens libres, zone saine	-
SM - Terrain de jeux	Chien	CDR	-	0		Oui	Non	zone contaminée en bordure des habitations	-
	Chien	Bichon X	-	0				zone contaminée en bordure des habitations	-
	Chien	CDR	-	0				zone contaminée en bordure des habitations	-
SM - Rue Ronui	Chien	CDR	Bi	1		Oui	Oui	zone contaminée mais traitée récemment	-
SM - Lot 202 - Pauly	Chatte	noir	Bi	1		Oui	Oui	Alizée, présente également des dépilations de léchage	Oui
	Chatte	écailles de tortue	Bi	1				Puce, très sédentaire	Oui
Ahonu - Garage Delmas	Chatte	écailles de tortue	Bi	1		Non	Non	zone frontière (Gobrait)	Oui
SM - Lot 111 (Eric Loève)	Chien	CDR-Loup	Bi	4		Non	Oui	Kenzo	Oui
	Chienne	CDR-Rott	Bi	1				Blackie	-
	Chatte	blanc uni poil ras	Bi	3	FeLV			*Blanche (dcd)*	Oui
	Chatte	type lac de Van	Uni	1	Sain			Buffy, jeune	Oui
	Chatte	tigré gris	Bi	4	Sain			Choupette	Oui
	Chatte	écailles de tortue	-	0	FIV			Mamouchka, ultra sédentaire (ne sort jamais)	Oui
	Chatte	type lac de Van	Bi	4				Marinette, dépilations de léchage	Oui
	Chatte	écailles de tortue	Bi	1	Sain			Minicat	Oui
	Chatte	angora blanc	Bi	3	FeLV			*Minouchka (dcd)*	Oui
	Chatte	tigré roux	Bi	3	Sain			Pipistrelle	Oui
	Chatte	tigré roux	Bi	3	FeLV			*Tibidou (dcd)*	Oui
	Chatte	tigré roux	Bi	3				Tit"bidoute	Oui
	Chat	tigré roux	Bi	4	Sain			Bilbo	Oui
	Chat	tigré roux	Bi	4	Sain			Indycat	Oui
	Chat	angora gris cendré	Bi	4	FeLV			*Tougris (dcd)*	Oui
	Chat	noir & blanc	-	0	Sain			*Jojo (dcd)*	Oui
	Chat	tigré gris	Bi	3	Sain			Tigrou	Oui

Annexe II – Tableaux des données oculaires pour les répartitions par zones et par quadrants

			Zones oculaires						Quadrants oculaires							
Lieu	**Animal**	**Nom**	**Inférieur droite**	**Médiane droite**	**Supérieur droite**	**Inférieur gauche**	**Médiane gauche**	**Supérieur gauche**	**Sup. Droit**	**Nas. Droit**	**Inf. Droit**	**Temp. Droit**	**Sup. Gauche**	**Nas. Gauche**	**Inf. Gauche**	**Temp. Gauche**
Opaerahi - Laura	Chatte		0	1	0	0	3	1	1	2	2	2	0	1	1	0
SM - Lot F11	Chien		4	4	2	4	3	2	4	3	2	4	4	3	3	4
	Chienne		4	3	2	4	4	1	4	3	3	4	4	3	4	4
	Chien		3	4	1	4	4	1	4	2	2	4	4	4	3	4
SM - Lot F27	Chienne		0	4	2	0	2	4	3	3	1	3	3	3	2	3
SM - Rue Ronui	Chien		1	3	1	2	4	0	3	2	1	2	3	1	0	1
SM - Lot 202 - Pauly	Chatte	Alizée	0	3	0	1	2	1	2	2	2	2	0	1	1	2
	Chatte	Puce	0	1	2	1	2	1	0	1	2	1	1	2	1	1
Ahonu – Garage Damas	Chatte	Minouchette	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
SM - Lot 111 (Éric Loève)	Chien	Kenzo	3	4	3	2	4	2	4	2	2	4	4	2	3	4
	Chienne	Blackie	0	1	0	0	2	0	1	0	0	1	1	0	1	0
	Chatte	*Blanche (dcd)*	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	4	0	0	0
	Chatte	Buffy, jeune	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	Chatte	Choupette	2	4	1	2	4	1	2	4	2	4	1	1	4	4
	Chatte	Marinette	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Chatte	Minicat	1	2	0	0	2	1	0	1	1	1	1	1	1	2
	Chatte	*Minouchka (dcd)*	2	3	2	1	2	0	2	2	3	4	0	1	1	0
	Chatte	Pipistrelle	1	2	1	0	2	0	1	2	2	1	1	2	2	1
	Chatte	*Tibidou (dcd)*	1	2	1	0	1	1	1	1	0	4	1	0	0	3
	Chatte	Tit"bidoute	2	3	0	2	3	1	1	2	3	4	1	0	3	3
	Chat	Bilbo	4	4	1	1	2	1	2	1	4	4	2	3	4	4
	Chat	Indycat	2	4	3	1	4	1	2	4	4	4	1	3	3	4
	Chat	*Tougris (dcd)*	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Chat	*Tigrou*	1	1	0	1	2	0	0	0	1	1	0	1	1	1
	Moyenne		1,63	2,54	1,25	1,42	2,67	1,25	1,88	1,88	1,92	2,58	1,88	1,75	1,92	2,21
	Ecart type		1,56	1,47	1,29	1,53	1,09	1,22	1,54	1,36	1,32	1,59	1,60	1,36	1,50	1,69
	Intervalle de confiance		0,64	0,60	0,53	0,63	0,45	0,50	0,71	0,63	0,61	0,73	0,74	0,63	0,69	0,78

Annexe III-a – <u>Etude comparative par Anova à un facteur des moyennes pour chaque quadrant atteint</u>

Les moyennes de l'étendue des lésions par quadrants ne sont pas significativement différentes (p>0.6)

RESUME Atteinte par quadrants

Groupes	*Nombre de cas*	*Somme*	*Moyenne*	*Variance*
Sup. Droit	24	45	1,875	2,375
Nas. Droit	24	45	1,875	1,85326087
Inf. Droit	24	46	1,916666667	1,731884058
Temp. Droit	24	62	2,583333333	2,514492754
Sup. Gauche	24	45	1,875	2,548913043
Nas. Gauche	24	42	1,75	1,847826087
Inf. Gauche	24	46	1,916666667	2,253623188
Temp. Gauche	24	53	2,208333333	2,867753623

ANOVA

Source de variation	*Somme des carrés*	*ddl*	*Moyenne des carrés*	*F*	*Valeur de P*	*F crit*
Entre les Groupes	12,16666667	7	1,738095238	0,772797883	0,610839987	2,059636017
A l'intérieur des groupes	413,8333333	184	2,249094203			
Total	426	191				

Annexe III-b – <u>Etude comparative par Anova à un facteur des moyennes pour chaque zone atteinte</u>

Les moyennes de l'étendue des lésions par zone sont significativement différentes (p<0.05). La zone médiane est en moyenne plus atteinte.

RESUME Atteinte zonale

Groups	*Nombre de cas*	*Somme*	*Moyenne*	*Variance*
Inférieur droit	24	39	1,625	2,418478261
Médiane droite	24	61	2,541666667	2,172101449
Supérieur droite	24	30	1,25	1,673913043
Inférieur gauche	24	34	1,416666667	2,34057971
Médiane gauche	24	64	2,666666667	1,188405797
Supérieur gauche	24	30	1,25	1,5

ANOVA

Source de variation	*Somme des carrés*	*ddl*	*Moyenne des carrés*	*F*	*Valeur de P*	*F crit*
Entre les groupes	50	5	10	5,31280077	0,0001699	2,279819
A l'intérieur des groupes	259,75	138	1,882246377			
Total	309,75	143				