Plan de Prévention contre les fourmis envahissantes dans le Pacifique

Pacific Invasive Alien Ant Group

Sous l'égide de l'UICN/SSC - *Invasive Species Specialist Group* (ISSG)

Un projet préparé à l'occasion de l'assemblée de l'Organisation de Protection des Plantes pour le Pacifique (OPPP) et du Comité Technique Régional pour la Protection des Plantes

Mars 2004

……

Photo de couverture : ouvrière de fourmi de feu. Photo avec l'aimable autorisation du Programme d'éducation et de recherche appliquée sur la fourmi de feu au Texas

SOMMAIRE

RÉSUMÉ **4**

INTRODUCTION **6**

CONTEXTE RÉGIONAL 6

LE PROJET **8**

OBJECTIF GÉNÉRAL 8
LIMITES 8
OBJECTIFS PARTICULIERS 8

ANNEXE 1 ..... **13**

1 HISTORIQUE DE LA FOURMI DE FEU COMME UN ENVAHISSEUR 13
2 LES IMPACTS DE LA FOURMI DE FEU 15
2.1 Conséquences économiques de la fourmi de feu *15*
2.2 Conséquences sociales de l'invasion par la fourmi de feu *16*
2.3 Conséquences écologiques de l'invasion par la fourmi de feu *16*
3 CONSÉQUENCES DES PRINCIPALES FOURMIS ENVAHISSANTES 17
3.1 Solenopsis geminata *– La fourmi de feu tropicale* *17*
3.2 Anoplolepis gracilipes *- La fourmi à longues pattes ou la fourmi folle jaune* *17*
3.3 Pheidole megacephala *– La fourmi à grosse tête* *19*
3.4 Monomorium destructor *– La fourmi de Singapour* *19*
3.5 Tapinoma melanocephalum *– La fourmi fantôme* *19*
3.6 Solenopsis papuana *20*
3.7 Paratrechina longicornis *– La fourmi folle* *20*
3.8 Wasmannia auropunctata *– La petite fourmi de feu ou fourmi électrique (dans les territoires francophones du Pacifique)* *17*
3.9 Linepithema humile *– La fourmi d'Argentine* *21*
3.10 Monomorium pharaonis *– La fourmi du pharaon* *22*
3.11 Technomyrmex albipes *– La fourmi aux pattes blanches* *22*
4 BIOLOGIE DE LA FOURMI DE FEU ET DES PRINCIPALES FOURMIS ENVAHISSANTES 17
4.1 Polygynie *23*
4.1 Unicolonialité *24*
4.2 Aggression interspécifique *24*
4.3 Reproduction des colonies par bourgeonnement *25*
5 DISPÊRSION PAR L'HOMME 2217

REMERCIEMENTS **26**

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES **28**

Résumé

Les fourmis sont des envahisseurs notoires, en particulier celles appartenant au cortège des "fourmis vagabondes". Celles-ci sont dispersées facilement à travers la planète grâce aux échanges commerciaux et autres voies de communications offertes par l'Homme, elles sont souvent responsables de dégâts économiques et environnementaux. Elles sont le plus souvent extrêmement difficile voire impossible à éradiquer ou contrôler. Bien que certaines espèces soient parfois considérées comme bénéfiques en raison de leur activité d'auxiliaires des cultures, l'impact global des fourmis envahissantes est extrêmement négatif. En raison des difficultés et du coût pour contrôler ou éradiquer ces envahisseurs, l'approche la plus efficace repose sur la prévention de leur installation.

La fourmi de feu (*Red imported fire ant, RIFA*), *Solenopsis invicta*, constitue une excellente illustration d'une espèce pour laquelle des mesures de prévention sont particulièrement nécessaires. Il s'agit de l'une des espèces de fourmis parmi les plus nuisibles de la planète. Cette espèce est extrêmement performante à se propager dans la ceinture tropicale et sub-tropicale du globe par l'intermédiaire des échanges commerciaux. Hors de sa région d'origine en Amérique du Sud, elle est responsable de ravages considérables tant économiques, environnementaux que pour la santé publique, y compris le décès de personnes sensibles à son venin. L'histoire de son invasion (voir Annexe 1) montre que lorsqu'une population est établie, il est très difficile de l'éradiquer et extrêmement coûteux de la contrôler. La meilleure option est de la maintenir hors des zones indemnes par la mise en application de mesures préventives performantes.

Un certain nombre d'espèces vagabondes envahissantes possèdent des caractéristiques semblables à celles de la fourmi de feu, et constituent une source potentielle de préjudices économiques significatifs. De ce fait, ces espèces doivent être également prises en considération dans l'élaboration d'un plan de prévention. En outre, ces fourmis envahissantes se propagent le plus souvent en utilisant les mêmes voies que la fourmi de feu et requièrent des mesures similaires de prévention contre leur propagation et leur établissement. Les menaces les plus sérieuses sont : *Wasmannia auropunctata* (Petite fourmi de feu), *Pheidole megacephala* (Fourmi à grosse tête), *Anoplolepis gracilipes* (Fourmi à longues pattes ou fourmi folle jaune), *Paratrechina longicornis* (Fourmi folle noire), *Solenopsis geminata* (Fourmi gingembre), *Solenopsis papuana, Tapinoma melanocephalum* (Fourmi fantôme), *Technomyrmex albipes* (Fourmi aux pattes blanches), *Linepithema humile* (Fourmi d'Argentine), *Monomorium destructor* (Fourmi de Singapour) et *Monomorium pharaonis* (Fourmi du Pharaon).

La mise en place d'une prévention efficace contre l'établissement de la fourmi de feu et des principales espèces de fourmis envahissantes ne peut se réaliser qu'au travers d'une approche régionale du problème, compte tenu de leur faculté à être disperser. En effet, si la fourmi de feu venait à s'établir dans l'une des îles du Pacifique, cela constituerait un foyer actif de dispersion pour les autres pays de la région. De telles invasions sont susceptibles de conduire non seulement à des pertes économiques considérables, mais elles constituent également une menace très sérieuse pour la conservation de la biodiversité voire une source de complication de la vie quotidienne des communautés humaines affectées.

L'objectif de ce plan est donc de prévenir l'arrivée, l'établissement voire l'extension de la fourmi de feu et des principales espèces de fourmis envahissantes (connues pour leurs conséquences négatives sur l'économie, l'environnement ou les sociétés) dans la région Pacifique voire à l'intérieur des pays de la zone concernée, afin de protéger leurs intérêts économiques, sociaux et environnementaux.

Ce **Plan de Prévention contre les Fourmis dans le Pacifique** (PPFP) expose les procédures, l'organisation et les mesures recommandées pour permettre une prévention efficace. Les objectifs du plan s'inscrivent dans deux grandes rubriques, concernant respectivement l'entrée et l'établissement de populations de fourmis envahissantes.

Les mesures nécessaires à la prévention de l'entrée comprennent :

- une législation appropriée, des réglementations ou des normes qui permettent de considérer les fourmis envahissantes avant la frontière ou au niveau de celle-ci;
- une analyse de risque régionale, mais dont la mise en oeuvre pourrait être adaptée à chaque pays ou territoire;
- des accords commerciaux régionaux qui intègrent les risques associés aux fourmis envahissantes;
- des mesures opérationnelles, susceptibles d'être appliquées dans chaque territoire, et efficaces contre l'implantation des fourmis.

Les mesures requises pour prévenir l'établissement de populations comprennent:

- une gamme de mesures de surveillance adaptées pour identifier rapidement la présence d'une nouvelle espèce de fourmi envahissante dans chaque territoire concerné;
- des procédures pertinentes et une capacité de mise en application pour répondre à toute incursion;
- une stratégie régionale de sensibilisation du public pour s'assurer que les espèces de fourmis cibles bénéficient d'une campagne d'information suffisamment explicite pour que les risques d'établissement soient bien compris par les populations humaines potentiellement concernées;
- un programme actif de recherche pour s'assurer que les mesures préconisées contre l'établissement reposent sur des bases scientifiques solides, afin d'accroître la probabilité de succès.

L'***Invasive Species Specialist Group*** (ISSG) de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) assure la coordination de ce projet, avec le soutien des membres du ***Pacific Invasive Alien Ant Group*** .

Nous recommandons que :

- l'**Organisation de Protection des Plantes pour le Pacifique** (OPPP) et le **Comité Technique Régional pour la Protection des Plantes** reconnaissent que la fourmi de feu et les principales espèces de fourmis envahissantes représentent une menace majeure pour l'économie, la faune, la flore, la santé publique et la biodiversité à l'échelle régionale.

- Ce projet de vigilance soit reconnu comme prioritaire, et inclus dans le planification *(work plan)* de la **Commission du Pacifique Sud** (CPS)

- La *CPS* prenne appui sur l'expérience réussie du programme concernant les mouches des fruits (*Fruit Fly Program*) pour mettre sur pied le programme de vigilance sur les fourmis envahissantes (PAPP), notamment en ce qui concerne les sources de financement

- Un plan détaillé soit compilé, en incluant les délais, les ressources nécessaires pour chacun de volets et les structures responsables de l'exécution de chaque section.

Introduction

Contexte régional

En 1998, la réunion annuelle du *Programme Régional pour l'Environnement dans le Pacifique Sud* (**PREPS**) reconnaissait l'extrême menace représentée par les espèces envahissantes pour l'ensemble des îles du Pacifique et l'importance d'une coopération régionale pour atténuer leurs effets. Le souhait initial concernait la mise en place d'une stratégie régionale. Dès Septembre1998, le gouvernement Néo-Zélandais a financé un programme consacré aux espèces envahissantes, géré par le PREPS pour une période de trois ans, avec une prolongation de ce financement de 3 années supplémentaires pour faciliter la production d'une stratégie régionale, à partir de 2001. Pour faciliter l'élaboration d'une stratégie régionale, un groupe de travail s'est réuni à Nandi (Fidji), en septembre 1999, sous l'égide du PREPS (avec un soutien financier de l'Australie et des USA). En 2000, le PREPS a publié la stratégie régionale issue de ce groupe de travail, et intitulée : "*Invasive Species in the Pacific: A Technical Review and a Draft Regional Strategy*." Parmi les différents thèmes abordés, cette revue critique souligne la grave menace représentée par la propagation des fourmis envahissantes.
Début 2001, l'Australie et la Nouvelle-Zélande ont découvert respectivement une incursion de fourmi de feu. En Nouvelle-Zélande, une seule infestation très localisée (un seul nid), a pu être traitée, avec la mise en place d'un effort sans précédent de surveillance, ce qui a permis d'établir l'éradication de la fourmi de feu dans ce pays (Pascoe 2002). L'Australie a, quant à elle, initié un programme d'éradication sur une période de 5 ans, pour un montant programmé de $120 millions dollars australiens (Vanderwoude 2002b). Ce programme est actuellement à mi-parcours.
En janvier 2001, Davis *et al.* (2001) ont décrit la propagation à grande échelle de la fourmi de feu dans la région Caraïbe. Ces différentes incursions démontrent la grande capacité de la fourmi de feu à être propagé dans les îles tropicales et subtropicales, révélant ainsi la menace importante pour le Pacifique insulaire.

En juillet 2002, L. Loope et E. Van Gelder (*Hawaiian Ant Group*, **HAG**) ont présenté, à l'occasion du forum *Global Biodiversity* organisé à Rarotonga (Iles Cook), la menace envahissante constituée par la fourmi de feu pour les îles du Pacifique, ainsi que quelques idées préliminaires pour la mise en place d'une stratégie régionale pour prévenir cette invasion. A l'occasion de ce même forum, l'*Invasive Species Specialist Group* (**ISSG**) de l'UICN a annoncé le lancement de son initiative de coopération pour les îles (*Cooperative Islands Initiative*).

En Octobre 2002, le *Global Invasive Species Program* (GISP) a convoqué un atelier Australo-Pacifique à Honolulu (Hawaii). Des représentants des ministères de l'agriculture et de l'environnement des différents territoires et pays insulaires du Pacifique (*Pacific Island Countries and Territories*, **PICTs**) ont été sollicités. Tous les participants ont unanimement admis que la fourmi de feu constitue non seulement une menace majeure pour la biodiversité de ces îles, mais également pour leur économie, leur culture et la santé publique de leurs populations. Ce groupe de représentants a ébauché une lettre destinée à être envoyée par l'*ISSG* aux institutions américaines et australiennes afin de solliciter leur assistance pour prévenir l'établissement de la fourmi de feu dans le Pacifique. Ce groupe a également encouragé le **GISP**, l'**ISSG**, et l' *Islands Initiative* pour l'organisation d'un atelier destiné à développer un plan de prévention de la dispersion de la fourmi de feu dans le Pacifique.

L'atelier de l'**ISSG** organisé à Auckland en Septembre 2003, a permis de compiler les éléments d'une première ébauche de plan de prévention contre la propagation des fourmis envahissantes dans le Pacifique (*draft of Pacific Ant Prevention Plan,* **PAPP**), et qui englobe non seulement la fourmi de feu mais également d'autres fourmis exotiques qui ont déjà démontré des impacts négatifs. Les experts présents à cet atelier considèrent que la mise en œuvre des mesures

proposées contre la fourmi de feu, devrait également permettre de lutter contre les autres espèces de fourmis exotiques, du fait d'une identité de réponses aux mesures préconisées.

La décision de donner un caractère prioritaire à la menace envahissante représentée par la fourmi de feu et les principales fourmis envahissantes repose bien entendu sur les Pays et Territoires du Pacifique (**PICTs**) et l'Organisation de Protection des Plantes du Pacifique (**OPPP**). Cependant, la prise d'une telle décision officielle représente une chance unique pour les structures chargées de l'agriculture et de la conservation de la nature de pouvoir travailler non seulement ensemble mais également avec l'appui d'organisations internationales voire de bénéficier d'un appui bilatéral, tant au niveau régional que de chaque pays, afin d'apporter et de renforcer les capacités de quarantaine nécessaires à une préservation efficace de l'agriculture et de la biodiversité.

Ce plan de prévention contre la propagation des fourmis envahissantes dans le Pacifique esquisse un cadre pour construire un plan exhaustif de prévention à l'échelle régionale.

Le Projet

Objectif général

"Prévenir l'introduction, l'établissement voire la propagation de la fourmi de feu et des principales espèces de fourmis envahissantes à impact économique, environnemental et/ou social dans (entre) les pays et territoires du Pacifique."

Limites

- La zone géographique potentiellement concernée par le plan de prévention comprend :

l'Australie, les Iles Cook, les Etats fédérés de Micronésie (FSM), Fidji, la Polynésie Française, Guam, Hawaii, Kiribati, les îles Marshall, Nauru, la Nouvelle-Calédonie, Niue, les îles Mariannes (CNMI), la Nouvelle-Zélande, Palau, la Papouasie Nouvelle-Guinée (PNG), les îles Pitcairn, les Samoa, les Samoa Américaines, les îles Salomon, Tokelau, Tonga, Tuvalu, Vanuatu et Wallis & Futuna

- Ce plan se limite à la fourmi de feu et aux principales fourmis envahissantes à impact économique, environnemental et/ou social

Objectifs particuliers

À l'entrée:

1. **Législation (incluant une dimension politique):** *Afin de garantir que chaque pays ou territoire dispose d'une réglementation adaptée aux fourmis envahissantes*

    a. Identifier la législation actuelle
    b. S'assurer que le plan de prévention s'accorde avec la législation actuelle ou respecte la législation actuelle en terme de *biosécurité*

2. **Analyse de risque :** *Produire une analyse de risque régionale qui puisse être adapté à chaque pays (ou territoire)*

    a. Identifier la trame internationale d'analyse de risque la plus adaptée
    b. Identifier les espèces reconnues comme envahissantes, sur la base de l'analyse de risque (actuellement en cours)
    c. Collecter les informations relatives à la biologie, l'écologie et la distribution de ces espèces pour palier au risque de mauvaise identification
    d. Collecter les informations sur les circuits commerciaux, les volumes échangés entrant/ou circulant dans la région
    e. Produire une analyse climatique régionale pour estimer le risque d'établissement
    f. Evaluer les méthodologies génériques d'évaluation du risque d'établissement
    g. Faire une revue critique des informations disponibles sur l'impact potentiel économique, environnemental et social y compris pour la région Pacifique
    h. Identifier et évaluer le risque potentiel des mesures de *mitigation*

3. **Accords commerciaux régionaux:** *Vérifier que les accords commerciaux prennent en considération les risques associés à la propagation des espèces de fourmis envahissantes*

    a. Rendre disponible les analyses de risque pour les équipes chargées des négociations commerciales

b. Proposer des recommandations à ces mêmes équipes
c. Proposer des recommandations pour les rencontres/négociations bilatérales et trilatérales

4. **Intervention:** *Identifier, développer et mettre en place des opérations ou des programmes opérationnels destinés à prévenir l'entrée des fourmis envahissantes*

   a. Identifier les meilleures pratiques au départ et à l'arrivée à la frontière
   b. Etablir la capacité actuelle de mise en application de ces meilleures pratiques
   c. Combler et compléter les déficits en matière de capacité d'application de ces meilleures pratiques pour chaque pays ou territoire
   d. Communiquer sur les risques encourus auprès des décideurs tout au long du processus de l'analyse de risques

Lavage de Containers en PNG. ***Photo avec l'aimable autorisation de Ken Glassey***

<u>Lorsqu'il y a établissement d'une population</u> :

1. **Surveillance:** Pour s'assurer que la région dispose d'une stratégie coordonnée de surveillance

   a. Réaliser une analyse de risques afin d'identifier les sites les plus exposés – développer un cadre stratégique
   b. Identifier les meilleures pratiques et développer des recommandations pour établir des procédures opérationnelles standardisées de surveillance
   c. Réviser les programmes existant de surveillance (à l'échelle globale ou régionale)
   d. Identifier les lacunes et envisager la façon de les combler (tant au niveau des programmes de surveillance, que de la capacité à réagir ou des ressources disponibles)
   e. Identifier une organisation, une personne voire un service pour coordonner la surveillance régionale
   f. Consolider les objectifs de surveillance, c'est à dire une détection rapide à l'échelon national ou régional, avec une actualisation des informations de base

g. Développer des protocoles et des mécanismes de communication et de partage de l'information (et de données)

h. Etablir des indicateurs clés de performance

i. Mesurer la performance par rapport à ces indicateurs et réviser la surveillance en conséquence

j. Développer des mécanismes d'évaluation et d'adaptation de la stratégie de surveillance pour réviser et modifier la stratégie globale de surveillance (devrait pouvoir être étendu à l'ensemble du plan **PAPP**)

k. Définir les besoins à l'échelon national et régional en matière de comptes-rendus des opérations

l. Identifier les besoins en terme de recherche

2. **Procédures et capacités de réponse à une incursion:** *Garantir que la région dispose de procédures et de capacités de mise en œuvre d'une réponse adaptée à une incursion*

a. Définir "une réponse face à une incursion" de manière à inclure tous les aspects du management depuis l'éradication en passant par le contrôle de la dispersion tant à un niveau régional, national que local.

b. Revoir globalement les systèmes de réponses existants

c. Identifier les meilleures pratiques et éliminer les recommandations en doublons afin d'obtenir des procédures de réponses standardisées opérationnelles

d. Revoir les systèmes existants de réponse, les capacités mobilisables et les ressources disponibles (en incluant les sources de financement notamment pour les capacités de réponse)

e. Identifier les déficits et rechercher les moyens de les combler

f. Assurer que chaque pays dispose d'un plan de réponse, basé sur des procédures opérationnelles standardisées

g. Promouvoir la sensibilisation dans les pays/les communautés pour garantir un soutien des populations lors des différentes phases de traitement d'une incursion

h. Développer des indicateurs clés de performances adapter à l'évaluation des activités de lutte

i. Etablir un protocole pour rendre compte des indicateurs de performance

j. Développer un mécanisme pour la révision et la modification des procédures opérationnelles standardisées de réponse et de capacités à implémenter

k. Définir les besoins en terme de compte-rendus d'opérations tant au niveau national que régional

l. Identifier les besoins de recherche

m. Clarifier les rôles et les responsabilités (au niveau régional/national)

Jeremiah Kerinaiua épandant de l'Amdro pour éradiquer *Pheidole megacephala* à Nguiu. Bathurst Islands, Australie, 2003.
Photo avec l'aimable autorisation de Ben Hoffman.

3. **Stratégies et programmes régionaux de sensibilisation et d'éveil du public :** *Vérifier que la région dispose d'une stratégie et de programmes de sensibilisation et d'éveil prise de la conscience du public (incluant les modalités de l'établissement et de la dispersion)*

   a. Etablir les objectifs, le public cible (tels que les responsables politiques, les décideurs, les collectivités, le personnel du contrôle aux frontières, les industriels, international, les scolaires etc.…)
   b. Développer un pool de ressources matérielles communes pour une utilisation régionale/nationale (par exemple des photos, des informations, des brochures, des listes de contacts, des suggestions de programmes scolaires). Il s'agit de disposer de ressources crédibles, se tenant aux faits et accessible pour le public)
   c. Identifier régionalement la personne coordinatrice voire l'agence ou l'organisme officiel
   d. Identifier des liaisons avec d'autres programmes de sensibilisation du public à la menace envahissante, complémentaires et réussis
   e. Développer un plan/stratégie de communication (incluant les différents media) (ce qui inclus la définition de priorité à l'échelle régionale ou nationale, d'indicateurs clés de performance, d'une revue critique, d'adaptations du plan initial)
   f. Identifier les contacts clés (personnes ressources) pour chaque pays
   g. Identifier les ressources nécessaires et les sources potentielles
   h. S'assurer que les supports de sensibilisation soient développés de manière à atteindre efficacement les objectifs aussi bien au niveau régional, national voire local

4. **Recherche:** *Assurer que la région dispose d'un programme coordonné et de moyens nécessaires pour l'identification, donner des priorités et les recherches nécessaires*

a. Etablir un groupe consultatif sur les espèces de fourmis envahissantes (GCFE) dont le rôle serait de faire une revue critique des recherches actuelles, d'identifier les manques et donner des priorités aux différents besoins exprimés.
b. Etablir une stratégie de communication pour s'assurer que les besoins en terme de recherche pour les différents pays soient capturés par le GCFE
c. Identifier les possibilités de financement (les sources voire les manques)
d. Définir un mécanisme par lequel les résultats de la recherche soient retransmis dans la région, ou individuellement à l'un des pays de la région etc. (faire le lien avec les programmes de sensibilisation du public)
e. Promouvoir et faciliter la publication annuelle d'un agenda de recherche et de ses retombés
f. Convenir d'un atelier de travail annuel sur la recherche, l'extension et la politique en tant que mécanique primaire pour la dissémination de l'information et le choix des priorités
g. Entreprendre une revue critique annuelle et une "re-prioritisation" ad hoc des besoins de recherche
h. S'assurer que de l'intérêt des recherches entreprises
i. Etablir des liens avec les réseaux pertinents de recherche internationaux
j. Accroître et utiliser les capacités régionales et locales de recherche.

Alapati Tavite examinant un plan de bananier infecté par des cochenilles du fait de la présence d'*Anoplolepis gracilipes*.
Photo avec l'aimable autorisation de Phil Lester.

Annexe 1

1. Historique de la fourmi de feu comme un envahisseur

La fourmi de feu, *Solenopsis invicta,* est originaire des zones humides de la région du Pantanal (Sud Ouest du Brésil) et dans une moindre mesure du Cerrado (savane tropicale) qui l'entoure (Fowler *et al.* 1990). Elle appartient à un complexe d'espèces, toutes originaires de cette région (Taber 2000). La distribution de la fourmi de feu à macro et micro-stationnelles semble y être régulée par la compétition avec les espèces apparentées, mais également avec un ensemble de prédateurs et de pathogènes eux-mêmes natifs de la région (Porter *et al*. 1997). Des colonies comptant jusqu'à 500 000 ouvrières ont été observées mais le plus souvent on enregistre 150 000 individus (Oi *et al*. 1994).

Au début du 20ème siècle, a fourmi de feu a été introduite accidentellement en Alabama, aux Etats-Unis, sans doute via le déversement de terre utilisée comme ballaste pour des cargos exécutant le trafic commercial entre les 2 régions (Lofgren *et al.* 1975; Vinson et Greenberg 1986; Callcott et Collins 1996; Vinson 1997). A partir de 1937, les nuisances subies par les riverains des zones envahies autour du Port de Mobile en Alabama, les ont conduit à solliciter des actions. La première tentative de contrôle la fourmi de la feu s'est déroulée en 1937 (Williams *et al.* 2001). Il s'agissait d'applications topiques sur les monticules de cyanure, puis de chlordane. Malgré un contrôle efficace à l'échelle locale, les fourmis de feu ont continué à progresser.

A partir de 1958, des mesures de quarantaine ont été établies pour réguler le transport de terre (Callcott et Collins 1996), plusieurs Etats ont alors financé des programmes de recherche et le Congrès des Etats-Unis a fourni une aide financière pour un vaste programme d'éradication (Williams *et al.* 2001). A l'origine, ce programme reposait sur des applications aériennes d'organochlorés en granulés (heptachlor et dieldrine). Après quelques années de traitement, il est devenu évident que ces pesticides s'accumulaient dans la viande et le lait. Aussi, ces produits ont été remplacés par des appâts constitués d'un attractant à base d'huile de soja sur un support inerte constitué par de la brisure de maïs avec un produit organochloré différent (mirex).

Malgré une réduction importante de l'impact des fourmis de feu, ces programmes à grande échelle n'ont pas permis l'éradication des populations. L'autorisation d'utilisation du Mirex a été, à son tour, suspendu en 1977, pour des motifs environnementaux. Un produit efficace de substitution est rapidement apparu au cours des années 80, AC217,300 (hydramethylnon), vendu sous le nom commercial d'Amdro™. Il a été agréé pour la première fois en 1980, et il est devenu au cours des 20 années suivantes, le principal appât pour lutter contre les fourmis de feu. Les recherches récentes se sont concentrées sur une nouvelle classe d'insecticides : les régulateurs de croissance d'insectes (**RCI**). Ceux-ci sont généralement peu toxique mais interfèrent avec les capacités reproductrices des reines. Plus récemment, une gamme diversifiée d'appâts contenant différents analogues de facteurs de croissance (méthoprène, pyriproxyfène, fenoxycarb, avermectin) ont été commercialisés. De nouveaux produits sont également en cours de développement. Actuellement, les appâts à base de fipronil offrent des résultats très prometteurs, et ce type d'appâts est agréé depuis peu par l'EPA aux Etats-Unis.

Indépendamment de l'évolution des méthodes de contrôle depuis 1937, la fourmi de feu a continué de progresser et de s'étendre dans le Sud des Etats-Unis. Jusqu'à maintenant il n'a pas été possible de mettre en évidence un changement du rythme de progression au travers de l'analyse de la surface cumulée des comtés soumis à la quarantaine au court du temps (Callcott et Collins 1996). Récemment, la fourmi de feu a été détectée en Californie (Williams *et al.* 2001;

Klotz *et al.* 2002). Elle se propage également à travers la région Caraïbes (Davis *et al.* 2001), elle a été découverte en 2001 en Australie (Nattrass et Vanderwoude 2001; Vanderwoude 2002a; Vanderwoude 2002b) et la même année en Nouvelle-Zélande (Pascoe 2002). Le potentiel d'invasion de ce ravageur aux Etats-Unis est manifeste depuis plusieurs décennies, mais son potentiel en tant qu'envahisseur cosmopolite n'est perçu que de façon très récente.

2 Les impacts de la fourmi de feu

2.1 Conséquences économiques de la fourmi de feu

Dans les contextes urbain et agricole, la fourmi de feu préfère les espaces ouverts, qui lui permettent d'accéder à de l'eau (souterraine, pluviale ou d'irrigation), où les colonies peuvent atteindre des densités de plusieurs centaines à plusieurs milliers de dômes à l'hectare. Dans les zones affectées, ces fourmis sont communes dans les pelouses des quartiers résidentiels, les plantes en pot, les terrains de golf, les zones industriels, les terrains de sport scolaire, les pâturages et certains vergers. Les fourmis de feu semblent également être attirées par les champs électriques, elles sont fréquemment retrouvées dans les interrupteurs, les moteurs de pompe et autres installations électriques. Leur présence dans ces objets est fréquemment responsable de dégâts notamment par court-circuit.

Dans les zones urbaines, les fourmis de feu sont largement perçues comme une nuisance compte tenu de leur prédisposition à piquer les êtres humains et les animaux domestiques lorsqu'elles sont dérangées. De ce fait, les riverains et les gestionnaires d'équipement d'extérieur (terrains de golf, écoles etc...) opèrent des traitements prophylactiques des espaces ouverts afin de réduire ou de faire disparaître les colonies de fourmi de feu. Une conséquence secondaire de la présence de colonies de fourmis de feu, ce sont les dégâts occasionnés aux installations électriques situées en extérieur (tels que les climatiseurs, les filtres de piscines etc…). Dans les zones agricoles, les monticules construits pour chaque nid de fourmis de feu sont un obstacle pour les récoltes et endommagent le matériel, du fait de la nature même des monticules. Elle est également responsable de dégâts sur les dispositifs d'irrigation, augmentant les coût d'entretien (remplacement et réparation des dispositifs. De plus, la fourmi de feu est responsable de perte en élevage (en particulier, au moment des naissances), augmentant les frais vétérinaires.
Au Texas, une analyse économique détaillée (concernant une population d'environ 20 millions de personnes) conclut que le coût annuel dépasse 1.2 milliards de dollars US pour ce seul Etat (Lard *et al.* 2002). Prêt de 60% de ce coût est supporté directement par l'habitat résidentiel eu égard aux coûts de contrôle et de réparation. Prêt de 150 millions de dollars US sont ainsi dépensés chaque année pour réparer et remplacer les équipements électriques et de communications endommagés par la fourmi de feu, alors qu'on estime à 90 millions de dollars US le coûts annuel des pertes agricoles.

Fourmis de feu se nourrissant sur un bourgeon d'Okra
Photo avec l'aimable autorisation de Bastiaan Drees, Programme d'éducation et de recherche appliquée sur la fourmi de feu au Texas

Dégât occasionné à la base d'une tige de maïs
Photo avec l'aimable autorisation de Stewart, Programme d'éducation et de recherche appliquée sur la fourmi de feu au Texas

Une étude récente sur les conséquences économique potentielles de la propagation incontrôlée de la fourmi de feu en Australie estime que le coût pourrait atteindre 8.9 millions de dollars australiens pour les 30 premières années de l'invasion (Kompas et Che 2001).
En Nouvelle-Zélande, une estimation des impacts économiques potentiels a été réalisée pour l'île du Nord et la partie Nord de l'île du sud. L'évaluation sélective d'impacts sur la vie quotidienne, les infrastructures et l'agriculture, dans le cas d'une propagation et d'un établissement de la fourmi de feu, sugère un coût annuel qui dépasserait les 318 millions de dollars néo-zélandais (New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry, 2001).

2.2 Conséquences sociales de l'invasion par la fourmi de feu

Les 2 principales sources de conflit d'intérêt avec les êtres humains concernent: la réduction voire l'abandon de l'utilisation des zones aménagées en plein air et les problèmes de santé publique. Aux Etats-Unis, plus de 40 millions de personnes vivent dans les zones infestées par *S. invicta*. Chaque année, on estime que près de 14 millions de personnes sont piquées alors qu'un quart d'entre elles sont susceptible de développer une réaction allergique à la toxine venimeuse (Taber 2000). Il faut rappeler que des décès ont même été enregistrés du fait de chocs anaphylactiques (Bloom et DelMastro 1984; Stablein *et al.* 1985; Rhoades *et al.* 1988; Levy *et al.* 1998; deShazo *et al.* 1999) mais heureusement ces cas restent relativement rares.
Au cours d'une étude concernant 1286 praticiens dans le Sud de la Caroline (USA) (soit une population d'environ 4 millions d'individus), région où les fourmis de feu sont particulièrement bien implantées, on estime à plus de 33 000 personnes le nombre d'individus concernées annuellement par les piqûres (soit 94 pour 10 000 habitants) et qui requièrent une consultation médicale for piqûres de fourmi de feu, et, parmi elles, 660 personnes (1.9 pour 10 000 habitants) sont traitées pour un choc anaphylactique (Caldwell *et al.* 1999). Une extrapolation directe de ces données à la situation australienne suggère, par exemple, que près de 140 000 consultations et 3000 chocs anaphylactiques pourraient être observés chaque année dans les zones où la fourmi de feu s'établirait (Vanderwoulde et *al*, 2002).

Pustules et cloques consécutives à de spiqûres de fourmi de feu sur un bras
Photo avec l'aimable autorisation du Programme d'éducation et de recherche appliquée sur la fourmi de feu au Texas

2.3 Conséquences écologiques de l'invasion par la fourmi de feu

S. invicta, et plus particulièrement sa forme polygyne, a un potentiel d'impact sur les autres organismes au travers de 3 modes d'interactions: la prédation directe, la compétition pour les ressources et l'interférence avec des relations symbiotiques. Dans son aire d'introduction dans la partie méridionale des Etats-Unis, les populations de fourmis natives sont remplacées la fourmi de feu, dans des proportions pouvant atteindre 6:1 (Morrison 2000), avec une

augmentation de la densité de fourmis détournant les ressources disponibles pour les autres groupes d'invertébrés (Porter et Savignano 1990). Le nombre croissant d'ouvrières dans une région donnée est susceptible d'affecter négativement les arthropodes natifs en raison d'une prédation accrue. La prédation par la fourmi de feu s'exerce sur une large gamme d'invertébrés, elles peuvent attaquées tous les stades de développement, en passant par les oeufs, les larves, les nymphes ou même les imagos) (Stiles et Jones 2001).

Des conséquences majeures ont également été enregistrées pour les vertébrés natifs aux USA. Les espèces atteintes comprennent aussi bien des petits rongeurs (Holtcamp *et al.* 1997) que des cerfs (Allen *et al.* 1997a), que des oiseaux nichant au sol y compris des oiseaux marins (Allen *et al.* 1995; Giuliano *et al.* 1996; Pedersen *et al.* 1996), différents reptiles (Mount *et al.* 1981), y compris des alligators (Allen *et al.* 1997b), voire même des tortues marines (Allen *et al.* 2001). Les écosystèmes insulaires sont probablement beaucoup plus vulnérables aux invasions biologiques que l'Amérique continental si bien qu'il est vraisemblable que les conséquences seront similaires voire plus grandes sur les îles du Pacifique.

Poussin d'héron tricolore attaqué par des ouvrières de fourmi de feu.
Photo avec l'aimable autorisation du Programme d'éducation et de recherche appliquée sur la fourmi de feu au Texas

3 Conséquences des principales fourmis envahissantes

3.1 *Solenopsis geminata* – La fourmi de feu tropicale

Solenopsis geminata représente une menace sérieuse pour la conservation de la nature parce qu'elle est capable d'envahir des communautés natives en y affectant de nombreux animaux et plantes. Ainsi à Guam, différentes preuves de son activité antagoniste vis-à-vis de la faune locale ont été récoltées, en particulier la réduction de certaines populations de papillons (prédation sur les oeufs et les larves) (Sherley, 2000).

Dans son aire de distribution naturelle aux Etats-Unis, elle inflige des nuisances aux êtres humains et aux animaux domestiques. *Solenopsis geminata* entretient des Hémiptères stenorhynques, producteurs de miellats, en particulier des cochenilles diaspides. Ce mutualisme conduit à l'augmentation des populations de ravageurs et à l'augmentation de la fréquence des maladies des plantes vectorisées par ces Hémiptères. Il s'agit également de l'une des espèces de fourmis capable d'endommager les tubes plastiques utilisés pour l'irrigation goutte à goutte en élargissant les conduits et en créant de nouveaux orifices.

Lorsqu'une colonie est perturbée, de nombreuses ouvrières sont susceptibles d'attaquer la personne responsable de la perturbation, infligeant ainsi de nombreuses piqûres (chaque ouvrière pouvant piquer plusieurs fois). La piqûre produit une douleur intense et immédiate, suivi d'une inflammation caractérisée par un gonflement rouge de la région piquée.

3.2 *Anoplolepis gracilipes* - La fourmi à longues pattes ou la fourmi folle jaune

Anoplolepis gracilipes constitue un ravageur agricole et environnemental majeur, aussi bien qu'une source de nuisance pour les populations humaines en régions tropicales et sub-tropicales.

Lorsque les densités de populations sont élevées, elle se caractérise par une action directe sur des espèces natives "clé de voûte" et sur des espèces à forte valeur patrimoniale (y compris des reptiles, des oiseaux ou des mammifères endémiques (O'Dowd *et al.* 2003)). Elle peut également altérer la structure des communautés en affectant la composition spécifique, et ainsi perturber les processus fonctionnels de l'écosystème, y compris la décomposition de la litière. La disparition d'espèces native "clé de voûte par *A. gracilipes* peut rapidement conduire à un changement de l'état d'équilibre des communautés natives. Le mutualisme entretenu par *A. gracilipes* avec des Hémiptères stenorrhynques (qui secrètent des miellats sucrés) peut conduire à l'explosion démographique de ces herbivores généralistes et être également responsable du *dieback* de la canopée. Sur l'île Christmas, dans l'Océan indien, des invasions secondaires de l'escargot géant d'Afrique (*Achatina fullica*) et de plantes arbustives envahissantes héliophiles peuvent se propager dans la foulée de l'invasion par *A. gracilipes*, dégradant encore plus les forêts natives.

Crabe rouge terrestre (*Gecarcoidea natalis*) morts du fait de l'infestation par les *Yellow Crazy ants* (*Anoplolepis gracilpes*) sur l'île Christmas.
Photo avec l'aimable autorisation du *Dept. of Environment and Heritage, Christmas Island, Australia.*

Dans les écosystèmes agricoles, l'impact est principalement indirect par l'intermédiaire de l'augmentation des populations d'Hémiptères Stenorhynques sur les plantes cultivées. Toutefois, certains auteurs estiment que cette fourmi peut être bénéfique pour les cultures par une action antagonistes sur certains ravageurs des plantes cultivées, comme aux îles Salomon avec la punaise piqueuse du cocotier *Amblyphaga* (Greenslade 1970). *A. gracilipes* nidifie communément à la base de la végétation, parfois elle peut miner les tiges de certaines plantes cultivées tels que la canne à sucre et les caféiers.

Dans certaines circonstances; *A. gracilipes* se comporte comme un insecte nuisible à l'intérieur des habitations ou dans les zones de villages. Ces fourmis peuvent projeter de l'acide formique occasionnant des brûlures sur la peau, voire des irritations des yeux pour les travailleurs agricoles. Sur l'île de Tokelau, les gens ne peuvent plus dormir à la belle étoile en raison du fourragement intense de cette espèce (pers. comm. Lester 2004).

3.3 *Pheidole megacephala* – La fourmi à grosse tête

Cette fourmi est une sérieuse menace pour la biodiversité car elle est capable de déplacer la majeure partie de la faune invertébrée via des agressions directes (Hoffmann 1998). Un certain nombre d'éléments indiquent également une diminution des populations de vertébrés dans les zones.

Les effets sur les plantes cultivées et les plantes horticoles peuvent être directs par la consommation des graines par exemple, ou indirect, au travers l'entretien d'insectes phytophages, ce qui réduit la productivité des plantes. Elle est également connue pour faciliter l'invasion de plante introduite.

P. megacephala est également connue pour sa capacité à ronger les câbles téléphone, les dispositifs d'irrigation et les fils électriques.

3.4 *Monomorium destructor* – La fourmi de Singapour

Cette fourmi déplace la plupart de la faune invertébrée native par des agressions directes, et représente donc une menace sérieuse pour la biodiversité des zones affectées.

Cette fourmi est connue pour ronger les câbles téléphoniques et les fils électriques, occasionnant d'importants dégâts, très coûteux. Ainsi, aux îles Tiwi, elle est responsable chaque année des dégâts pour un montant qui avoisine les 70,000 dollars australiens, de nombreuses habitations nécessitant un recablage électrique complet.

M. destructor est associée de façon commune aux zones de préparation des aliments où elle pique fréquemment les êtres humains. Aussi, les résidents des îles Tiwi se plaignent d'avoir à cohabiter avec cette espèce (pers. comm, Ben Hoffman 2003).

Fourmi de singapour (*Monomorium destructor*) infestant les murs et les interrupteurs sur Bathurst Island, responsable de risque d'incendies (court-circuits)
Photo avec l'aimable autorisation de *of Ben Hoffman, Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation, Australia.*

3.5 *Tapinoma melanocephalum* – La fourmi fantôme

Les conséquences décrites de l'introduction de *T. melanocephalum* sont limitées aux effets sur la santé humaine ou à sa nuisibilité potentielle, en particulier du fait de son association avec les habitations et les hôpitaux. Elle peut former de très large colonies à l'intérieur des bâtiments et y être très difficile à contrôler.

La transmission de maladie est une risque réel, jusqu'à 60% des ouvrières véhiculent des bactéries pathogènes (Bueno et Campos-Farina 1998). En Floride, elle est considérée comme l'une des pire fourmis nuisibles. *T. melanocephalum* envahit non seulement les habitations depuis l'extérieur, mais elle est capable de nidifier à l'intérieur. Bien que cette fourmi se nourrisse nombreux aliments ménagers, elle semble montrer une préférence pour les aliments sucrés, puisqu'elle est observée se nourrir à partir de sucre, des gâteaux ou des sirops (Smith 1965). En conditions extérieures, les ouvrières recherchent des insectes mort ou entretiennent des insectes phytophages, collectant ensuite les miellats produits (Ferster *et al.* 2002).

3.6 *Solenopsis papuana*

S. papuana est très largement distribuée à Hawaï, elle est souvent abondante dans les zones où elle a réussi à s'établir. On la rencontre depuis le niveau de la mer jusqu'à une altitude de 1,000 mètres, en particulier dans les zones humides (>1250mm pluie/an). Elle a le potentiel d'être une espèce envahissante mais les conséquences sur l'écosystème sont largement inconnus. On suspecte des effets delétaires sur le reste de la faune invertébrée, sur la base de la forte densité des populations observée dans les sites où elle s'est implantée.

3.7 *Paratrechina longicornis* – La fourmi folle

Il s'agit d'une espèce vagabonde à répartition pantropicale, elle envahit souvent également les habitations et les bâtiments chauffés dans les régions tempérées. Il s'agit d'une espèce de relativement grande taille, peu discrète. Elle est connue pour véhiculer des micro-organismes pathogènes dans des contextes hospitaliers (Fowler *et al*. 1993), elle serait également capable de déplacer les autres fourmis et probablement certains autres invertébrés, au moins dans des milieux artificialisés (Wetterer *et al.* 1999).

En Floride (USA), *T. melanocephalum* a infesté des serres de quarantaine, où il est particulièrement difficile de la contrôler en raison des restrictions strictes d'usage d'insecticides, imposées dans ce type de serres. A Gainesville, en Floride, cette fourmi réalise de la prédation à l'encontre de petites larves de coléoptères ainsi que contre des chenilles issus des cultures d'insectes maintenus en quarantaine. Dans certaines régions plus septentrionales, elle s'est établit dans des serres chauffées, où elle constitue alors un grave problème, en particulier du fait de la protection et le maintien de populations de ravageurs des plantes, sécréteurs de miéllats contre les organismes introduits à des fins de lutte biologique.

3.8 *Wasmannia auropunctata* – La petite fourmi de feu ou fourmi électrique

Dans les zones de forêts de basse altitude de la région néotropicale, d'où *W. auropunctata* est originaire, elle est assez commune sans toutefois dominer les communautés biologiques. Par contre, dans les zones perturbées (zones agricoles, exploitations forestières…), et dans les habitats exotiques, *W. auropunctata* montre communément des explosions de populations (Majer et Delabie 1999). *W. auropunctata* peut alors devenir un ravageur agricole significatif, tant par sa piqûre douloureuse à l'égard des travailleurs agricoles que par l'accroissement des populations d'Hémiptères stenorhynches (Jourdan *et al.* 2002).

W. auropunctata a de surcroît un impact direct négatif sur de nombreux animaux, aussi bien invertébrés que vertébrés. *W. auropunctata* est responsable d'une altération de la biodiversité des communautés d'invertébrés, y compris une diminution de l'abondance des insectes volants et des insectes arboricoles. Au Gabon, en Afrique de l'Ouest, les chats domestiques (*Felis catus*) présentent souvent dans leur fourrure des individus de *W. auropunctata*, et plusieurs chats ont développé un opacissement de la cornée ou même sont devenus aveugles. De façon plus inquiétante, des éléphants (*Loxodonta africana*) avec la cornée opaque sont communs à Lopé et Petit Loango, ainsi que dans la réserve de Wonga Wongué, sur la côte centrale du

Gabon (100 km au Sud de Libreville). Aux îles Galapagos, ces fourmis attaquent et consomment les tortues fraîchement écloses, mais attaquent également les tortues adultes (préférentiellement les yeux et le cloaque (Wetterer, 1997).

De nombreux habitants aux Iles Salomon signalent que leurs chiens (*Canis domesticus*) deviennent graduellement aveugles en réponse au venin et ne dépassent guère l'âge de cinq ans. En Nouvelle-Calédonie, des faits similaires sont observés avec notamment des conséquences négatives pour la pratique de la chasse aux cochons sauvages (pers. comm Hervé Jourdan)

En raison de l'aversion vis à vis de la piqûre, aux îles Salomon, les gens ont modifiés leur comportement pour les tâches agricoles, notamment une limitation des ces activité au crépuscule, période où l'activité des fourmis est minimale (pers. comm. Phil Lester). En Nouvelle-Calédonie, c'est l'une des causes principales pour l'effondrement de la production de café au cours des années 90 (pers. comm. Hervé Jourdan).

A Hawaï, il n'existe pas d'éléments permettant d'établir une nuisance agricole ou urbaine, par contre elle a été observée associé à des plantations de noix de macadamia. Elle apparaît donc plutôt associée aux zones non perturbées, incluant des zones de forêt native (pers. comm. Reimer).

3.9 *Linepithema humile* – La fourmi d'Argentine

La fourmi d'argentine est un ravageur à plus d'un titre : une fois introduite, elle se comporte comme un prédateur capable de déplacer les invertébrés natifs, comme cela a été observé sur l'île de Madère (Stoll 1898), en Australie (Majer 1994), en France (Bernard 1983), en Afrique du Sud (Donnelly et Giliomee, 1985), aux Bermudes (Haskins et Haskins 1965) ou au Japon (Sugiyama, 2000).. Aux Etats- Unis, elle a éliminé les fourmis natives en Floride, Alabama, Louisiane et Californie (Newell 1908; Erickson 1972; Ward 1987).

Dans ces régions quand elle infeste les cultures (comme observé en Californie ou en Floride), les plantes cultivées peuvent être affectées en raison de sa capacité à entretenir des Hémiptères ravageurs, tels que le puceron du laurier-rose (Bristow 1991), cochenille rouge de Californie, cochenille noire et la cochenille farineuse du citronnier (Markin 1969).

Cette fourmi est également responsable de dégâts directs et indirects aux plantes cultivées en réduisant les prédateurs des ravageurs des cultures et sa consommation de fruits et de bourgeons comme par exemple sur citronnier. En Afrique du Sud, elles gênent l'apiculture en exerçant une prédation aussi bien sur les immatures que un découragement des abeilles adultes, via le vol de miel ou la compétition pour le nectar (Buys 1990). Il existe également une prédation de leur part à l'encontre des guêpes. En Californie, Gambino (1990) a montré que 22% des nids de guêpes étaient envahis par des fourmis d'argentine.

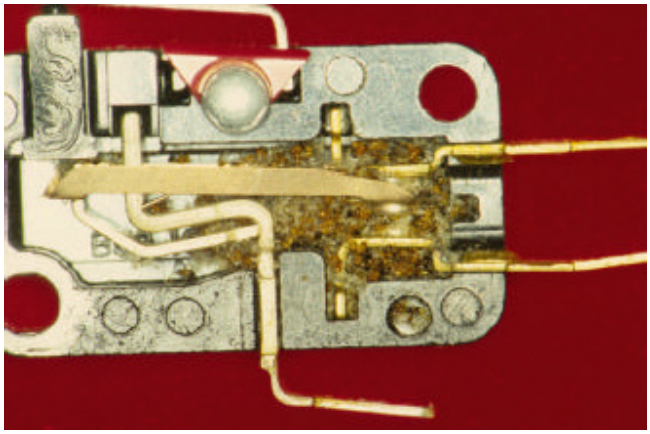
Etablie à haute altitude sur le *Mauna Kea*, à Hawaii, la fourmi d'argentine à une distribution qui chevauche celle du *Palila*, un espèce d'oiseau sucrier, déjà très menacée. Certains s'interrogent sur le fait que la fourmi pourrait constituer un danger pour cette espèce d'oiseau en raison de la compétition pour les insectes at pourrait limiter les aires dans lesquelles cet oiseau pourrait être ré-introduit (Wetterer *et al.*, in prep.). Les résultas d'une étude conduite entre zone infestée et non infestée par cette fourmi a révélé que *L. humile* avait des conséquences négatives pour les espèces natives, y compris des pollinisateurs (Cole *et al.*, 1992). Les conséquences désastreuses de la présence de la fourmi sont beaucoup plus sensibles à plus haute altitude, où les proies sont en plus petite densité et où une plus large proportion sont endémiques (Cole *et. al.*, 1992).

Cette fourmi infeste pratiquement toutes les zones d'un bâtiment, en priorité celles où de la nourriture est disponible. Les fourmis du pharaon montrent une large préférence pour certaines ressources alimentaires : dans les zones infestées, si des aliments sucrés, gras ou huileux sont laissés à l'air libre seulement pendant quelques instants, il est courant d'observer une piste de fourmi du pharaon jusqu'à cette source de nourriture. Une des conséquences est de provoquer de jeter quantité importante de nourriture, en raison de la contamination par les fourmis. Certains propriétaires d'habitations ont même décidé de vendre leur maison du fait des dégâts occasionnés par cette fourmi (Smith 1965).

3.10 ***Monomorium pharaonis*** – La fourmi du pharaon

La fourmi du pharaon est une fourmi nuisible à l'intérieur des habitations, dans de nombreux pays. Cette fourmi à la capacité de survivre à la plupart des traitements domestiques conventionnels de lutte contre les fourmis nuisibles, et d'établir ses colonies partout à l'intérieur des constructions. Bien plus que la simple consommation ou la nourriture gâchée, cette fourmi est considérée comme une peste sérieuse de part son aptitude à coloniser les structures et objets manufacturés. Les fourmis du pharaon sont signalées pour avoir pénétré des laboratoires de recherche sécurisés, utilisant de l'ADN recombinant (Haack et Granovsky 1990).

Dans certaines conditions, cette fourmi est devenue une espèce nuisible majeure dans les habitations, des boulangeries commerciales, des usines, des bâtiments de bureaux, des appartements et même des hôpitaux, associé à des zones où de la nourriture est manipulée.. Les infestations en milieu hospitalier sont devenus un problème chronique en Europe (Erodes et al. 1977) et aux USA. Au Texas, Wilson et Booth (1981) rapportent une abondante infestation dans un centre médical de 7 étages. Dans des hôpitaux infestés par cette fourmi, des grands brûlés ou des nouveaux-nés sont sujet d'un accroissement du risque, parce que la fourmi du pharaon peut transmettre plus d'une douzaine de pathogènes tels que *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., et *Streptococcus* spp. (Beatson 1977, Haack et Granovsky 1990, Smith et Whitman 1992). Les fourmis du pharaon ont été observées cherchant de l'humidité prêt de la bouche d'enfants endormis (Smith et Whitman 1992).



Pharaoh ants in an electrical switch mechanism.
Photo avec l'aimable autorisation de *Jim Kalisch, University of Nebraska, Dept. of Entomology.*

3.11 ***Technomyrmex albipes*** – La fourmi aux pattes blanches

T. albipes est considérée par les propriétaires d'habitations comme une espèce nuisible, puisqu'elle est fréquemment observée fourrageant dans les cuisines, les salles de bain et à l'extérieur des bâtiments. La taille des colonies est variable, comprise entre 8 000 et 3 millions d'individus (Tsuji et Yamauchi 1994).

T. albipes se nourrit de nectar de plantes et du miellat (sécrétion sucrée) produit par différents hémiptères stenorhinques, suceurs de sève, tels que les pucerons, des cochenilles farineuses ou des cochenilles. *T.albipes* est connue pour protéger différents homoptères producteurs de miellats dans différentes régions du monde, ce qui a occasionné des problèmes pour certaines productions agricoles dans différentes régions du monde. Au Sri Lanka, *T.albipes* est connu pour jouer un rôle majeur dans la dissémination de la maladie *wilt disease* sur ananas, du fait du mutualisme entretenue avec le cochenille farineuse rose, *Dysmicoccus brevis* (Cockerell) (Sulaiman 1997). Dans des vergers d'agrumes en Afrique du Sud, *T. albipes* est responsable de pullulations localisées de la cochenille rouge *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Samways *et al.* 1982). En Nouvelle-Zélande, Charles (1993) signale que *T. albipes* entretient des cochenilles farineuses (Pseudococcidae, en particulier *Pseudococcus longispinus*) dans les vergers d'agrumes et de kakis.

4. Biologie de la fourmi de feu et des principales espèces de fourmis envahissantes

Les insectes sociaux (abeilles, guêpes, termites et fourmis) sont parmi les organismes envahissants qui connaissent le plus grand succès, en particulier les fourmis (Moller 1996). Il n'est donc pas surprenant que les fourmis figurent bien en vue dans la liste des pires espèces envahissantes de la planète (compilé par l'UICN). Parmi les dix-huit invertébrés terrestres figurant dans cette liste, cinq sont des fourmis. Selon Mc Glynn (1999), on estime à 149 le nombre d'espèces de fourmis transportées vers de nouvelles régions hors de leur zone naturelle de distribution même si toutes ne causent pas de dégâts.

La socialité est l'un des facteurs qui contribue au succès des fourmis en tant qu'envahisseurs. Cela leur confère un nombre de mécanismes uniques qui augment leur capacité de survie et leur succès envahisseur. La contribution de la socialité à la survie est substantiel et inclus des avantages dans la protection contre les prédateurs (Hölldobler et Wilson 1990), organise l'exploitation des ressources, et assure une fonction tampon contre les variations de l'environnement (Moller 1996, Davidson 1998).

En plus de la socialité, les fourmis envahissantes partagent des caractéristiques telles que la polygynie (tolérance des ouvrières pour plusieurs reine dans une même colonie); l'unicolonialité (formation d'un réseau de colonies interconnectées); une agressivité interspécifique exacerbée ; une reproduction par bouturage au lieu de vol nuptial; et une dispersion par le commerce [Passera, 1994; [Jourdan, 1997]. Cette dernière caractéristique leur a valu le nom d'"espèces vagabondes" ou "*tramp species*" [Holldobler et Wilson, 1990].

4.1 Polygynie

Typiquement, une colonie de fourmis abrite une seule femelle reproductrice (la reine) prise en charge par ses filles qui sont le plus souvent des ouvrières femelles stériles. De temps en temps, des mâles et des femelles fonctionnelles (ovaires fonctionnels) ailés sont produits, puis quittent le nid pour s'accoupler et initier de nouvelles colonies (Holldobler et Wilson 1990). Les ouvrières défendent leur territoire contre les incursions des ouvrières conspécifiques de la même espèce avec le même niveau d'agression que celui qu'elles auraient contre une incursion de leur territoire par des individus d'une autre espèce. Cette reconnaissance entre apparentés est probablement basée sur des produits cuticulaires (des hydrocarbures cuticulaires).

La polygynie, des colonies à plusieurs reines, est une structure sociale qui n'existe que chez une minorité d'espèces de fourmis (Holldobler et Wilson 1990). La présence de plus d'une reine fonctionnelle dans une colonie lui confère un avantage en terme de survie et de compétitivité, y

compris une production accrue d'ouvrières et un risque moindre de disparition des colonies comme conséquence de la mortalité de la reine. La caste ouvrière dans ces sociétés ne sont pas toutes des soeurs à la différence des sociétés monogynes puisqu'elles ne sont pas toutes des filles d'une même reine. La fourmi de feu possède les 2 types de formes sociales. Dans le cas de cette espèce, la forme polygyne est considérée comme la forme la plus envahissante la plus virulente, ce qui confirme le caractère avantageux de la polygynie pour les fourmis envahissantes.

L'origine et les bases de la polygynie sont largement débattues par la communauté scientifique. La variabilité génétique d'une fourmi envahissante est le plus souvent plus importante dans son aire de distribution originelle par rapport à la situation observée dans les zones d'introduction. Ce goulot d'étranglement génétique (*bottleneck*) a pour conséquence une homogénéisation des populations envahissantes (Tsuitsui *et al.* 2001), ce qui est susceptible de réduire la quantité d'éléments de reconnaissance (*recognition cues*) présents. De ce fait, les ouvrières d'une colonie peuvent ne plus considérer que les individus d'une autre colonie comme différents et la barrière qui prévenait la présence de plus d'une reine est alors efficacement supprimée (Porter et Savignano, 1990; Davidson, 1998). D'autres facteurs peuvent contribuer au renforcement de la polygynie chez une espèce envahissante, y compris par une augmentation de la densité des colonies dans le nouvel environnement et le biais du sex ratio opérationnel par la production de mâles diploïdes au sein des populations de fourmis polygynes (Ross *et al.,* 1996).

Cependant, au cours des dernières années, une base génétique pour la polygynie a été découverte (au moins pour la fourmi de feu), ce qui permet de supposer que ce trait d'histoire de vie soit déterminé génétiquement pour les autres espèces de fourmis. La fourmi de feu présente des formes monogynes et polygynes aussi bien dans son aire d'origine en Amérique du sud que dans les régions où elle a été introduite aux USA et en Australie. Ross et Keller (1998) ont découvert une différence dans la fréquence allélique d'un gène codant pour une protéine (*GP-9*) et qui permet de prédire avec précision si une reine est de type monogyne ou polygyne. Les reines des sociétés monogynes possèdent toutes 2 allèles "B", codant pour $GP\text{-}9^{BB}$ alors que les reines des sociétés polygynes possèdent un allèle "b" pour le même gène qui code alors $GP\text{-}9^{Bb}$.

4.2 Unicolonialité

Les sociétés de fourmis envahissantes forment souvent un réseau de super-colonies interconnectées, qui peuvent alors couvrir plusieurs hectares voire km^2. L'unicolonialité est associée à la polygynie et à l'absence d'agressivité à l'encontre des colonies interspécifiques voisines. Souvent, il existe un échange d'individus entre les nids (Passera 1994). Parfois, ces super-colonies peuvent s'étendre sur des zones de plusieurs kilomètres carrés voire sur le territoire entier d'Etats (Giraud *et al.* 2002, Tsutsui *et al.* 2003).

4.3 Aggression interspécifique

Alors qu'elles sont tolérantes vis à vis des colonies voisines de la même espèce, les fourmis envahissantes se comportent de façon très agressive à l'encontre des autres espèces de fourmis qu'elles rencontrent à l'intérieur de leur territoire de fourragement. Par exemple, la fourmi d'Argentine attaque fréquemment les jeunes reines hétéropsécifiques inséminées et interfère avec la fondation de nouveaux nids (Human et Gordon, 1996). Cependant, les interactions les plus importantes se déroulent à proximité des ressources alimentaires. La fourmi d'Argentine monopolise les ressources alimentaires qu'elles défendent activement vis-à-vis des autres espèces (Holway, 1999). En conséquence, elles sont généralement capables d'acquérir la majorité des ressources au détriment de leurs compétiteurs. Les fourmis autochtones en Californie abandonnent des appâts alimentaires en présence de fourmis d'Argentine (Holway, 1998). Quelques espèces peuvent abandonner de façon permanente un

site après plusieurs interactions agressives (Human et Gordon, 1996). Ce comportement permet de réduire la compétition pour les ressources et a pour résultante d'affaiblir toute résistance biotique qui aurait pu prévaloir.

4.4 Reproduction des colonies par bourgeonnement

La plupart des espèces de fourmis s'accouplent à l'occasion de vols nuptiaux synchronisés qui permettent la rencontre de mâles ailés et de jeunes reines vierges (ailées). Ce mécanisme de dispersion et de fondation de nouvelles colonies est associé à des risques substantiels: au cours de la recherche d'un habitat convenable et de la tentative consécutive de produire un premier groupe d'ouvrières, les reines récemment inséminées se trouvent exposées à leurs prédateurs, parasites et compétiteurs (Keller 1995).

Pour les espèces envahissantes, l'accouplement est le plus souvent intra-nidal, les reines inséminées quittent leur nid à pied avec quelques ouvrières pour former un nid satellite du nid principal. Ce processus est appelé bourgeonnement, le risque d'échec est bien plus faible, puisque de nombreuses causes de mortalité pendant la phase de vol nuptial et de fondation sont ainsi éliminées. Les reines bénéficient de la protection de leur nid natal avec une plus grande probabilité de trouver un site adéquat de nidification à proximité du nid originel (Keller 1995). Grâce à ce processus, le territoire envahi peut s'étendre et fusionner pour constituer de populations denses avec un front continu d'invasion (Porter *et al.* 1988), très résistant aux forces de prédation.

5 Dispersion par le commerce humain

La dispersion de toutes les fourmis vagabondes est facilitée par les activités humaines. Des fragments de colonies contenant un reine fertile et suffisamment d'ouvrières pour maintenir une colonie fonctionnelle sont transportées avec des produits alimentaires ou des cargaisons vers de nouvelles localités. Ce phénomène n'est pas nouveau et s'observe depuis des siècles. Ainsi, *Pheidole megacephala* a été déplacée à travers le Pacifique, y compris l'Australie, par des bateaux transportant des produits alimentaires. Ce n'est donc pas une surprise que cette espèce s'établisse si facilement. Dix ouvrières seulement sont suffisantes pour s'occuper d'une reine inséminée et démarrer une nouvelle invasion (Chang 1985). Vers 1890, dans la région de Brisbane, des entomologistes ont observé que les zones où *P. megacephala* avait établi des populations, n'étaient plus des sites intéressants pour la collecte d'autres invertébrés. Ainsi,

> *"d'autres genres de fourmis ont disparues avant elles. Elles extermineront les larges communautés de "meat-ants"* - Iridomyrmex et Lasius *spp. ainsi que celles des Formicidae, appartenant aux genres* Camponotus*,* Polyrhachis*,* Leptothorax*,* Crematogaster*,* Monomorium*, etc.. y compris "la fourmi à tête verte," Ectatomma metallicum, dont les piqûres sont si virulentes."* (Tryon 1912)

Certaines îles, telles que les Bermudes, ont été envahi par *P. megacephala* au début du 20ème siècle, plus tard elles ont subit l'invasion de *Linepithema humile* (Fourmi d'Argentine) (Haskins et Haskins 1965) qui a alors déplacé l'envahisseur originel. Avec l'augmentation du commerce et des déplacements humains à travers la planète, les opportunités de dispersion pour les fourmis vagabondes se sont également accrues. De nouvelles invasions par de nouvelles espèces vagabondes sont inévitables mais peuvent être minimiser par l'application de mesures appropriées de biosécurité.

Remerciements

Remerciements particuliers à :

- *Landcare Research, Nouvelle-Zélande*, pour le soutien financier apporté à l'organisation de l'atelier technique sur la fourmi de feu (*Red Imported Fire Ant workshop).*

Cet atelier a été organisé par l'ISSG du 1er au 4 Septembre 2003 à Auckland, Nouvelle-Zélande.

Cet atelier avait un double objectif : premièrement, développer un plan pour prévenir l'entrée et l'établissement de la fourmi de feu, et quelques autres espèces de fourmis envahissantes d'entrer et de s'établir dans la région Pacifique ; deuxièmement, de formuler une stratégie/un cadre pour sa mise en oeuvre. Cet atelier a permis également de promouvoir la coopération inter-organismes concernés par les espèces envahissantes dans la région Pacifique.

Les participants à cet atelier étaient des spécialistes internationaux des fourmis envahissantes, des défenseurs de la nature et des analystes juridiques représentants différentes agences gouvernementales ou organismes de recherche (liste ci-dessous).

- Alan Saunders (*Invasive Species Specialist Group*) pour avoir faciliter l'initiation de ce projet et le financement de cet atelier.
- Tous les participants à l'atelier qui ont contribué à la production du PPFP :

Ashcroft, Travis	Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand
Barker, Gary	Landcare Research Ltd., New Zealand
Boudjelas, Souad	Invasive Species Specialist Group
Bullians, Mark	Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand
Cowan, Phil	Landcare Research Ltd., New Zealand
Craddock, Paul	Department of Conservation, New Zealand
De Poorter, Maj	Invasive Species Specialist Group (ISSG)
Fordham, Wayne	Armed Forces Pest Management Board, USA
Froud, Karyn	Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand
Garthwaite, Rachel	Department of Conservation, New Zealand
Green, Chris	Department of Conservation, New Zealand
Green, Olwyn	Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand
Gunawaradana, Disna	Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand
Harré, Mike	Auckland Regional Council - Biosecurity
Harris, Richard	Landcare Research Ltd., New Zealand
Hicks, Geoff	Department of Conservation, New Zealand
Jourdan, Hervé	Institut de Recherche pour le Développement, New Caledonia
Lester, Phil	Victoria University Wellington, New Zealand

Loope, Lloyd	US Geological Survey, Hawai'i
Mattson, Lester	AgriQuality Ltd., New Zealand
O'Connor, Simon	Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand
Pascoe, Amelia	Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand
Reed, Christine	Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand
Reid, Murray	AgriQuality Ltd., New Zealand
Reimer, Neil	Hawai'i Department of Agriculture
Remec, Alenka	The Nature Conservancy, Hawai'i
Russell, Carol	US Department of Agriculture
Suma, Sidney	The Secretariat of the Pacific Community, Fiji
Van Dyk, Vivienne	Flybusters – Antiants, New Zealand
van Gelder, Ellen	US Geological Survey, Hawai'i
Vanderwoude, Cas	Fire Ant Control Centre, Australia
Ward, Darren	Landcare Research Ltd., New Zealand
Whyte, Carolyn	Ministry of Agriculture and Forestry, New Zealand
Frank, Michele	Totally Frank - Facilitator

……

Traduction en Français assure par Hervé Jourdan (IRD, Nouvelle-Calédonie)

Références bibliographiques

Allen, C. R., Demarais, S. et Lutz, R. S. (1997a) Effects of red imported fire ants on recruitment of white-tailed deer fawns. *J. Wildl. Manage.* **61**, 911-916.

Allen, C. R., Forys, E. A., Rice, K. G., Wojcic, D. P. (2001) Effects of fire ants (Hymenoptera: Formicidae) on hatching turtles and prevalence of fire ants on sea turtle nesting beaches in Florida. *Florida Entomologist* **84**(2), 250-253.

Allen, C. R., Lutz, R. S., Demaris, S. (1995) Red imported fire ant impacts on Northern bobwhite populations. *Ecol. Appl.* **5**, 632-638.

Allen, C. R., Rice, K. G., Wojcik, D. P., Percival, H. F. (1997b) Effect of Red Imported Fire Ant Envenomization on Neonatal American Alligators. *Journal of Herpetology* **31**(2), 318-321.

Bernard, F. (1983) Les Fourmis et leur milieu en France Méditerranéenne. Éditions Lechevalier S.A.R.L., Encyclopédie Entomologique -XLV: 149 pp.

Bloom, F. L., DelMastro, P. R. (1984) Imported fire ant death, a documented case report. *Journal of the Florida Medical Association* **71**, 87-90.

Bristow, C.M. (1991) Are ant-aphid associations a tritrophic interaction? Oleander aphids andArgentine ants. *Oecologia* 87:514-521.

Caldwell, S. T., Schuman, S. H., Simpson, W. M., Jr. (1999) Fire ants: a continuing community health threat in South Carolina. *Journal of the South Carolina Medical Association* **95**, 231-235.

Callcott, A.-M. A., Collins, H. L. (1996) Invasion and range expansion of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in North America from 1918-1995. *Florida Entomologist* **79**, 240-251.

Campos-Farinha,A. E. C., Justi, J., Bergmann, E. C., Zorzenon, F. J., Rodrigues Netto, S. M. (1995) Formigas Urbanas. Bol.Tecn.Inst.Biol., Sao Paulo, n. 1, p. 5-21.

Chang, V. C. S. (1985) Colony revival, and notes on rearing and life history of the big-headed ant. *Proc. Hawaii. Entomol. Soc.* **25**, 53-58.

Charles JG. 1993. A survey of mealybugs and their natural enemies in horticultural crops in North Island, New Zealand, with implications for biological control. *Biocontrol Science and Technology* **3**: 405-418.

Cole, F. R., Medeiros, A. C., Loope, L. L. & Zuehlke, W. W. (1992) Effects of the Argentine ant on arthropod fauna of Hawaiian high-elevation shrubland. Ecology 73(4): 1313-1322.

Davidson, D. W. (1998) Resource discovery versus resource domination in ants: breaking the trade-off. *Ecol. Ent.* 23: 484-490.

Davis, L. R., Vander Meer, R. K., Porter, S. D. (2001) Red Imported Fire Ants Expand their range accross the West Indies. *Florida Entomologist* **84**(4), 735-736.

Donnelly, D. & Giliomee, J. H. (1985) Community structure of epigaeic ants (Hymenoptera Formicidae) in fynbos vegetation in the Jonkershoek Valley. J. Entomol. Soc. South Africa 48:247-257.

deShazo, R. D., Williams, D. F., Moak, E. S. (1999) Fire ant attacks on residents in health care facilities: A report of two cases. *Annals of Internal Medicine* **131**, 424-429.

Erdos, M. D. & Koncz A. (1977) Experience in the control of Pharaoh's ants in Hungary.International Pest Control 19: 12-13.

Erickson, J. M. (1972) The displacement of native ant species by the introduced Argentine ant Iridomyrmex humilis Mayr. Psyche 78:257-266.

Ferster, B., Deyrup, M., Scheffrahn, R. H. & Cabrera B. J. (2002) The pest ants of Florida. http://flrec.ifas.ufl.edu/entomo/ants/Pest%20Ants%20of%20FL/ (12 September 2003).

Fowler, H. G., Bernardi, J. V. E., di Romagnano, L. F. T. (1990) Community structure and Solenopsis invicta in São Paulo. In: *Applied myrmecology: a world perspective* (ed(s) R.

K. Vander Meer, K. Jaffe, A. Cedeno) pp. 199-207. Westview Press. Boulder. xv + 741 p.

Fowler, H. G.; Bueno, O. C.; Sadatsune, T.; Montelli, A. C. (1993) Ants as potential vectors of pathogens in hospitals in the state of Sao Paulo, Brazil. *Insect Science and Its Application* 14: 367-370.

Gambino, P. (1990) Argentine ant Iridomyrmex humilis (Hymentoptera: Formicidae) Predation on Yellowjackets (Hymenoptera: Vespidae) in California. Sociobiology 17(2): 287-298.

Giraud, T., Pedersen, J. S., Keller, L. (2002) Evolution of supercolonies: The Argentine ants of southern Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA* **99**: 6075-6079.

Giuliano, W. M., Allen, C. R., Lutz, R. S., Demaris, S. (1996) Effects of red imported fire ants on northern bobwhite chicks. *J. Wildl. Manage.* **60**, 309-313.

Haack K. D. and Granovsky T. A. (1990) Ants. *In* Handbook of Pest Control (Story K, Moreland D (eds.)). Franzak & Foster Co., Cleveland, OH. pp. 415-479.

Haskins, C. P., Haskins, E. F. (1965) *Pheidole megacephala* and *Iridomyrmex humilis* in Bermuda - equilibrium or slow replacement? *Ecology* **46**, 736-740.

Hoffmann, B. D. 1998. The big-headed ant *Pheidole megacephala*: a new threat to moonsonal northwestern Australia. *Pac. Cons. Biol.* **4**: 250-255.

Holldobler, B., Wilson, E. (1990) *The Ants*.

Holtcamp, W. N., Grant, W. E., Vinson, S. B. (1997) Patch use under predation hazard: Effect of the red imported fire ant on deer mouse foraging behavior. *Ecology* **78**(1), 308-317.

Holway, D. A. (1998) Effect of Argentine ant invasions on ground-dwelling arthropods in northern California riparian woodlands. *Oecologia* **116**: 252-258.

Holway, D. A. (1999) Competitive mechanisms underlying the displacement of native ants by the invasive Argentine ant. *Ecology* **80**: 238-251.

Hu, G. Y., Frank, J. H. (1996) Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) on dung-inhabiting arthropods in Florida. *Environ. Entomol.* **24**(6), 1290-1296.

Human, K. G., Gordon, D. M. (1996) Exploitation and interference competition between the invasive Argentine ant, *Linepithema humile*, and native ant species. *Oecologia (Berlin)* **105**, 405-412.

Jourdan, H. (1997) Threats on Pacific islands: the spread of the tramp ant *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae). *Pac. Cons. Biol.* **3**: 61-64.

Jourdan, H., Sadlier, R., Bauer, A. (2001) Little fire ant invasion (*Wasmannia auropunctata*) as a threat to New Caledonian lizards: evidence from a sclerophyll forest (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* **38**: 283-301.

Jourdan, H., Chazeau, J., Bonnet de Larbogne, L. (2002) The recent introduction of the neotropical tramp ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) into Vanuatu Archipelago (Southwest Pacific). *Sociobiology* **40**: 483-509.

Keller, L. (1995) Social life: the paradox of multiple-queen colonies. *Tree* **10**(9), 355-360.

Klotz, J. H., Hamilton, J., Jetter, K. M. (2002) Red imported fire ants threaten agriculture, wildlife and homes. *California Agriculture* **56**(1), 26-34.

Kompas, T., Che, N. (2001) An Economic Assessment of the Potential Costs of Red Imported Fire Ants in Australia,. Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics, Canberra.

Lard, C., Willis, D. B., Salin, S., Robison, S. (2002) Economic assessment of red imported fire ant on Texas' urban and agricultural sectors. *Southwestern Entomologist* (Suppl. N°. 25), 123-137.

Le Breton, J., Chazeau, J., Jourdan, H. (2003) Immediate impacts of invasion by *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae) on native litter ant fauna in a New Caledonian rain forest. *Austral Ecology* **28**: 204-209.

Levy, A. L., Wagner, J. M., Schuman, S. H. (1998) Fire ant anaphylaxis: two critical cases in South Carolina. *Journal of Agromedicine* **5**(4), 49-54.

Lofgren, C. S., Banks, W. A., Glancey, B. M. (1975) Biology and control of imported fire ants. *Annu. Rev. Entomol.* **20**, 1-30.

Majer, J. D. (1994) Spread of Argentine ants (Linepthema humile), with special reference to Western Australia. Pages 163-173 in D. F. Williams, editor. Exotic Ants: Biology, Impact, and Control of Introduced Species. Westview Press, Boulder, Colorado.

Markin, G. P. (1968) Nest relationship of the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 41: 511-516.

McFarling, U. L. (2002) *For Argentine Ants in Europe, life is a picnic*. Los Angeles Times. Los Angeles.

McGlynn, T. P. (1999) The worldwide transfer of ants: geographical distribution and ecological invasions. *Journal of Biogeography* **26**: 535-548.

Moller, H. (1996) Lessons for invasion theory from social insects. Biol. Cons. **78**: 125-142.

Morrison, L. W. (2000) Mechanisms of interspecific competition among an invasive and two native fire ants. *Oikos* **90**(2), 238-252.

Mount, R. H., Trauth, S. E., Mason, W. H. (1981) Predation by red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), on eggs of the lizard *Cnemidophorus sexlineatus* (Squamata: Teiidae). J. Alab. Acad. Sci. **52**: 66-70.

Nattrass, R., Vanderwoude, C. (2001) A preliminary investigation of the ecological effects of Red Imported Fire Ants (*Solenopsis invicta*) in Brisbane. *Ecological Management and Restoration* **2**(3), 220-223.

New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry (2001) The Potential Economic Impacts of the Red Imported Fire Ant in New Zealand. Internal Report.

Oi, D. H., Pereira, R. M., Steimac, J. L. & Wood, L. A. (1994) Field applications of *Beauveria bassiana* for the control of the red imported fire ant (Hymenoptra: Formicidae). *J. Econ. Entomol.* 87(3): 623-630.

Pascoe, A. (2002) Strategies for managing incursions of exotic animals to New Zealand. *Micronesia* **6**, 129-135.

Passera, L. (1994) Characteristics of Tramp species. In: *Exotic ants: biology impact, and controlof introduced species.* (ed(s) D. F. Williams) pp. 22-43. Westview Press. Boulder, CO.

Pedersen, E. K., Grant, W. E., Longnecker, M. T. (1996) Effects of red imported fire ants on newly-hatched Northern bobwhite. *J. Wildl. Manage.* **60**, 164-169.

Porter, S. D., Fowler, H. G. & Mackay, W. P. (1992) Fire ant mound densities in the United States and Brazil (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Economic Entomology* **85**: 1154-1161.

Porter, S. D., Savignano, D. A. (1990) Invasion of polygyne fire ants decimates native ants and disrupts arthropod community. *Ecology* **71**, 2095-2106.

Porter, S. D., Van Eimeren, B., Gilbert, L. E. (1988) Invasion of red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae): microgeography of competitive replacement. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **81**, 913-918.

Rhoades, R. B., Stafford, C. T., James, F. K., Jr., Bunker-Soler, A., Impson, L. K. (1988) Survey of fatal anaphylactic reactions to imported fire ant stings. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* **81**, 202.

Ross, K. G., Keller, E. L. (1998) Genetic control of social organisation in an ant. *Evolution* **95**, 14232 - 14237.

Ross, K. G., Vargo, E. L., Keller, L. (1996) Social evolution in a new environment: the case of introduced fire ants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **93**, 3021-3025.

Samways, M. J, Nel M. & Prins A. J. (1982) Ants (Hymenoptera: Formicidae) foraging in citrus trees and attending honeydew-producing Homoptera. Phytophylactica 14: 155-157.

Sherley, G. (ed.) (2000) Invasive Species in the Pacific: A Technical Review and Draft Regional Strategy. South Pacific Regional Environment Programme, Apia, Samoa.

Smith, E. H. & Whitman R. C. (1992) Field Guide to Structural Pests. National Pest Management Association, Dunn Loring, VA.

Smith, M. R. (1965) House-infesting ants of the eastern United States; their recognition, biology, and economic importance. USDA Technical Bulletin 1326. 105 p.

Stablein, J. J., Lockey, R. F., Hensel, A. E., III (1985) Death from imported fire ant stings. *Immunology, Allergy Practice* **7**, 279-282.

Stiles, J. H., Jones, R. H. (2001) Top-down control by the red imported fire ant (Solenopsis invicta). *American Midland Naturalist* **146**(1), 171-185.

Sugiyama, T. (2000) Invasion of Argentine Ant, *Linepithema humile*, into Hiroshima Prefecture, Japan. Jap. *J. Appl. entomol. Zool.* **44**: 127-129.

Stoll, I. (1898) Zur Kenntnis de geographischen Verbreitung de Ameisen. Mitt. Schweiz. Entomol. Gesellsch 10:120-126.

Taber, S. W. (2000) *Fire Ants*, Texas A,M University Press, College Station, Texas.

Tryon, H. (1912) The naturalization of an exotic ant (*Pheidole megacephala,* Fab.). *Qld. Nat.* **9**, 225-229.

Tsutsui, N. D., Suarez, A. V., Holway, D. A, Case, T. J. (2001) Relationships among native and introduced populations of the argentine ant (*Linepithema humile*) and the source of introduced populations. *Mol. Ecol.* **10**: 2151-2161.

Tsutsui, N. D., Suarez, A. V., Grosberg, R. K. (2003) Genetic diversity, asymmetrical aggression, and recognition in a widespread invasive species. *Proc. Natl Acad. Sci., USA* **100**: 1078-1083.

Vanderwoude, C., Elson-Harris, M, Hargreaves, J.R., Harris, E., Plowman, K.P. (2002a) *An overview of the Red Imported Fire Ant (Solenopsis invicta) eradication plan for Australia*. *Records of the South Australian Museum***:** 13.

Vanderwoude, C., McCubbin, K. (2002b) *Fire ants Down-under: Progress to date on the Australian national eradication plan for Solenopsis invicta***:** 8.

Vinson, S. B. (1997) Invasion of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): Spread, biology, and impact. *Am. Entomol.* **43**(1), 23-39.

Vinson, S. B., Greenberg, L. (1986) The biology, physiology, and ecology of imported fire ants. In: *Economic impact and control of social insects* (ed(s) S. B. Vinson) pp. 193-226. Praeger. New York. 421 p.

Ward, P. S. (1987) Distribution of the introduced Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) in natural habitats of the lower Sacramento Valley and its effects on the indigenous ant fauna. Hilgardia 55(2): 1-16.

Wetterer, J. K., Miller, S. E., Wheeler, D. E., Olson, C. A., Polhemus, D. A., Pitts, M., Ashton, I. W., Himler, A. G., Yospin, M. M., Helms, K. R., Harken, E. L., Gallaher, L., Dunning, C. E. Nelson, M. Litsinger, J., Southern, A., Burgess, T. L. (1999) Ecological dominance by *Paratrechina longicornis* (Hymenoptera: Formicidae), an invasive tramp ant, in biosphere 2. Florida Entomologist **82**: 381-388.

Wetterer, J. K., Walsh, P. D., White, L. J. T. (1999) *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) a destructive tramp-ant in wildlife refuges of Gabon. *Afric. entomol.* **7**: 292-294.

Wilson, G. R. & Booth, M. J. (1981) Pharaoh Ant Control with IGR in Hospitals. Pest Control 49: 14-19, 74.

Williams, D. F., Homer, L. C. & Oi, D. H. (2001) (Hymenoptera: Formicidae): An historical perspective of treatment programs and the development of chemical baits for control. *Am. Entomol.* **47**(3), 146-159.