

La lutte biologique classique : exemples et leçons de la Polynésie française



Jean-Yves MEYER¹ & Julie GRANDGIRARD²



¹ Délégation à la Recherche, Gouvernement de Polynésie française, Tahiti, Email: jean-yves.meyer@recherche.gov.pf
www.jymeyer.over-blog.com

² Service du Développement Rural, Gouvernement de Polynésie française, Tahiti

Qu'est ce que la lutte biologique ?

- Utilisation d'organismes vivants (« auxiliaires ») pour contrôler des espèces introduites envahissantes dans les écosystèmes naturels et les agrosystèmes (« ravageurs et adventices ») afin d'en réduire les impacts écologiques et/ou socio-économiques
- Postulat de base : l'espèce nuisible (« bio-agresseur ») se multiplie sans limite dans une aire d'introduction car elle n'a pas été introduite avec son cortège d'ennemis naturels qui régulent ses populations dans son aire d'origine (théorie du « relâchement écologique »)

Coccinelle *Rodolia cardinalis* introduite en Californie en 1888 pour contrôler la cochenille *Icerya purchasi* introduite accidentellement en 1868 et causant des dégâts sur les agrumes



Les différents types de lutte biologique

- Lutte biologique “classique” par introduction d’un agent prédateur, parasite ou pathogène
- Lutte biologique “inondative” par augmentation avec lâchers massifs et saisonniers d’auxiliaires
- La lutte microbiologique (ex. *Bacillus thuringiensis* produisant une toxine)
- La lutte “autocide” par l’introduction d’individus modifiés (ex. lâcher de mâles stériles)
- Lutte biologique par conservation : actions et manipulations de l’environnement pour protéger, maintenir et augmenter les populations d’ennemis naturels



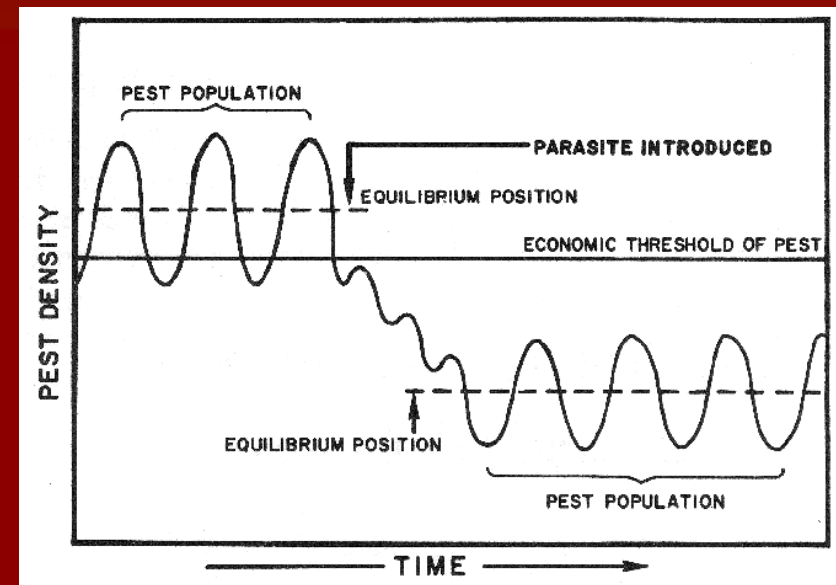
Trichogramme



« Bt »

Le principe de la lutte biologique

- Elle ne conduit **pas** à **l'éradication** de l'espèce-cible mais à la **réduction durable** des effectifs de manière à ramener les dommages sous un « seuil écologique et/ou économique » acceptable.
- sélection d'**agents hautement spécifiques** à l'espèce-cible afin qu'ils ne s'attaquent pas à d'autres espèces... et ne deviennent pas à leur tour des espèces nuisibles !



Les avantages

- **Effets permanents** une fois que les ennemis naturels sont bien établis.
- **Pas d'effets secondaires nocifs** (ex. absence de résidus chimiques, de pollution chimique).
- **Sans danger pour l'environnement ou les cultures** si l'agent de lutte biologique est spécifique à l'espèce-cible.
- L'agent se développe, se reproduit et se dissémine **seul** : il peut s'étendre à tous les habitats, dont les zones inaccessibles, et répondre aux fluctuations de l'espèce-cible.
- **Pas de phénomènes de résistance** d'insectes ravageurs comme pour l'utilisation d'insecticides.
- **Effet souvent graduel** et ne cause pas de perturbation forte sur l'environnement.
- **Dépenses non renouvelables** car une fois le système bien établi, aucun frais supplémentaire n'est nécessaire

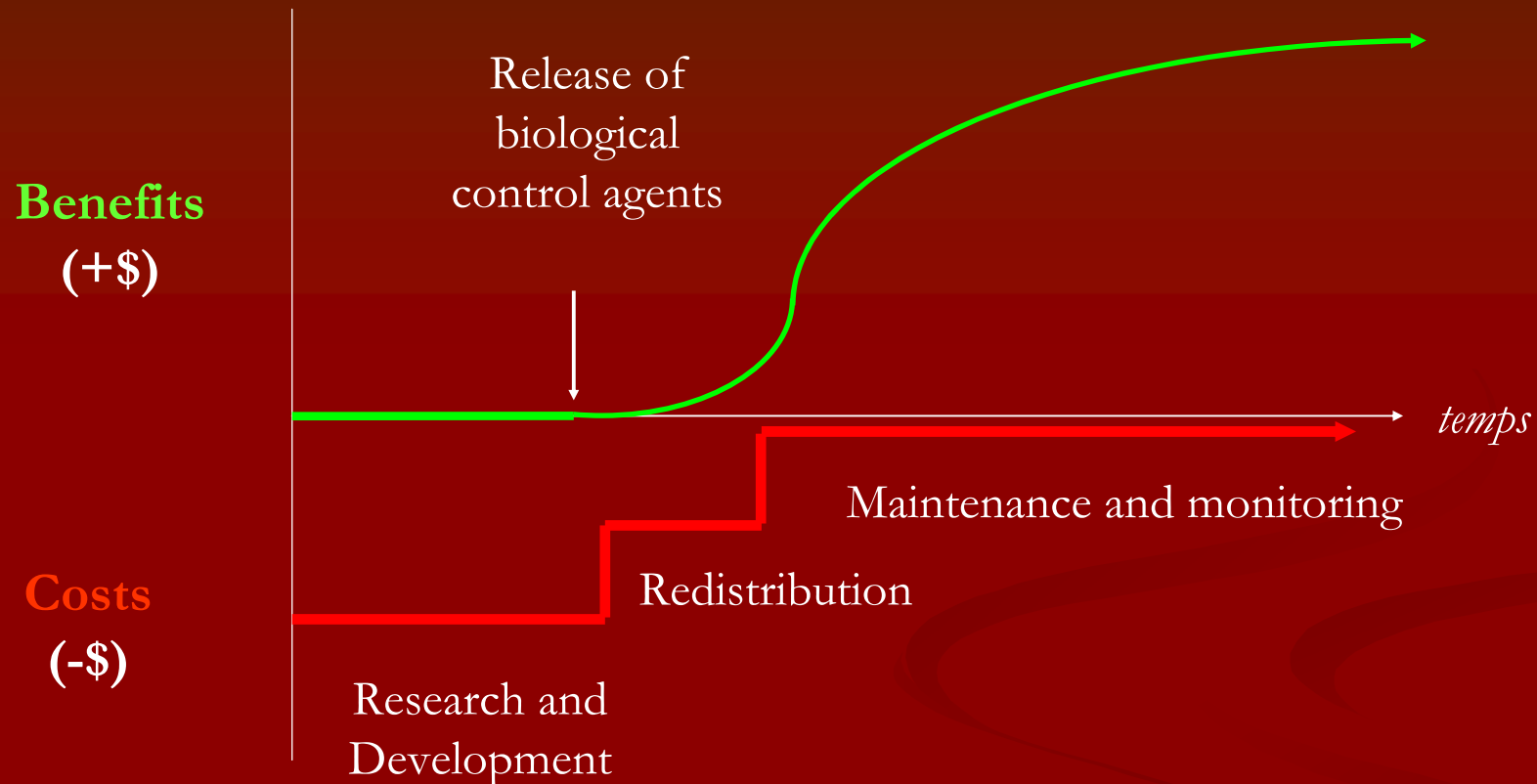


Schéma des coûts et bénéfices lors d'un programme de lutte biologique (Briese, 2000)

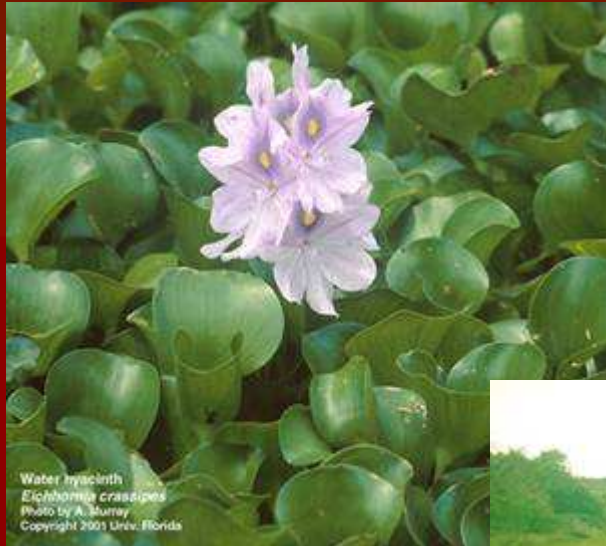
Les inconvénients

- **Coût initial et durée parfois élevés** du programme de recherche
 - Les effets varient selon les conditions du milieu et ne sont **pas garantis**
 - Le nombre d'ennemis naturels pour chaque espèce-cible est **limité**
 - La dissémination des agents ne peut **pas être contrôlée**
 - Méthode **irréversible** et caractère parfois **imprédictible**
 - Taux de succès d'un programme de lutte biologique **variable...** entre 100 % à 0 % !
-
- Les limites tiennent fondamentalement à notre méconnaissance du fonctionnement des écosystèmes :
 - taxonomie souvent embryonnaire pour les auxiliaires
 - données écologiques disponibles souvent insuffisantes pour modéliser l'évolution des populations ainsi que leur dispersion

Taux de réussite, durée et coût

- > 5000 introductions de plus de 1000 espèces d'agents de lutte biologique pour contrôler des **insectes nuisibles**, avec un taux de **succès moyen de 10-15%**
- > 1100 relâchés de plus de 365 espèces d'insectes et champignons sur plus de 135 espèces de **plantes envahissantes et adventices**, avec un taux de **succès moyen de 25%**
- La durée moyenne d'un programme de lutte biologique varie entre **5 et 10 ans** avant d'obtenir des résultats concluants (positifs ou négatifs)
- Le coût moyen est estimé à **100 000 USD par an**. Un programme de lutte biologique complet coûterait entre **1 et 2 millions USD par espèce-cible**.

Exemple de succès : la jacinthe d'eau en Afrique



Eichhornia crassipes



Charançons *Neochetina* spp.



Lac Victoria 1995



Lac Victoria 2000



Exemple d'échec : l'escargot carnivore dans l'île de Moorea (Polynésie française)



Escargot géant
d'Afrique
Achatina fulica

1967



Escargot carnivore
« rosy-wolf snail »
Euglandina rosea

1975



Escargot
arboricoles
endémiques
Partula spp.

†1987



Le programme de lutte biologique contre le miconia (*Miconia calvescens* DC.)

J-Y Meyer, A. Duplouy, S. Martinez, R. Taputuarai, M. Fourdrigniez
Délégation à la Recherche, Tahiti, French Polynesia



Van-Mai Cao-Lormeau, Clémence Gatti
Institut Louis Malardé, Tahiti, French Polynesia



E. Killgore

Hawaii Department of Agriculture, Honolulu, Hawaii, USA



Invasion du miconia, le « cancer vert »

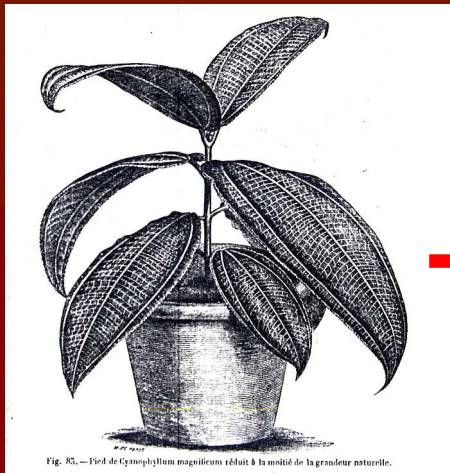
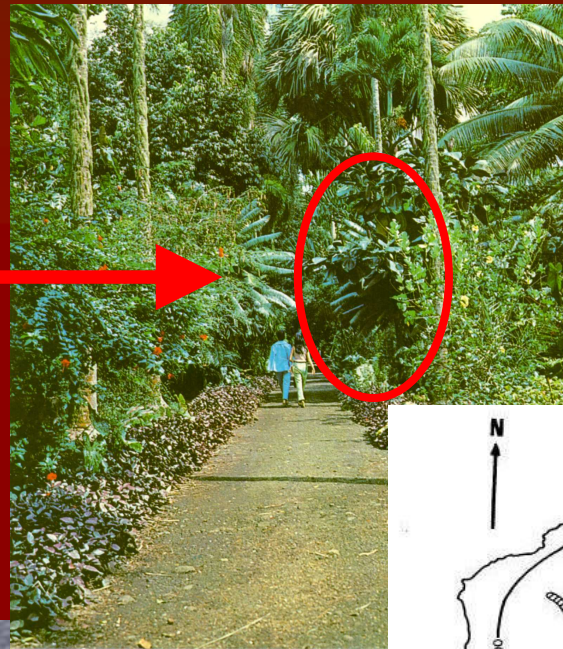


Fig. 85.—Fied de *Cyanophyllum magnificum* réduit à la moitié de la grandeur naturelle.

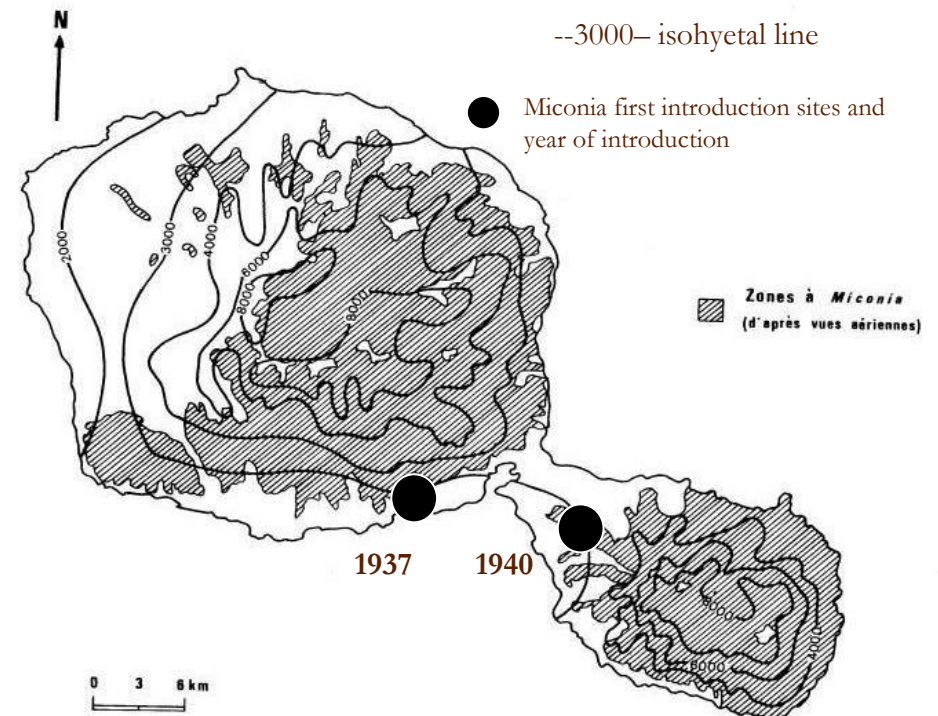
Cyanophyllum magnificum
(Rev. Hort 1859)



Jardin botanique
Harrison W. Smith



Lac Vaihiria



Impacts sur la flore endémique



Myrsine longifolia



Cyrtandra sp.



Calanthe tahitensis



Lepinia taitensis



Psychotria speciosa



Sclerotheca jayorum

(Meyer & Florence, 1996. *J. of Biogeography*)

Impacts sur les écosystèmes

↗ Erosion du sol et glissements de terrain ?

↘ Ressource en eau ?

⇒ Modification du fonctionnement des bassins-versant



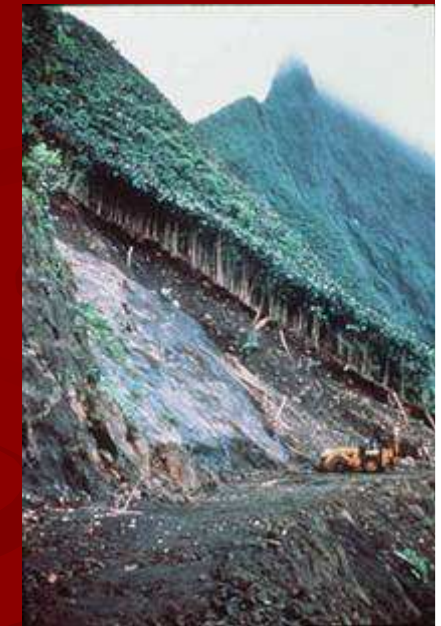
Forêts quasi-monospécifiques sur pentes fortes (vallée Faatautia)



Système racinaire tentaculaire



Glissement de terrain (vallée Papenoo)



Col de Urufaa (1982)

Lutte biologique avec un agent pathogène

- *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *miconiae* (Coelomycetes) : découvert au Brésil en 1997, hautement spécifique du miconia



Mass-culture



Production of conidies



- Mortalité des germinations de miconia en labo. = 70%



Death !



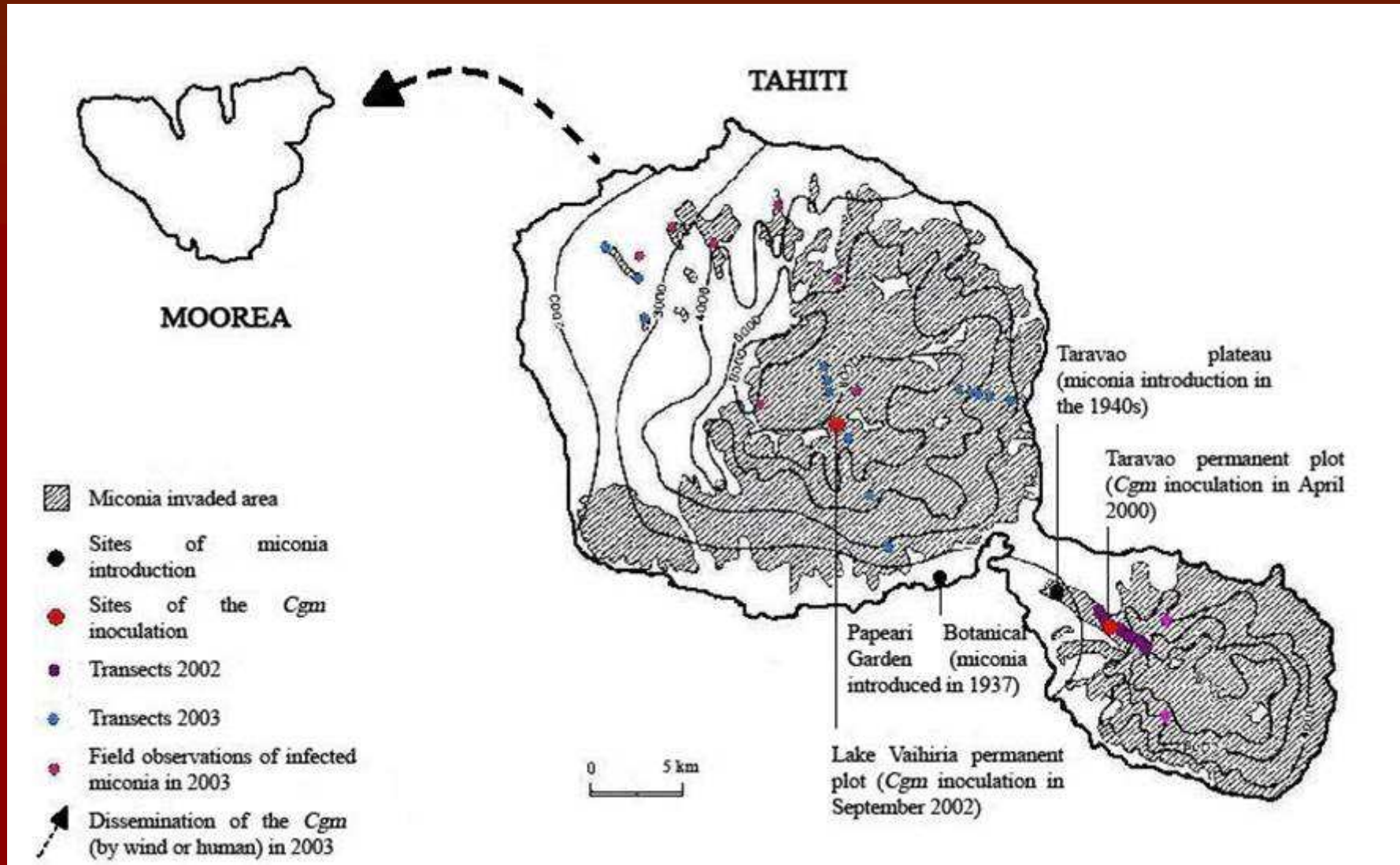
Leaf disease



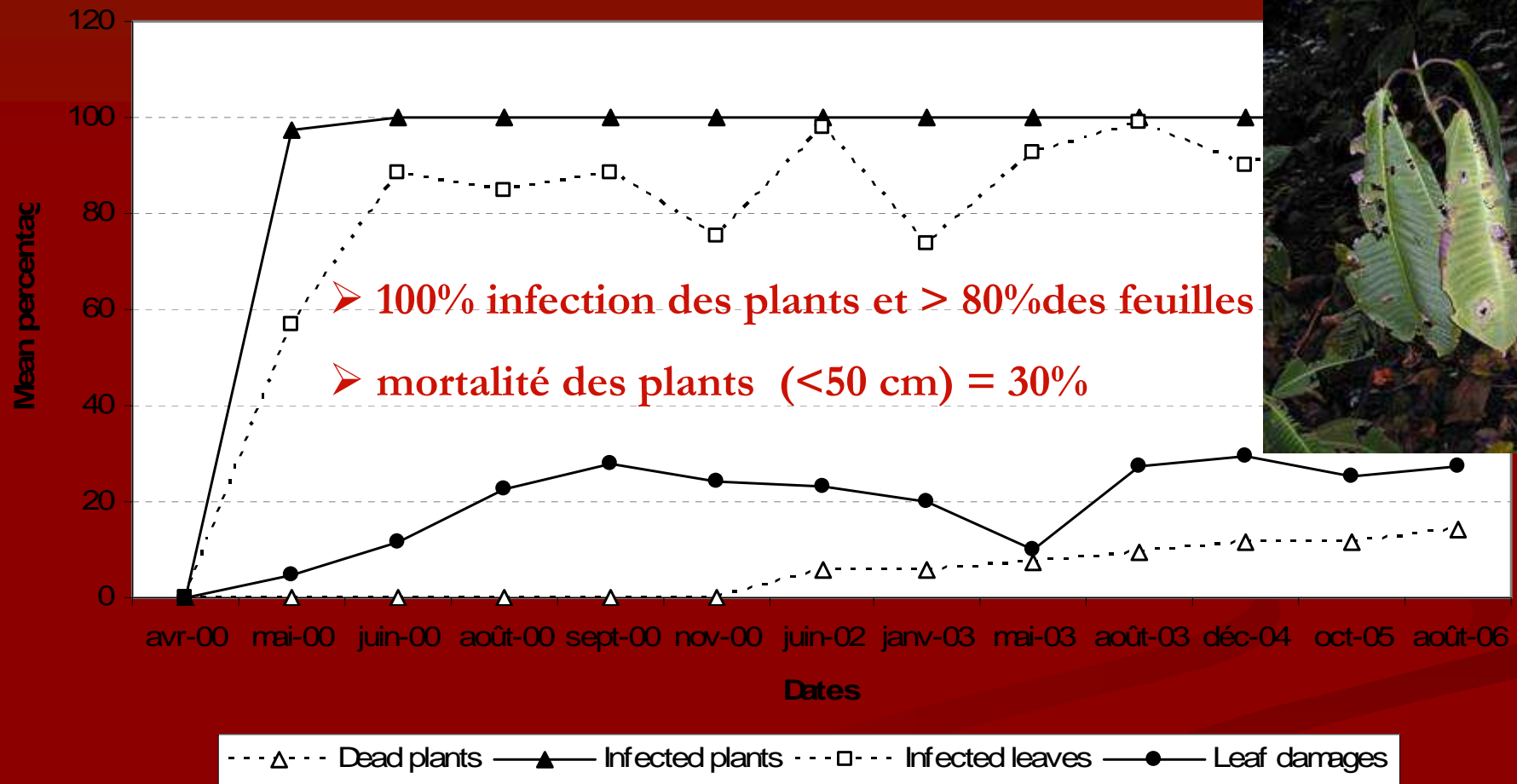
Hand pulverization

Water solution

Acclimatation et dissémination

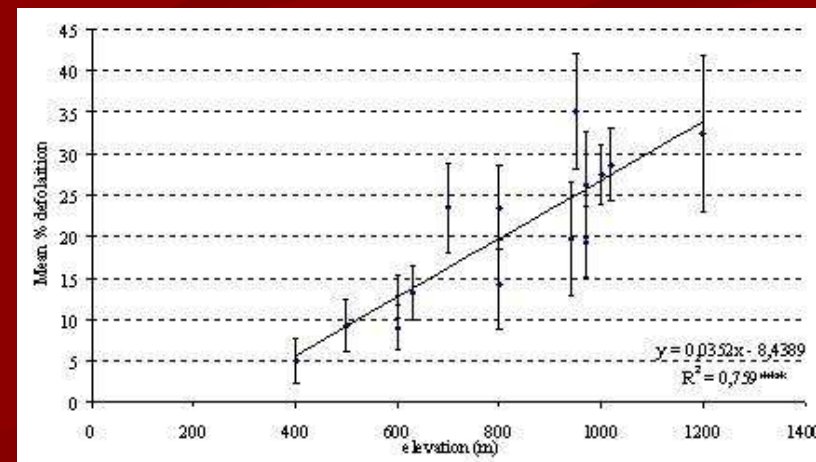
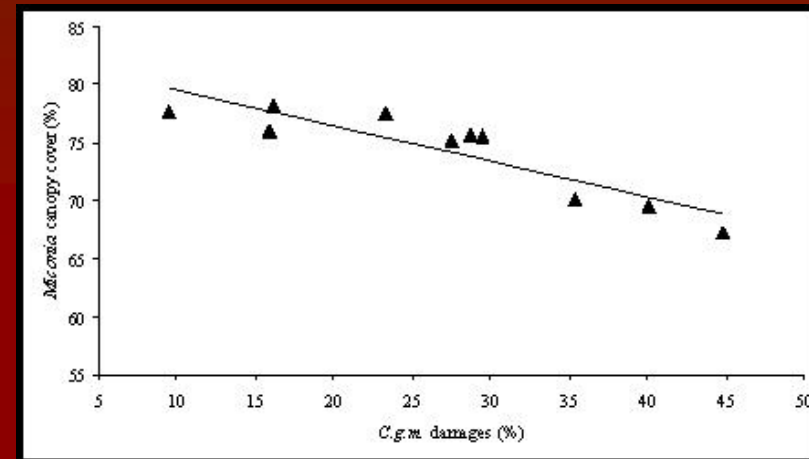


Impacts sur les plantules et jeunes plants



Impacts sur les arbres en canopée

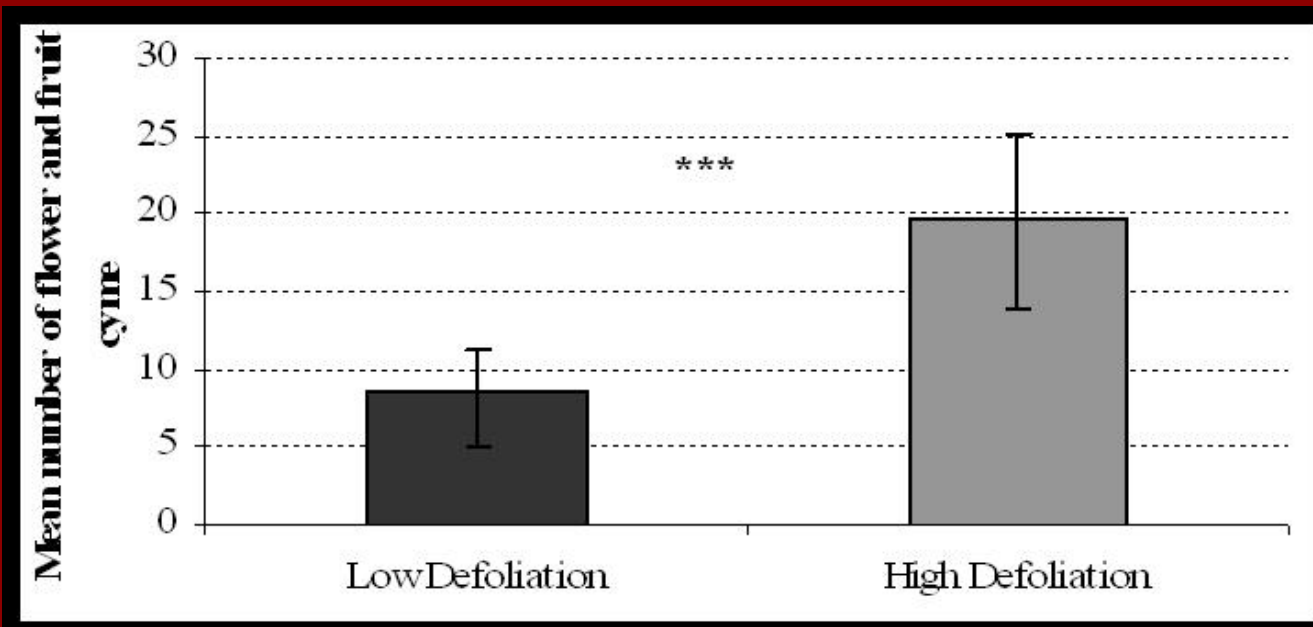
- Relation entre l'ouverture de la canopée de miconia et le % des dégats foliaires causés par le *C.g.m.*
- Défoliation partielle de la canopée variant entre 5 to 45% avec l'altitude



Impacts positifs sur la flore endémique

- Régénération de l'herbacée endémique menacée *Ophiorrhiza subumbellata* (Rubiaceae)

Augmentation de la fertilité avec la défoliation du miconia



(Fourdrigniez & Meyer 2009. 21st Pacific Science Inter-Congress, Papeete)

➤ Régénération du petit arbre gravement menacé de disparition *Myrsine longifolia* (Myrsinaceae)



2000



2008

Restauration des milieux envahis ?

- Re-colonisation par des plantes indigènes et endémiques ?
- Re-invasion par d'autres plantes introduites envahissantes ?

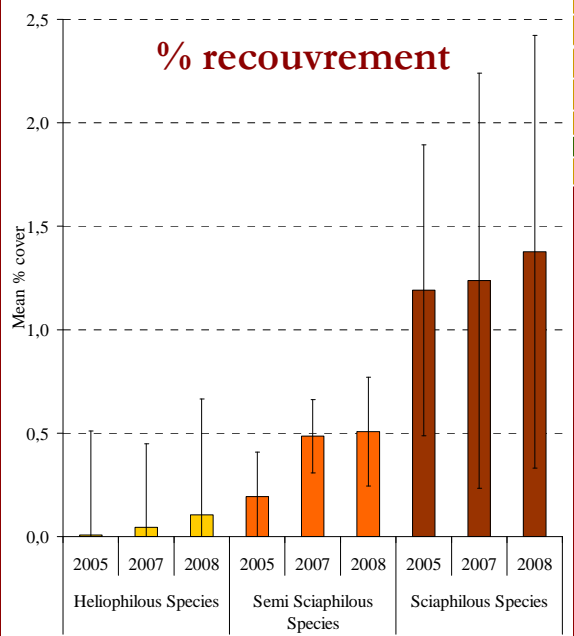
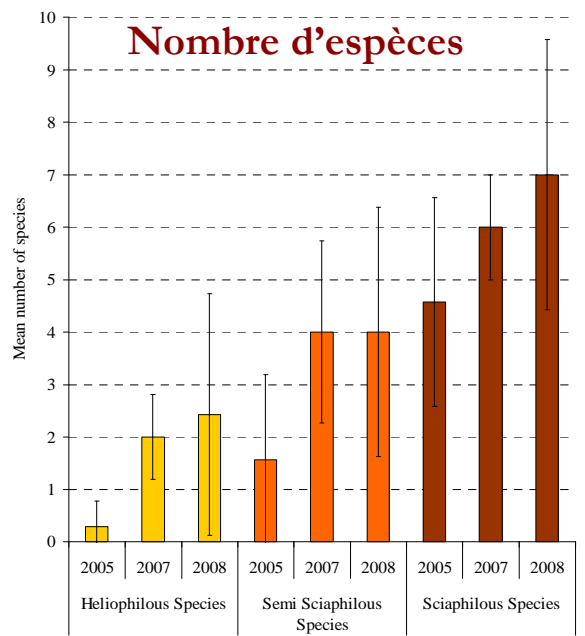
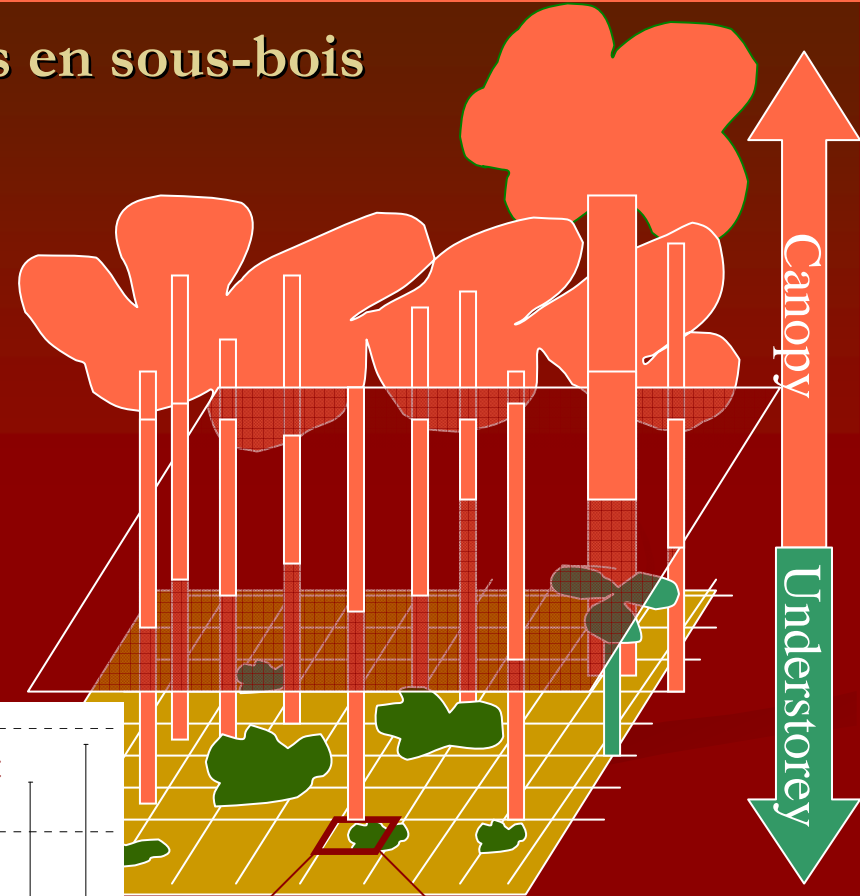


Placette permanente, Taravao, Avril 2000



Août 2006

Etude de la régénération des espèces en sous-bois (2005-2010)



(Meyer, Taputuarai & Fourdrigniez 2009. *Second International Miconia Conference, Hawaii*)

Le programme de lutte biologique contre la « Cicadelle pisseuse » (Glassy Winged Sharp-Shooter) *Homalodisca vitripennis*

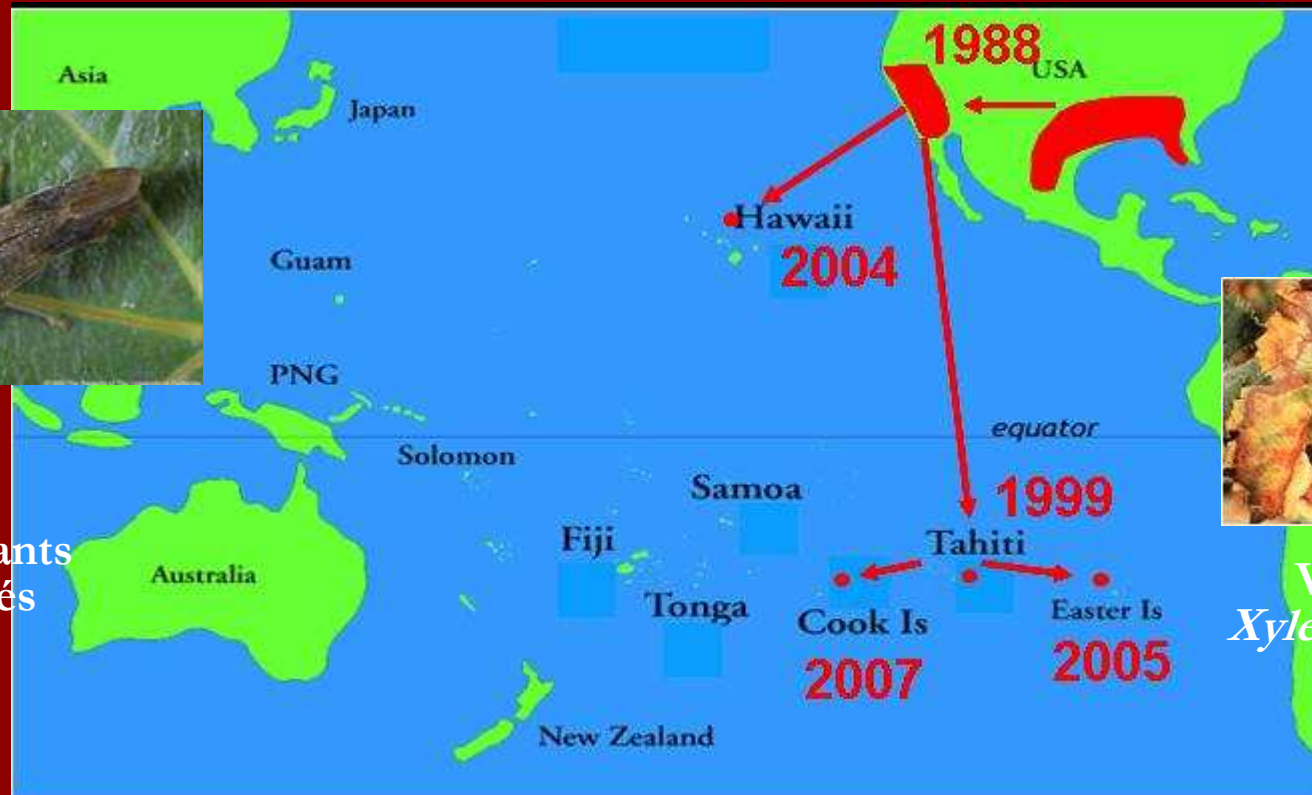


J. Grandgirard, J. Petit, M. Hoddle, G. Roderick, N. Davies
UC Berkeley, UC Berkeley Gump Station, UC Riverside

W. Ellacott, S. Liloï, R. Tupana, R. Putoa
Service of Rural Development, French Polynesia

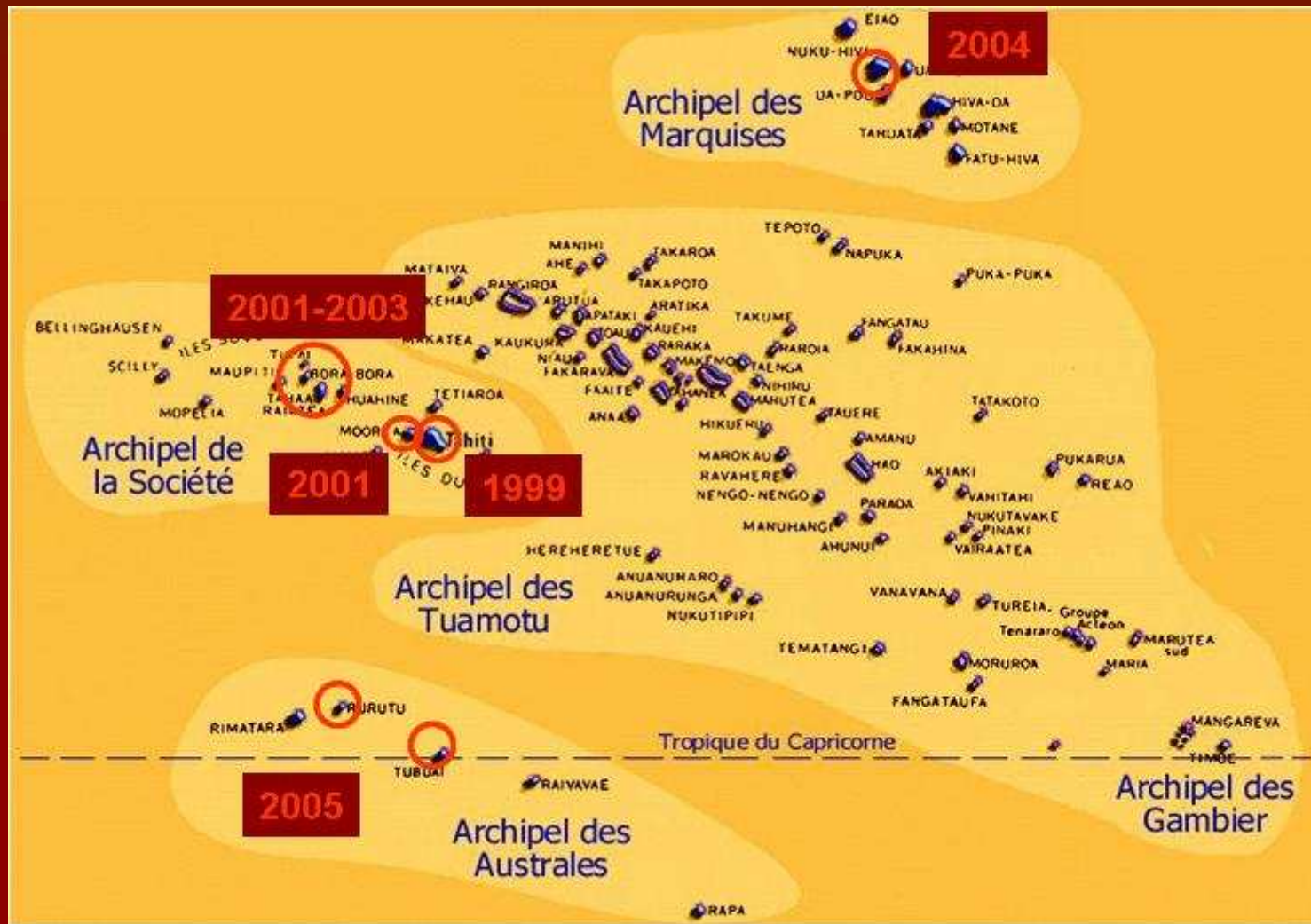


> 150 plants
attaqués



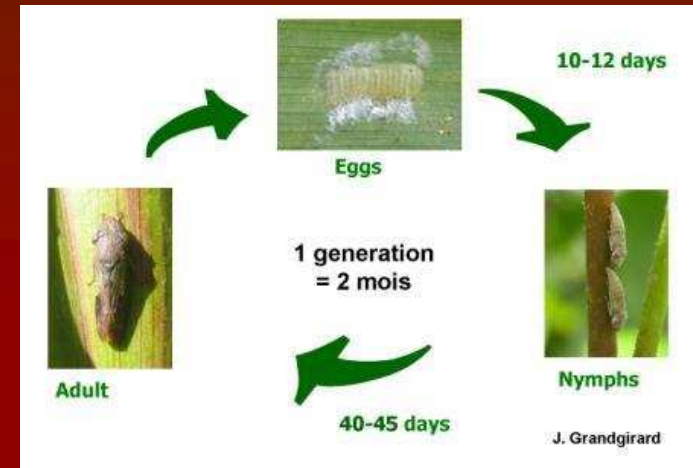
Vecteur de
Xylella fastidiosa

Introduction accidentelle (œufs sur végétaux) par avion ou bateau



(Grandgirard *et al.* 2006, *Pacific Science* ; Petit *et al.* 2007, *Biological Invasion*)

✓ Impacts sociologiques



✓ Impacts sur l'agriculture et l'environnement



- Stress hydrique : retard de croissance des plantes et perte de production en fruits
- Excrétats : ↘ qualité extérieure du fruit



1. Choix d'un ennemi naturel spécifique



Parasitoïde *Gonatocerus ashmeadi* (Mymaridae)

↳ Family Cicadellidae

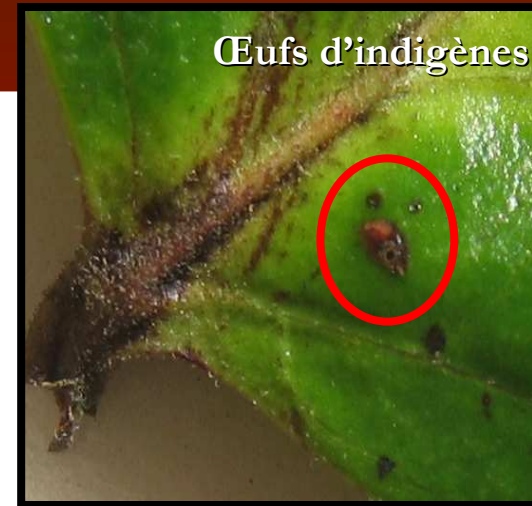
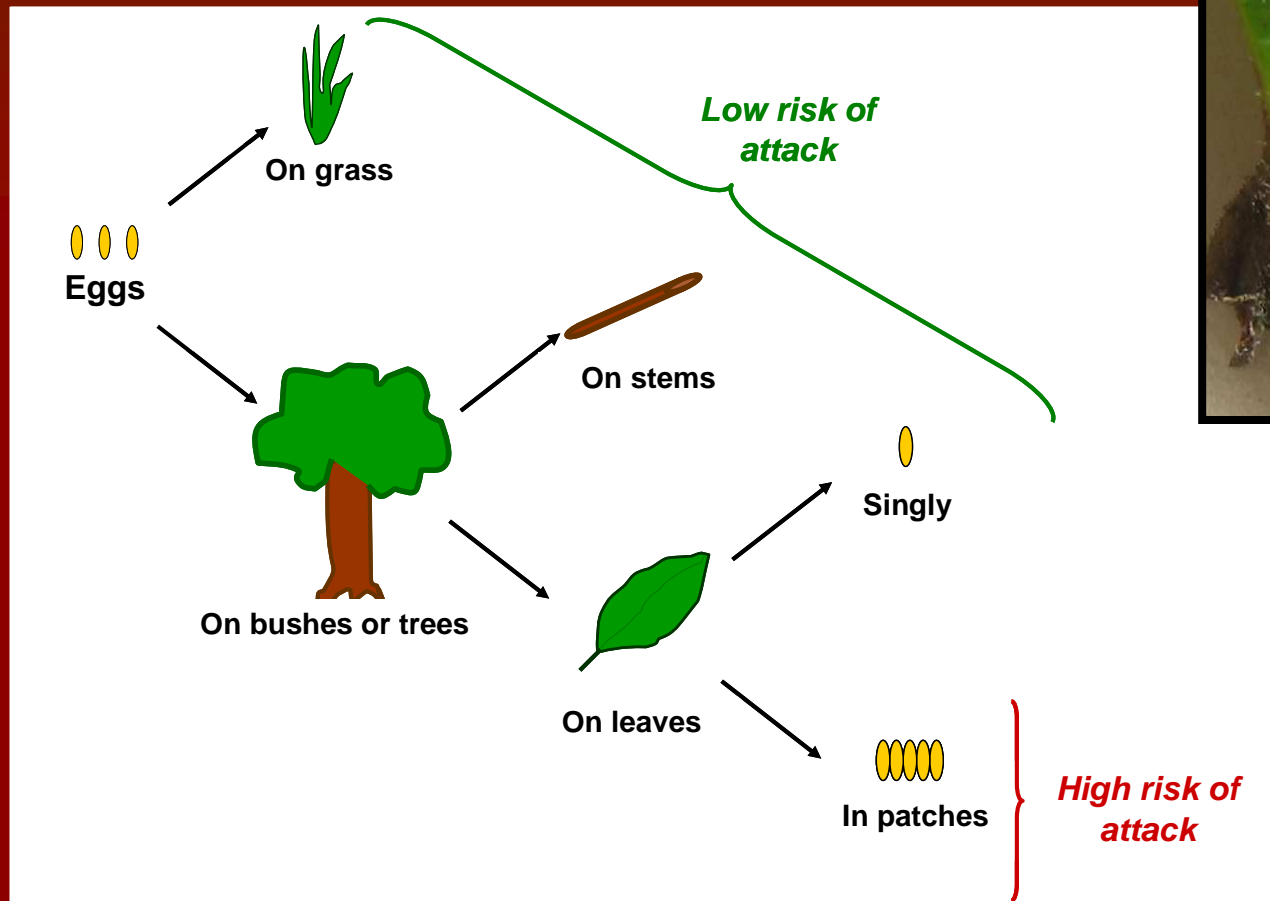
↳ Sub-Family Cicadellinae

↳ Tribe Proconiini

2. Evaluation des risques (« Risk Assessment Protocol ») :
systématique, morphologie et reproduction des cicadelles
indigènes et endémiques

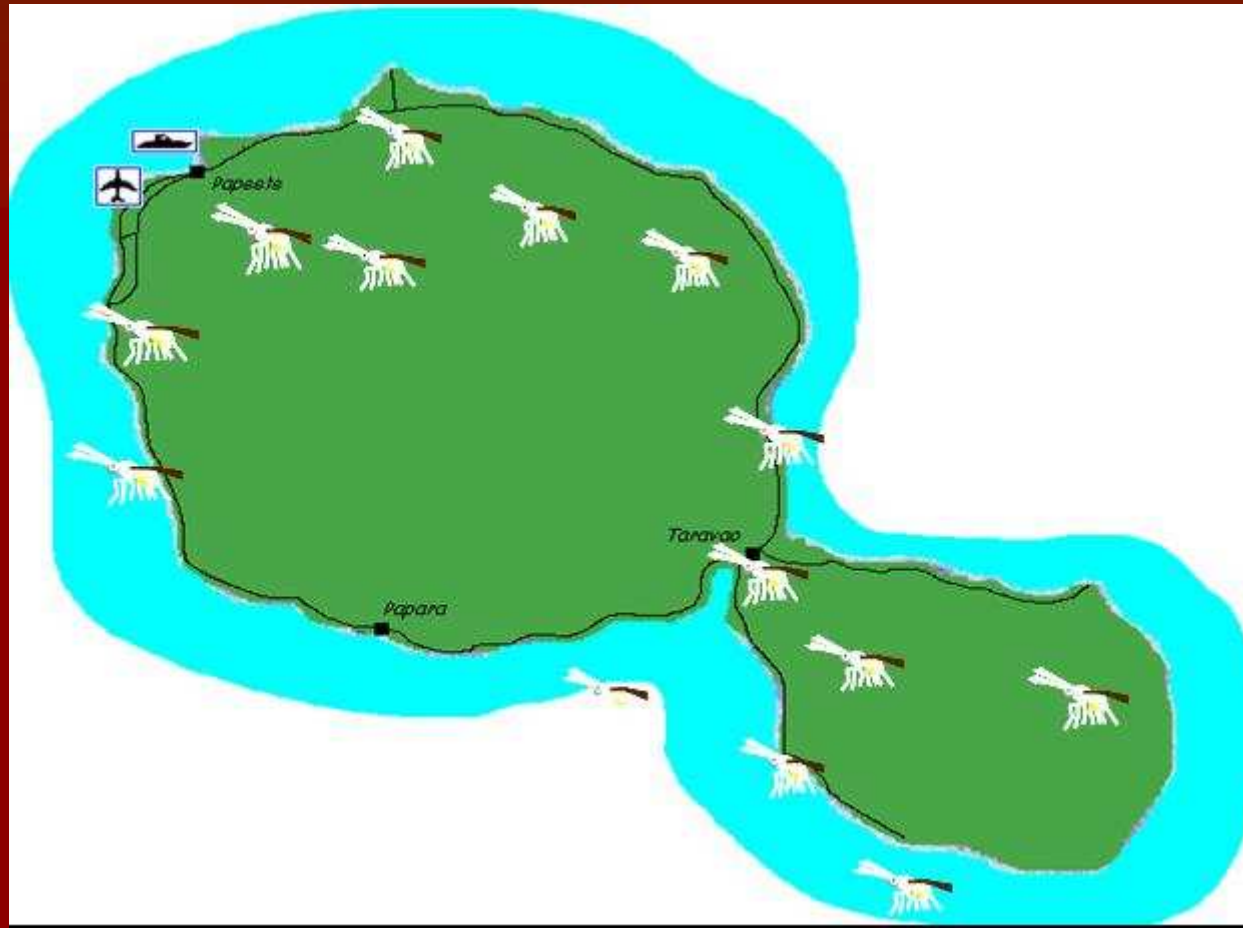


➔ Pas de cicadellinae présentes en Polynésie française



➔ Faible risque de parasitisme pour les espèces indigènes et endémiques

3. Introduction de l'agent de lutte biologique : 14 000 parasitoïdes relâchés entre mai et octobre 2005 sur 27 sites

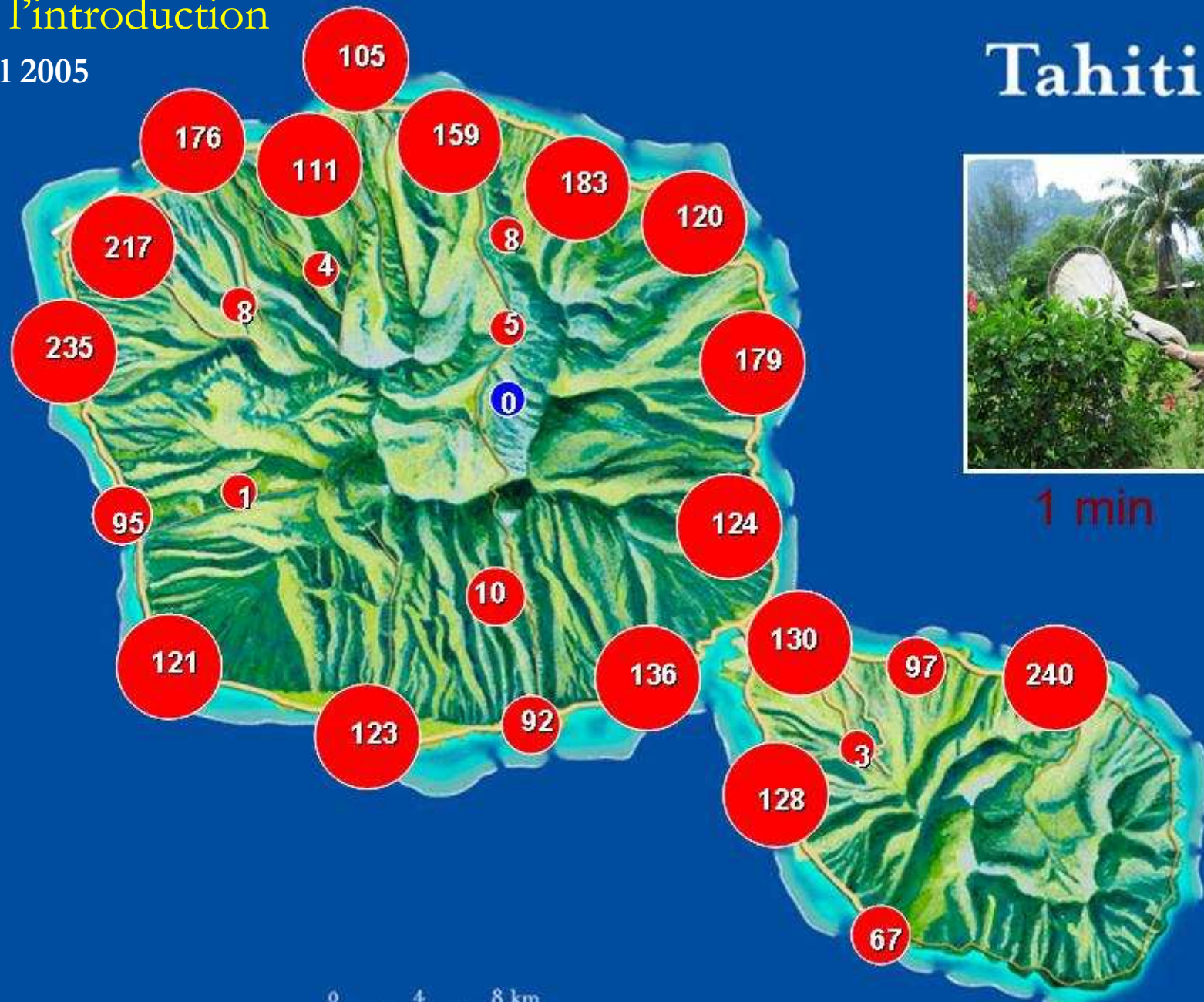


4. Suivi de l'évolution des populations de la cicadelle pisseuse

Avant l'introduction

29 avril 2005

Tahiti



© Pacific-image - D'ap. ill. Saquet

Grandgirard *et al.* 2008, *Biol. Invasion*
Petit *et al.* 2008, *Biol. Control*

5 mois après

oct 2005

Tahiti



7 mois après
déc. 2005

Tahiti



17°40' Sud

1 an après
avril 2006

Tahiti



2 ans après
avril 2007

Tahiti



Dissémination « naturelle » du parasitoïde !



Leçons

- L'espèce-cible doit être considérée comme un **problème prioritaire**, avec des impacts écologiques et/ou socio-économiques majeurs, par les autorités locales
- Une **collaboration scientifique et technique** avec d'autres partenaires permet d'optimiser les résultats en mutualisant les moyens financiers, humains et infrastructurels (“transfert de technologie”)
- La **haute spécificité** des agents de lutte biologique est une nécessité dans des écosystèmes insulaires originaux (fort endémisme) et en raison de leur dissémination “naturelle” dans les îles
- Un **suivi scientifique** sur un long-terme est indispensable pour évaluer le succès (partiel ou total)
- Une **analyse coûts/bénéfices** est souhaitable... si elle est faisable!

Conclusions

- La lutte biologique **n'est pas une solution miracle**. Coûteuse et longue dans sa phase initiale de recherche elle est néanmoins économiquement rentable sur un long-terme puisqu'elle permet de contrôler d'une manière permanente une peste sur de vastes surfaces envahies, notamment dans des zones inaccessibles pour l'homme
- lutte biologique **n'est pas une méthode dangereuse** si les agents de lutttes biologiques ont été correctement testés au préalable et s'ils se révèlent être hautement spécifiques à l'espèce-cible que l'on veut contrôler
- Il est souvent nécessaire de mener une **lutte intégrée** qui associe des méthode de contrôle manuel, mécanique, ou chimique

Références

- **Briese, D.T. 2000 Classical Biological Control.** Pp. 161-192 *in* Sindel, B. (ed.), Australian Weed Management Systems. RG & FJ Richardson Press.
- **DeBach, P. & Rosen, D. 1991 Biological Control of Natural Enemies, 2nd edition.** Cambridge University Press
- **Hajek, A. 2004. Natural Enemies. An Introduction to Biological Control.** Cambridge University Press
- **Harley, K.L.S. & Forno, I.W. 1992 Biological Control of Weeds: a handbook for practitioners and students.** Inkata Press
- **Julien, M.H. & Griffiths, M.W. 1998 Biological Control of Weeds: a world catalogue of agents and their target weeds, 4th edition.** ACIAR, CABI Publishing
- **Waterhouse, D.F. & Norris, K.R. 1987 Biological Control Pacific Prospects.** Inkata Press

Sites Internet

- CSIRO (Australia) Biological Control of Weeds
www.csiro.au/org/WeedBiocontrol.html
- CAB International (Suisse) www.cabi.org
- USDA (USA) www.aphis.usda.gov
- Hawaii Dept of Agriculture Plant Pest Control Branch
<http://hawaii.gov/hdoa/pi/ppc>
- Landcare Research (New Zealand) www.landcareresearch.co.nz
- CILBA Complexe International de Lutte Biologique Agropolis
(Montpellier, France) www.cilba.agropolis.fr
- USDA European Biological Control Laboratory (Montferrier-sur-
Lez, France) <http://www.ars-ebcl.org>
- CIRAD www.cirad.fr
- INRA www.inra.fr