

# La ciguatera dans les îles du Pacifique entre 1998 et 2008<sup>1</sup>

Mark P. Skinner,<sup>2</sup> Tom D. Brewer,<sup>3</sup> Ron Johnstone,<sup>4</sup>

Lora E. Fleming<sup>5,6</sup> et Richard J. Lewis<sup>7\*</sup>

## Résumé

La ciguatera est une forme d'ichtyosarcotoxisme qui touche toutes les régions tropicales, et plus particulièrement les milieux insulaires vulnérables, tels que ceux des États et Territoires insulaires océaniques en développement. L'ingestion de poisson ciguatoxique provoque des manifestations neurologiques, gastro-intestinales ou cardiaques aiguës. Certaines personnes intoxiquées peuvent souffrir d'atteintes neurologiques chroniques pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois. Malheureusement, l'incidence réelle de la maladie et ses conséquences sur les communautés humaines et la santé des écosystèmes restent largement méconnues.

Un questionnaire a été envoyé par courriel aux autorités sanitaires et aux services des pêches des États et Territoires insulaires océaniques afin de mesurer l'incidence de la ciguatera. Les données recueillies ont été soumises à une série d'analyses (test t, rapport d'incidence, corrélation des rangs et analyse de régression).

Au total, 39 677 cas ont été recensés dans dix-sept États et Territoires insulaires océaniques, soit un taux d'incidence annuel moyen de 194 cas pour 100 000 habitants entre 1998 et 2008, contre 104 pour 100 000 entre 1973 et 1983. On enregistre une augmentation de 60 % des nouveaux cas annuels dans les pays ayant communiqué des chiffres pour les deux périodes. Sachant que nombre de cas n'ont pas été déclarés, on estime que quelque 500 000 Océaniques ont pu contracter la ciguatera au cours des 35 dernières années.

Ce taux d'incidence dépasse les estimations réalisées précédemment dans la région et à l'échelon mondial, et fait figurer la ciguatera au rang des maladies aiguës et des maladies chroniques posant un problème de santé publique majeur. Pour s'attaquer à ce problème, qui risque de s'aggraver à mesure que le milieu naturel évolue, il convient de constituer des équipes de chercheurs pluridisciplinaires, dotées de moyens solides, afin de traduire les dernières avancées scientifiques en mesures de gestion concrètes.

## Introduction

Les États et Territoires insulaires océaniques en développement doivent faire face à la double menace croissante des maladies aiguës et des maladies chroniques, qu'il s'agisse du VIH/sida ou de l'obésité. Qui plus est, les populations océaniques sont particulièrement vulnérables aux problèmes environnementaux engendrés par l'élévation du niveau de la mer et les phénomènes météorologiques extrêmes associés au réchauffement climatique. La ciguatera est une maladie tropicale et subtropicale répandue, insuffisamment tenue responsable des maladies, aiguës ou chroniques, qui frappent les communautés insulaires, et dont le taux d'incidence pourrait augmenter sous l'effet d'une vulnérabilité accrue (liée à la pauvreté, au réchauffement climatique ou à l'eutrophisation, par exemple) (Lehane and Lewis 2000; Lewis 1992).

La ciguatera est provoquée par l'ingestion de poisson corallien contaminé par des ciguatoxines et autres toxines véhiculées par des dinoflagellés (microalgues) et des cyanobactéries (Lehane and Lewis 2000; Friedman et al. 2008). Les ciguatoxines s'accumulent dans les organismes et leur concentration augmente à mesure que l'on monte les échelons de la chaîne

alimentaire, que ce soit directement, par l'intermédiaire des poissons herbivores, ou indirectement, par celui des poissons carnivores (Lehane and Lewis 2000). Suite à la consommation de poisson corallien ciguatoxique, divers symptômes de gravité variable peuvent apparaître, allant des troubles neurologiques, gastro-intestinaux ou cardiaques aigus, aux atteintes neurologiques chroniques pouvant durer plusieurs semaines, voire plusieurs mois (Lehane and Lewis 2000; Friedman et al. 2008). La ciguatera sévit aux quatre coins du globe, dans les eaux côtières tropicales, et sa prévalence est particulièrement forte dans les États et Territoires insulaires océaniques. Quant aux cas de ciguatera signalés dans les zones tempérées, ils trouvent leur origine dans les voyages et l'exportation de poissons coralliens. Les intoxications ciguatériques passent souvent inaperçues, faute de diagnostic adéquat ou de notification aux services compétents. Seuls 2 à 10 % des cas sont déclarés auprès des autorités sanitaires (Friedman et al. 2008). S'agissant du taux d'incidence de la ciguatera en Océanie, les estimations annuelles vont de 0,5 cas (Hawaii) à 5 850 cas (Polynésie française) pour 10 000 habitants (Friedman et al. 2008). Alors que le poisson est la principale source de protéines pour nombre d'Océaniques, on ne compte plus les îles régulièrement affectées

<sup>1</sup> Le présent article a été publié pour la première fois dans le numéro de décembre 2011 de PLoS Neglected Tropical Diseases (disponible sur le site <http://www.plosntd.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pntd.0001416>).

<sup>2</sup> National Research Centre for Environmental Toxicology (Entox), The University of Queensland, Australia

<sup>3</sup> ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies, James Cook University, Australie

<sup>4</sup> Coastal Ecosystems & Resource Management, School of Geography, The University of Queensland, Australie

<sup>5</sup> European Centre for Environment and Human Health, Peninsula College of Medicine, Royaume-Uni

<sup>6</sup> NSF NIEHS Oceans and Human Health Center, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences, University of Miami, USA

<sup>7</sup> Institute of Molecular Bioscience, The University of Queensland, Australie

\* Auteur pour la correspondance: Richard Lewis (r.lewis@imb.uq.edu.au)

par des flambées ciguatériques aux conséquences potentiellement désastreuses pour les populations des petites îles en cas de consommation de poisson toxique (Lewis 1992).

Les dinoflagellés de la famille *Gambierdiscus*, qui colonisent les macroalgues et les algues filamenteuses qui recouvrent les récifs coralliens, produisent des ciguatoxines, principales responsables de la ciguatera. Les dégradations ou perturbations du milieu corallien, notamment lorsque les poissons herbivores ne parviennent pas à réguler la prolifération d'algues, favorisent le développement de *Gambierdiscus* et, donc, augmentent le risque ciguatérique (Tester et al. 2010). En dépit des nombreux travaux de recherche menés à ce jour, des zones d'ombre subsistent concernant les facteurs écologiques et environnementaux à l'origine de la prolifération des agents étiologiques. De plus, nous ignorons encore le rôle éventuel joué par d'autres dinoflagellés, tels qu'*Ostreopsis* (producteur de palytoxines) et *Prorocentrum* (producteur d'acide okadaïque et de toxines DSP), ou par les cyanobactéries marines (Rongo and van Woessik 2010). À l'heure actuelle, la présence de ciguatoxines ne peut être décelée que chez les poissons, et seuls les laboratoires spécialisés sont en mesure de révéler celle de *Gambierdiscus*. Chez l'être humain, le diagnostic se fonde presque exclusivement sur les signes cliniques consécutifs à l'ingestion récente de poisson potentiellement ciguatoxique. Ce constat nuit à une prise en charge efficace des malades et met en lumière des besoins importants en matière de recherche (Lehane and Lewis 2000; Friedman et al. 2008).

Plusieurs théories ont été avancées pour expliquer les cas de ciguatera et la présence de dinoflagellés ciguatoxiques. En Océanie, les activités militaires ayant entraîné une dégradation des récifs coralliens, notamment pendant la Seconde Guerre mondiale, ainsi que les essais nucléaires, ont été tenus responsables de flambées ciguatériques et de variations de l'incidence de la ciguatera par endroits (Ruff 1989). La prévalence de la ciguatera dans le Pacifique Sud augmente de manière spectaculaire lorsque la température moyenne des eaux de surface atteint un minimum de 28 à 29 °C (Llewellyn 2010). De l'avis de certains, la température élevée des eaux de surface, conséquence du changement climatique, aggrave d'ores et déjà l'étendue et les effets de la ciguatera (Chateau-Degat et al. 2007; Hales et al. 1999). Les cas de ciguatera surviendraient majoritairement dans les régions les plus chaudes des Caraïbes, et tous les cas locaux coïncideraient avec une température annuelle moyenne supérieure à 25 °C (Tester et al. 2010). Par ailleurs, il est prouvé que l'eutrophisation et la hausse des températures des eaux de surface favorisent la croissance de *Gambierdiscus*, et, donc, une augmentation de la densité cellulaire (Parsons et al. 2010).

Sous l'effet de l'activité humaine, les dinoflagellés benthiques, dont ceux appartenant à la famille *Gambierdiscus*, peuvent étendre leur périmètre biogéographique. Véhiculés par les eaux de ballast, ils pourront ainsi coloniser des lieux jusqu'à exempts de ciguatera (Burkholder et al. 2007). On sait aujourd'hui que certaines espèces de *Gambierdiscus* sont bien plus ciguatoxiques que d'autres (Chinain et al. 2010), et que les efflorescences algales provoquées par ces espèces accroissent sensiblement le risque ciguatérique.

Compte tenu de l'évolution des régimes climatiques à l'échelle de la planète, de la dégradation accrue des milieux aquatiques côtiers du fait de l'aménagement du littoral et de l'érosion terrestre, et de l'exploitation plus intense des ressources marines

côtières, il est à prévoir que les cas de ciguatera vont se multiplier (Tester et al. 2010; Stinn et al. 2000). Partons donc de l'hypothèse que la ciguatera représente une menace croissante en Océanie, tant pour la santé de l'être humain que pour celle de l'environnement. Pour tester cette hypothèse, nous ferons le point sur l'évolution du taux d'incidence de la ciguatera dans le Pacifique et ses conséquences sociales, et nous procéderons à l'analyse comparative de deux périodes, de onze années chacune : 1973–1983 et 1998–2008.

## Méthodologie

Le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS), l'Institut Louis Malarde (Tahiti), l'Institut Louis Pasteur (Nouvelle-Calédonie) et l'Institut de recherche pour le développement (IRD) ont organisé conjointement un séminaire sur la ciguatera à Nouméa, en octobre 2008. À cette occasion, nombre de participants océaniens se sont exprimés en faveur du renforcement de la lutte contre la ciguatera. Soucieux de dresser un état des lieux afin de mieux comprendre l'étendue et la nature du problème, nous avons envoyé un questionnaire à tous les États et Territoires insulaires océaniens. Les informations utilisées dans le cadre de la présente étude proviennent des autorités sanitaires nationales compétentes (ministères et départements de la santé et de la santé publique).

## Questionnaire

Pour obtenir les données relatives à la période 1998–2008, nous avons d'abord pris contact avec la Division pêche, aquaculture et écosystèmes marins de la CPS afin d'obtenir la liste des institutions océaniques chargées de tenir à jour les fichiers concernant les cas de ciguatera. Nous avons estimé que ces sources de données étaient comparables à celles utilisées pour l'étude de Lewis (1986). Le questionnaire susmentionné (annexe S1) a été envoyé par courriel aux institutions compétentes en octobre 2009. Quatre rappels ont suivi. En avril 2010, tous les questionnaires dûment complétés nous avaient été renvoyés.

Le questionnaire a été mis au point par les coauteurs du présent article, en collaboration avec les États et Territoires insulaires océaniques. Pour assurer une certaine cohérence dans la collecte de données et permettre des comparaisons d'une étude à l'autre, des questions et des définitions tirées d'études antérieures ont été incluses. Les trois grandes rubriques du questionnaire ont permis de recueillir des informations sur les problématiques suivantes : 1) l'incidence temporelle de la ciguatera ; 2) les perturbations environnementales, afin de déterminer si l'état des récifs coralliens, le blanchissement des coraux et les cyclones peuvent influencer sur l'incidence de la ciguatera (sachant que ces données sont considérées comme des suppositions de la part du répondant) ; et 3) les conséquences sociales de la ciguatera, y compris la modification des régimes alimentaires et les pathologies connexes, la gestion en amont ou en aval de la ciguatera, et le souhait de bénéficier ou non d'une assistance extérieure en cas de flambée ciguatérique.

## Analyses statistiques

### 1) Incidence temporelle de la ciguatera

Pour tester l'hypothèse de départ selon laquelle l'incidence de la ciguatera par habitant a considérablement augmenté, nous

avons comparé les données issues de la présente étude (1998–2008) et celles tirées des travaux de Lewis (1986), qui a étudié l'épidémiologie de la ciguatera en Océanie entre 1973 et 1983. Nous avons cherché à détecter toute évolution substantielle de l'incidence de la ciguatera dans les États et Territoires insulaires océaniques en comparant les taux d'incidence annuels moyens (pour 100 000 habitants) relevés dans chaque État ou Territoire au cours des deux périodes considérées au moyen d'un test *t* jumelé, en tenant compte des valeurs manquantes. Nous nous sommes ensuite attachés à déterminer l'évolution générale des cas de ciguatera, sur la base des taux d'incidence annuels (pour 100 000 habitants) enregistrés dans les États et Territoires insulaires océaniques au cours des deux périodes considérées, au moyen d'un test *t* pour échantillons indépendants et d'une régression linéaire, en tenant compte des valeurs manquantes. Toutes les valeurs (incidence totale et incidence moyenne) ont été normalisées avant analyse grâce à une transformation logarithmique. Pour finir, nous présentons également le rapport d'incidence de la ciguatera (1998–2008/1973–1983), en tenant compte des valeurs manquantes.

## 2) Perturbations environnementales

Au moyen d'un test *t* pour échantillons indépendants, nous avons cherché à savoir si l'incidence de la ciguatera coïncidait avec la survenue de cyclones ou l'apparition de phénomènes de blanchissement des coraux. L'existence d'un lien éventuel avec l'état des récifs coralliens a par ailleurs été étudiée à l'aide d'une corrélation des rangs. Nous avons traité par transformation logarithmique le taux d'incidence totale de la ciguatera (pour 100 000 habitants) dans les pays océaniques, au cours de

la période 1998–2008, et nous l'avons utilisé comme mesure de l'incidence dans toutes les analyses sur les perturbations environnementales, en tenant compte des valeurs manquantes.

## 3) Conséquences sociales de la ciguatera

Au moyen d'un test *t* pour échantillons indépendants, nous avons vérifié si l'incidence de la ciguatera par habitant était associée à un changement de régime alimentaire, à des problèmes médicaux secondaires, à une gestion en amont ou en aval de la ciguatera, ou à une assistance supplémentaire, perçue comme bénéfique. Les valeurs manquantes ont été prises en compte. Plusieurs répondants n'ont pas rempli cette rubrique du questionnaire. Au moyen d'un test *t* pour échantillons indépendants, nous avons donc comparé les taux d'incidence des pays qui avaient répondu et des autres, et vérifié que l'absence de réponse n'était pas en rapport avec l'incidence de la ciguatera, qu'elle soit faible ou élevée.

## Résultats

La quasi-totalité des États et Territoires insulaires océaniques ont répondu au questionnaire (17 au total, soit 85 % des États et Territoires participants), mais seule la moitié des pays ont rempli toutes les rubriques. Nous avons pris contact avec les autorités sanitaires et pu ainsi obtenir toutes les données manquantes sur la ciguatera. D'autres rubriques du questionnaire, qui n'étaient pas directement liées à la dimension sanitaire de la ciguatera, sont restées sans réponse ou ont été transmises aux autorités compétentes, afin d'être dûment remplies.

Tableau 1. Cas de ciguatera et taux d'incidence annuel moyen pour 100 000 Océaniques entre 1998 et 2008.

PICT	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total	Population	Incidence
Îles Cook	215	156	138	133	183	227	469	421	258	245	242	2 687	17 000	1 436,90
Polynésie française	1 890	1 890	702	640	779	620	583	438	-	420	572	8 534	259 600	328,74
Fidji	1 754	2 827	1 932	1 715	1 100	559	547	428	617	772	1 004	13 255	837 000	143,97
Guam	1	7	7	5	5	4	0	4	4	2	3	42	165 000	2,31
État de Hawaï **	-	41	37	59	68	64	35	27	25	18	31	405	1 250 000	3,24
Kiribati	361	467	675	524	463	184	63	77	46	64	259	3 183	92 500	312,83
Mariannes du nord	65	30	40	41	40	33	57	81	43	35	29	494	80 400	55,86
Îles Marshall	-	118	112	178	482	171	233	195	245	178	210	2 122	51 000	416,08
Nouvelle-Calédonie	74	38	22	16	14	4	10	6	24	13	18	239	230 800	9,41
Nauru	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10 065	0
Niue	0	0	0	0	20	0	1	2	15	1	11	50	1 500	303,03
Palau*	1	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	5	19 900	2,28
Samoa	1	4	3	2	3	5	2	-	-	-	-	20	180 741	1,58
Tokelau	58	30	39	20	43	20	18	7	14	16	14	279	1 609	1 576,36
Tonga	-	-	-	21	25	34	30	36	-	-	-	146	101 000	28,91
Tuvalu	0	0	12	0	0	0	36	1	34	4	2	89	9 600	84,28
Vanuatu	127	815	873	580	556	811	865	952	974	905	669	8 127	186 000	397,21
Wallis & Futuna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13 400	0
<b>Total</b>	<b>4 547</b>	<b>6 424</b>	<b>4 592</b>	<b>3 934</b>	<b>3 781</b>	<b>2 736</b>	<b>2 949</b>	<b>2 677</b>	<b>2 300</b>	<b>2 673</b>	<b>3 064</b>	<b>39 677</b>	<b>3 507 115</b>	<b>194,63</b>

\* Aucun test *t* pour échantillons indépendants permettant de comparer les moyennes annuelles d'une période à l'autre n'a été réalisé, et le rapport d'incidence n'a pas été calculé.

+ Aucun test *t* jumelé permettant de comparer les moyennes nationales d'une période à l'autre n'a été réalisé.

N.B.: Par « incidence », on entend le taux d'incidence annuel moyen (pour 100 000 habitants) dans tous les États et Territoires insulaires océaniques, exception faite de l'État de Hawaï, pendant les onze années de la période considérée (données manquantes prises en compte).

Doi:10.1371/journal.pntd.0001416.t001

Pendant l'ensemble de la période considérée (1973–2008), qui couvre l'étude de Lewis (1986) et la présente étude, on observe une nette augmentation globale de l'incidence de la ciguatera ; il est à noter cependant que les résultats varient selon les pays (figure 1). La ciguatera est en hausse aux Îles Cook, à Vanuatu, aux Fidji, à Tokelau, aux Îles Marshall, à Niue, aux Tonga et à Palau (tableau 3). Dans d'autres pays en revanche (comme Tuvalu et la Nouvelle-Calédonie), l'incidence de la ciguatera a baissé. Entre 1973 et 1983, seuls quatre

pays affichaient un taux d'incidence supérieur à 300 cas pour 100 000 habitants ; aujourd'hui ils sont au nombre de sept. Les Fidji ont détrôné la Polynésie française et comptent désormais le plus grand nombre de cas de ciguatera. Jadis, seuls quatre pays enregistraient plus de 2 000 cas par an. Ils sont six aujourd'hui. Aux Fidji, en Polynésie française, à Vanuatu, à Kiribati, aux Îles Cook et à Tokelau, le nombre de cas a augmenté, tandis qu'en Nouvelle-Calédonie, à Tuvalu et à Guam, il a diminué.

Tableau 2. Cas de ciguatera et taux d'incidence (pour 100 000 habitants) dans les États et Territoires insulaires océaniques participants à l'étude pour la période 1998–2008.

	Archipel	Cas de ciguatera	Population	Incidence moyenne**
Polynésie française	Gambier	542	1 337	4 504
	Marquises	2 636	8 632	3 393
	Tuamotu	3 590	15 510	2 571
	Australes	1 617	6 310	2 567
	Société	2 399	227 807	105
Vanuatu	Penama	1 855	26 600	699
	Sanma	1 933	36 100	488
	Malampa*	1 424	32 700	483
	Torba	329	8 800	341
	Shefa	1 969	54 400	329
	Tafea	537	29 000	169
Îles Marshall	Majuro	1 081	25 400	425
	Chaîne de Ralik	366	19 915	186
	Chaîne de Ratak	650	5 525	1 177
Kiribati	Îles du sud	413	1 519	2 502
	Îles du centre	630	7 550	755
	Îles de la Ligne	288	8 809	295
	Îles du nord	1 840	60 198	227
	Kanton (Îles Phoenix)	13	41	2 927

\* Pour Malampa, les chiffres indiqués concernent la période 1998–2006.

\*\* Incidence moyenne = nombre de cas pour 100 000 habitants.

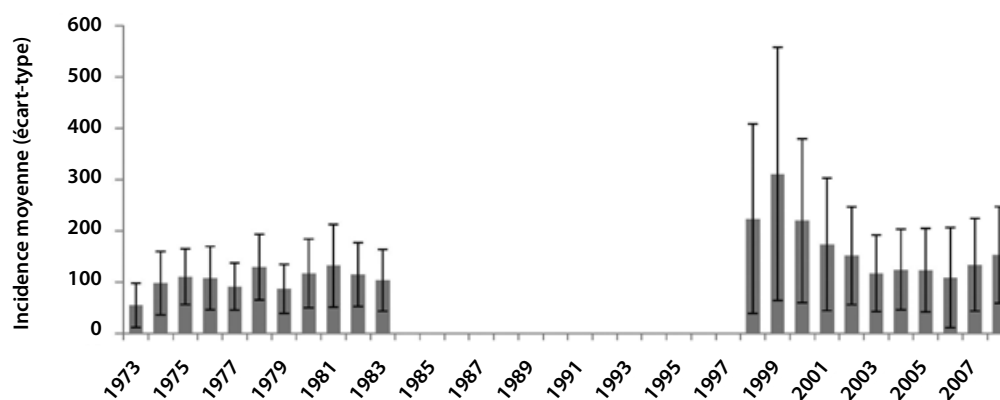


Figure 1. Incidence annuelle de la ciguatera en Océanie. Il s'agit là de l'incidence annuelle moyenne (pour 100 000 habitants) de la ciguatera dans les États et Territoires insulaires océaniques au cours de la période 1973–2008. Faute de données comparables concernant les deux périodes considérées, Hawaii, les Îles Mariannes du Nord, les Îles Marshall et Palau ne sont pas pris en compte.

### Incidence temporelle de la ciguatera

Le nombre de cas déclarés pendant la période 1998–2008 indique une variation interannuelle importante d'un pays à l'autre, voire d'une région à l'autre au sein d'un même pays. Aux Fidji, à Kiribati et en Polynésie française, la plupart des cas ont été signalés en début de période. Aux Îles Cook, aux Îles Marshall, à Tokelau, aux Îles Mariannes du Nord et à Hawaï, le nombre de cas annuels déclarés a culminé en milieu de période. À Vanuatu, les cas déclarés étaient plus nombreux en fin de période, et aux Fidji, depuis 2005, le nombre de cas de ciguatera est en hausse continue. Concernant Palau, Hawaï, Guam, le Samoa, Wallis

Tableau 3. Classement des États et Territoires insulaires océaniques en fonction du taux d'incidence de la ciguatera pour 100 000 habitants (1973–1983 et 1998–2008).

PICT	1973–1983		1998–2008		Δ*
	Incidence	Classement	Incidence	Classement	
Îles Cook	2	16	1 453	2	>15
Polynésie française	565	2	344	3	<1
Fidji	17	11	144	8	>3
FSM*	2	16	ND		SO
Guam	8	14	2	14	0
État de Hawaï	NR		3	18	SO
Kiribati	393	4	314	7	<3
Îles Marshall	282	5	416	4	>1
Nauru	11	13	0	16	<3
Nouvelle-Calédonie	148	6	10	12	<6
Niue	84	8	333	6	>2
Mariannes du Nord	130	7	56	10	<3
Palau	0	18	5	13	>4
Samoa	57	9	2	15	<6
Tokelau	995	1	1 554	1	0
Tonga	17	12	29	11	>1
Tuvalu	462	3	83	9	<6
Vanuatu	22	10	397	5	>5
Wallis & Futuna	5	15	0	16	<2

\* Progression dans le classement; ND = Non déclarée; SO = Sans objet  
Doi:10.1371/journal.pntd.0001416.t003

Tableau 4. Évolution de l'incidence de la ciguatera entre les périodes 1973–1983 et 1998–2008.

	1973–1983 Moyenne (écart-type)	1998–2008 Moyenne (écart-type)	Test t	Valeur p (r <sup>2</sup> )
État ou Territoire <sup>^</sup>	167,3 (209,7)	300 (479,6)	-0,065	0,949
Année <sup>†</sup>	104,3 (21,6)	167,3 (61,5)	-3,617	0,002
Année <sup>††</sup>	104,3 (21,6)	167,3 (61,5)	3,114	0,005 (0,33)

<sup>^</sup> test t jumelé

<sup>†</sup> test t pour échantillons indépendants (prémisse d'homogénéité des variances)

<sup>††</sup> régression linéaire

et Futuna et Nauru, ils enregistrent tous des taux d'incidence relativement constants, inférieurs à 5 cas pour 100 000 habitants (tableau 1). Des données supplémentaires sur l'incidence de la ciguatera dans les archipels des États et Territoires insulaires océaniques figurent au tableau 2.

L'analyse statistique de l'évolution temporelle de la ciguatera aboutit à des résultats divers. Après comparaison de la situation dans tous les États et Territoires insulaires océaniques (sauf l'État de Hawaï, qui n'a pas été couvert par Lewis (1986)) au moyen d'un test t jumelé, on ne relève aucune différence significative sur le plan statistique entre les taux d'incidence moyens relevés au cours de la période 1973–1983 et ceux relevés au cours de la période 1998–2008 ( $p = 0,949$ ) (tableau 4). D'une période à l'autre, on note une différence très importante dans les taux d'incidence moyens lorsque l'on compare les valeurs annuelles ( $p = 0,002$ ) au moyen d'un test t pour échantillons indépendants. La régression linéaire des taux d'incidence annuels moyens entre 1973 et 2008 s'avère également significative sur le plan statistique ( $p = 0,005$ ) malgré une variation interannuelle importante. Le rapport d'incidence (incidence annuelle moyenne pour la période 1998–2008 / incidence annuelle moyenne pour la période 1973–1983) étant de 1,60, on observe une augmentation de 60% de l'incidence annuelle moyenne entre les deux périodes. Faute de données suffisantes, Hawaï, les Îles Mariannes du Nord, les Îles Marshall et Palau n'ont pas été pris en compte dans le test t pour échantillons indépendants, l'analyse de régression ou le calcul du rapport d'incidence (tableau 1).

### Perturbations environnementales

Sur les 18 États et Territoires insulaires océaniques étudiés, onze se sont exprimés concernant les trois catégories de perturbations environnementales retenues (blanchissement des coraux, cyclones et état du récif). La Nouvelle-Calédonie, pour sa part, a

seulement fait état du blanchissement des coraux (tableau 5). Les trois catégories de perturbations environnementales susmentionnées ont toutes été associées à l'apparition de cas de ciguatera. Toutefois, aucune corrélation significative sur le plan statistique n'a été établie entre les taux d'incidence annuels moyens de la ciguatera, d'une part, et le blanchissement des coraux ( $p = 0,20$ ), les cyclones ( $p = 0,17$ ) ou l'état perçu du récif ( $p = 0,57$ ), d'autre part.

### Conséquences sociales de la ciguatera

Les réponses données au sujet des conséquences sociales de la ciguatera indiquent que l'incidence de la ciguatera pourrait avoir des effets délétères sur les populations océaniques. Sept pays ont fait état de modifications du régime alimentaire consécutives à la ciguatera, tandis que six autres n'ont signalé aucune modification. Sept pays rapportent des problèmes médicaux

secondaires (comme le diabète, conséquence de la modification du régime alimentaire). Cinq pays tiennent la ciguatera pour responsable de la modification du régime alimentaire et de l'apparition de problèmes médicaux secondaires. Sept pays affirment avoir pris des mesures de gestion en aval (interdiction de l'accès aux zones de pêche à risque, par exemple) afin de lutter contre les flambées ciguatériques. Quatre pays se sont abstenus de toute mesure de ce type. Quatre pays déclarent avoir pris des mesures de gestion en amont (gestion des bassins versants, par exemple), tandis que quatre autres signalent l'absence de telles mesures. Alors que huit pays indiquent qu'une assistance supplémentaire leur permettrait de mieux lutter contre la ciguatera, quatre autres estiment que non.

On constate l'existence d'un lien marginalement significatif sur le plan statistique entre le taux d'incidence de la ciguatera par habitant, d'une part, et la modification du régime alimentaire ( $p = 0,06$ ) ou encore la survenue de problèmes médicaux secondaires ( $p = 0,08$ ), d'autre part (tableau 6). Aucune corrélation n'a été établie entre le taux d'incidence de la ciguatera par habitant et la gestion du problème, quelle soit assurée en amont ou en aval. En revanche, une corrélation a pu être établie entre le taux d'incidence de la ciguatera par habitant et une gestion de la ciguatera perçue comme plus efficace suite à l'octroi d'une assistance supplémentaire ( $p = 0,013$ ). On ne relève aucune différence significative sur le plan statistique ( $p \leq 0,05$ ) concernant le taux d'incidence de la ciguatera par habitant entre les pays qui ont répondu aux questions sur les conséquences sociales de la ciguatera et ceux qui n'y ont pas répondu.

### Discussion

La présente étude débouche sur quatre conclusions importantes. Premièrement, l'hypothèse selon laquelle l'incidence de la ciguatera a considérablement augmenté dans le Pacifique depuis les années 1970 est vérifiée, même si l'on enregistre des résultats très différents d'une région à l'autre. Deuxièmement, l'étude ne permet pas de prévoir les causes du déclenchement des flambées ciguatériques, d'où la nécessité d'approfondir les recherches et de prendre des mesures de gestion à l'échelon local. Troisièmement, comme il a été indiqué plus haut (Lewis 1992), la ciguatera

Tableau 5. Cyclones, blanchissement des coraux et état du récif tels que perçus par les pays pour la période 1998-2008.

État ou Territoire	Blanchissement	Cyclones	État du récif
Îles Cook	Oui	Oui	Mauvais
Polynésie française	-	-	-
Fidji	-	-	-
Guam	Oui	Oui	Mauvais
Hawaii	Non	Non	Bon
Kiribati	Non	Non	Bon
Îles Mariannes du Nord	-	-	-
Îles Marshall	Oui	Oui	Bon
Nouvelle-Calédonie (nord)	Oui	-	-
Nauru	-	-	-
Niue	Oui	Oui	Moyen
Palau	Non	Non	Bon
Samoa	Oui	Oui	Bon
Tokelau	Oui	Oui	Moyen
Tonga	Oui	Oui	Moyen
Tuvalu	-	-	-
Vanuatu	-	-	-
Wallis et Futuna	Non	Non	Moyen

Tableau 6. Rapports entre le taux d'incidence par habitant et les conséquences sociales de la ciguatera.

	Non			Oui			Test t	Valeur p
	N	Moyenne	Écart-type	N	Moyenne	Écart-type		
Modification du régime alimentaire	6	82,14	125,67	6	452,98	571,66	-2,123	0,060
Problèmes médicaux	5	90,83	133,53	7	554,38	669,26	-1,958	0,079
Gestion en aval	4	438,41	681,6	7	379,81	555,13	-0,371	0,719
Gestion en amont	5	444,54	649,49	4	546,24	619,78	-0,297	0,775
Assistance supplémentaire	4	8,20	13,84	8	525,11	624,19	-2,993	0,013

continue d'avoir des effets délétères sur les sociétés insulaires océaniques (modification du régime alimentaire et pathologies connexes, dont le diabète, par exemple). Quatrièmement, les initiatives menées jusqu'à présent sont insuffisantes, bien que plusieurs pays océaniques reconnaissent qu'une assistance supplémentaire leur permettrait de mieux lutter contre la ciguatera. Un soutien adapté et une action homogène apporteraient peut-être des solutions pour combattre plus efficacement une maladie que l'on peut tenir pour responsable de nombre des affections aiguës et chroniques enregistrées dans la région.

Sur la base de l'analyse comparative des résultats de la présente étude et des résultats précédents, il apparaît que le taux d'incidence global de la ciguatera (pour 100 000 habitants) a considérablement augmenté en Océanie entre la période 1973-1983 (104 cas/100 000 habitants en moyenne (Lewis 1986)) et la période 1998-2008 (194 cas/100 000 habitants en moyenne). Selon les données communiquées par les pays, le taux d'incidence annuel de la ciguatera a donc enregistré une hausse de 60 % d'une période à l'autre (figure 1). Deux pays illustrent particulièrement bien la volatilité du taux d'incidence de la ciguatera : les Îles Cook (où le taux d'incidence est passé de 2 cas à 1 554 cas/100 000 habitants) et Tuvalu (où le taux d'incidence a chuté, passant de 462 cas à 83 cas pour 100 000 habitants). De plus, bien qu'il semble que les taux d'incidence aient baissé par la suite, ceux-ci restent néanmoins supérieurs aux niveaux rapportés par Lewis (1986). Le fait que l'analyse comparative des taux d'incidence relevés dans les différentes régions des États et Territoires insulaires océaniques au cours des deux périodes considérées (test *t* jumelé) n'ait donné aucun résultat concluant tend à prouver que la ciguatera est caractérisée par une forte variabilité spatio-temporelle. Son évolution temporelle à l'échelon local est donc difficile à prévoir. Toutefois, les analyses réalisées au moyen du test *t* pour échantillons indépendants et de la régression linéaire ont révélé une augmentation du taux d'incidence de la ciguatera à l'échelon régional. C'est donc à l'échelon régional qu'il convient d'agir.

Si l'on part de l'hypothèse que les cas officiellement déclarés représentent 20 % de l'incidence réelle de la ciguatera (estimation prudente) (Lewis 1986), le taux d'incidence moyen global en Océanie se situe alors à 970 cas pour 100 000 habitants au cours de la période 1998-2008. D'autres sources, elles, estiment que seuls 5 à 10 % des cas de ciguatera sont officiellement signalés (Friedman et al. 2008). Dans la région, si l'on s'appuie sur les valeurs moyennes des cas réels enregistrés au cours des trois périodes pour lesquelles des données sont disponibles [1 762 cas pour la période 1973-1983, 2 844 cas pour la période 1989-1992 (source : Service d'information épidémiologique et sanitaire du Pacifique Sud), et 3 607 cas pour la période 1998-2008 (données issues de la présente étude)], et que l'on considère que le taux de sous-déclaration se situe à 80 % au bas mot, on estime que quelque 500 000 Océaniques ont contracté la ciguatera depuis 1973.

S'il est vrai qu'un biais a pu se glisser dans la déclaration des données en raison de l'intensification des travaux de recherche et du regain d'intérêt entourant la ciguatera depuis la période 1973-1983, les données disponibles indiquent néanmoins que les taux de déclaration de la ciguatera varient considérablement d'un pays à l'autre entre 1998 et 2008. La présente étude ne vise pas à évaluer les conséquences de l'immigration

et de la réinstallation des populations au sein de la région sur l'incidence de la ciguatera (habitudes alimentaires parfois différentes). En revanche, elle apporte la preuve de la variabilité spatio-temporelle de la ciguatera et montre clairement que l'on ne saurait extrapoler de tendance générale sur l'évolution de la ciguatera à partir de données provenant d'un seul pays.

Force est de constater que nous avons recueilli relativement peu de réponses concernant le blanchissement des coraux, les cyclones et la dégradation des récifs coralliens. De telles perturbations environnementales se remarquent généralement à plus petite échelle, si bien qu'il serait opportun, pour mieux comprendre ces phénomènes, de réaliser ultérieurement des enquêtes de terrain plus approfondies, en collaboration avec les services de l'environnement, des pêches et de la météorologie compétents. Malgré les limites imposées par la méthode retenue pour la présente étude, nous avons pu démontrer que le taux d'incidence de la ciguatera tendait à être plus élevé dans les zones où l'on signale un blanchissement des coraux, des cyclones ou une dégradation des récifs coralliens.

Un lien plus étroit a été établi entre l'incidence de la ciguatera et les conséquences sociales des flambées ciguatériques. Nous avons également établi un lien marginalement significatif entre l'incidence de la ciguatera et la modification du régime alimentaire ou les pathologies connexes. Tout cela ne fait qu'alourdir le fardeau financier et social qui pèse d'ores et déjà sur les États et Territoires insulaires océaniques. S'attaquer aux causes sous-jacentes des flambées ciguatériques contribuera à réduire ce fardeau et permettra aux autorités océaniques de réaffecter leurs ressources limitées à d'autres dossiers prioritaires. Aucun lien n'a en revanche été mis au jour entre l'incidence de la ciguatera et les mesures de gestion adoptées en amont et en aval, ce qui met en lumière l'absence de démarche harmonisée et systématique de lutte contre la ciguatera dans la région. Les pays océaniques les plus touchés par la ciguatera ont exprimé clairement leur souhait de bénéficier d'une assistance supplémentaire, ce qui donne à penser que les États et Territoires insulaires océaniques seraient de manière générale très favorables à la création d'une instance extérieure chargée d'aider à harmoniser et à systématiser les actions entreprises. S'il convient de parfaire les méthodes de dépistage et de traitement existantes et d'en étudier de nouvelles, il faut également étudier la genèse des flambées ciguatériques, sans négliger les facteurs anthropiques et environnementaux, afin d'expliquer les hypothèses avancées dans la présente étude.

### Limites de l'étude

Il est possible que le degré de collaboration particulièrement élevé de la plupart des États et Territoires insulaires océaniques participant au projet explique en partie l'augmentation des déclarations de cas de ciguatera (tout comme d'autres modifications non précisées de l'infrastructure), et donc d'éventuels biais relatifs au taux de déclaration entre la période 1998-2008 et la période 1973-1983. Il est toutefois à noter que les données disponibles ont été communiquées au cours d'une décennie marquée par des intérêts rivaux dans le domaine de la santé publique et une pénurie de ressources pour surveiller les cas de ciguatera en Océanie. Comme pour toutes les études sur la ciguatera dans lesquelles la définition de cas n'inclut pas une confirmation active de la présence de ciguatoxines dans le poisson ingéré, des erreurs de diagnostic ont pu être commises ; à cet égard, rien n'a changé depuis les années 1970 (Friedman et al. 2008).

La présente étude ne traite pas non plus des causes possibles de la forte variabilité spatio-temporelle de la ciguatera (Tester et al. 2010). Il s'agissait pour les auteurs de démontrer que la ciguatera reste un problème majeur dans la région et que ce problème risque encore de s'aggraver. Pour combattre efficacement la ciguatera, il est indispensable d'investir comme il se doit dans la recherche et de poursuivre les campagnes d'information. S'il s'avère que le blanchissement des coraux, les cyclones, les naufrages et le mode d'exploitation des installations portuaires sont les principales causes des flambées ciguateriques, il est à prévoir que la tendance générale à la hausse du phénomène se confirmera dans la région. En d'autres termes, si nous ne faisons pas le nécessaire pour approfondir nos connaissances et peaufiner nos interventions, le problème de la ciguatera risque de devenir beaucoup plus onéreux à l'avenir.

## Conclusion

Cela fait plus de cinquante ans que les chercheurs planchent sur la ciguatera en Océanie. Pourtant, aucun plan d'action régional de lutte contre la ciguatera n'a vu le jour jusqu'à présent. D'après les conclusions de la présente étude, quelque 500 000 Océaniens ont pu contracter la ciguatera au cours des 35 dernières années, soit une prévalence vie entière de 25 %. Il est pour le moins incroyable que les pouvoirs publics de la région se soient autant désintéressés du problème. À l'heure actuelle, deux pays seulement disposent d'un programme de surveillance permanente, tandis qu'un seul est doté d'une petite unité de recherche sur la ciguatera (Laboratoire de recherche sur les micro-algues toxiques, Institut Louis Malardé, Polynésie française). Compte tenu de l'évolution rapide du milieu naturel (réchauffement de la planète, phénomènes météorologiques extrêmes, dégradation des récifs coralliens, etc.) et de la dépendance des populations océaniques à l'égard des ressources halieutiques pour leur survie physique et culturelle, des recherches approfondies sont nécessaires pour améliorer la prise en charge thérapeutique et le dépistage des ciguatoxines, d'une part, et mieux comprendre les facteurs environnementaux responsables de la ciguatera, d'autre part. Ainsi seulement peut-on espérer réduire les effets dévastateurs de la ciguatera et contrer leur probable multiplication.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les programmes pêches de la CPS pour leur soutien, ainsi que les personnes suivantes, qui ont bien voulu répondre au questionnaire : Teina Rongo, Tearoa Ionangi, Dr Aung (Îles Cook), Andy Tafleichig (États fédérés de Micronésie), Solo Qaranivalu (Fidji), Dr Mireille Chinain (Polynésie française), J. O'Mallan (Guam), R. Kane-naka, M. Wong, C. Giles, Paul Bienfang (Hawaii), Tonana George (Kiribati), F. Hernaez (Îles Marshall), Dr Zin (Nauru), O. Segur (Nouvelle-Calédonie), Dr Viwa Lailai, Vanessa Marsh (Niue), Ed Diaz, R. Brostrom, John Tagabuel (Îles Mariannes du Nord), Losii Samsel (Palau), Joyce Samuel, Maria Sapatu (Samoa), Lee Pearce (Tokelau), Dr Siale 'Akau'ola, Poasi Nga-luafé (Tonga), Dr Nese Ituaso-Conway, Avana M. Paelate (Tuvalu), L. Tarivonda, Yvannah Taga (Vanuatu), A. Fotofili (Wallis et Futuna).

## Bibliographie

- Burkholder J.M., Hallegraeff G.M., Melia G., Cohen A., Bowers H.A., Oldach D.W., Parrow M.W., Sullivan M.J., Zimba P.V., Allen E.H., Kinder C.A. and Mallin M.A. 2007. Phytoplankton and bacterial assemblages in ballast water of U.S. military ships as a function of port of origin, voyage time, and ocean exchange practices. *Harmful Algae* 6:486–518.
- Chateau-Degat M.L., Huin-Blondy M.O., Chinain M., Darius T., Legrand A.M., Nguyen N.L., Laudon F., Chansin R. and Dewailly E. 2007. Prevalence of chronic symptoms of ciguatera disease in French Polynesian adults. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 77:842–846.
- Chinain M., Darius H.T., Ung A., Cruchet P., Wang Z., Ponton D., Laurent D. and Pauillac S. 2010. Growth and toxin production in the ciguatera-causing dinoflagellate *Gambierdiscus polynesiensis* (Dinophyceae) in culture. *Toxicology* 56:739–750.
- Friedman M.A., Fleming L.E., Fernandez M., Bienfang P., Schrank K., Dickey R., Bottein M.-Y., Backer L., Ayyar R., Weisman R., Watkins S., Granade R. and Reich A. 2008. Ciguatera fish poisoning: treatment, prevention and management. *Marine Drugs (Special Issue on Marine Toxins)* 6:456–479.
- Hales S., Weinstein P., Woodward A. 1999. Ciguatera (fish poisoning), El Niño, and Pacific sea surface temperature. *Ecosystem Health* 5:19–25.
- Lehane L., Lewis R.J. 2000. Ciguatera: recent advances but the risk remains. *International Journal of Food Microbiology* 61:91–125.
- Lewis N.D. 1986. Epidemiology and impact of ciguatera in the Pacific – A review. *Marine Fisheries Review* 48:6–13.
- Lewis R.J. 1992. Socioeconomic impacts and management of ciguatera in the Pacific. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique* 85:427–434.
- Llewellyn L. 2010. Revisiting the association between sea surface temperature and the epidemiology of fish poisoning in the south Pacific: reassessing the link between ciguatera and climate change. *Toxicology* 56:691–697.
- Parsons M.L., Settemier C.J. and Bienfang P.K. 2010. A simple model capable of simulating the population dynamics of *Gambierdiscus*, the benthic dinoflagellate responsible for ciguatera fish poisoning. *Harmful Algae* 10:71–80.
- Rongo T. and van Woesik R. 2010. Ciguatera poisoning in Rarotonga, southern Cook Islands. *Harmful Algae* 10:345–355.
- Ruff T.A. 1989. Ciguatera in the Pacific: a link with military activities. *Lancet* 8631:201–205.
- Stinn J.F., de Sylva D.P., Fleming L.E., Hack E. 2000. Geographic information systems and ciguatera fish poisonings in the tropical western Atlantic region. In: Williams R.C., Howie M.M., Lee C.V., Henriques W.D. (Eds) *Proceedings of the 1998 Geographic Information Systems in Public Health, Third National Conference, San Diego, CA*. 223–233.
- Tester P.A., Feldman R.L., Nau A.W., Kibler S.R. and Litaker R.W. 2010. Ciguatera fish poisoning and sea surface temperatures in the Caribbean Sea and the West Indies. *Toxicology* 56:698–710.