

**DIARRHOEAL DISEASES CONTROL PROGRAMME**  
**Salmonellosis**

GUAM. — A territory of the United States of America. Guam is the southernmost island of the 672 kilometre-long chain of 15 islands which constitute the Marianas District of Micronesia in the Western Pacific. The island has an area of approximately 340 km<sup>2</sup>, is about 48 km long and 6.5 to 18 km wide.

The population of the island in 1981 was 108 897, including some 30 000 military personnel and their dependents. Prepaid health services are available to about 80% of the population by health maintenance organizations and the military services. By global standards, there is a relatively high standard of living approaching that prevailing in the United States of America.

The population is dispersed throughout the island with a concentration in the central part. There are 18 urban communities, designated *villages*, with a population size varying from 1 000 to 21 000. The capital is Agana, which in 1980 had a population of slightly over 4 000. There are 2 seasons: a rainy or wet season from about June to December, and a dry season from January to May.

**PROGRAMME DE LUTTE CONTRE LES MALADIES**  
**DIARRHÉIQUES**

**La salmonellose**

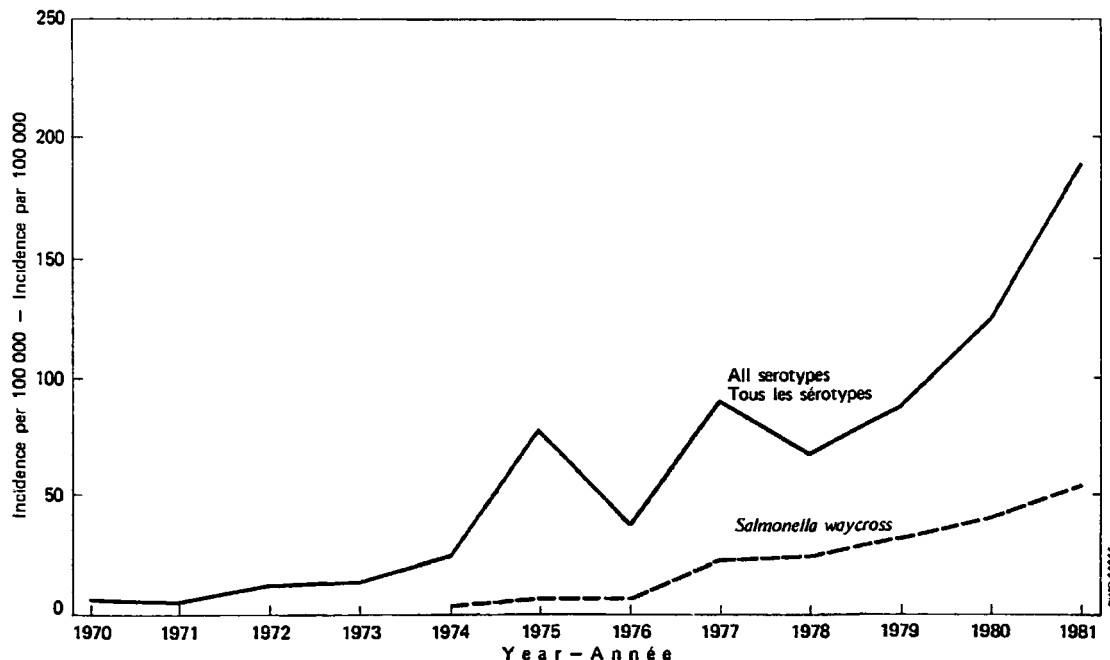
GUAM. — Territoire administré par les Etats-Unis d'Amérique, Guam est la plus méridionale des 15 îles alignées sur une longueur de 672 kilomètres qui constituent le District des Mariannes en Micronésie, dans le Pacifique occidental. L'île de Guam a une surface d'environ 340 km<sup>2</sup>; sa longueur est d'environ 48 km et sa largeur varie de 6,5 à 18 km.

En 1981, Guam comptait 108 897 habitants, dont quelque 30 000 militaires et leurs familles. Dans le cadre d'un système d'assurances, les organisations sanitaires et les forces armées dispensent des prestations à environ 80% de la population. Par rapport aux normes mondiales, le niveau de vie est relativement élevé, avoisinant celui qui prévaut aux Etats-Unis d'Amérique.

Dispersée dans toute l'île, la population est cependant concentrée dans la partie centrale. Il existe 18 communautés urbaines, appelées *villages*, dont la population varie de 1 000 à 21 000 personnes. La capitale est Agana qui, en 1980, comptait un peu plus de 4 000 habitants. On distingue 2 saisons: celle des pluies de juin à décembre et la saison sèche de janvier à mai.

*Fig. 1*

**Incidence of Salmonellosis, Guam, 1970-1981**  
**Incidence des salmonelloses, Guam, 1970-1981**



By global standards, the surveillance of salmonellosis on Guam is efficient, perhaps even exemplary. During the mid-1960s, the Guam Public Health Laboratory began routine *Salmonella* serotyping in conjunction with a voluntary programme of national surveillance promoted by the Association of State and Territorial Epidemiologists and the Centers for Disease Control. During the 1960s and 1970s there was a general upgrading of Guam's medical community and of health care delivery systems with an influx of USA-trained physicians. Many of these physicians were accustomed, by training and practice, to using laboratory services in the management and treatment of diarrhoeal diseases, particularly in hospital settings. Thus the number of stools submitted for laboratory examination increased during the past 2 decades. Efficient services and feed-back from the 2 primary civilian laboratories served to encourage this surveillance. The surveillance of enteric diseases generally was also promoted by a small, well-publicized outbreak of cholera in 1974. It was in that year that *Salmonella waycross* was first isolated on Guam.

Since the mid-seventies, there has been a progressive increase in the incidence of salmonellosis (Fig. 1). In 1974, about 8%, and in 1980, 20% of all stools submitted for culture to one of the principal laboratories were positive for *Salmonella*. These may be considered indices of the efficiency of the system and a measure of the sustained interest in *Salmonella* surveillance by the medical community. During the same period, *S. waycross* has emerged as the dominant serotype, accounting for about a third of all *Salmonella* reported in the past 5 years. *S. waycross* is an exceedingly rare serotype. In only 1 of the countries which export food to Guam has this serotype been prevalent, that is in Australia. In that country, this serotype has been associated with human diseases and isolated from horses, cattle, abattoirs, and a rodent-like marsupial. It has also been isolated in Australia from desiccated coconut imported from Sri Lanka. The products imported to Guam from Australia include meat (about 30% of all imported meat), bone meal for the manufacture of animal feeds, dried milk for the production of reconstituted "filled" milk and frozen beef. These are the kinds of products that have been incriminated in *Salmonella* outbreaks reported in the literature, although not specifically outbreaks caused by *S. waycross*. However, although this possibility cannot be definitely ruled out, there is no epidemiological or laboratory evidence to support the hypothesis that the increased incidence in Guam had its origin in an Australian food product. Moreover, the fact that *S. waycross* is not a problem in countries that import these same Australian products, including the USA which has a fairly good surveillance system, makes it unlikely that Australia is the source of the Guam epidemic.

The overall *Salmonella* incidence (all serotypes) reached a peak in 1981 at 187 per 100 000 population. The incidence of *S. waycross* also reached a peak in 1981 at 53 per 100 000. The highest incidence of *S. waycross* is in infants under 1 year of age; 76% of all *S. waycross* isolates from persons with known ages were in this age group, an incidence of 806 per 100 000 in 1981. In contrast, in the United States of America only 17% of reported *Salmonella* infections occurred in infants in 1981. There is no difference in incidence by sex in children or adults. *S. waycross* infections have a seasonal pattern with the highest incidence in the rainy season, but there are cases throughout the year. Cases occur in all socioeconomic groups and races, and in both military and civilian populations throughout the island, although 2 villages have been consistently spared while others have had very high attack rates.

Under the *Salmonella* Surveillance Programme numerous epidemiological and laboratory investigations have been conducted in Guam since 1968, but without success in defining the mode of transmission of *S. waycross* and in explaining the high incidence of salmonellosis in infants.

In 1978, a case-control study was carried out in an attempt to ascertain risk factors and the mode of transmission of *S. waycross*. The study was conducted with a comprehensive questionnaire that considered all plausible risk factors. The study used a "shot-gun" approach in that there were no specific clues to guide those who prepared the questionnaire. There was a special effort to evaluate baby foods, milk supplies, foods of animal origin and domestic and farm animal exposures. Cases were laboratory confirmed patients less than 1 year of age at onset of symptoms; controls were age, race and village matched. There were no significant associations. The study did show, however, that breast-feeding, though not protective against infection,

Par rapport aux normes mondiales, la surveillance de la salmonellose à Guam est efficace, voire exemplaire. Vers 1965, le Laboratoire de santé publique de Guam a commencé systématiquement à rechercher les sérotypes de *Salmonella* dans le cadre d'un programme volontaire de surveillance à l'échelon national parrainé par l'Association des Epidémiologistes des Etats et Territoires et par les *Centers for Disease Control*. De 1960 à 1980, la communauté médicale et les systèmes de prestations sanitaires de Guam se sont améliorés sur le plan de la qualité générale grâce à l'afflux de médecins en provenance des Etats-Unis d'Amérique. Nombre de ces médecins étaient, de par leur formation et leur pratique, habitués à recourir aux services de laboratoire pour le traitement des maladies diarrhéiques, notamment dans le cadre hospitalier. Aussi le nombre des demandes d'analyses de selles a-t-il augmenté au cours des 20 dernières années. L'efficacité des services et des informations fournis par les 2 principaux laboratoires civils a contribué à encourager cette surveillance. Par ailleurs, en 1974, une petite flambée de choléra entourée d'une large publicité a contribué à promouvoir la surveillance des maladies intestinales en général et c'est cette année-là que *Salmonella waycross* fut isolé pour la première fois à Guam.

On a enregistré depuis 1975 une augmentation progressive de l'incidence de la salmonellose (Fig. 1). En 1974 environ 8% des selles envoyées à l'un des principaux laboratoires pour culture étaient positives pour les *Salmonella*, et 20% en 1980. Il faut y voir une indication de l'efficacité du système et la preuve de l'intérêt soutenu que la communauté médicale porte à la surveillance de *Salmonella*. Pendant la même période, *S. waycross*, s'est révélé être le sérotype dominant, représentant le tiers environ de toutes les *Salmonella* signalées au cours des 5 dernières années. Sur le plan mondial, *S. waycross* est un sérotype extrêmement rare. Sa prévalence n'a été observée que dans un seul des pays qui exportent des produits alimentaires vers Guam, à savoir l'Australie, où ce sérotype a été associé à des cas humains, des chevaux, des bovins, des abattoirs et un marsupial analogue aux rongeurs. Il a également été isolé en Australie à partir de noix de coco séchées importées de Sri Lanka. Parmi les produits importés d'Australie à Guam figurent la viande (environ 30% de toutes les viandes importées), la poudre d'os pour la fabrication de produits d'alimentation animale, le lait en poudre pour la production de lait "filled" reconstitué (lait dégraissé et additionné de graisse végétale) et la viande de bœuf congelée. Tels sont les types de produits qui ont été incriminés lors des poussées de salmonellose signalées dans la littérature, encore qu'il ne s'agissait pas expressément de *S. waycross*. Bien que cette éventualité ne puisse être totalement exclue, les enquêtes épidémiologiques et les examens de laboratoire n'ont révélé aucun indice qui puisse confirmer l'hypothèse que l'incidence accrue notée à Guam ait eu pour origine un produit alimentaire australien. Qui plus est, étant donné que *S. waycross* ne pose pas de problème dans les pays qui importent les mêmes produits d'Australie, y compris les Etats-Unis d'Amérique qui disposent d'un système de surveillance assez satisfaisant, il est peu probable que l'épidémie de Guam ait eu son origine en Australie.

L'incidence globale de la salmonellose (tous sérotypes) a atteint un pic en 1981 avec 187 cas par 100 000 habitants. L'incidence de *S. waycross* a également atteint un pic en 1981 avec 53 cas pour 100 000. C'est chez les enfants de moins d'un an qu'on enregistre l'incidence la plus forte, 76% de tous les cas d'infection à *S. waycross* dans lesquels l'âge du malade était connu appartenait à ce groupe, soit une incidence de 806 pour 100 000 en 1981. Aux Etats-Unis d'Amérique, par contre, 17% seulement des infections à *Salmonella* signalées s'étaient produites chez des nourrissons en 1981. On n'observe aucune différence de l'incidence selon le sexe, ni chez les enfants ni chez les adultes. Les infections à *S. waycross* accusent un schéma saisonnier, l'incidence la plus forte étant pendant la saison des pluies, mais des cas se produisent toute l'année. Les malades appartiennent à tous les groupes socio-économiques ou ethniques, qu'il s'agisse des militaires ou de la population civile, et cela dans toutes les régions de l'île à l'exception de 2 villages qui ont été constamment épargnés alors que les taux d'atteinte étaient très élevés dans les autres.

De nombreuses enquêtes épidémiologiques et études de laboratoire ont été entreprises à Guam depuis 1968 au titre du Programme de surveillance des salmonelloses, mais sans réussir pour autant à définir le mode de transmission de *S. waycross* ni à expliquer la forte incidence de la salmonellose chez les nourrissons.

En 1978, une étude cas-témoins a été effectuée dans l'espoir de déterminer les facteurs de risque et le mode de transmission de *S. waycross*. Cette étude a été menée à l'aide d'un questionnaire complet qui tenait compte de tous les facteurs de risques plausibles. L'étude reposait sur une approche très générale en ce sens qu'il n'y avait aucun indice spécifique pour guider ceux qui établissaient le questionnaire. On s'est efforcé tout spécialement d'évaluer les préparations pour nourrissons, l'approvisionnement en lait, les aliments d'origine animale et l'exposition aux animaux familiers ou domestiques. Les cas retenus étaient des enfants âgés de moins d'un an au moment de l'apparition des symptômes et dont la maladie avait été confirmée par

was protective against acquisition of severe disease, i.e., disease requiring hospitalization.

In a subsequent case-control study, based on birth certificate matching of cases and controls, it was found that infants with *S. waycross* infection were more likely than controls to have Guamanian mothers, to have been born at the Guam Memorial Hospital, to have had low APGAR scores,\* to have lived in civilian housing areas and to have been served by a civilian water system. The association with a civilian water system remains unexplained, but it may simply reflect the overall greater frequency of infection among civilians. Attempts to grow *Salmonella* from community water systems have been unsuccessful, i.e. specimens positive for coliforms have not grown *Salmonella*. During an investigation in 1982, water quality test results from villages with high and low incidence of *S. waycross* were compared and showed no difference over 5 years.

In addition to the epidemiological studies described above, numerous laboratory studies have also been performed. Specimens positive for *S. waycross* have been obtained from dogs, geckos, cats, an ethnic dish prepared from undercooked chicken called *kelaguin*, soil samples around homes of cases and in a playground, as well as from river and ocean waters known to be polluted. Specimens taken from local poultry raisers have been negative for *S. waycross* although other *Salmonella* serotypes have been found. There are no slaughterhouses on the island but many rural families raise and slaughter hogs.

The disease in infants is frequently severe. At Guam Memorial Hospital extraintestinal lesions associated with *Salmonella* infections have been observed. These have included sepsis and meningitis. Deaths have been rare but in 1980 *S. waycross* is thought to have contributed to the death of 3 infants.

As an interesting aside, although the *Salmonella* incidence experienced by Guam is one of the highest in the world, typhoid fever has disappeared from the island. Typhoid and other waterborne diseases were once significant health problems, but neither outbreaks nor indigenous cases have been recognized for at least 15 years.

A somewhat analogous though less extreme *Salmonella* situation has prevailed in the state of Hawaii. Since the beginning of the *Salmonella* Surveillance Program, Hawaii has reported an incidence considerably higher than any other state in the USA. The age and sex distribution was similar to that reported in the other states and on Guam. In Hawaii, *Salmonella weltevreden* has predominated. This serotype, like *S. waycross* on Guam, is exceedingly rare on the global scene. Concerted efforts have been made by epidemiologists who, despite sustained interest in the problem and appropriate epidemiological studies, have not been able to elucidate the mechanisms of transmission. Like *S. waycross* in Guam, the mode of spread of *S. weltevreden* in Hawaii remains an enigma.

### Findings

During the investigation in 1982, interviews were held with mothers whose infants were hospitalized with *S. waycross* infection and with members of the medical community, laboratories were visited, field trips were taken, and past epidemiological and laboratory studies were reviewed.

No leads could be found from epidemiological or laboratory findings or from anecdotes in personal interviews of affected families to incriminate or even suggest a food vehicle in the transmission of *S. waycross*. On the contrary the evidence available suggests that no single food vehicle is likely to be responsible for current transmission.

Contaminated water cannot be completely ruled out as the vehicle of transmission. However, this possibility seems unlikely in view of the pattern of water distribution, the failure to find *S. waycross* in the water of communities at the time cases were occurring, and the lack of correlation between water quality and incidence of disease.

A possible explanation is person-to-person spread, from contamination around homes conveyed to highly susceptible infants by fomites, fingers, foods or air. This hypothesis of environmental spillover is supported by the isolation of *S. waycross* in a number of animals

\* APGAR score a numerical expression of the condition of a newborn infant.

un laboratoire; la correspondance avec les témoins portait sur l'âge, l'origine ethnique et le village. On n'a relevé aucune association significative. Toutefois, l'étude a effectivement révélé que l'allaitement au sein, sans pour autant protéger contre l'infection, empêchait l'acquisition d'une maladie grave nécessitant l'hospitalisation.

Au cours d'une étude cas-témoins ultérieure fondée sur l'établissement d'une correspondance entre les certificats de naissance des nourrissons atteints d'infection à *S. waycross* et ceux des témoins, on a constaté qu'il y avait une plus grande probabilité que les premiers aient une mère originaire de Guam, soient nés au Guam Memorial Hospital, accusent un indice APGAR\* assez faible et aient vécu dans un logement pour civils desservi par un réseau d'adduction d'eau civil. On n'a encore rien trouvé qui puisse expliquer cette association avec un réseau d'adduction d'eau civil, mais il se peut qu'elle reflète simplement le fait que, dans l'ensemble, l'infection est plus fréquente chez les civils. Les efforts de culture de *Salmonella* à partir d'eau provenant du réseau d'adduction communautaire ont échoué, c'est-à-dire qu'il n'y a pas eu développement de *Salmonella* sur des échantillons donnant une réaction positive pour les coliformes. Pendant l'enquête menée en 1982, on a comparé les résultats de tests de la qualité de l'eau dans des villages accusant respectivement une incidence de *S. waycross* forte et faible et l'on n'a observé aucune différence sur une période de 5 ans.

De nombreuses études de laboratoire ont été menées outre les enquêtes épidémiologiques décrites plus haut. Des échantillons donnant une réaction positive pour *S. waycross* ont été prélevés sur des chiens, des geckos, des chats et un plat traditionnel à base de poulet peu cuit appelé *kelaguin*, tandis que d'autres provenaient du sol dans les habitations des malades et dans un terrain de jeux, ainsi que d'eau de rivière et d'eau de mer notoirement polluées. Des échantillons prélevés chez des aviculteurs locaux ont donné des résultats négatifs pour *S. waycross*, bien qu'on ait découvert d'autres sérotypes de *Salmonella*. Il n'existe pas d'abattoir à Guam, mais de nombreuses familles rurales élèvent et tuent des porcs.

Chez les nourrissons, la maladie est souvent grave. Au Guam Memorial Hospital, on a observé des lésions extra-intestinales associées aux infections à *Salmonella*, notamment de la septicémie et de la méningite. Les cas mortels ont été rares, mais on soupçonne *S. waycross* d'avoir contribué en 1980 au décès de 3 nourrissons.

Il n'est pas sans intérêt de signaler que si l'incidence de *Salmonella* à Guam est l'une des plus fortes du monde, par contre la fièvre typhoïde a disparu de l'île. La typhoïde et d'autres maladies à transmission hydrique posaient naguère des problèmes de santé non négligeables, mais on n'a enregistré depuis au moins 15 ans aucune flambée ni aucun cas indigène.

Pour ce qui est de *Salmonella*, une situation quelque peu analogue, quoique moins sérieuse, a prévalu dans l'état d'Hawaï. Depuis la mise en route du Programme de surveillance des *Salmonella*, l'incidence signalée à Hawaï était nettement plus élevée que dans n'importe quel autre état des Etats-Unis d'Amérique. La répartition par âge et par sexe était semblable à celle signalée dans les autres états et à Guam. A Hawaï, c'est *Salmonella weltevreden* qui prédominait. Or, ce sérotype, tout comme *S. waycross* à Guam, est extrêmement rare sur le plan mondial. Les épidémiologistes ont déployé des efforts concertés, mais, en dépit de l'intérêt soutenu que suscitait ce problème et d'études épidémiologiques appropriées, ils n'ont pas pu élucider les mécanismes de transmission. Tout comme pour *S. waycross* à Guam, le mode de propagation de *S. weltevreden* à Hawaï demeure une énigme.

### Résultats

Pendant l'enquête, on a interrogé des mères dont le nourrisson était hospitalisé pour une infection à *S. waycross*, ainsi que des membres de la communauté médicale, visité des laboratoires, effectué des déplacements sur le terrain et examiné les résultats d'études épidémiologiques et d'examen de laboratoire antérieurs.

Les résultats des enquêtes épidémiologiques ou des examens de laboratoire et les entrevues avec les membres des familles touchées n'ont pu fournir aucun indice de nature à incriminer ou même soupçonner un produit alimentaire dans la transmission de *S. waycross*. Bien au contraire, tout porte à croire que la transmission en cours n'est probablement pas imputable à un seul aliment. Ce point a été mis en évidence à l'occasion d'entrevues avec les familles atteintes.

On ne saurait exclure totalement l'éventualité d'une transmission de l'infection par de l'eau contaminée. Toutefois, c'est peu probable étant donné le tableau de la distribution d'eau, le fait qu'on n'ait pas décelé *S. waycross* dans l'eau des communautés à l'époque où l'on enregistrerait des cas d'infection et l'absence de corrélation entre la qualité de l'eau et l'incidence de la maladie.

Peut-être l'explication réside-t-elle dans une propagation de la maladie d'une personne à l'autre à partir d'une contamination présente dans les foyers et transmise aux nourrissons hautement vulnérables par des objets souillés, des doigts, des aliments ou par l'air.

\* Indice APGAR expression numérique de l'état de santé d'un nouveau-né

usually found around Guamanian homes. As indicated above, *S. waycross* has been isolated from dogs, cats, geckos, and soil samples. It is conceivable that these animals contaminate soil close to and in the houses of infants who are highly susceptible and that this contamination is carried to the infants by siblings or parents subsequent to direct or indirect animal contact.

In addition to salmonellosis, there is a high incidence of other diarrhoeal diseases, particularly in infancy and childhood. The Guam Department of Health has drawn up a proposal for a diarrhoeal diseases control (CDD) programme as recommended by WHO, which when implemented should have an important impact on all diarrhoeal diseases including salmonellosis.

#### Comments and Conclusions

During a 1-week investigation an attempt was made to understand how *S. waycross* transmission is occurring in Guam. Unfortunately, the available evidence does not explain the mode of spread. It is considered unlikely that the community water supply or any single food item is currently causing salmonellosis due to this serotype. Possible routes of transmission include multiple contaminated foods, contact (person-to-person), and possibly airborne spread. An hypothesis is suggested that animals (stray dogs, chickens, ducks, and geckos) excrete *S. waycross* (and other *Salmonella*) in the environment of the home and that children playing in the contaminated soil, or adults walking through this soil, carry the organism into the home and to the highly susceptible infant through the medium of fingers, fomites or foods. The possibility that *S. waycross* in contaminated soil that enters the home may be pulverized by the vacuum cleaner and spread by the respiratory route should also be considered—there is precedence in the literature to support this possible mechanism of spread. A close association of domestic and stray animals was observed near and in households visited and throughout the island. Preliminary laboratory studies showing extensive *Salmonella* soil contamination and *S. waycross* infection in these animals lend some credence to this hypothesis which it is planned to test further.

Cette hypothèse d'une contamination d'origine environnementale est confirmée par l'isolement de *S. waycross* chez un certain nombre d'animaux qu'on trouve habituellement dans les habitations de Guam. Comme indiqué plus haut, *S. waycross* a été isolé à partir de chiens, de chats, de geckos, et d'échantillons de sol. Il n'est donc pas impossible que les animaux en question contaminent le sol à l'intérieur ou aux alentours d'habitations où se trouvent des nourrissons hautement vulnérables et que cette contamination soit transmise à ces derniers par leurs frères ou sœurs ou par leurs parents à la suite d'un contact direct ou indirect avec des animaux.

Outre la salmonellose, on note une forte incidence d'autres maladies diarrhéiques, surtout chez les nourrissons et les jeunes enfants. Le Département de la Santé de Guam a établi le projet d'un programme de lutte contre les maladies diarrhéiques conforme aux recommandations de l'OMS qui, une fois mis en œuvre, devrait avoir un effet non négligeable sur toutes les maladies diarrhéiques, y compris la salmonellose.

#### Observations et conclusions

Au cours d'une enquête d'une semaine on s'est efforcé de comprendre l'origine de la transmission de *S. waycross* à Guam. Malheureusement, les indices dont on dispose n'expliquent pas le mode de propagation. On estime peu probable que l'approvisionnement public en eau ou un produit alimentaire bien déterminé provoquent actuellement la salmonellose due à ce sérotype. Parmi les voies de transmission possibles figurent les aliments à contamination multiple (d'une personne à l'autre) et, peut-être, la propagation dans l'atmosphère. On a émis l'hypothèse que des animaux (chiens errants, poulets, canards et geckos) pourraient excréter *S. waycross* (et d'autres *Salmonella*) à l'intérieur ou aux alentours des habitations et que les enfants jouant sur le sol contaminé, ou les adultes marchant dessus, pourraient transmettre le micro-organisme dans la maison et aux nourrissons hautement vulnérables par l'intermédiaire des doigts, d'objets souillés ou d'aliments. Il faut aussi envisager la possibilité que *S. waycross* présent dans le sol contaminé qui pénètre dans une habitation soit pulvérisé par l'aspirateur et propagé par les voies respiratoires: il existe dans la littérature des précédents qui confirment la possibilité d'un tel mécanisme de propagation. On a observé dans toute l'île une association étroite entre les animaux domestiques et les animaux errants, tant à l'intérieur des habitations visitées qu'aux alentours. Les premières études de laboratoire indiquant une forte contamination du sol par *Salmonella* et une infection à *S. waycross* chez les animaux en question semblent donner du poids à cette hypothèse qu'il est prévu de soumettre à des vérifications plus poussées.