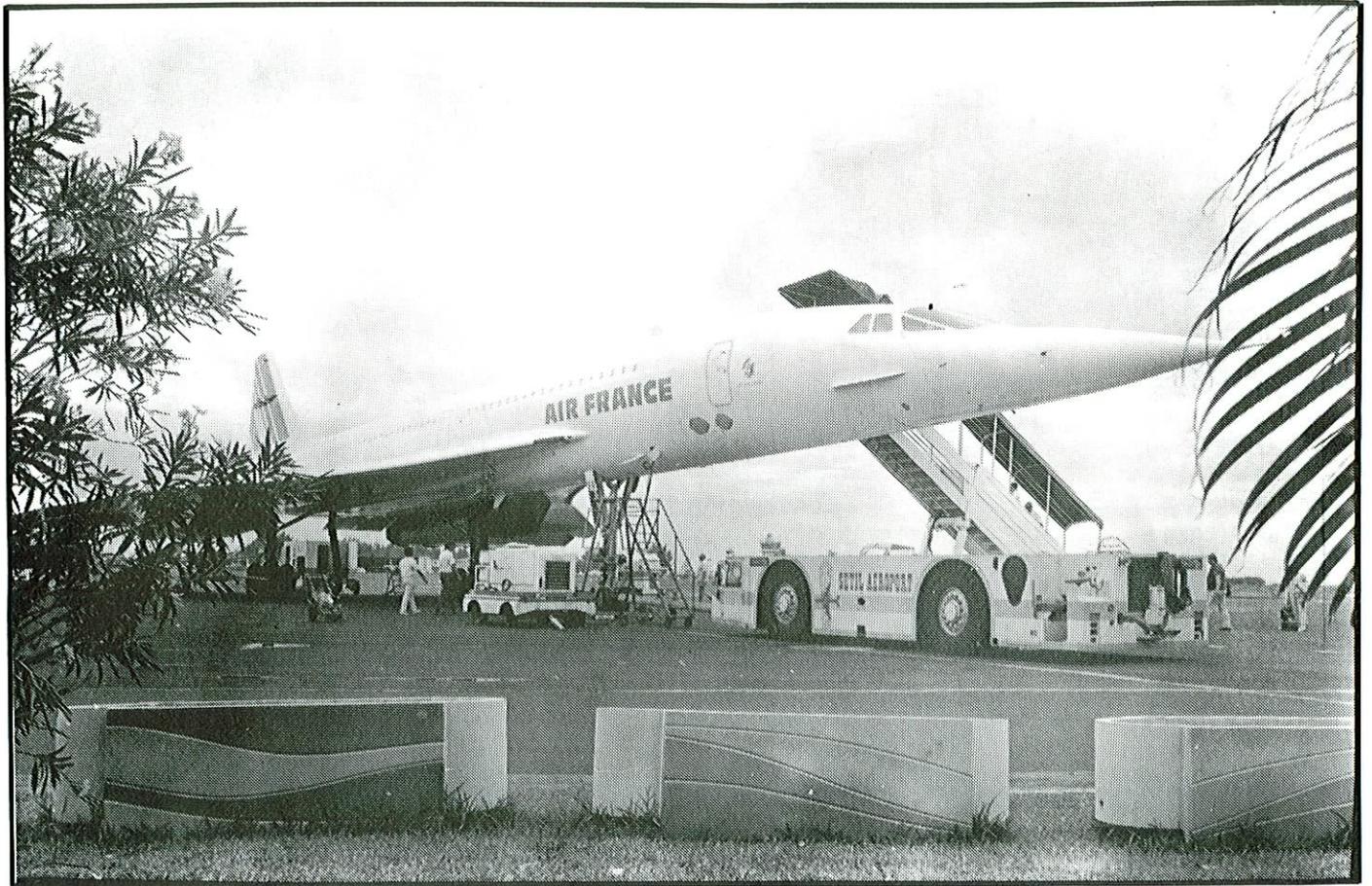


MANUREVA

Bulletin de liaison de l'Aviation Civile



MANUREVA

SOMMAIRE

- 1 EDITORIAL
- 2 STATISTIQUES TOURISTIQUES
- 4 ACTIVITÉS DES SERVICES
- 5 LE DOSSIER DU TRIMESTRE
- 17 NOUVELLES DIVERSES
- 19 TRANSPORT AÉRIEN

ISSN 0766 - 9704

Rédaction :

DIRECTION DE L'AVIATION CIVILE
B.P. 6404 - Aéroport Faaa
Tahiti

—
Composition : TAHITI COMPOSITION
B.P. 340 - Papeete

—
Impression réalisée par
L'IMPRIMERIE DU SERVICE
DE L'ÉDUCATION
B.P. 104 - Papeete

EDITORIAL

En cette fin d'année 1986, la Polynésie Française a failli subir deux raz-de-marée de nature très différente :

— Le 20 octobre 1986, dans la soirée, un séisme de très forte magnitude (8,1 sur l'échelle de Richter) s'est produit dans la zone des îles Kermadec, à une distance d'environ 3.000 km de Tahiti. Sa violence a fait craindre qu'il ne génère un fort tsunami (raz-de-marée d'origine sismique). L'alerte a été déclenchée en Polynésie Française une heure environ après le début du séisme. Fort heureusement, quand trois heures plus tard, l'onde a atteint Tahiti, il a été constaté qu'elle n'avait qu'une amplitude de 15 centimètres.

La leçon à en tirer justifie que Manureva consacre un dossier du trimestre à ce phénomène qui, s'il est rare, peut avoir des effets dévastateurs. Ce dossier a été établi à partir de l'étude « Les tsunamis en Polynésie Française » de M. J. TALANDIER, chef du Laboratoire de Géophysique, que nous remercions vivement.

— Le 24 novembre 1986, la première visite du Concorde à Tahiti-Faaa a attiré une foule de curieux qui a bien failli envahir la piste si la présence de nombreux gendarmes ne l'en avait empêchée. Manureva ne pouvait passer sous silence un tel événement.

Pour remettre le personnel de ces émotions, l'Association du Personnel de l'Aviation Civile a organisé le 29 novembre 1986 dans la soirée un dîner dansant dont le présent numéro de Manureva vous présente un compte-rendu.

AVERTISSEMENT

Ce numéro de la revue a été établi dans un bref délai après le numéro précédent de manière à pouvoir présenter un dossier du trimestre d'actualité. Nous reprendrons la publication de nos rubriques habituelles dans le prochain numéro.

STATISTIQUES TOURISTIQUES

(source : Service Territorial du Tourisme)

<i>Origine du trafic</i>	<i>Janvier à Octobre 1985</i>	<i>Janvier à Octobre 1986</i>	<i>Évolution en %</i>
-- Amérique du Nord (dont États-Unis) (dont Canada)	49 837 (35 212) (4 174)	84 399 (80 554) (3.384)	+ 69,35 (+ 77,66) (- 19,79)
-- Amérique du Sud	2 589	2 103	- 18,77
-- Europe (dont France)	22 012 (11 650)	24 287 13 158	+ 10,34 + 12,94
-- Pacifique (dont Australie) (dont Nlle-Zélande) (dont Japon)	21 097 (7 935) (4 985) (1 852)	20 672 (7 809) (3 529) (3 831)	- 2,01 (- 1,59) (- 29,21) (+ 106,86)
-- Autres	666	762	+ 14,41
TOTAL	96 201	132 223	+ 37,44

Les résultats constatés en matière de tourisme pendant les deux mois de septembre et d'octobre 1986 confirment les tendances observées lors des huit premiers mois de l'année, décrites dans le précédent numéro de la revue. En particulier, l'objectif de 160.000 touristes en 1986, soit une augmentation de 31 % par rapport à 1985, sera très vraisemblablement atteint.

Les marchés en croissance sont essentiellement ceux des États-Unis, d'Europe et en particulier de France métropolitaine et du Japon, tandis que ceux de Nouvelle-Zélande et du Canada régressent nettement.

CONCORDE A TAHITI

Concorde s'est posé à l'aérodrome de Tahiti-Faaa, le 24 novembre 1986. L'avion supersonique avait déjà effectué deux vols en Polynésie Française : il avait transporté le Président de la République puis certains membres du gouvernement à l'occasion de leur visite au Centre d'Essais de Moruroa. Mais c'était la première fois que Concorde atterrissait à Tahiti-Faaa.

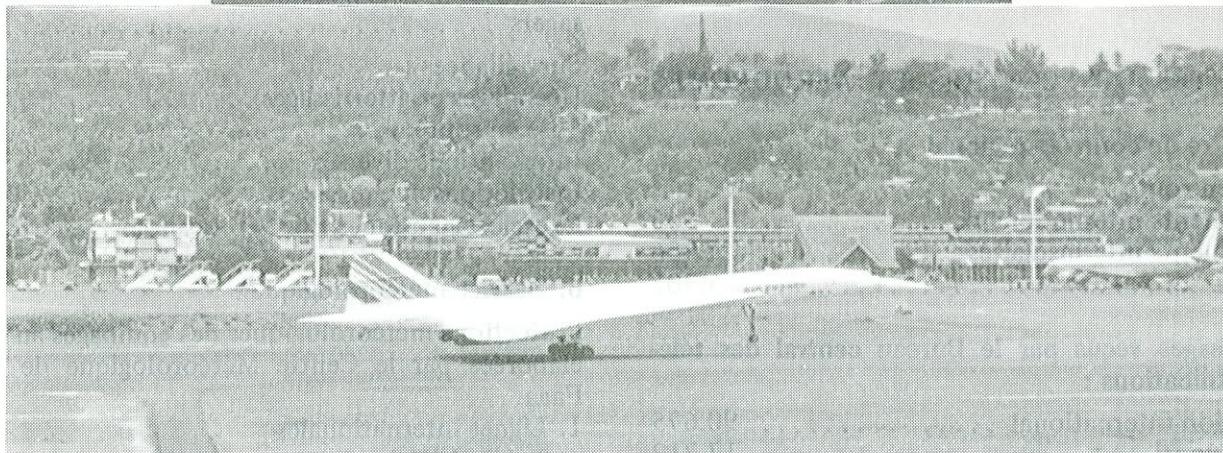
Les 88 passagers privilégiés du vol effectuaient une croisière autour du monde, dont le coût était à la hauteur des performances de l'avion : chaque passager a dû verser une modeste obole d'environ 2 millions de Francs CFP pour un voyage d'une durée de 18 jours. Le Concorde venait d'Honolulu et, après trois jours d'escale à Tahiti, est reparti pour Sydney.

Effectuant un premier survol de la piste à faible altitude train d'atterrissage sorti, il a pu ainsi être admiré par une foule de curieux.

Quelques chiffres sont révélateurs des performances du supersonique :

— son temps de vol entre Honolulu et Papeete : 2 h 30 environ, à comparer aux 5 h 30 nécessaires pour réaliser le même itinéraire en DC 10 ;

— 17 minutes après qu'il ait décollé de Tahiti-Faaa en direction de Sydney, le Concorde se trouvait déjà à 200 milles nautiques de son point de départ, à la vitesse de Mach 1,7, en montée vers le niveau 590.



Activités des centres et aérodromes

3° TRIMESTRE 1986

TRAFIC DE L'AÉRODROME

Mouvements commerciaux	9.438
dont IFR	2.668
Mouvements non commerciaux	8.897
dont IFR	1.031
TOTAL TOUT TRAFIC	19.335
TOTAL TRAFIC IFR	3.699

Parmi les aéronefs ayant fréquenté l'aérodrome en trafic commercial, il a été enregistré :

Aéronefs étrangers	422
Jets	753
Plus de 20 tonnes	2.180

MOUVEMENTS DES AÉRONEFS (TFC non commercial) :

Aéro-Club de Tahiti	1.862
Cercle Aéronautique	1.346
Aéro-Club UTA	3.356
Privés	919
Autres mouvements	1.414
CAP	0
TOTAL	8.897

ACTIVITÉS DES CENTRES ET AÉRODROMES

1. Centre de contrôle régional

Trafic en route :

Mouvements internationaux	846
Mouvements interinsulaires	4.456
TOTAL	5.302

2. Messages reçus par le Bureau central des télécommunications :

Réception international	90.675
Réseau local	17.712
TOTAL RÉCEPTION	108.387
Moyenne quotidienne	1.178

Émission :

Réseau international	22.122
Réseau local	20.645
TOTAL ÉMISSION	42.767
Moyenne quotidienne	464

3. Bureau de piste

Licences de personnel navigant validées :

Professionnelles	47
Non professionnelles	45

Effectifs PN basés en Polynésie française :

Professionnels	69
Corps techniques	5
Privés	255

4. Bureau d'information aéronautique ,

Notams reçus Classe 1 Série A :

Total	6.630
-------------	-------

Notams émis Classe 1 Série A : 56 - Série C : 71

Protections aéronautiques fournies aux commandants de bord

354

5. Activités du S.S.I.S.

Feux extérieurs

0

Feu aéronef

néant

Alerte aéronefs

4

Accident aéronef

0

Sortie véhicule AMBULANCE

1

Surveillance avitaillements : avec ou sans passagers

524

Surveillances :

Décollages et atterrissages

1058

Mise en route

27

Interventions diverses

9 heures

Instructions et exercices

8 heures

Exercices nautiques Elir 90 et canot

6. Service météorologique :

Protections météorologiques des équipages au départ élaborées par le Centre Météorologique de Tahiti-Faaa.

1. Lignes internationales

Total général

386

2. Moyens courrier :

Total

1.211

7. Bureau S.A.R. :

Évacuations sanitaires :

..... 127 dont 131 Moorea

Total des heures effectuées

377 h 37 mn

LE DOSSIER DU TRIMESTRE

LES TSUNAMIS EN POLYNÉSIE FRANÇAISE

Il peut paraître curieux au lecteur de Manureva que cette revue plutôt dédiée aux problèmes d'aviation civile et de météorologie traite d'un sujet de géophysique.

Mais les développements qui vont suivre lui montreront que les services de l'aviation civile et de la météorologie sont directement concernés par ce phénomène à un double titre :

- en tant qu'acteurs, certes modestes, du processus d'alerte ;
- et, une fois celle-ci déclenchée, en tant que gestionnaires de biens et de personnes menacés.

LE PHENOMENE TSUNAMI

Les tsunamis, du japonais «Tsu» qui signifie «baie» et «Nami» qui veut dire «onde» sont des raz-de-marée d'origine sismique. Ils doivent être distingués des raz-de-marée provoqués par les cyclones ou des houles longues d'origine météorologique.

Parmi les tsunamis, donc nécessairement liés à des mouvements ou bouleversements du sol sous-marin, il faut distinguer entre les tsunamis proprement dits et les «lames de fond». Les premiers, qui ont pour origine des événements de forte énergie, le plus souvent des séismes, se propagent sur de grandes distances et concernent l'Océan Pacifique dans son ensemble. Ils se traduisent par un train de vagues de grande longueur d'onde, correspondant à une oscillation du niveau de l'océan à la période de 15 à 30 minutes. Les «lames de fond», en fait de «petits tsunamis», qui peuvent avoir pour origine de petits séismes, des éboulements sur les flancs des îles et des montagnes sous-marines, ou des glissements de terrain, sont caractérisées par une ou plusieurs vagues de faible longueur d'onde, dont l'amplitude peut atteindre plusieurs mètres (6 à 8 mètres signalés en novembre 1977 aux îles Fidji). Elles mettent en jeu des énergies relativement modestes, s'amortissent rapidement et n'ont d'effets qu'à proximité de leur épiceutre.

Les «lames de fond» sont, heureusement, rares. Elles sont dangereuses car, en premier lieu on ne peut pas les prévoir et, en second lieu, leur faible longueur d'onde entraîne, nécessairement, un déferlement sur les obstacles qu'elles rencontrent. Leur origine reste, le plus souvent, inconnue.

Le présent article ne traite que des tsunamis proprement dits, donc de forte énergie et, pour ce qui concerne les îles polynésiennes, d'origine lointaine. Il s'agit d'une onde de gravité, de grande longueur d'onde, dont la propagation peut être assimilée à celle d'une houle par petite profondeur c'est-à-dire qu'elle intéresse toute la hauteur de l'océan. La période d'un grand Tsunami est de l'ordre de 20 minutes ; par des fonds de 5.000 m sa vitesse, qui ne dépend que de la profondeur de l'océan et de l'accélération de la pesanteur ($v = \sqrt{g h}$) est de 800 km/heure, ce qui correspond à une longueur d'onde de 270 km. Son amplitude au large n'excède pas 1 à 2 mètres. A l'arrivée sur une côte, les fonds marins et, par conséquent la vitesse et la longueur d'onde des vagues diminuent, l'énergie se concentre dans un volume plus restreint, et leur hauteur augmente proportionnellement (voir tableau I).

TABLEAU I

Principales caractéristiques d'un tsunami (*)

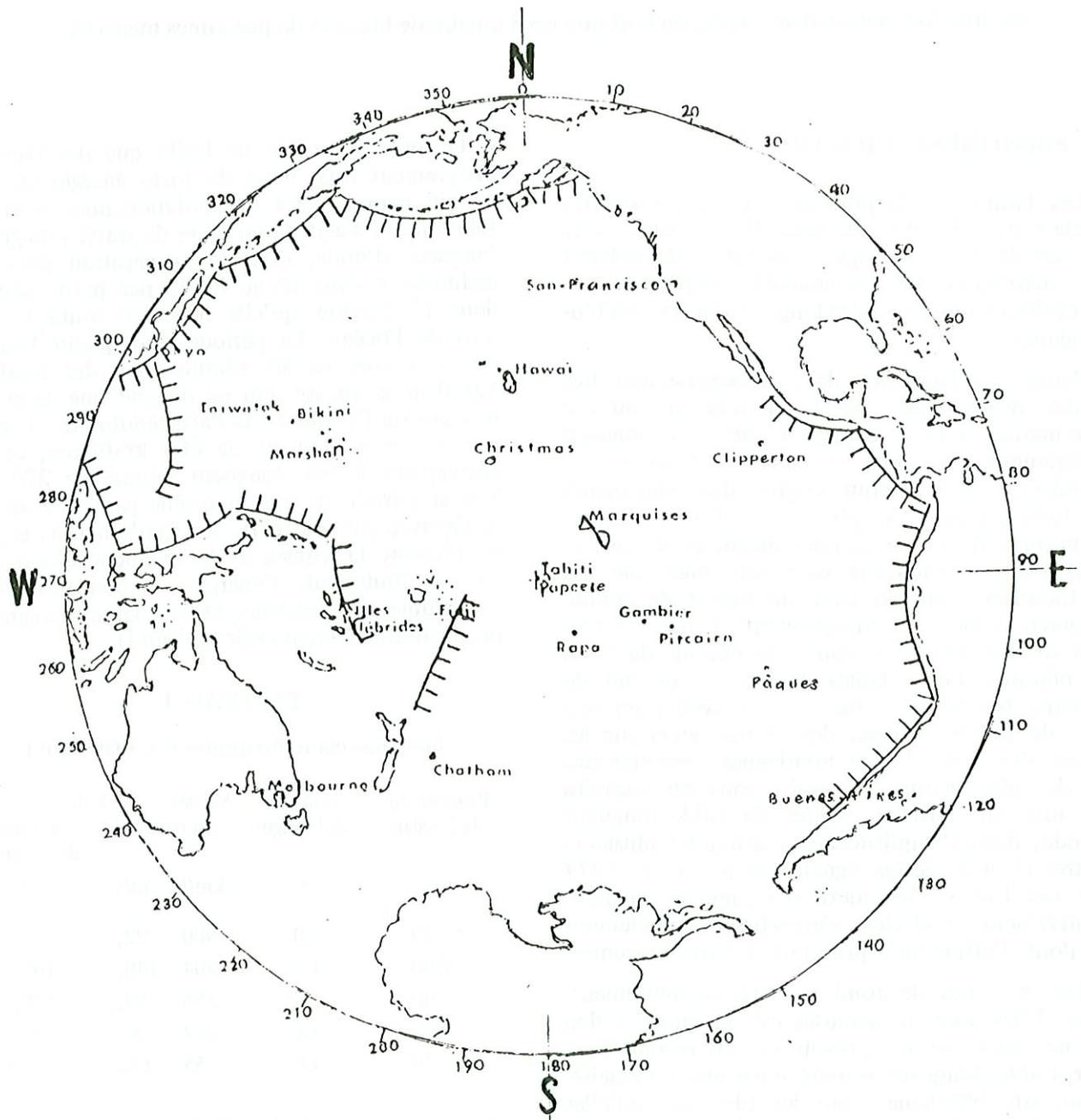
Profondeur de l'océan	Hauteur de la vague	Vitesse du tsunami		Longueur d'onde de la vague
		km/h	m/s	
m	m	km/h	m/s	km
5.000	1,0	800	222,-	267,-
2.000	1,25	504	140,-	168,-
1.000	1,5	356	99,-	119,-
500	1,8	252	70,-	84,-
20	4,0	55	15,3	18,3

(*) Pour une période de houle de 20 minutes.

Les violents tremblements de terre des zones de fracture et, plus précisément des zones de subduction, qui bordent l'Océan Pacifique sont, le plus souvent, à l'origine des grands Tsunamis.

(Figure 1 : Régions de l'Océan Pacifique habituellement génératrices de Tsunami). La Polynésie, qui occupe une position centrale, se trouve, dans presque tous les cas, sur leur passage.

- FIGURE 1 -



On trouvera, sur le Tableau II, la liste des grands Tsunamis ayant ravagé, depuis un siècle et demi, les côtes de l'Océan Pacifique. Tous ont dépassé l'amplitude de 4 mètres aux îles Hawaii; il est donc certain, compte tenu de leur origine, qu'ils ont atteint les côtes des îles polynésiennes et provoqué des inondations et dégâts plus ou moins graves.

Comme aux îles Hawaii, le plus destructeur des cent dernières années, et même au-delà, fut celui du 1^{er} avril 1946; viennent ensuite ceux du 9 mars 1957 et du 22 mai 1960. Le Tsunami d'avril 1946, qui avait pour origine les îles Aléoutiennes, a eu des effets marqués dans tous les archipels polynésiens; il a provoqué des dégâts très importants et entraîné mort d'homme aux îles Marquises.

(1) Parmi les 121 tsunamis répertoriés aux îles Hawaii depuis 1837, dont 99 de 1900 à 1975, nous avons retenu ceux ayant entraîné des amplitudes de vagues supérieures à 4 m, en certains points des îles Hawaii. Les observations antérieures au dernier demi-siècle peuvent être incomplètes, on ne peut donc exclure une sous-estimation de certains des tsunamis du XIX^e siècle et du début du XX^e.

(2) MS = Magnitude du séisme, déduite des ondes de Rayleigh.
MT = Magnitude du tsunami.

(3) La magnitude du tsunami : MT, est définie comme le logarithme, base 2, de l'amplitude observée sur une côte à moins de 1.000 km de l'épicentre. L'amplitude des vagues dépendant essentiellement de la géométrie de la côte, la magnitude MT n'est pas toujours significative de l'énergie réelle du tsunami. On note que, au tsunami le plus important, celui du 1^{er} avril 1946, correspond une magnitude de séisme de 7,4 seulement.

PRINCIPAUX TSUNAMIS DES 150 DERNIERES ANNEES (1)

(OCEAN PACIFIQUE)

CARACTERISTIQUES

DU SEISME

DU TSUNAMI

D a t e	Heure T U	L i e u	Latitude	Longitude	(2)	(3)	Amplitude maximale observée à Hawaii Mètres
					M S	M T	
17 Novembre 1837	12 51	C H I L I	36-38 S	?	?	3 ?	6,0
17 Mai 1841	21 25	KAMCHATKA	?	?	?	2	4,6
14 Août 1868	16 45	C H I L I	18,5 S	71,0 W	?	4 ?	4,6
25 Juillet 1869	?	?	?	?	?	3	9,1
10 Mai 1877	00 59	C H I L I	21,5 S	71,0 W	?	4 ?	4,9
15 Juin 1896	10 33	J A P O N	39,6 N	144,2 E	7,6	4	9,1
30 Avril 1919	07 17	T O N G A	19,0 S	172,5 W	8,3	1 ?	4,2
03 Février 1923	16 02	KAMCHATKA	54 N	161 E	8,3	3 ?	6,1
02 Mars 1933	17 31	J A P O N	39,1 N	144,7 E	8,3	4,8	6,5
01 Avril 1946	12 29	ALEOUTIENNES	53,5 N	160,0 W	7,4	5,0	17
04 Novembre 1952	16 58	KAMCHATKA	52,8 N	159,5 E	8,25	4,0	10,4
09 Mars 1957	14 22	ALEOUTIENNES	51,3 N	175,8 W	8,3	3,5	16
22 Mai 1960	19 11	C H I L I	39,5 S	74,5 W	8,5	4,5	10,5
28 Mars 1964	03 36	A L A S K A	61,1 N	147,8 W	8,4	4,5	4,8

TABLEAU 2

EFFETS DES TSUNAMIS EN POLYNÉSIE

A l'exception de l'arc insulaire des Tonga/Kermadec, la Polynésie bénéficie, pour les régions du Pacifique habituellement génératrices de tsunamis, de l'effet de divergence d'énergie à partir de l'épicentre. (Diminution de la densité d'énergie par unité de surface depuis l'épicentre jusqu'à une distance de 10.000 km). Par ailleurs, les pentes des côtes plongeant dans l'océan sont importantes et souvent l'existence d'une barrière de récif, à bonne distance du littoral, en atténue les effets. Ce talus escarpé joint à la forme convexe arrondie des petites îles a tendance à réfléchir et disperser l'énergie au lieu de la concentrer. Pour toutes ces raisons, les Tsunamis ne peuvent avoir, en Polynésie, des effets aussi destructeurs que, par exemple, aux îles Hawaii.

Dans la plupart des cas, le Tsunami se traduira par une montée des eaux, sans vagues déferlantes, provoquant des inondations de la plaine littorale. Une exception cependant, les îles Marquises, où le phénomène est amplifié en raison de l'existence de baies et de vallées ouvertes vers l'océan.

I. — ILES HAUTES AVEC BARRIERE DE RECIF

Cette catégorie englobe les Îles du Vent, les Îles sous le Vent et les Îles Gambier.

TAHITI et PRESQU'ILE DE TAIARAPU

La pente moyenne des côtes s'enfonçant dans l'océan est de 20% (12°), sauf sur la côte Ouest où elle atteint 40% (25°) et sur la côte Nord où, en certains points, elle ne dépasse pas 10% (6°).

Une barrière de récif, située de 500 à 2.000 m du littoral le protège efficacement. La barrière de récif n'existe pas au nord de l'île. Cette absence de récif, jointe à la relativement faible pente de la côte, fait que des amplitudes importantes sont observées dans les communes de Mahina, Tiarei et, surtout, Papeete.

Le port de Papeete est efficacement protégé par une digue et une barrière de récif; l'excitation d'un phénomène de seiche de grande amplitude y est peu probable en raison des dimensions de la passe, seule ouverture vers l'océan.

La Figure 2 donne les amplitudes observées à Tahiti lors du Tsunami chilien de mai 1960. Celui de l'Alaska en 1964 était nettement plus faible. Nous n'avons que peu de renseignements sur le tsunami des Aléoutiennes, en avril 1946; le plus important tsunami du siècle. Il semble que les amplitudes de 1960 aient été largement dépassées, entraînant des dégâts importants à Papeete, sur la côte Nord et un peu partout dans l'île. A Papeete (Patutoa) et Arue, plusieurs maisons du bord de mer, construites en bois, ont été déplacées.

La carte de la Figure 2 montre clairement les points vulnérables : Baie de Matavai, Pointe Vénus, Mahina, Papeete, Pointe de Maraa. L'examen des fonds marins à la périphérie de l'île laisse envisager des amplitudes importantes sur la côte Nord de Tahiti, pour un tsunami en provenance de cette direction (Aléoutiennes).

Un effet de focalisation pourrait aussi être favorisé par les deux grandes baies du Nord-Est et Sud-Sud-Ouest, formées par la jonction des édifices volcaniques de Tahiti et de la presqu'île de Tairapu. Mais les pentes de ces côtes sont importantes. En outre, il n'y a pas, dans le secteur Sud, de zone sismiquement très active et, à l'exception de la côte Sud du Mexique, les mécanismes au foyer des séismes du continent nord-américain ne sont, généralement, pas favorables à la génération de grands tsunamis.

Le risque le plus grand, pour Tahiti et la presqu'île, reste donc la côte Nord de Tahiti, sans omettre toutefois sur d'autres rivages de l'île des points sensibles en raison de leur destination et de leur faible altitude, tels l'aéroport de Tahiti-Faaa, dont le terrain d'emprise ne dépasse le niveau de la mer que d'un peu plus d'un mètre.

ILES DU VENT — ILES SOUS LE VENT

Pour les autres îles du Vent et les îles sous le Vent, les pentes sont de l'ordre de 40% (25°); elles tombent exceptionnellement à 25% (15°). Dans tous les cas, un récif situé à 2.000 m et plus du littoral absorbe la plus grande partie de l'énergie du tsunami. Comme pour le port de Papeete, les baies de Moorea ont une ouverture vers l'océan de seulement de 300 à 400 mètres.

D'une façon générale, les tsunamis ont peu d'effets sur ces îles bien protégées.

ILE DE TUBUAI — (Archipel des Australes)

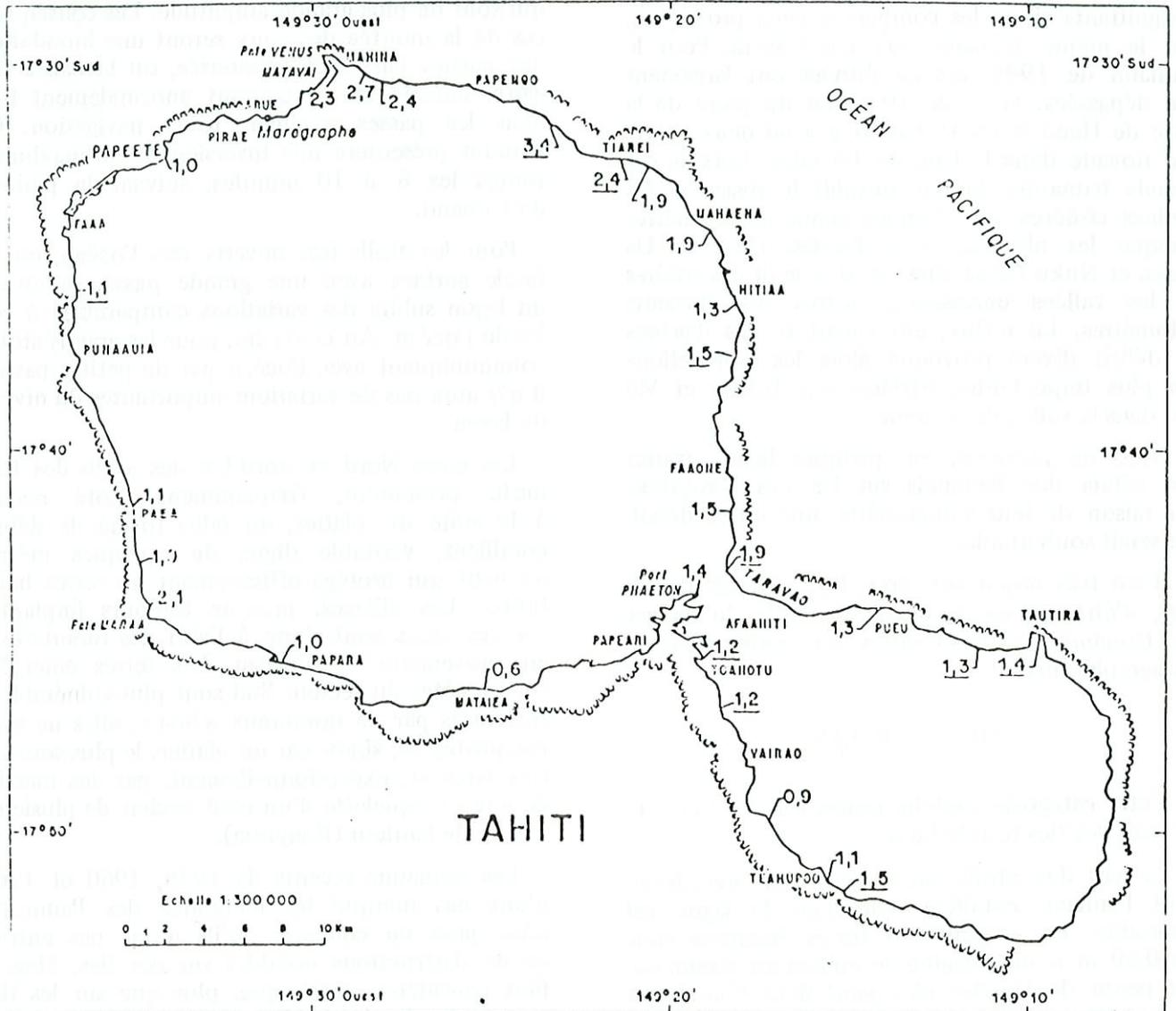
Pour le tsunami de 1946, il semble que des amplitudes de l'ordre de 1,50 m à 2 m aient été observées en quelques points de l'île, entraînant des inondations de la plaine côtière. A Mataura, la mer a remonté le lit de la rivière sur plus de 400 m.

ILES GAMBIER

Concernant les îles Gambier, nous n'avons pas de renseignements sur la pente de la côte plongeant dans l'océan, mais on peut la supposer identique à celles des îles du Vent.

Elles sont bien protégées par un récif qui va du Nord au Sud-Est de l'île de Mangareva. Cependant toute la partie allant du Nord-Ouest au Sud, en passant par l'Ouest est directement ouverte vers l'océan.

FIGURE 2



Le village de Rikitea, dans une baie limitée au Sud par des fonds très faibles, et de tous les autres côtés, soit par des montagnes (Aukena, Mangareva), soit par le récif émergé de Totegegie, est bien protégé. La situation de Taravai et Akamaru est peu différente. Les îlots situés au Sud et l'île de Agakaitai sont plus exposés.

Il semble que les effets du tsunami chilien de mai 1960 et celui de mars 1964 en Alaska aient été peu importants. Notons cependant qu'une vague arrivant par la partie non protégée par un récif pourrait avoir des conséquences plus graves; mais, il n'y a pas, dans ce secteur Sud, de régions habituellement génératrices de tsunamis

II. — ILES HAUTES SANS BARRIERE DE RÉCIF

Cette catégorie englobe les îles Marquises et et trois des îles Australes.

Pour les Marquises, la pente de la côte plongeant dans l'océan est assez régulière, de l'ordre de 20% (12°). Bien que de petites dimensions, les baies sont largement ouvertes vers l'océan et ne bénéficient d'aucune protection.

Les îles Marquises sont, avec la côte Nord de Tahiti, les sites les plus exposés aux destructions causées par les tsunamis. Des amplitudes importantes, atteignant 3 à 5 m y ont été observées pour le tsunami chilien de mai 1960, entraînant des dégâts considérables, mais qui restent insignifiants si on les compare à ceux provoqués, par le même tsunami, aux îles Hawaii. Pour le tsunami de 1946, ces amplitudes ont largement été dépassées. (Plus de 10 m en un point de la côte de Hane à Ua Huka). Il y a eu deux morts par noyade dans la baie de Tahauku. Lors de ces grands tsunamis, la mer envahit le rivage et les plaines côtières sur plusieurs centaines de mètres lorsque les altitudes sont faibles. (Îles de Ua Huka et Nuku Hiva). Elle remonte le lit des rivières et les vallées encaissées, parfois sur plusieurs kilomètres. Le reflux, entraînant troncs d'arbres et débris divers provoque alors les destructions les plus importantes (rivières Vai Tuhata et Vai Pio dans la vallée de Atuona).

Nous ne pouvons, en quelques lignes, traiter des effets des tsunamis sur les îles Marquises. En raison de leur vulnérabilité, une étude détaillée serait souhaitable.

Il est très important, pour les habitants de ces îles, d'être prévenus, en temps utile du danger de tsunami. Cette question est traitée dans le paragraphe suivant.

III. — ATOLLS

Cette catégorie englobe toutes les îles Tuamotu et trois des îles sous le Vent.

Le cas des atolls est inverse des précédents, seul l'anneau corallien délimitant le lagon est habitable. La hauteur des terres émergées varie de 0,50 m à une dizaine de mètres au maximum. La pente de la côte plongeant dans l'océan est importante, généralement de l'ordre de 50% (27°) et même de 100% (45°) pendant les 1 000 premiers mètres. Elle diminue progressivement vers cette profondeur et est, ensuite de l'ordre de 30% (17°). Toutes les Tuamotu du Nord-Est, depuis Marutea Nord (143° W) jusqu'à Mataiva, se situent sur un plateau situé à 2.000 m sous la surface de l'océan.

Les tsunamis n'ont pas, sur les atolls, des effets aussi destructeurs que ceux suggérés par la très faible altitude des terres émergées. Du fait de la forte pente de leur côte plongeant dans l'océan ils n'ont que peu d'incidence sur l'onde de gravité qui est le tsunami. Les amplitudes qui y sont observées sont donc du même ordre de grandeur que celles du tsunami en eaux profondes et son action se traduira par une inondation lente, sans vagues déferlantes, se produisant au rythme de l'oscillation du niveau de l'océan.

Traiter de l'action des tsunamis sur les atolls revient donc à considérer les effets d'une inondation pouvant se répéter à plusieurs reprises, de 15 à 20 minutes d'intervalle, correspondant à la période du tsunami et aux premières vagues qui sont de plus grande amplitude. Les conséquences de la montée des eaux seront une inondation des parties basses et la montée, ou la baisse des eaux, entraînera un courant anormalement fort dans les passes excluant toute navigation. Ce courant présentera une inversion et un maximum toutes les 8 à 10 minutes, suivant la période du tsunami.

Pour les atolls très ouverts vers l'océan, ou de faible surface avec une grande passe, le niveau du lagon subira des variations comparables à celles de l'océan. Au contraire, pour les grands atolls, communiquant avec l'océan par de petites passes, il n'y aura pas de variations importantes du niveau du lagon.

Les côtes Nord et Nord-Est des atolls des Tuamotu présentent, fréquemment, côté océan, à la suite du platier, un talus formé de débris coralliens, véritable digue de quelques mètres de haut qui protège efficacement les terres habitables. Les villages, presque toujours implantés sur ces côtes sont donc à l'abri des inondations en provenance de l'océan. Les terres émergées sur les côtes du secteur Sud sont plus vulnérables ; traversées par de nombreux « hoa », elles ne sont pas protégées, sinon par un platier, le plus souvent très large et, exceptionnellement, par des massifs de « feo », squelette d'un récif ancien, de plusieurs mètres de hauteur (Rangiroa).

Les tsunamis récents de 1946, 1960 et 1964 n'ont pas marqué les mémoires des Paumotu. L'on peut en conclure qu'ils n'ont pas entraîné de destructions notables sur ces îles. Mais il faut considérer, aussi, que, plus que sur les îles hautes, la vie des habitants des atolls est perturbée par les variations du niveau de l'océan de diverses origines, que ce soit les tempêtes, les houles longues de secteur Sud (Maraamu) ou de secteur Nord. Il est donc normal que les tsunamis, qui n'ont pas eu plus d'effets que ces derniers phénomènes, et sont moins fréquents (nous pensons en particulier aux grandes houles de secteur Nord qui atteignent les côtes polynésiennes en décembre ou janvier et entraînent, aux Tuamotu, des dégâts assez importants : décembre 1969) passent inaperçus. On remarque d'ailleurs, que les villages sont presque toujours situés sur les côtes Nord et Nord-Est et les habitations construites, côté lagon, à l'abri des talus de débris coralliens ce qui est le meilleur emplacement, sur ces îles basses, pour se protéger des dangers présentés par les variations du niveau de l'océan, quelle qu'en soit l'origine.

Pour le tsunami de 1946, le niveau maximum des eaux, côté océan, aurait atteint plus de 2 mètres à Rangiroa et 1,90 mètres à Hao, au-dessus du platier corallien. Ce dernier témoignage, se référant à un repère matériel est certainement le plus valable. Sur ces atolls, le niveau zéro hydro se situant à environ 30 cm plus bas que le platier corallien et, cette observation ayant été faite à marée haute, l'amplitude maximale corrigée serait de 1,90 m au-dessus de ce niveau. La géométrie et la pente des côtes étant assez semblables d'un atoll à l'autre, cet ordre de grandeur peut certainement être généralisé.

Il apparaît donc raisonnable d'envisager, pour les grands tsunamis, du type de ceux de 1946 et 1960, une augmentation maximale du niveau de l'océan de l'ordre de 1,5 à 2,0 mètres au-dessus du niveau zéro hydro ; la hauteur de la marée devant être ajoutée.

D'après les témoignages recueillis à Hao et Rangiroa, il n'y aurait pas eu, lors de ces tsunamis, de variation comparable du niveau des eaux côté lagon. Cela s'explique facilement par la grande surface des lagons ne communiquant avec l'océan que par une, dans le cas de Hao, et deux petites passes, dans le cas de Rangiroa. A cela, il faut ajouter un talus de débris coralliens protégeant presque toutes les côtes Nord et Nord-Est, et, sur les côtes Sud, de nombreux « motu » des massifs de « feo », à Rangiroa (squelette de récif ancien) et un récif émergé assez large, même en l'absence de végétation, et très au-dessus du niveau zéro hydro. Les échanges de l'océan vers le lagon ne pouvant se faire, principalement, que par les passes et les « hoa », la demi-période positive de 8 à 10 minutes est insuffisante pour permettre le remplissage du lagon.

Bien que ces cent dernières années, aucun raz-de-marée d'origine sismique n'ait ravagé les atolls des Tuamotu, il n'en reste pas moins que des vagues de grande amplitude pourraient y avoir des effets désastreux. La limite au-delà de laquelle la partie des terres émergées habitables serait noyée par l'océan semble avoir été approchée par le tsunami de 1946 ; on peut en effet penser que, en de nombreux points, les barrières naturelles constituées par les talus et « feo » auraient été submergées par une houle de plus grande amplitude. Toutefois, il est important de noter, qu'à de rares exceptions près, il ne peut y avoir, sur les Tuamotu, de focalisation de l'énergie des tsunamis. Leur passage ne peut se traduire que par une montée relativement lente des eaux, sans déferlement, contrairement à ce qui se produit dans les baies focalisantes à faibles pentes.

Pour les îles hautes où il est aisé de se mettre à l'abri des tsunamis et, dans une moindre mesure, pour les atolls, le risque couru par les habitants décroît considérablement lorsqu'ils sont prévenus, en temps utile, du danger.

Le Pacific Tsunami Warning Center

Les dégâts considérables et les nombreux morts provoqués par le tsunami de 1946, entre autres, aux îles Hawaii et au Japon ont incité les riverains de l'Océan Pacifique à mettre en place une organisation leur permettant d'être avertis, en temps utile, de la génération de tsunamis par les séismes. Un organisme à caractère international, le « Pacific Tsunami Warning System » (P.T.W.C.) fut créé ; son centre, le « Pacific Tsunami Warning Center » (P.T.W.C.) est basée à Honolulu. Il dispose des informations, communiquées par radio, ou télémétrées par satellite, de stations sismologiques et marégraphiques disséminées dans le Pacifique. Ces stations sont mises en œuvre par 17 pays participants, dont la Polynésie Française. Lorsqu'un séisme superficiel, dépassant la magnitude MS 7,5 se produit dans le Pacifique, le P.T.W.C. diffuse un avis de danger, suivi, le cas échéant, d'une alerte lorsqu'il a la preuve, par témoignage direct ou mesuré par les stations marégraphiques les plus proches de l'épicentre du séisme, de la génération d'un tsunami.

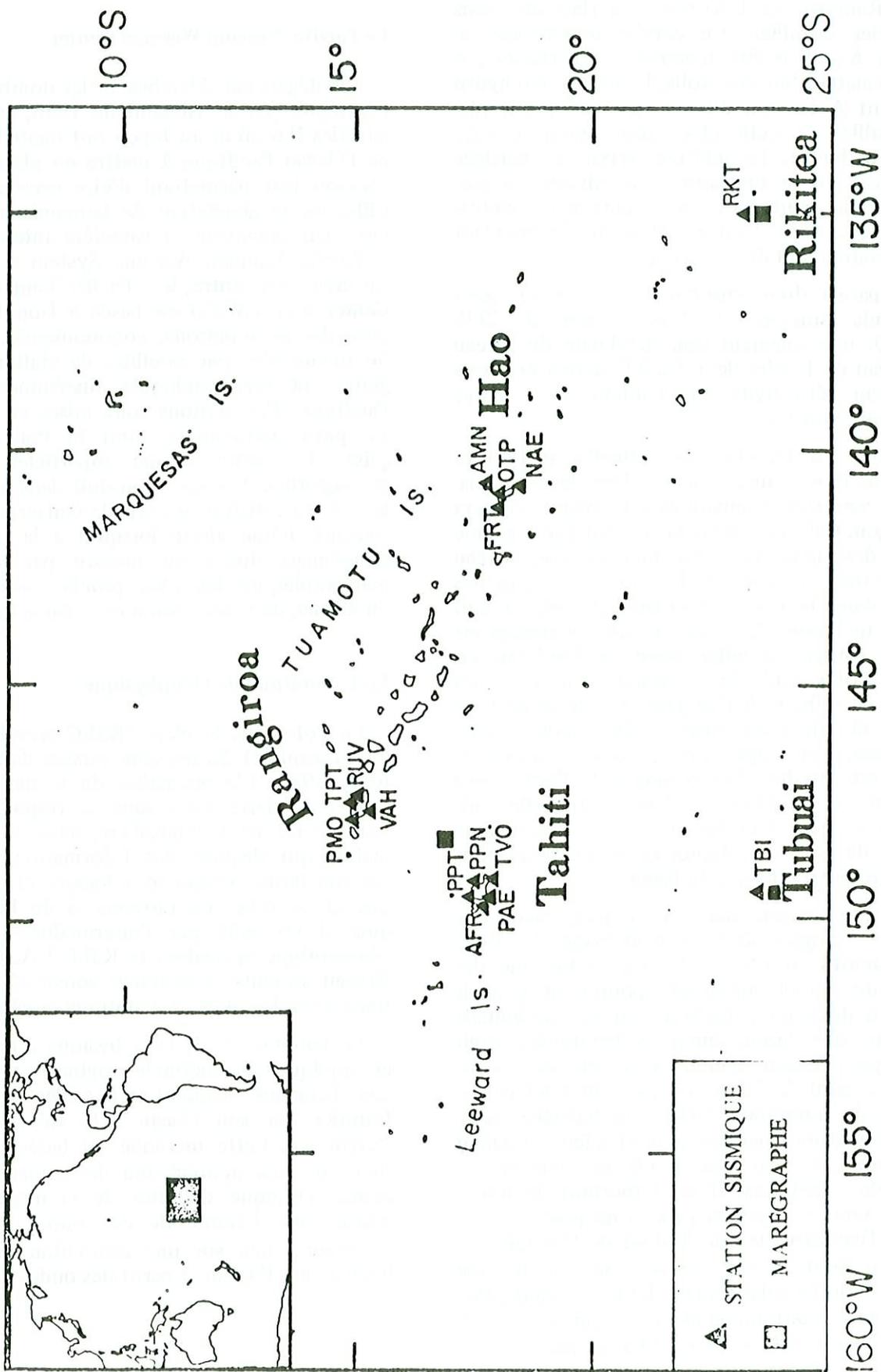
Le Laboratoire de Géophysique

En Polynésie, le plan ORSEC prévoit le danger du tsunami (*). Sa dernière version date du 20 octobre 1986. L'appréciation du risque et la décision de l'alerte sont sous la responsabilité du Laboratoire de Géophysique, situé à Tahiti, Pamatari, qui dispose des informations recueillies par son propre réseau sismologique et marégraphique et de celles en provenance du P.T.W.C. auquel il est relié par l'intermédiaire du réseau aéronautique spécialisé, le R.S.F.T.A. (Figure 3 : Réseau sismique polynésien constitué de 15 stations sismologiques et 3 stations marégraphiques).

Le Laboratoire de Géophysique a mis au point et applique une méthode originale de prévention des tsunamis utilisant les seules informations fournies par son réseau : le Réseau Sismique Polynésien. Cette méthode est basée, en premier lieu, sur une appréciation des dimensions de la source sismique déduites de la magnitude Mm définie par l'amplitude des ondes de surface ; en second lieu sur une estimation de l'énergie libérée dans l'océan, à partir des ondes T

(*) Voir encart sur ce point.

FIGURE 3



La magnitude M_m , grandeur que vient de proposer le Laboratoire de Géophysique pour la mesure des séismes superficiels, est directement proportionnelle au Moment du séisme et donc à son potentiel de génération d'un tsunami. Par ailleurs, une forte libération d'énergie dans l'océan produit simultanément une onde de gravité : le tsunami et des ondes de compression (qui peuvent être assimilées à des bruits sous-marins), les ondes T dont la durée est directement liée à la longueur de rupture de faille. L'interprétation de ces deux phases sismiques permet d'apprécier si les conditions de génération d'un tsunami sont satisfaites. Or la vitesse de propagation de la phase sismique la plus lente, l'onde T (1.500 m/sec soit 5.400 km/h) est environ 7 fois plus grande que celle d'un tsunami (700 à 800 km/heure pour le Pacifique). On dispose donc d'un préavis qui croît avec la distance de l'épicentre à la région considérée. Ce préavis est de l'ordre de 1 h 30 mn pour 1.500 km et 2 h 30 mn pour 2.500 km.

En cas de fort séisme se produisant dans le Pacifique, c'est-à-dire dans un rayon de 10.000 km autour de Tahiti, la chronologie des interventions est la suivante :

- a) Les stations du L.D.G. sont équipées d'un système d'alarme automatique se déclenchant à l'arrivée des ondes sismiques (P) de fort séisme. Ce dispositif alerte le géophysicien de permanence au Laboratoire de Pamatai et les responsables des stations. Ces derniers communiquent, par radio, les informations recueillies par leurs sismographes, lorsqu'elles ne font pas l'objet d'une retransmission permanente par télémesures. (Cas des 5 stations de Tahiti et des 4 de Rangiroa, dont les enregistrements graphiques et magnétiques se font au Laboratoire de Pamatai.)
- b) D'après les informations, le géophysicien détermine les caractéristiques du séisme : épicentre, profondeur du foyer, magnitude M_s , mais surtout M_m duquel il déduit les dimensions de la source sismique.
- c) En fonction de ces données et de la durée de la phase sismique T directement liée à la quantité d'énergie libérée dans l'océan, il détermine si les conditions sont remplies pour qu'un tsunami prenne naissance.

- d) Le tsunami se propageant beaucoup plus lentement que les ondes sismiques, même les plus lentes (ondes T), la prévention, suivant cette méthode, permet, lorsque l'épicentre est suffisamment éloigné de donner l'alerte bien avant l'arrivée des vagues du tsunami. Ce délai est de l'ordre de 2 à 3 heures pour une distance épacentrale de 3.000 km (cas de l'arc insulaire des Tonga/Kermadec relativement à Tahiti), il peut atteindre 10 heures pour 9.500 km (cas des arcs insulaires du Japon et des Kouriles) et est de l'ordre de 9 à 10 heures pour les îles Aléoutiennes et l'Amérique du Sud.

Appliquée depuis 1964 et améliorée récemment, cette méthode donne de bons résultats. Elle évite les fausses alarmes et réduit au minimum le délai d'alerte (l'alerte peut être donnée dès l'arrivée des ondes T) ce qui, pour la Polynésie, est indispensable pour une prévention efficace des tsunamis ayant pour origine l'arc insulaire des Tonga/Kermadec, situé à seulement 2 200 à 3.000 km de Tahiti.

Les échanges d'informations entre le P.T.W.C. et le L.D.G.

A partir du déclenchement de l'avertissement technique, des échanges d'informations ont lieu entre le Laboratoire de Géophysique et le P.T.W.C. de Honolulu par le réseau R.S.F.T.A. Ces informations concernent, en premier lieu, les ondes sismiques et la localisation de l'épicentre du séisme et, en second lieu les amplitudes du tsunami. Les îles polynésiennes sont, en effet, les premières à être atteintes par un tsunami en provenance de l'arc insulaire des Tonga/Kermadec et de l'Amérique du Sud. Inversement, les îles Hawaii et de Pâques subissent avant Tahiti, les tsunamis de la plupart des autres régions habituellement génératrices de tsunamis dans le Pacifique.

LE RÉSEAU DE MARÉGRAPHES

Le Laboratoire de Géophysique dispose tout d'abord de ses deux stations marégraphiques, situées à Tahiti et Rikitea. Les informations recueillies par la première de ces stations sont retransmises de façon permanente et enregistrées au Laboratoire situé à Pamatāi, celles en provenance de la station de Rikitea lui sont communiquées par radio.

Mais il bénéficie également des informations recueillies dans les diverses stations marégraphiques du Pacifique.

Celles en provenance des stations de Rarotonga, de l'île de Pâques et de Nuku Hiva lui sont transmises régulièrement par l'intermédiaire d'un réseau satellite relié au réseau météorologique international. Jusqu'à une période récente, ces données aboutissaient au service de la météorologie de la Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie de la Polynésie Française, d'où elles étaient transmises au Laboratoire de Géophysique. Désormais, le Laboratoire les reçoit directement sur un télétype du R.S.F.T.A. mis provisoirement à sa disposition par la Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie.

Le Laboratoire de Géophysique peut également recevoir par radio les informations émanant d'autres stations marégraphiques du Pacifique, dont celle de Pago-Pago.

Bien que dans le cas d'un tsunami en provenance de la zone de Tonga-Kermadec, il serait très utile au Laboratoire, pour affiner ses prévisions, de pouvoir disposer de données en provenance de Tonga, des Fidji ou des Samoa, il n'existe aucune station marégraphique sur ces îles et leur installation n'est à l'heure actuelle pas prévue par les autorités des pays concernés.

LE PLAN ORSEC

Le Plan ORSEC applicable en Polynésie Française comporte une annexe spécifique TSUNAMI organisant les secours en cas d'alerte. Sa dernière version date du 20 octobre 1986. Elle a pour but de permettre, dans des délais qui peuvent s'avérer limités, de mettre en sécurité les personnes et les biens.

Ce plan comporte deux types d'organisation de l'alerte selon que celle-ci est rapprochée (alerte à 2 heures par exemple dans le cas d'un tsunami en provenance de la zone des Tonga/Kermadec) ou à plus long terme (alerte à 9 heures pour des séismes aux Aléoutiennes ou au Chili).

L'expérience du récent tsunami de faible amplitude qui a touché le 20 octobre dernier la Polynésie Française a montré que la procédure d'alerte devait encore être améliorée. Pour sa part, la Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie, qui participe aux travaux de mise à jour de l'annexe TSUNAMI au Plan ORSEC actuellement en cours, a parallèlement engagé une réflexion sur les mesures de protection spécifiques à prendre tant à l'aérodrome de Faaa, dont le terrain d'emprise ne dépasse pas le niveau de la mer que d'un peu plus d'un mètre, que sur les aérodromes extérieurs les plus exposés.

POLYNÉSIE FRANÇAISE

TEMPS DE PROPAGATION DES « TSUNAMI » JUSQU'A TAHITI

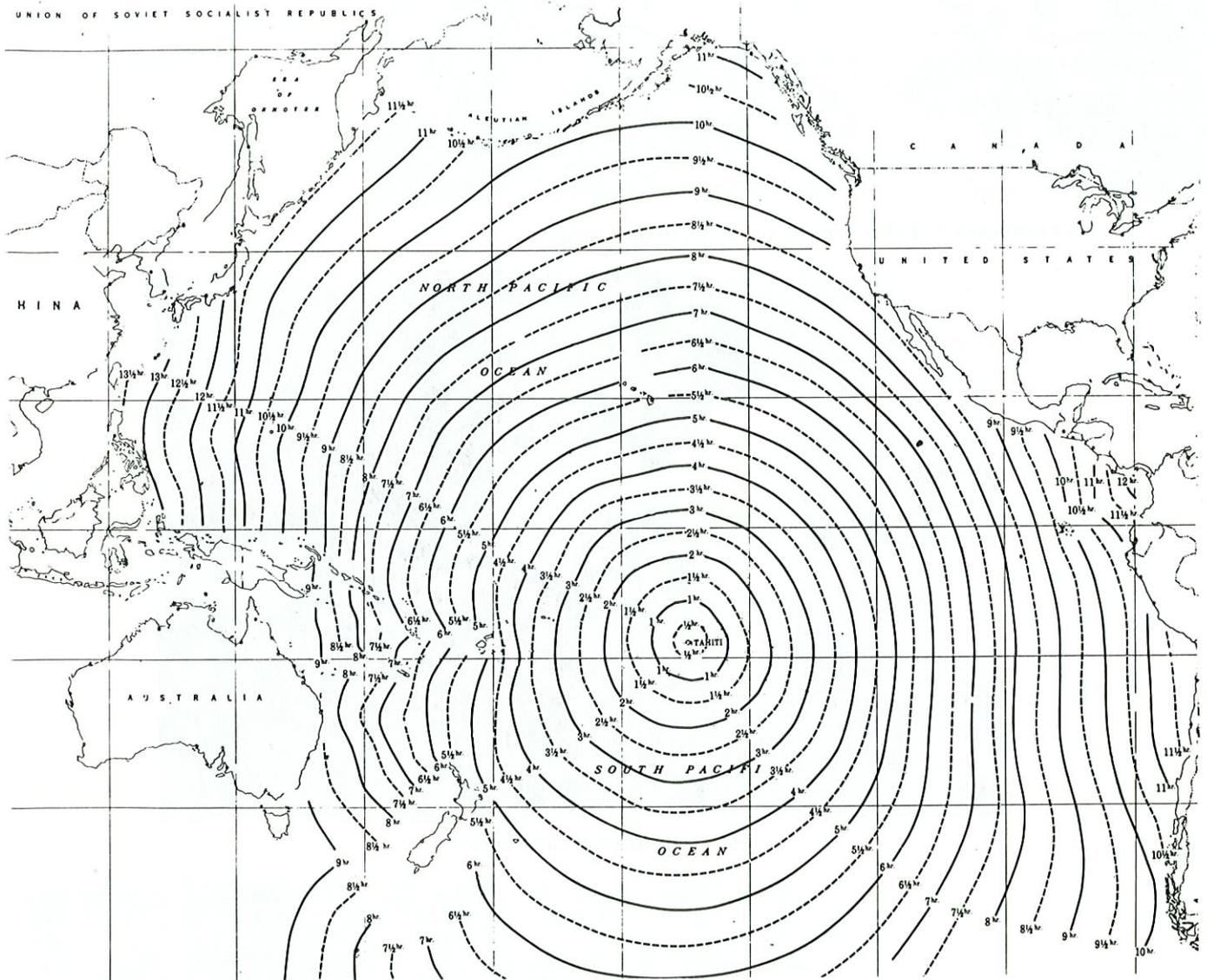
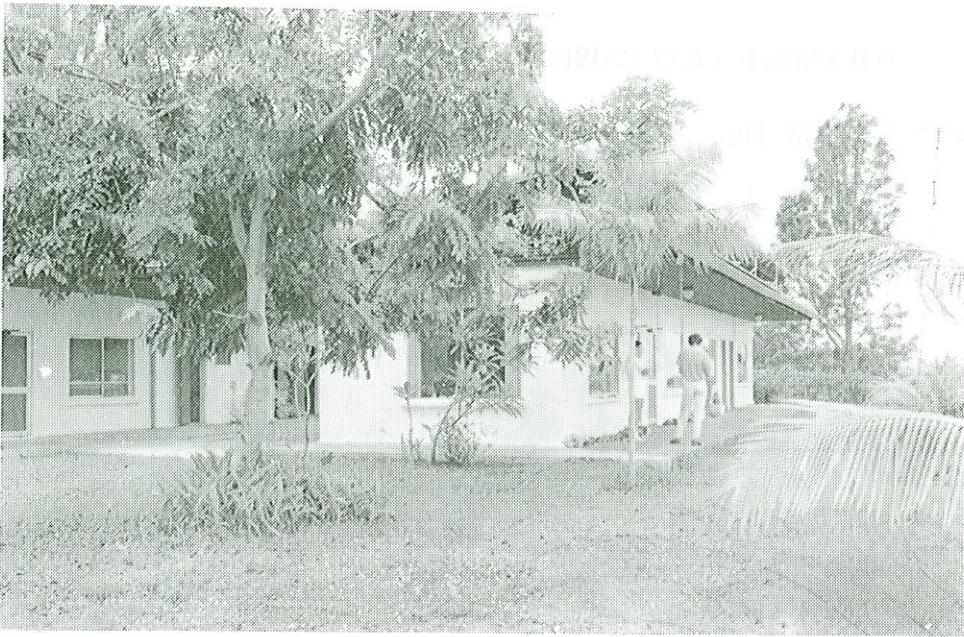
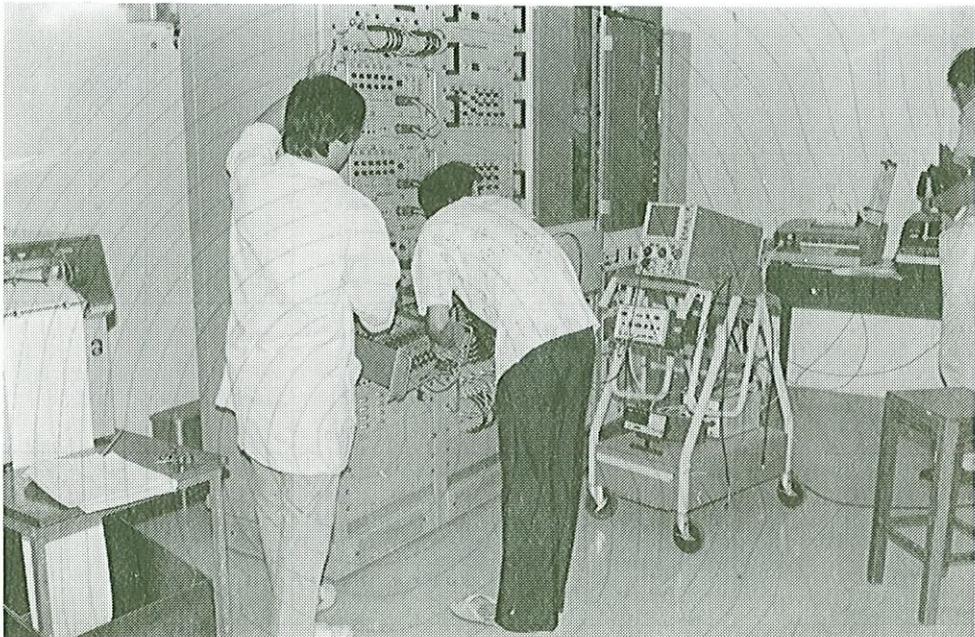


FIGURE 4



Les bâtiments du Laboratoire de Géophysique de Pamatai.



Salle d'enregistrement des données.



NOUVELLES DIVERSES



Mlle FLORENCE ROUSSE EN VISITE A TAHITI

Mlle Florence ROUSSE, Ingénieur de l'Aviation Civile à MEDETOM, Paris, photographiée en compagnie de M Guy YEUNG, Directeur de l'Aviation Civile en Polynésie et de deux hôtesse de la compagnie UTA, lors de son passage dans le Territoire.



LA NUIT DE L'AVIATION CIVILE

C'est dans le cadre verdoyant du Lagonarium, devant le lagon de Punaauia, que s'est déroulée, le samedi 29 novembre, la Nuit de l'Aviation Civile, qui traditionnellement réunit en cette période les personnels des services placés sous la direction de M. Guy Yeung.



Au cours de cette mémorable soirée, les nombreux convives ont fait honneur au buffet garni avant de se retrouver sur la piste de danse où régnait une ambiance électrique.

A l'issue des spectacles de chants et danses présenté par le groupe « Manureva » dont c'était la première sortie depuis son retour de métropole, il fut procédé au tirage de la tombola qui, grâce aux généreux donateurs et en particulier aux compagnies aériennes Lan Chile et UTA, fit d'heureux gagnants.

M. Manate, Président en titre de l'association des personnels devait faire une brève allocution, remercier tous ceux qui en avaient permis le bon déroulement, le bénéfice de cette sympathique manifestation étant, il faut le rappeler, destiné comme chaque année à l'organisation de l'Arbre de Noël des enfants de l'Aviation Civile et de la Météorologie.



TRANSPORTS AERIENS

AERODROME DE TAHITI-FAAA

RECAPITULATION DU TRAFIC COMMERCIAL ET VARIATION DE CE TRAFIC DE JANVIER A OCTOBRE 1980

COMPAGNIE	VOLS	PAX	DONT PAX DIRECT	S.O.	CMR %	FRET (KG)	GRATUIT (KG)	POSTE (KG)	VARIATION (%) AVEC 1979
TRAFFIC COMMERCIAL INTERIEUR									
AIR TAHITI (MOOREA)	10249	84511	84511	113062	74.7	205335	974	205335	+ 4.0
	10250	157568	157568	202326	64.4	311610	4059	311610	+ 1.2
	20529	245139	245139	206505	69.6	437078	4953	437078	+ 11.3
TOTAL TRAFIC MOOREA	10249	84511	84511	113062	74.7	205335	974	205335	+ 4.0
	10250	157568	157568	202326	64.4	311610	4059	311610	+ 1.2
	20529	245139	245139	206505	69.6	437078	4953	437078	+ 11.3
AIR TAHITI	5117	2917	2917	5007	52.9	145468	394	145468	+ 4.0
	10330	5129	5129	10032	59.1	311610	4059	311610	+ 1.2
	10331	5129	5129	10032	59.1	311610	4059	311610	+ 1.2
AIR POLYNÉSIE	2399	93077	93077	103979	79.9	295335	974	295335	+ 4.0
	2400	79409	79409	102326	77.5	311610	4059	311610	+ 1.2
	4301	162486	162486	206505	78.7	437078	4953	437078	+ 11.3
TAHITI CONQUEST A.	77	157	157	530	29.6	145468	394	145468	+ 4.0
	155	124	124	536	23.1	311610	4059	311610	+ 1.2
	155	281	281	1066	26.4	437078	4953	437078	+ 11.3
TAHITI HELICOPTERE	1	4	4	4	100.000	145468	394	145468	+ 4.0
	1	4	4	4	100.000	311610	4059	311610	+ 1.2
	1	4	4	4	100.000	437078	4953	437078	+ 11.3
TOTAL TRAFIC INTERIEUR	13239	170506	170506	202326	76.9	205335	974	205335	+ 4.0
	13240	325072	325072	444052	70.9	311610	4059	311610	+ 1.2
	26517	500179	500179	444052	73.3	437078	4953	437078	+ 11.3
TRAFFIC COMMERCIAL INTERNATIONAL									
U.T.A	345	69099	69099	88049	76.9	205335	974	205335	+ 4.0
	346	93273	93273	88439	76.3	311610	4059	311610	+ 1.2
	691	162372	162372	176488	76.5	437078	4953	437078	+ 11.3
GANTAS	262	1440	1440	73023	79.1	159234	1515	159234	+ 4.0
	523	2421	2421	73048	81.1	22385	2148	22385	+ 4.0
	523	50161	50161	146371	80.1	1372619	17463	159359	+ 4.0
AIR NEW ZEALAND	217	29274	29274	80359	72.9	1783312	39850	16998	+ 4.0
	217	29274	29274	80359	72.2	1783312	39850	16998	+ 4.0
	434	58768	58768	160718	72.2	1811985	43836	20577	+ 4.0
LAN CHILE	48	6126	6126	8872	69.0	60326	622	60326	+ 4.0
	95	10887	10887	17550	60.3	112143	1824	1878	+ 4.0
	95	10887	10887	17550	60.3	112143	1824	1878	+ 4.0
S.P.I.A.	3520	674	674	5119	58.7	13377	54	1493	+ 4.0
	3520	674	674	5119	58.7	13377	54	1493	+ 4.0
	3520	674	674	5119	58.7	13377	54	1493	+ 4.0
POLYNÉSIA AIRLINE	302	1070	1070	7490	35.0	4871	59	4871	+ 4.0
	302	1070	1070	7490	35.0	4871	59	4871	+ 4.0
	302	1070	1070	7490	35.0	4871	59	4871	+ 4.0
AIR FRANCE	510	951	951	1865	45.0	29263	300	4401	+ 4.0
	510	951	951	1865	45.0	29263	300	4401	+ 4.0
	510	951	951	1865	45.0	29263	300	4401	+ 4.0
CONTINENTAL	1	51	51	247	60.9	159	17	159	+ 4.0
	1	51	51	247	60.9	159	17	159	+ 4.0
	1	51	51	247	60.9	159	17	159	+ 4.0
TOTAL TRAFIC REGULIER INTERNATIONAL	945	133269	133269	271324	74.9	590647	14799	426640	+ 4.0
	945	133269	133269	271324	74.9	590647	14799	426640	+ 4.0
	945	133269	133269	271324	74.9	590647	14799	426640	+ 4.0
U.T.A	6	17	17	211	49.3	19329	1952	1952	+ 4.0
	6	17	17	211	49.3	19329	1952	1952	+ 4.0
	6	17	17	211	49.3	19329	1952	1952	+ 4.0

AERODROME DE TAHITI-FAAA
 RECAPITULATION DU TRAFIC COMMERCIAL ET VARIATION DE CE TRAFIC DE JANVIER A OCTOBRE 1985

COMPAGNIE	A	D	T	VOLS	PAX	DONT PAG.	TRANSIT DIRECT	S.O.	CMR %	FRET (KG)	FRET GRATUIT (KG)	POSTE (KG)	VARIATION (%) AVEC 1985
										PAX	FRET	POSTE	
										POST	POST		
GANTAS	A	D	T	1	306	225	225	306	73,5	805553	805553		
	A	D	T	2	306	235	235	306	73,5	206300	206300		
	A	D	T	2	612	450	450	612	73,5	826183	826183		
AIR NEW ZEALAND	A	D	T	1	220			220	60,0				
	A	D	T	1	220			220	60,0				
LAN CHILE	A	D	T	3	248			248	85,5				
	A	D	T	3	248			248	85,5				
	A	D	T	3	424			424	85,5				
TRANSAMERICA	A	D	T	7	36578	15		36578	72,7	805553	805553		
	A	D	T	7	36578	10		36578	72,5	206300	206300		
	A	D	T	154	53082	25		73156	72,6	826183	826183		
SWISSAIR	A	D	T	1	369			369	92,3				
	A	D	T	1	369			369	92,3				
	A	D	T	1	800			800	92,3				
NATIONNAIR	A	D	T	1	189			189	98,9				
	A	D	T	1	189			189	98,9				
	A	D	T	1	376			376	100,0				
PEOPLE EXPRESS	A	D	T	10	4930			4930	73,0	65020	65020		
	A	D	T	10	4930			4930	72,1	823	823		
	A	D	T	20	9860			9860	72,5	65843	65843		
MINERVE	A	D	T	8	1907			1907	69,1				
	A	D	T	8	1907			1907	64,7				
	A	D	T	16	3814			3814	66,9				
DIVERS USA	A	D	T	3	555			555	78,9				
	A	D	T	3	555			555	78,9				
	A	D	T	6	1110			1110	78,9				
TOTAL TRAFIC NON REGULIER	A	D	T	111	47444	25	1260	47444	71,9	888902	888902	11	+2238,1
TOTAL TRAFIC INTERNATIONAL	A	D	T	109	46957	36	2520	46957	72,0	22218	22218	11	+9210,4
	A	D	T	220	94401			94401	71,9	911120	911120		
TOTAL TRAFIC	A	D	T	1056	166614	4230	70342	318768	74,3	6379349	6379349	426640	+34,6
INTERNATIONAL	A	D	T	1053	165348	6867	70342	318206	74,1	702044	702044	91500	+48,4
	A	D	T	2109	331962	11097	140684	636974	74,2	7081593	7081593	518140	+9,2
TOTAL TOUT TRAFIC	A	D	T	14295	336980	6755	70342	541350	75,2	6504817	6504817	447175	+20,3
	A	D	T	14331	320454	9371	70342	539676	72,4	1013654	1013654	130729	+44,2
	A	D	T	28626	657434	16126	140684	1081026	73,8	7518471	7518471	602378	+9,5