

# LABORATOIRE DE GEOPHYSIQUE



Laboratoire de Géophysique  
BP 640 – 98713 Papeete, Tahiti  
Polynésie Française  
Tél. : (689) 82 80 25  
Fax. : (689) 83 50 37  
e-mail : [cppt@labogeo.pf](mailto:cppt@labogeo.pf)  
[ppt\\_ops@labogeo.pf](mailto:ppt_ops@labogeo.pf)

CEA/DAM/Département Analyse et Surveillance de l'Environnement  
Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives

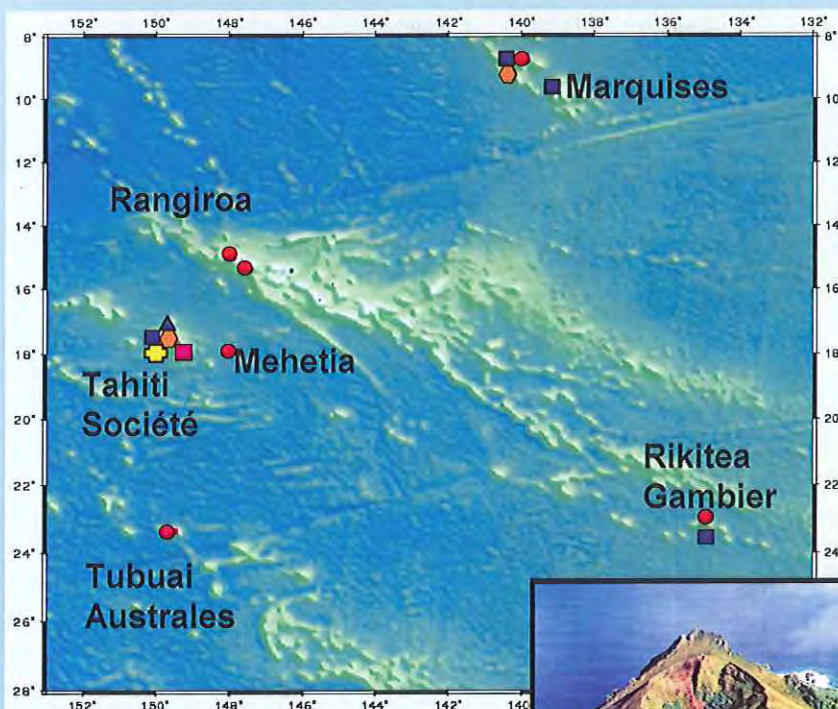


Créé en 1960 à l'initiative du professeur Yves Rocard, le Laboratoire de Géophysique de Pamatai est une antenne du DASE (Département Analyse, Surveillance, Environnement du CEA).

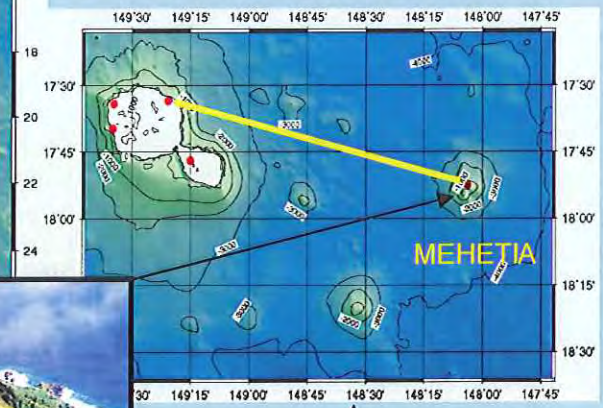
## Les principales missions du LDG-Pamatai

- 1) Installation, exploitation et maintenance du *Réseau Géophysique Polynésien (RGP)* et du réseau *TICE (Traité d'interdiction Complet des Essais)*
- 2) **Détection sismique** globale et régionale (production de **bulletins sismiques**)
- 3) **Détection et traitement des ondes hydroacoustiques**
- 4) **Alerte aux tsunamis**: le *CPPT*, Centre Polynésien de prévention des Tsunamis

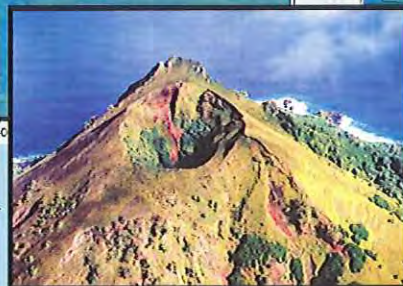
## Le Réseau Géophysique Polynésien (RGP)



- ▲ Sismique TICE + RGP
- Sismique RGP
- Infrason TICE
- Radionucléide TICE
- Marégraphe
- Géomagnétique IPGP



Vue du cratère du volcan Mehetia;  
La station sismique est installée en  
arrière plan légèrement en contrebas.



Réseau des stations sismiques de  
Tahiti et Mehetia, télémetrées en  
temps réel.



# Les stations du TICE et le RGP

La mise en application du Traité d'Interdiction Complet des Essais nucléaires (TICE), signé par la France en 1996, implique une surveillance à l'échelle du globe dans les 3 principaux éléments qui le compose : l'air, la terre et les océans. La recherche de tout événement suspect passe par le déploiement de plusieurs réseaux de capteurs et d'instrumentation géophysique pour explorer ces 3 domaines : pour l'atmosphère, ce sont les stations de détection des radionucléides (éléments radioactifs contenus dans l'air), et les stations de détection des infrasons. La détection des ondes sismiques générées par les tremblements de terre ou les explosions souterraines est faite à l'aide des sismomètres. Ces capteurs permettent également de surveiller le milieu marin en détectant et identifiant les ondes hydroacoustiques (ondes T) qui s'y propagent.

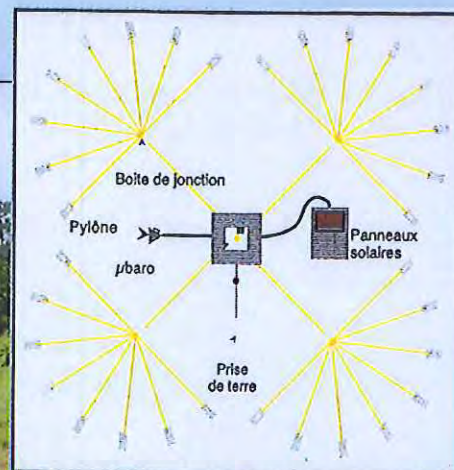
Le DASE, Département Analyse, Surveillance, Environnement (CEA, Bruyères-le-Chatel, France) dont dépend le LDG/Pamatai, est responsable de la contribution Française à la mise en place et à l'exploitation du Système de Surveillance International, dans les différentes technologies.

Le Réseau Géophysique Polynésien comprend des stations du Système International dont les données sont envoyées en temps réel au DASE et au CID (Centre International de Données) à Vienne :

La station sismique de Tahiti (PS18, dans la nomenclature du TICE) du fait de sa situation centrale dans le Pacifique, est un site primordial pour la détection sismique et hydroacoustique

La station d'analyse des radionucléides (RN27) est installée sur le site de Pamatai. Elle comprend un préleveur (photo 1) et une chaîne de comptage automatique de spectrométrie gamma (photo 2), et une station de prélèvement et d'analyse des isotopes du Xénon (photo 3).

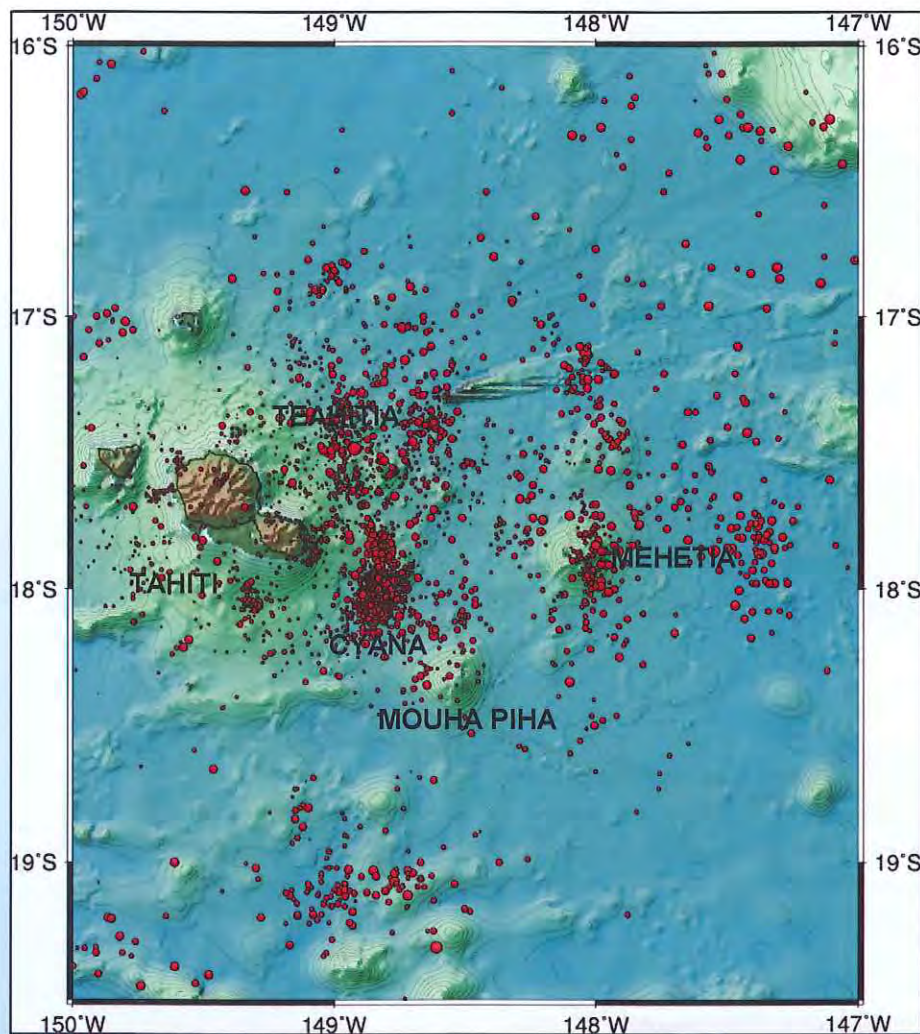
Le réseau infrason (IS24) est installé à Taravao (photo 4) dans la presqu'île de Tahiti ; un deuxième réseau infrason (IS21) est installé dans l'archipel des Marquises à Nuku Hiva. Chaque réseau infrason comprend 4 microbaromètres dont 3 sont situés sur les sommets d'un triangle de 2 à 3 kilomètres de côté.



Une des station du mini-réseau infrason de la presqu'île de Tahiti, à Taravao



# Détection de la sismicité régionale et globale



Sismicité locale depuis 1960 au voisinage de Tahiti-Mehetia (640 séismes) et sismicité régionale sur l'ensemble de la Polynésie de 1960 à 2011 (1456 séismes).

Le point chaud de la Société-Teahitia a donné naissance à l'archipel de la Société comprenant les îles Sous le Vent et les îles du Vent (Moorea, Tahiti et Mehetia).

L'évolution morphologique de ces îles, de l'île haute à l'atoll, est la conséquence du vieillissement et de l'enfoncement des volcans, associé à la dérive vers le Nord-Ouest de la plaque océanique qui les porte. L'activité volcanique actuelle se manifeste par des éruptions volcaniques sous-marines à grande profondeur, qui se sont produites en 1981 sur le flanc Sud de l'île de Mehetia et en 1982-1985 autour du mont sous-marin Teahitia. Les stations sismiques de Tahiti ont enregistré plusieurs milliers de séismes volcano-tectoniques. Les plus forts ont eu lieu à la fin de la crise : une dizaine d'événements ont dépassé la magnitude 4.0 et ont été ressentis par la population de Tahiti.

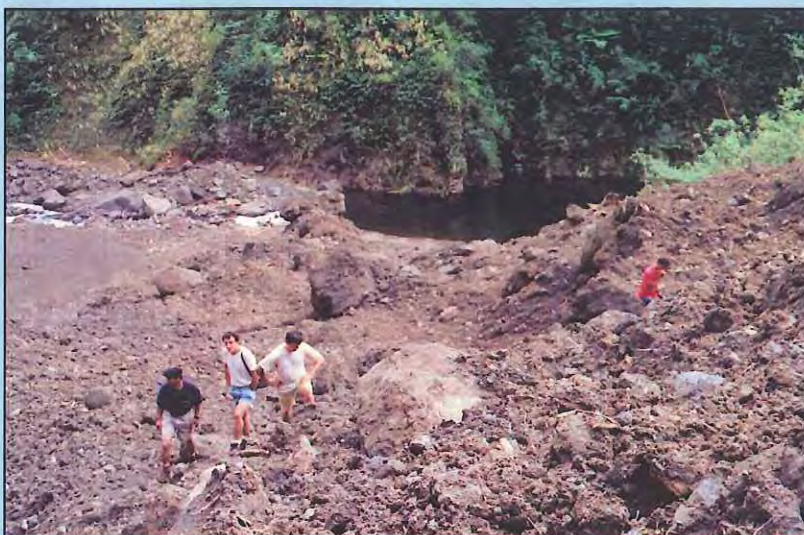
Depuis 1986, l'activité volcanique est très faible et la sismicité est de l'ordre de 150 séismes par an.

Sur l'ensemble de la Polynésie Française, les stations du Réseau Géophysique Polynésien (RGP) permettent de détecter et de localiser une activité sismique d'origine tectonique. Cette sismicité est en général diffuse : depuis 1963, une vingtaine d'événements ont dépassé la magnitude 5.0. Le plus fort, de magnitude 6.6, est situé à 1.000 km à l'Est des îles Marquises. Aucun de ces séismes n'a été ressenti par la population du fait qu'ils étaient situés loin des îles habitées. Quelques séismes ont été fortement ressentis aux Marquises en 1988, 1990 et 2002; plus récemment, le 16 mars 2008, un séisme de magnitude 3.9 localisé vers le mont sous-marin Teahitia a été ressenti par la population de Tahiti.

## Les éboulements

Les éboulements sont des phénomènes fréquents à Tahiti. Ils sont souvent ignorés car ils se produisent dans des zones peu accessibles à l'intérieur de l'île. Le Réseau Géophysique Polynésien permet de détecter et de localiser ces phénomènes ; une cinquantaine d'éboulements importants ont été détectés à Tahiti depuis 1967 par le LDG/Pamatai.

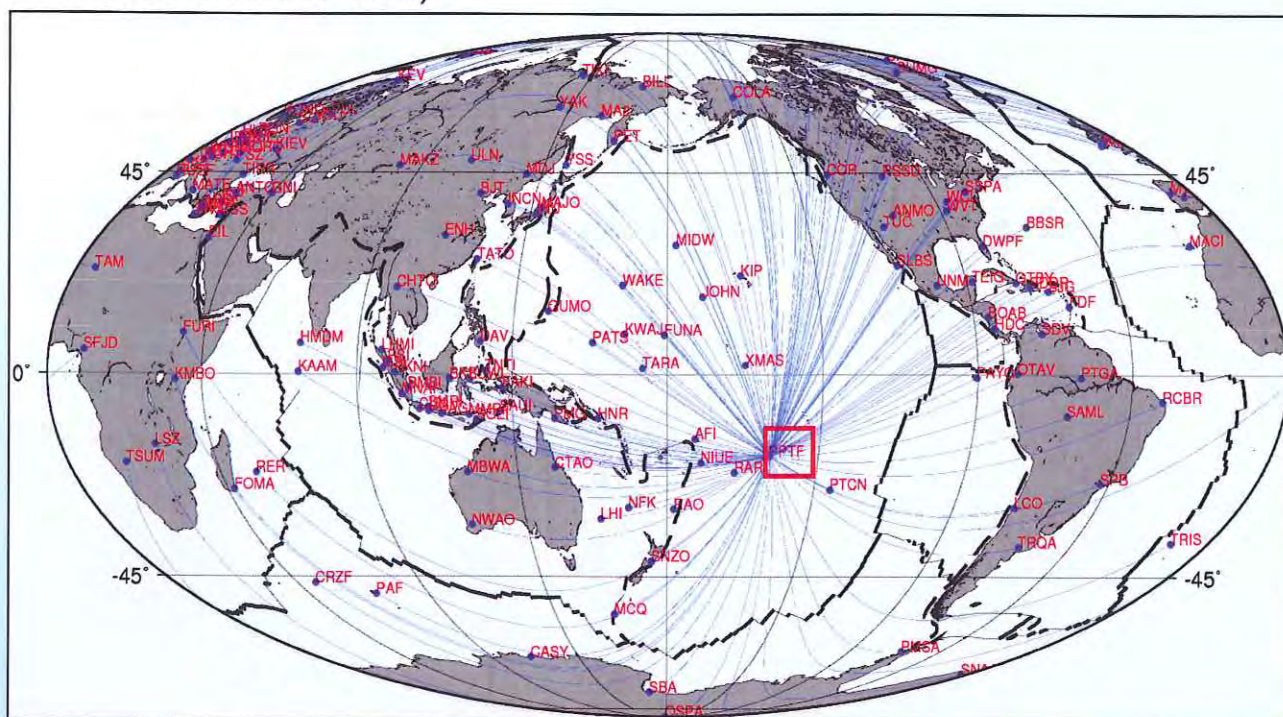
A la suite d'un éboulement, le danger majeur réside dans la formation possible d'un barrage naturel dans le lit des rivières qui peut céder à tout moment. Si la retenue d'eau est importante, il peut être nécessaire de procéder à l'évacuation des habitants de la vallée concernée.



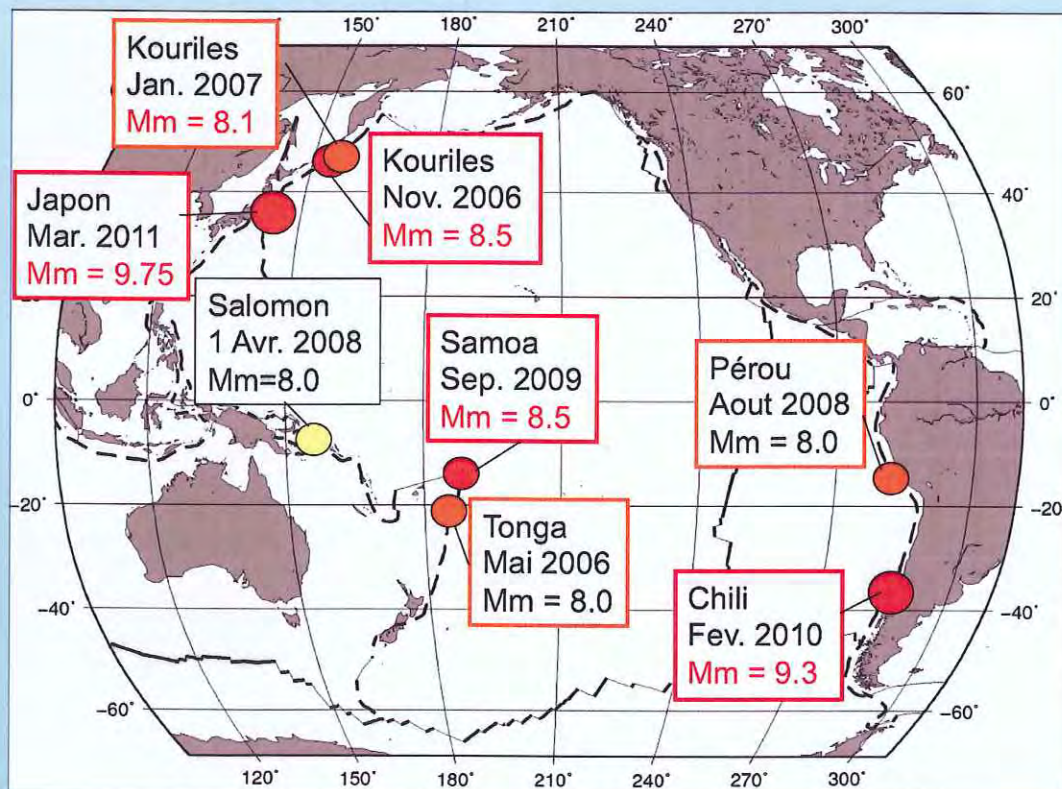


## Détection globale

**SEISCOMP**: un nouveau système d'alerte en construction (contrat de recherche Etat-Territoire oct. 2010-1012)



145 stations du réseau mondial sont reçues en temps réel au LDG-Pamatai (via internet). Ces stations traitées par le système SEISCOMP permettent d'obtenir une localisation rapide et un calcul de magnitude robuste. En complément, le système d'alerte TREMORS, basé sur la station de PPT (reçue par fibre optique), sert de système de secours en cas de panne du réseau internet.



Forts séismes dans le Pacifique de magnitude supérieure à 8 depuis 2006. Tous ces événements ont généré une alerte sismique, mais seuls 3 ont été suivi d'une alerte tsunami en Polynésie Française (Samoa-2009, Chili-2010 et Japon-2011). Un agent pour l'alerte sismique et tsunami est d'astreinte H24, 7j/7j.



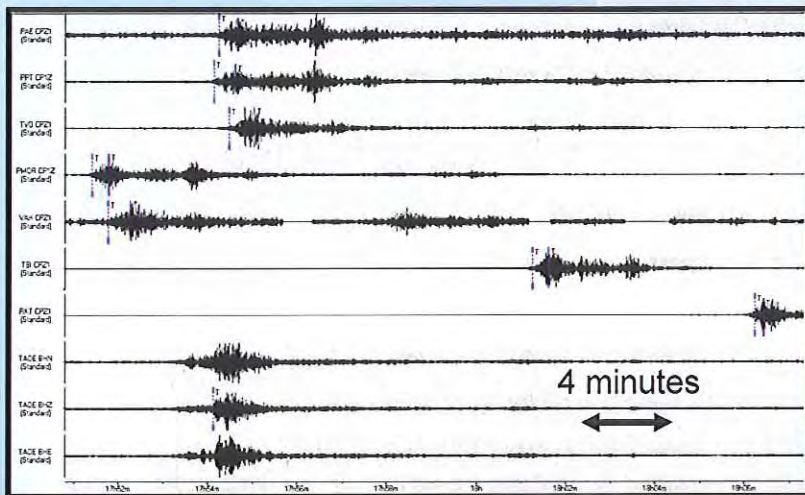
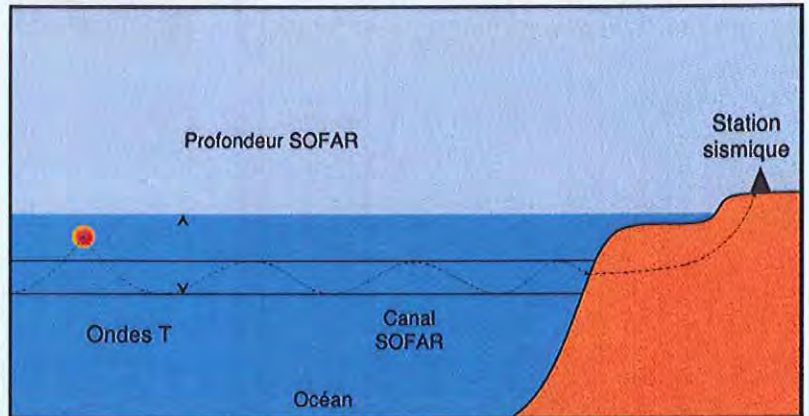
# La Détection des Ondes Hydroacoustiques

Le **Réseau Géophysique Polynésien (RGP)** comprend une dizaine de stations sismiques installées dans l'ensemble des Archipels. Du fait de sa position centrale dans la région Pacifique, ce réseau permet de capter depuis 1960 la plupart des ondes T qui se propagent dans l'océan. Les ondes T sont des ondes hydro-acoustiques qui se propagent à très grande distance (à une vitesse de 1500 m/s) si elles ne rencontrent pas d'obstacle sur le trajet (île ou haut fond). Elles sont générées essentiellement par des séismes sous-marins, mais également par des explosions sous-marines. De nombreuses crises volcaniques des volcans sous-marins (Rocard, Monovai, Mac Donald, Loihi) sont connues grâce aux ondes T enregistrées à grande distance. L'existence d'un lac de lave sous-marin a récemment été mise en évidence sur la dorsale sud Pacifique, grâce aux ondes T monochromatiques produites par ses émissions gazeuses détectées par le RGP. Des ondes T générées lors de très fort séismes des îles Tonga peuvent être ressenties par la population habitant en bord de côte.

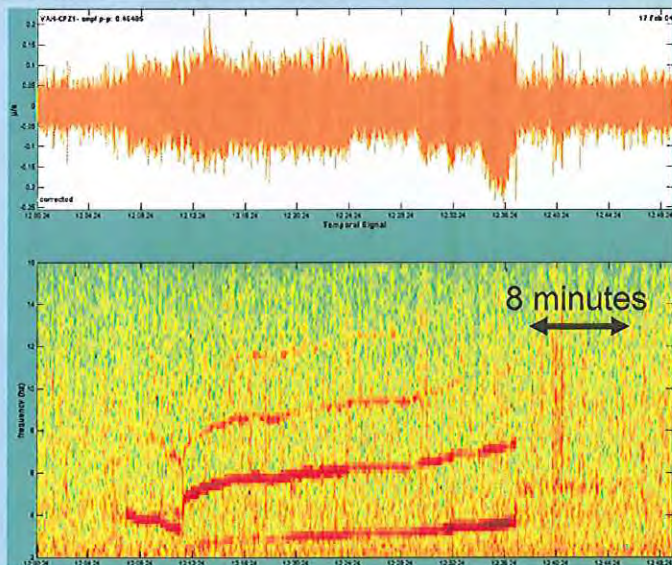
De nombreux signaux hydro-acoustiques correspondant à la fracturation et au détachement de grands icebergs du continent Antarctique sont régulièrement détectés depuis 1998 par le RGP.

Le **RGP** enregistre annuellement en moyenne plus de 2000 événements générant des ondes T. Un bulletin d'ondes T est réalisé périodiquement et les signaux ainsi que les localisations sont enregistrés dans une base de données structurée.

Au sein du Département Analyse, Surveillance, Environnement du CEA, le LDG/Pamatai contribue aux études sur la génération, la propagation et la conversion à terre des signaux hydroacoustiques.



Petit séisme des Iles Hawaii, détecté sous forme d'ondes T par l'ensemble du réseau Polynésien

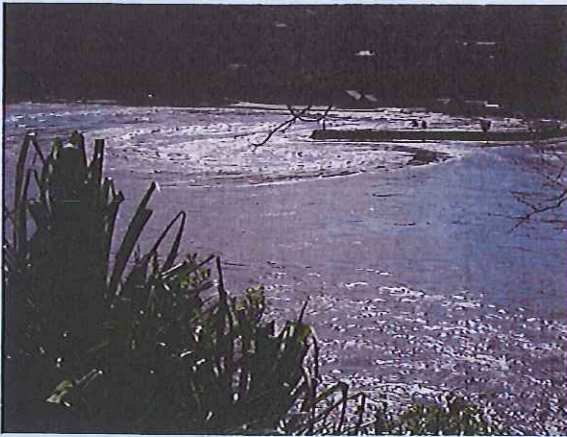


Exemple de représentation temps-fréquence d'un signal hydro-acoustique généré par une fracturation d'iceberg. Le détachement et la fracturation de B15A dans la mer de Ross a été très bien enregistré par le RSP.

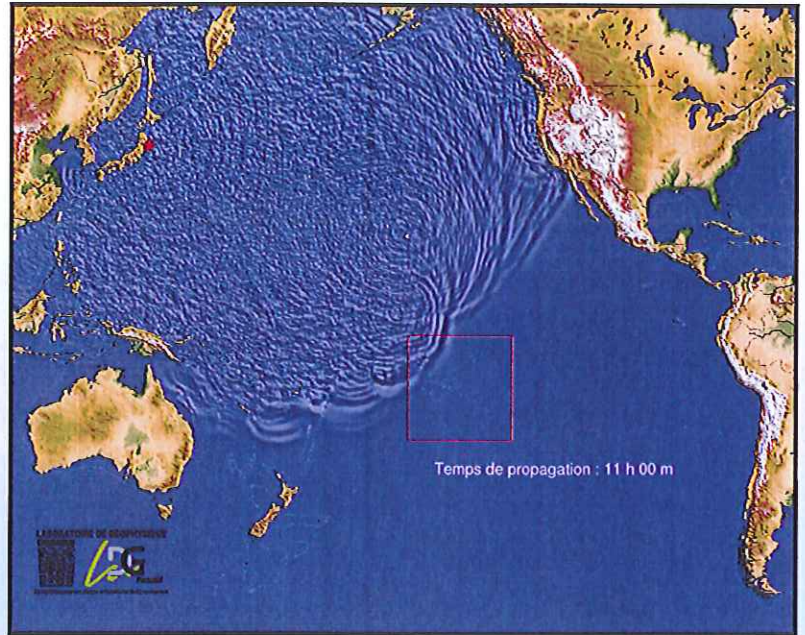


# Prévention des Tsunamis

Un tsunami est une série de vagues de très grande longueur d'onde (jusqu'à 200 km) qui se propage dans l'océan. Les tsunamis sont générés par des mouvements du fond de l'océan associés pour la plupart aux forts tremblements de terre superficiels des zones de subduction ; les éruptions volcaniques et les éboulements sous-marins peuvent également générer des tsunamis. En Polynésie Française, les Marquises sont les îles les plus menacées, du fait des faibles pentes du relief sous-marin, et de l'absence de récif corallien.



Effets du tsunami du 27 février 2011 dans la baie de Tahauku (Hiva Oa), avec un tourbillon associé à de forts courants provoqués en amont de la jetée.



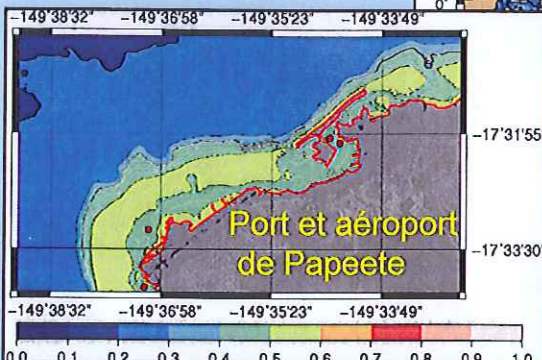
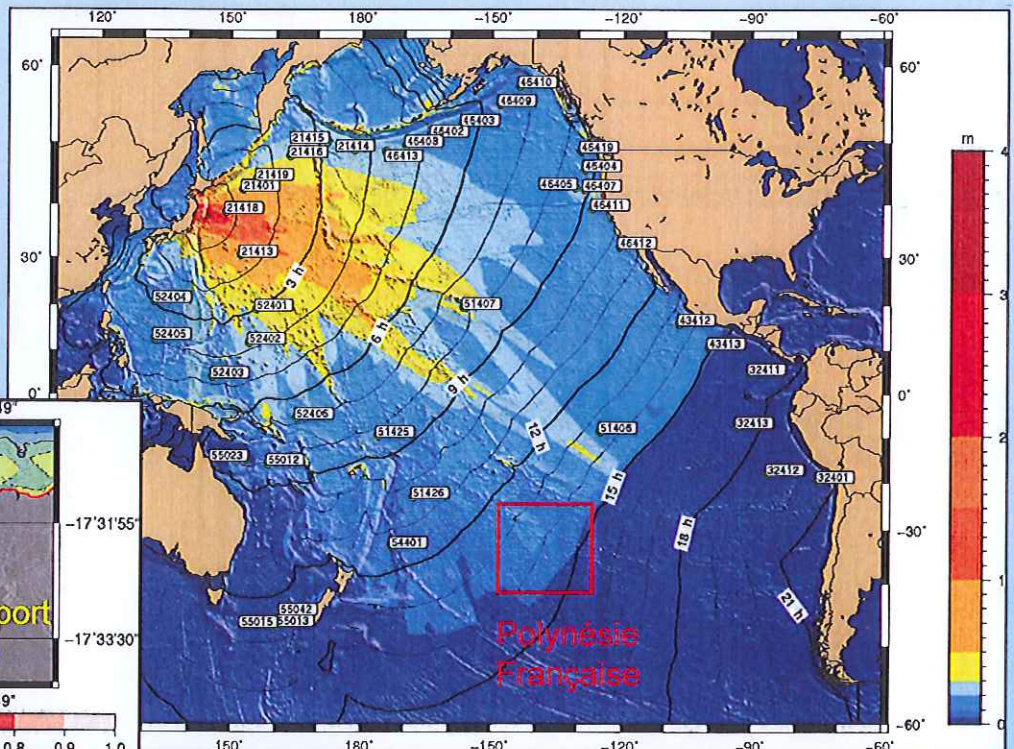
Simulation numérique du tsunami du Japon du 11 mars 2011, après 11 h de propagation dans le Pacifique

Un tsunami parcourt l'Océan Pacifique en moins de 24 heures, à une vitesse qui peut atteindre 800 km/h. En plein océan, un tsunami n'est pas visible. Sa vitesse et sa longueur d'onde diminuent lorsqu'il entre dans des eaux peu profondes, ce qui entraîne une augmentation importante de son amplitude. Les vagues peuvent alors provoquer des dégâts et des victimes le long des côtes situées à plusieurs milliers de kilomètres de la source.

## Détecter les forts séismes – Alerter – Estimer les hauteurs d'eau

Le LDG/Pamatai est responsable du Centre Polynésien de Prévention des Tsunamis. En cas de dépassement de critères, une alarme est envoyée automatiquement au sismologue d'astreinte qui, après vérification, alerte la Direction de la Protection Civile. En cas d'alerte tsunami effective, les temps d'arrivées du tsunami et les hauteurs d'eau attendues sont calculées.

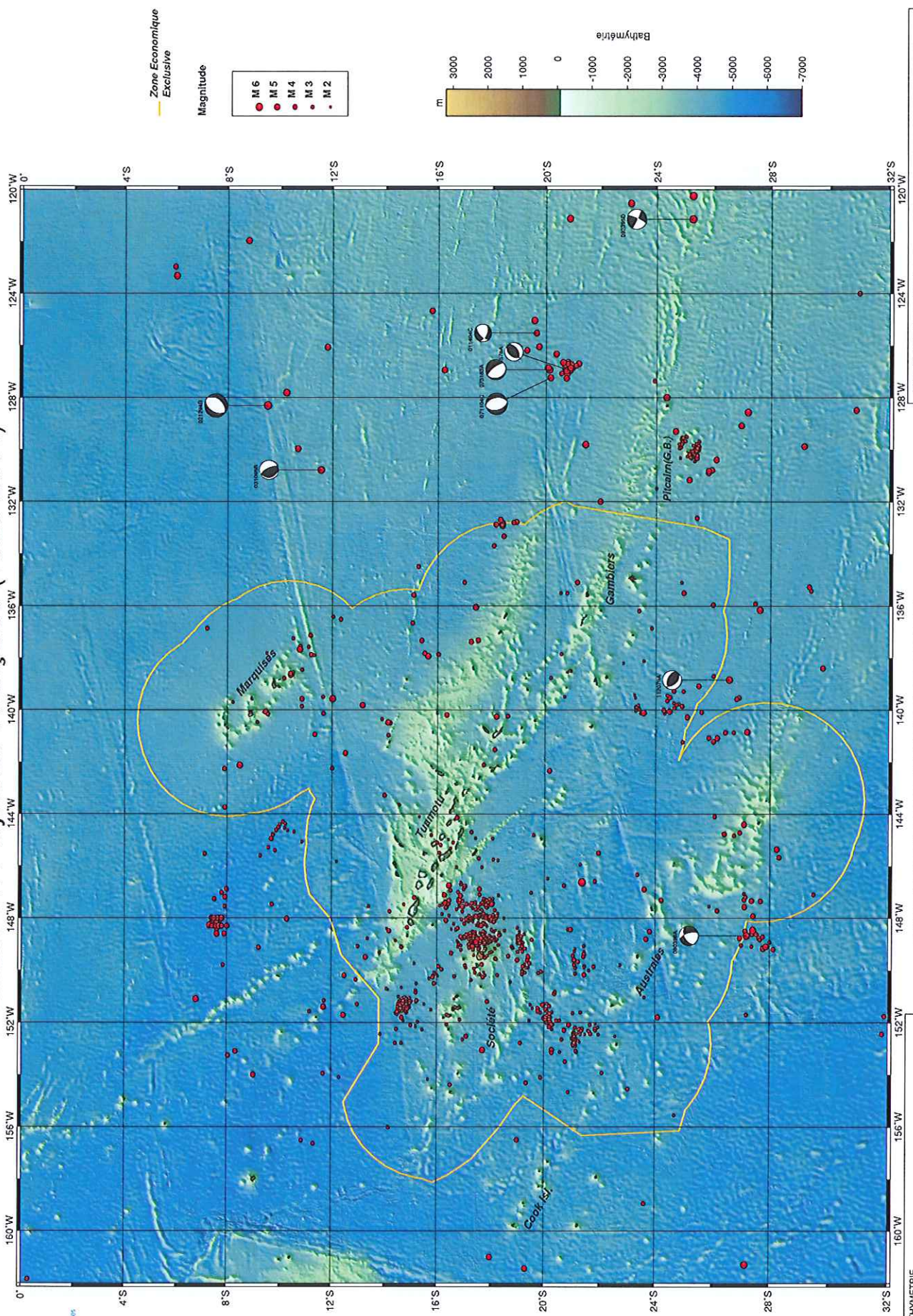
Une des méthodes utilisée au CPPT de façon opérationnelle lors du tsunami du Japon en mars 2011, s'appuie sur une base de données de 260 scénarios de tsunamis pré-calculés, dont les sources fictives sont réparties le long des principales zones de subduction du Pacifique. La simulation correspondant au séisme le plus proche en localisation et en magnitude est sélectionnée.



Hauteurs maximales en océan profond et temps de propagation du tsunami du Japon de mars 2011. Les hauteurs sont données par une échelle de couleur. La figure de gauche donne les hauteurs maximales estimées dans le port de Papeete et pour l'aéroport de Faaa.



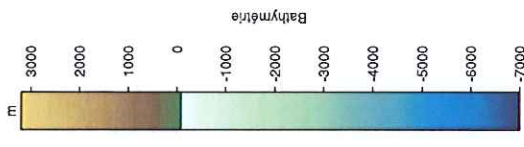
# Sismicité en Polynésie Française (1960-2011)



Zone Economique Exclusive

Magnitude

- M 6
- M 5
- M 4
- M 3
- M 2



SOURCE DE LA BATHYMETRIE

La bathymétrie de cette carte est tirée des données satellitaires et des relevés Sonar effectués par le projet TOPEX/Poseidon, le 28 novembre 2005, par Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego

[http://topex.ucsd.edu/WWW\\_html/rimrim3d\\_plus.html](http://topex.ucsd.edu/WWW_html/rimrim3d_plus.html)

Cette carte a été éditée par le Laboratoire de Géophysique de Pamateli, Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives, BP 640, Papeete, Tahiti, Polynésie Française, en Juillet 2011. Contact : [cppt@labogeo.pf](mailto:cppt@labogeo.pf)

( Projection Mercator, tracé avec Generic Mapping Tools, Paul Wessel)

SOURCE DES MECANISMES

Les mécanismes au foyer des séismes sont extraits du catalogue du Global Centroid-Moment-Tensor (CMT) Project dirigé par le professeur Ekstöm, Lamont-Doherty Earth Observatory.

<http://www.globalcm.org>