

# GLOSSAIRE SUR LES TSUNAMIS



CENTRE INTERNATIONAL D'INFORMATION  
SUR LES TSUNAMIS (CIIT)  
COMMISSION OCEANOGRAPHIQUE  
INTERGOUVERNEMENTALE (de l'UNESCO)



# 1 CLASSIFICATION DES TSUNAMIS

## CARACTÉRISTIQUES DU PHÉNOMÈNE

Un tsunami se propage à partir de région d'origine sous forme d'une série de vagues. Sa vitesse dépend de la profondeur de l'eau et par conséquent, les vagues subissent des accélérations ou des décélérations selon que la profondeur du fond marin au-dessus duquel elles passent croît ou décroît. Ce processus fait également varier la direction de propagation des vagues et peut en focaliser ou défocaliser l'énergie. En haute mer, les vagues peuvent se déplacer à des vitesses allant de 500 à 1.000 kilomètres heure. A proximité du rivage, toutefois, le tsunami ralentit, et sa vitesse n'atteint plus que quelques dizaines de kilomètres heure. La hauteur du tsunami varie également en fonction de la profondeur de l'eau. Un tsunami qui fait tout juste un mètre de haut en plein océan peut s'élever jusqu'à des dizaines de mètres sur la ligne de rivage. Contrairement aux vagues ordinaires

d'origine éolienne, qui ne perturbent que la surface de l'eau, les vagues du tsunami propagent leur énergie jusqu'au fond de la mer. Près du rivage, cette énergie est concentrée dans le sens vertical en raison de la diminution de la profondeur et dans le sens horizontal en raison du raccourcissement de la longueur d'onde qu'entraîne le ralentissement des vagues.

La période des tsunamis (durée du cycle d'une vague) peut, suivant les cas, aller de quelques minutes jusqu'à une heure voire, exceptionnellement, davantage. Lorsqu'il atteint la côte, le tsunami peut prendre diverses formes selon la taille et la période des vagues, la bathymétrie à proximité du rivage et la forme du littoral, l'état de la marée et d'autres facteurs. Dans certains cas, le tsunami peut n'entraîner qu'une inondation relativement anodine des zones côtières



basses, submergeant les terres comme une marée qui monte rapidement. Dans d'autres, il peut déferler comme un mascaret - muraille verticale d'eau turbulente qui peut s'avérer très destructrice. Dans la plupart des cas, les crêtes des vagues sont précédées d'une baisse du niveau de la mer, ce qui fait reculer la ligne de rivage, parfois jusqu'à un kilomètre ou davantage. Enfin, des courants forts et inhabituels accompagnent parfois les tsunamis, même petits.

Les dégâts causés par les tsunamis sont le résultat direct de trois facteurs : inondation, impact des vagues sur les constructions et autres structures et érosion. Des courants forts engendrés par des tsunamis ont rongé les fondations de ponts et de digues dont ils ont provoqué l'effondrement. Les forces de traînée et la flottabilité ont déplacé des maisons et renversé des wagons. La force des vagues déchaînées par des tsunamis a démoli des constructions à ossature et autres ouvrages. Les débris flottants, y compris les bateaux et voitures qui se transforment en projectiles dangereux susceptibles de s'écraser sur des immeubles, des jetées et d'autres véhicules, provoquent à leur tour des dégâts considérables. Des bateaux et des installations portuaires ont été endommagés sous l'effet de la lame engendrée par des tsunamis, même faibles. Les incendies provoqués par le déversement d'hydrocarbures ou la combustion de navires endommagés dans les ports, ou par la rupture d'installations de stockage et de raffinage de pétrole situées sur la côte, peuvent causer des dégâts plus importants que ceux directement imputables aux tsunamis. La pollution par les produits chimiques et par les eaux usées peut causer d'autres dégâts secondaires. Les dommages que subissent les installations d'admission, d'évacuation et de stockage peuvent également être source de danger. L'effet potentiel du phénomène de retrait du tsunami, qui fait qu'en se retirant, les eaux découvrent des admissions d'eau de refroidissement desservant des installations nucléaires, est particulièrement préoccupant.

## TSUNAMI D'ORIGINE ATMOSPHÉRIQUE.

Vagues semblables à celles d'un tsunami dues à l'avancée rapide d'un front de pression atmosphérique qui se déplace au-dessus d'eaux peu profondes à peu près à la même vitesse que les vagues, ce qui en permet le couplage.

## TSUNAMI INTERNE.

Onde de tsunami qui se manifeste sous forme d'onde interne et se déplace le long d'un thermocline.

## TSUNAMI LOCAL.

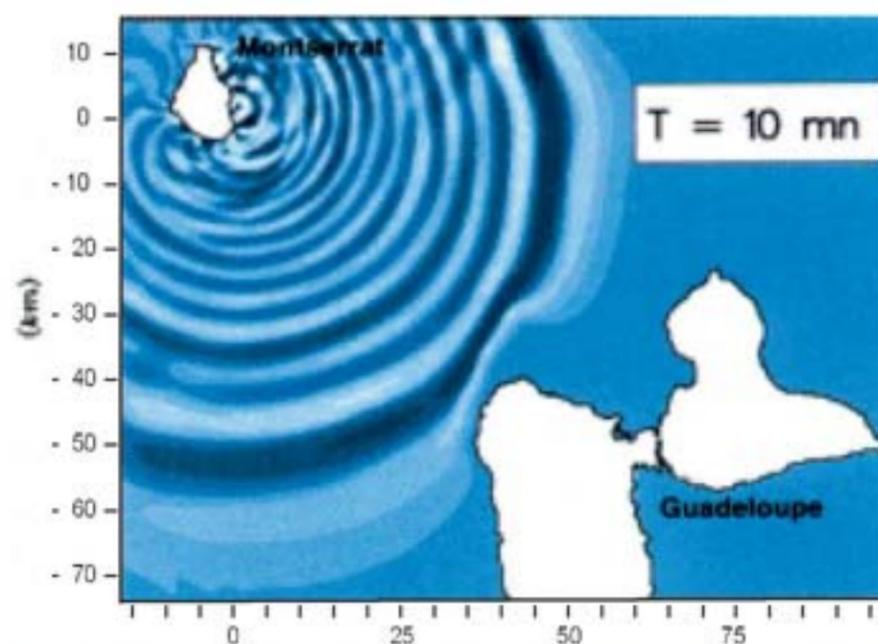
Tsunami dont les effets destructeurs se limitent aux côtes situées dans un rayon d'une centaine de kilomètres de la source qui l'a engendrée, généralement un séisme, parfois un glissement de terrain.

## MICROTSUNAMI.

Tsunami de si faible amplitude qu'il faut l'observer à l'aide d'instruments car il est difficilement décelable à l'œil nu.

## TSUNAMI LOCAL OU EN CHAMP PROCHE.

Tsunami engendré par une source proche, généralement située à moins de 200 kilomètres. Un tsunami local est provoqué par un petit séisme, un glissement de terrain ou une coulée pyroclastique.



Modélisation numérique : instantané de la surface de l'eau dix minutes après le début du glissement sous l'eau de la coulée pyroclastique (dans la partie sud-est de l'île de Montserrat)



## TSUNAMI À L'ÉCHELLE DU PACIFIQUE.

Tsunami capable de provoquer d'importants dégâts, non seulement aux abords immédiats de sa source, mais dans tout le bassin du Pacifique.



1960, dégâts causés par le tsunami qui a frappé le Chili le 22 mai 1960

## PALÉOTSUNAMI.

Dans quelques régions du Pacifique, ont commencé depuis peu des recherches sur les paléotsunamis, c'est-à-dire sur les phénomènes antérieurs aux archives historiques. Ce travail repose essentiellement sur la collecte et l'analyse des dépôts abandonnés par les tsunamis sur les zones côtières et sur d'autres éléments témoignant du relèvement ou de la subsidence liés à des séismes proches. Dans un cas, les recherches ont éveillé de nouvelles craintes quant à l'éventualité de grands séismes et tsunamis le long de la côte nord-ouest de l'Amérique du Nord. Dans un autre, celui de la région de l'archipel des Kouriles et du Kamchatka, on a recherché beaucoup plus loin dans le passé des données concernant les tsunamis. A mesure qu'il se poursuit, le travail dans ce domaine apportera peut-être suffisamment d'informations nouvelles sur les phénomènes passés pour aider à évaluer le danger de tsunami.

## TSUNAMI RÉGIONAL.

Tsunami capable de provoquer des dégâts dans une région géographique donnée, généralement dans un rayon d'un millier de kilomètres à partir de sa source. Dans certains cas, les tsunamis régionaux ont aussi des effets très limités et localisés en dehors de la région.

La plupart des tsunamis destructeurs sont classés comme locaux ou régionaux, ce qui signifie que leurs effets destructeurs sont circonscrits aux côtes situées dans un rayon de 100 à 1.000 kilomètres, respectivement, de la source qui les a engendrés, généralement un séisme. Il s'ensuit que la majorité des victimes des tsunamis et des dégâts matériels qu'ils causent sont aussi imputables à des tsunamis locaux. Entre 1975 et 1998 il y en eut au moins 18 dans le Pacifique et les mers adjacentes, qui ont fait d'innombrables victimes et/ou causé d'importants dégâts matériels.

Tableau des tsunamis locaux et régionaux récents

Date	Source	Estimation des pertes en vies humaines
29 novembre 1975	Hawaii, Etats-Unis	2
17 août 1976	Philippines	8.000*
19 août 1977	Indonésie	189
18 juillet 1979	Indonésie	540
12 septembre 1979	Nouvelle-Guinée	100
12 décembre 1979	Colombie	500
26 mai 1983	Mer du Japon	100
2 septembre 1992	Nicaragua	168
12 décembre 1992	Ile Flores, Indonésie	1.000
12 juillet 1993	Ile d'Okushiri, Japon	230
3 juin 1994	Java, Indonésie	222
4 octobre 1994	Ile de Shikotan, Russie	11
14 novembre 1994	Philippines	74
9 octobre 1995	Manzanillo, Mexique	1
1 <sup>er</sup> janvier 1996	Sulawesi, Indonésie	9
17 février 1996	Irian Jaya, Indonésie	110
23 février 1996	Pérou	12
17 juillet 1998	Papouasie-N <sup>elle</sup> Guinée	2.500

\*Chiffre incluant peut-être des victimes du séisme.

Ainsi, un tsunami régional qui s'est produit en 1983 dans la mer du Japon a dévasté les régions côtières du Japon, de la Corée et de la Russie, causant plus de 800 millions de dollars de dégâts et plus d'une centaine de morts. Puis, après un répit de neuf ans, onze tsunamis localement destructeurs se sont produits en l'espace de sept ans, entre 1992 et 1998, faisant plus de 4.200 morts et des centaines de millions de dollars de dégâts matériels. Dans la plupart de ces cas, les efforts déployés à l'époque pour atténuer les effets des tsunamis n'ont pu prévenir des pertes en vies humaines et des dégâts de grande ampleur. On peut cependant réduire les pertes à l'avenir en densifiant le réseau de centres



d'alerte et de stations sismographiques et marégraphiques, en améliorant les moyens de communication afin d'émettre des alertes en temps utile et en mettant en place de meilleurs programmes de prévention et d'éducation.

## TÉLÉTSUNAMI = TSUNAMI GÉNÉRÉ À DISTANCE OU TSUNAMI EN CHAMP LOINTAIN.

Tsunami déclenché par une source lointaine, généralement distante de plus de 1.000 kilomètres.

Les tsunamis à l'échelle du Pacifique ou en champ lointain sont beaucoup moins fréquents mais sont beaucoup plus dangereux. Ils surviennent lorsque la perturbation qui engendre le tsunami est suffisamment grande. En général, il s'agit de tsunamis locaux au point de départ qui provoquent des dégâts importants près de la source, puis les vagues continuent de se déplacer parcourant tout le bassin océanique avec suffisamment d'énergie pour provoquer d'autres pertes matérielles et humaines sur des côtes situées à plus d'un millier de kilomètres de la source. Au cours des deux derniers siècles, il y a eu au moins 17 tsunamis destructeurs à l'échelle du Pacifique.

Parmi les tsunamis de ce type, le plus destructeur dans l'histoire récente a été déclenché par un grand séisme au large de la côte du Chili, le 22 mai 1960. Toutes les villes côtières de ce pays situées entre le 36e et le 44e parallèle ont été soit détruites, soit gravement endommagées sous l'effet du tsunami et du séisme. Le bilan de ces deux phénomènes réunis est de 2.000 morts, 3.000 blessés, 2.000.000 de sans-abri et 550 millions de dollars de dégâts. Au large de la ville côtière de Corral, au Chili, les vagues ont atteint, selon les estimations, plus de 20 mètres de haut. Le tsunami a fait 61 morts à Hawaii, 20 aux Philippines et plus d'une centaine au Japon. Les dégâts ont été estimés à 50 millions de dollars au Japon, 24 millions à Hawaii et plusieurs millions encore le long de la côte ouest des Etats-Unis et du Canada. Loin de la source, les vagues, réduites à de légères oscillations dans certaines zones, ont atteint plus de 12 mètres à l'île Pitcairn, 11 mètres à Hilo (Hawaii), et 6 mètres en certains endroits du Japon.

De nos jours, un tsunami à l'échelle du Pacifique de même ampleur que celui de mai 1960 pourrait sans nul doute entraîner une véritable catastrophe.

Tableau des principaux télétsunamis enregistrés dans le Pacifique depuis 1800

Date	Source	Estimation des pertes en vies humaines
20 février 1835	Chili	2
7 novembre 1837	Chili	62
13 août 1868	Chili	25.000*
10 mai 1877	Chili	500
15 juin 1896	Sanriku, Japon	22.000
31 janvier 1906	Colombie-Equateur	500
17 août 1906	Chili	-
7 septembre 1918	Iles Kouriles, Russie	47
11 novembre 1922	Chili	100
3 février 1923	Kamchatka, Russie	2
2 mars 1933	Sanriku, Japon	3.000
1 <sup>er</sup> avril 1946	Iles aléoutiennes, Etats-Unis	179
4 novembre 1952	Russie	-
9 mars 1957	Iles aléoutiennes, Etats-Unis	5
22 mai 1960	Chili	2.000
28 mars 1964	Alaska, Etats-Unis	112
4 février 1965	Iles aléoutiennes, Etats-Unis	-

\* Chiffre incluant peut-être des victimes du séisme.

## SÉISME TSUNAMIGÈNE.

Séisme qui, compte tenu de sa magnitude, provoque un tsunami anormalement puissant (Kanamori, 1972). Les séismes tsunamigènes se caractérisent par un foyer situé à très faible profondeur, des dislocations de faille supérieures à plusieurs mètres et des surfaces de faille inférieures à celles observées lors de séismes normaux. Les séismes lents, dont le glissement le long de la faille est plus lent que lors d'un séisme classique sont généralement tsunamigènes. Les derniers en date ont frappé le Nicaragua en 1992 et Chimbote, Pérou, en 1996.



# 2 TERMES GÉNÉRAUX RELATIFS AUX TSUNAMIS

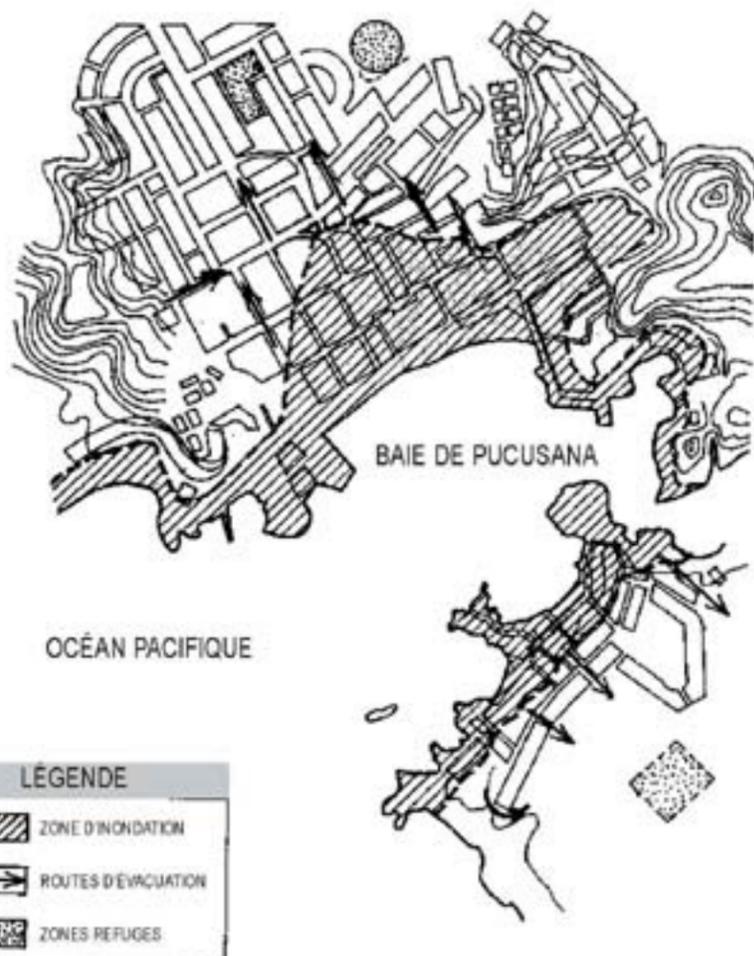
La présente section contient les termes généraux relatifs à l'atténuation des effets des tsunamis (dégâts imputables aux tsunamis, danger de tsunami) ainsi qu'à la modélisation et à la formation du phénomène.

## HEURE ESTIMATIVE D'ARRIVÉE.

Heure d'arrivée du tsunami en un point donné, évaluée en modélisant la vitesse et la réfraction des ondes à mesure qu'elles s'éloignent de la source. L'heure estimative d'arrivée est calculée avec une très grande précision (à moins de deux minutes près) si l'on connaît bien la bathymétrie et la source.

## CARTE D'ÉVACUATION.

Schéma ou représentation indiquant les zones dangereuses et les limites au-delà desquelles il faut évacuer la population pour la mettre à l'abri des effets du tsunami



Carte d'inondation et d'évacuation de la ville côtière de Pucusana, Pérou

## DONNÉES HISTORIQUES SUR LES TSUNAMIS.

Il existe des données historiques disponibles sous de nombreuses formes et en maints endroits. Il peut s'agir de catalogues publiés et manuscrits répertoriant les tsunamis, les marégraphes, l'amplitude des phénomènes, les mesures du run-up, et de la zone d'inondation, de rapports d'enquête sur le terrain, d'articles de journaux et de films ou d'enregistrements vidéo.

## MODÈLE HYDRAULIQUE.

Modèle réduit d'un bassin ou d'un port utilisé pour simuler les effets de l'action des vagues ou de l'inondation provoquées par un ouragan ou un tsunami.

## MODÉLISATION HYDRAULIQUE.

Formules mathématiques utilisées en liaison avec un modèle réduit hydraulique pour simuler des phénomènes hydrologiques naturels considérés comme des processus ou des systèmes.

## ÉTUDE DE TERRAIN CONSÉCUTIVE À UN TSUNAMI.

Les tsunamis sont des phénomènes relativement rares et la plupart des traces de leur passage sont éphémères. Il est donc indispensable d'organiser et de réaliser rapidement des études de terrain minutieuses après chaque tsunami afin de collecter des données détaillées précieuses pour l'évaluation du danger, la validation des modèles et autres aspects de l'atténuation des effets des tsunamis.

Ces dernières années, après chaque grand tsunami destructeur, une étude de terrain a été organisée a posteriori afin de mesurer les limites du run-up et de l'inondation et de recueillir des données connexes auprès de témoins oculaires en leur demandant par

exemple le nombre de vagues, leur heure d'arrivée et laquelle était la plus grosse. Les études ont été essentiellement organisées au cas par cas, par des spécialistes des tsunamis, les participants venant souvent de plusieurs Etats membres de l'ITSU. L'ITSU a publié un Guide pour les études de terrain consécutives aux tsunamis

(<http://www.shoa.cl/oceano/itic/field.html>) afin d'aider à préparer les études, de déterminer les mesures et observations qui devraient être faites et de normaliser les méthodes de collecte des données afin d'améliorer la cohérence et la précision des résultats.

## TEMPS DE PARCOURS.

Temps nécessaire à la première vague du tsunami pour se propager depuis la source jusqu'à un point donné.

## CARTE DES TEMPS DE PARCOURS.

Carte indiquant les isochrones ou courbes d'égal temps de parcours du tsunami, calculées depuis la source jusqu'aux points d'arrivée sur de lointains rivages.



Progression du front du tsunami  
Japon - Hawaii - nombre d'heures écoulées depuis le déclenchement du tsunami

Temps de parcours (en heures) du tsunami du 22 mai 1960, né au large du Chili, qui a traversé le bassin du Pacifique.

Extrêmement destructeur le long de la côte chilienne, ce tsunami a aussi causé d'importantes destructions et pertes en vies humaines jusqu'à Hawaii et au Japon.

L'inquiétude et la prise de conscience qu'a suscitées un tsunami d'une telle ampleur ont finalement conduit à la création du TWSP et de l'ITSU.

## TSUNAMI.

Série d'ondes de longueur et de période extrêmement grandes qui se propagent dans l'océan et sont généralement provoquées par des perturbations liées au déclenchement de séismes sous le fond de la mer ou à proximité. (Egalement appelées vagues océaniques sismiques et, plus communément, raz-de-marée.) Ou encore série de vagues océaniques produites par une éruption volcanique, un séisme ou un glissement de terrain sous-marin. Ces vagues peuvent atteindre des dimensions colossales et traverser des bassins océaniques d'un bout à l'autre avec une faible perte d'énergie. Elles progressent comme des ondes de gravité ordinaires de période généralement comprise entre 5 et 60 minutes. Les vagues, dont la cambrure et la hauteur augmentent en approchant des eaux peu profondes, inondent les basses terres et, lorsque la topographie sous-marine locale provoque une cambrure extrême, peuvent se briser et occasionner de graves dégâts. Les tsunamis n'ont aucun lien avec les marées ; l'appellation raz-de-marée, communément utilisée, est par conséquent totalement erronée.



Destructions causées sur le front de mer de Hilo, Hawaii, par le tsunami à l'échelle du Pacifique né au large de la côte de l'île d'Unimak, Aléouliennes,, Etats-Unis d'Amérique, le 1er avril 1946.

## DÉGÂTS CAUSÉS PAR UN TSUNAMI.

Pertes ou dommages imputables à un tsunami destructeur. Pour être plus précis, les dégâts causés directement par les tsunamis peuvent être sommairement classés dans les catégories ci-après : (1) morts et blessés ; (2) maisons détruites, partiellement détruites, inondées ou brûlées ; (3)



autres dégâts et pertes matériels ; (4) bateaux emportés, endommagés ou détruits ; (5) bois d'oeuvre emporté ; (6) installations maritimes détruites et (7) infrastructures publiques, chemins de fer, routes, centrales électriques, installations de distribution d'eau, etc., endommagés. Les tsunamis peuvent également provoquer les dégâts indirects ci-après : (1) dégâts occasionnés par l'incendie de maisons, bateaux, réservoirs de pétrole, stations d'essence et autres installations ; (2) pollution de l'environnement par des matériaux, du pétrole ou d'autres substances à la dérive ; (3) apparition d'épidémies, ce qui pourrait être grave dans des zones fortement peuplées.

## DISPERSION DU TSUNAMI.

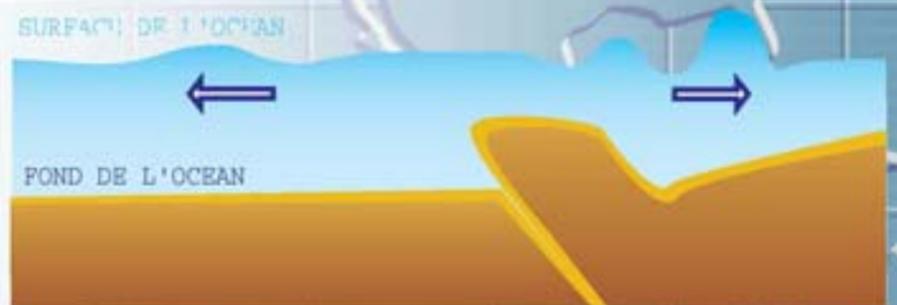
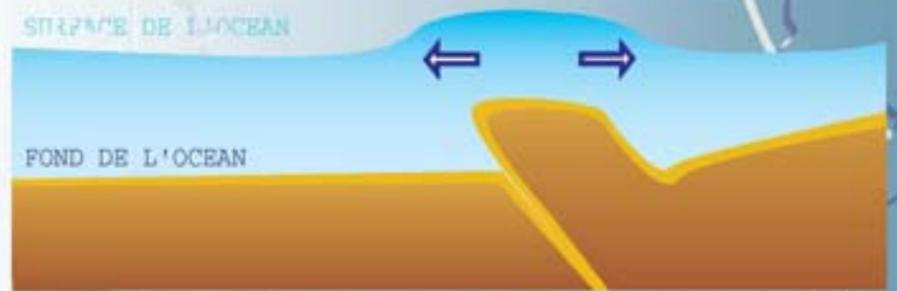


La ville d'Aomae, sur l'île d'Okushiri, au Japon, dévastée par le tsunami régional du 12 juillet 1993.

Redistribution de l'énergie du tsunami, notamment en fonction de sa période, à mesure qu'il se propage dans une masse d'eau.

## FORMATION DES TSUNAMIS.

Les dislocations tectoniques sous-marines dues à des séismes au foyer superficiel qui se produisent le long de zones de subduction sont les principales causes des tsunamis. Sous l'effet du soulèvement et de l'effondrement de blocs de la croûte terrestre une énergie potentielle est transmise à la masse d'eau située au-dessus, modifiant radicalement le niveau de la mer dans la région touchée. L'énergie ainsi transmise peut déclencher un tsunami, c'est-à-dire un rayonnement d'énergie à partir de la région d'origine sous forme d'ondes de longue période.

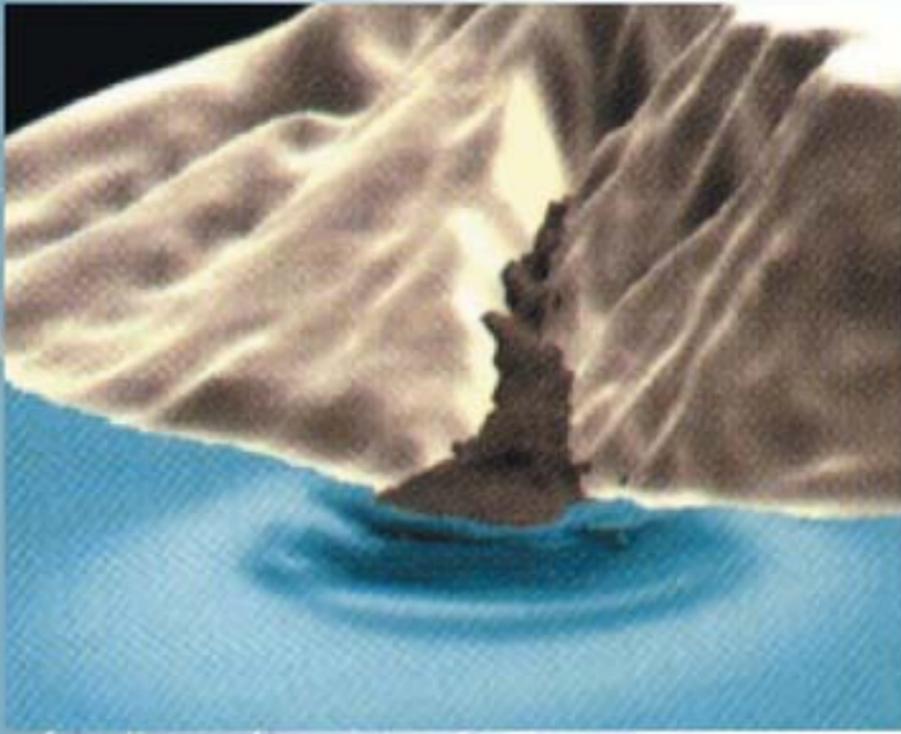


Tsunami déclenché par un séisme



Tsunami provoqué par un glissement de terrain





Tsunami déclenché par une coulée pyroclastique

## THÉORIE DE LA FORMATION DES TSUNAMIS.

Le problème théorique de la formation de l'onde de gravité (tsunami) dans la couche de liquide élastique (un océan) initiée à la surface d'un demi-espace solide élastique (la croûte) dans le champ de gravité peut être étudié par des méthodes relevant de la théorie de l'élastodynamique. La source représentant le foyer d'un séisme est une discontinuité de la composante tangentielle du déplacement d'une portion de la croûte. Dans des conditions représentatives des océans, la solution du problème est très proche de la solution conjointe de deux problèmes plus simples, à savoir : le problème de la formation d'un champ de déplacement par la source donnée dans le demi-espace élastique solide, élastique dont la limite libre (le fond) est considérée comme quasi statique, et le problème de la propagation dans la couche de liquide lourd incompressible de l'onde de gravité générée par le mouvement connu du fond solide (dédit du problème précédent). Les paramètres de l'onde de gravité sont théoriquement fonction de ceux de la source (profondeur et orientation). On peut en particulier évaluer très approximativement la quantité d'énergie transmise à l'onde de gravité par la source. En général, elle correspond pour partie aux estimations obtenues avec des données empiriques. D'autres mécanismes, explosions volcaniques ou nucléaires par exemple, glissements de terrain, chutes de blocs de pierre et effondrements sous-marins peuvent également générer des tsunamis.

## DANGER DE TSUNAMI.

Probabilité qu'un tsunami de taille donnée frappe un secteur particulier de la côte.

Il y a dans la région du Pacifique des dizaines de milliers de kilomètres de côtes, appartenant à au moins 23 pays riverains et 21 Etats insulaires. Ces zones connaissent une croissance rapide, marquée le plus souvent par une expansion des installations portuaires et industrielles et une augmentation quasi générale de la densité de la population. De ce fait, le nombre d'habitants, de maisons, d'immeubles et de réseaux de transport exposés à l'assaut des tsunamis est plus grand. Depuis 1992, les grands tsunamis locaux ont fait plus de 4.200 morts et causé pour plusieurs centaines de millions de dollars de dégâts matériels.

## EVALUATION DU DANGER DE TSUNAMI.

Il faut, pour chaque communauté côtière, procéder à une évaluation du danger de tsunami afin d'identifier les populations et les biens menacés, ainsi que la gravité du risque. Cette évaluation exige la connaissance préalable des sources potentielles de tsunamis, séismes, glissements de terrain, éruptions volcaniques, par exemple, de la probabilité de les voir se manifester, des caractéristiques des tsunamis qu'elles génèrent en différents points de la côte. Pour ces communautés, les données relevées lors de tsunamis antérieurs (historiques et paléotsunamis) peuvent aider à chiffrer ces facteurs. La plupart toutefois n'ont que très peu de données historiques, voire pas du tout. Des modèles numériques d'inondation par les tsunamis peuvent alors donner une estimation des régions qui seront inondées en cas de séisme tsunamigène en champ proche ou lointain ou de glissement de terrain local.

## EFFETS DES TSUNAMIS.

Bien que rares, les tsunamis comptent parmi les phénomènes physiques les plus terrifiants et les plus complexes et sont responsables de très



nombreuses pertes en vies humaines et d'immenses dégâts matériels. En raison de leur capacité de destruction, ils ont de graves répercussions sur les sociétés, que ce soit sur le plan humain, social ou économique. Les archives les concernant témoignent des énormes ravages subis par des communautés côtières du monde entier et de l'impact socio-économique considérable de ce phénomène dans le passé. Dans l'océan Pacifique, où la majorité d'entre eux se produisent, les archives montrent leur colossal pouvoir de destruction et recensent d'innombrables pertes en vies humaines et de gigantesques dégâts matériels.

Au Japon, où les régions côtières sont parmi les plus peuplées au monde et où l'activité sismique est connue de longue date, les tsunamis ont détruit des populations côtières entières. Il s'est également produit des tsunamis très destructeurs en Alaska, dans les îles Hawaii et en Amérique du Sud, même si les archives concernant ces régions ne sont pas aussi complètes. Le dernier grand tsunami à l'échelle du Pacifique remonte à 1960. De nombreux autres tsunamis destructeurs locaux et régionaux aux répercussions plus localisées, ont été enregistrés.



Estimation, à partir des résultats de modèles numériques, de l'inondation provoquée par le tsunami d'Iquique, Chili.

## MODÉLISATION NUMÉRIQUE.

Le seul moyen de déterminer le run-up et l'inondation potentiels d'un tsunami en champ proche ou lointain est souvent d'utiliser la modélisation numérique puisque les données sur les tsunamis antérieurs sont généralement insuffisantes. On peut initialiser des modèles en

envisageant les pires scénarios potentiels en ce qui concerne les sources de tsunamis ou les ondes les plus proches du rivage afin de déterminer les pires scénarios correspondants pour le run-up et l'inondation. Il est également possible d'initialiser des modèles à partir de sources plus petites, afin de comprendre la gravité du danger que représentent des phénomènes moins extrêmes mais plus fréquents. On se base alors sur ces informations pour établir des cartes et des modalités d'évacuation en cas de tsunami. Actuellement, seule une petite fraction de la zone côtière menacée a fait l'objet de ce travail de modélisation. Les techniques de modélisation suffisamment précises ne sont disponibles que depuis quelques années et ces modèles exigent une formation pour être compris et utilisés correctement, ainsi que l'introduction de données bathymétriques et topographiques détaillées de la zone en cours de modélisation.

Ces dernières années, on a utilisé des modèles numériques pour simuler la propagation des tsunamis et leur interaction avec des masses terrestres. Les codes résolvent généralement des équations similaires, mais emploient souvent des techniques numériques différentes et s'appliquent à des éléments différents du problème global de propagation des tsunamis, depuis les régions où ils se forment jusqu'aux régions éloignées où le run-up est observé.

Par exemple, plusieurs modèles numériques ont été utilisés pour simuler l'interaction entre des tsunamis et des îles au moyen des méthodes des différences finies, des éléments finis et des méthodes intégrales aux frontières pour résoudre les équations linéaires d'ondes longues. Ils résolvent ces équations relativement simples et permettent de simuler de manière satisfaisante les tsunamis aux fins d'études techniques.

On ne dispose, pour la plupart des côtes du Pacifique, que de très rares données historiques. Par conséquent, la modélisation numérique est peut-être le seul moyen d'estimer les risques potentiels que les tsunamis font courir à ces régions. Il existe désormais des techniques permettant d'effectuer ce type d'évaluation. Il faut procurer les programmes informatiques et la formation nécessaires à ce travail de modélisation à tous les pays du Pacifique menacés, à l'aide de programmes comme le Projet d'échange sur la modélisation des inondations dues aux tsunamis (TIME) du Système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique (ITSU) de la COI.

## OBSERVATION DES TSUNAMIS.

Avis, observation ou mesure de la fluctuation du niveau de la mer provoquée à un moment particulier par l'incidence d'un tsunami en un point donné.

## PRÉVENTION EN MATIÈRE DE TSUNAMIS.

Disponibilité de plans, méthodes, procédures et mesures fixés par les autorités et le grand public afin de minimiser le risque potentiel et d'atténuer les effets de futurs tsunamis. Pour être bien préparé au cas où un avis annoncerait le danger d'arrivée imminente d'un tsunami, il faut connaître les zones inondables (cartes d'inondation par les tsunamis) et connaître le système d'alerte afin de savoir quand évacuer les populations et quand les laisser rentrer chez elles en toute sécurité.

## PROPAGATION DES TSUNAMIS.

Les tsunamis se propagent dans toutes les directions à partir de la zone d'origine, la direction de propagation principale de l'énergie étant généralement orthogonale à la direction de la zone de fracture du séisme. Leur vitesse dépend de la profondeur de l'eau et, par conséquent, les vagues subissent des accélérations ou des décélérations en fonction de la variation de la profondeur du fond marin au-dessus duquel elles passent. En haute mer, elles avancent à des vitesses allant de 500 à 1.000 km/heure et la distance entre les crêtes successives peut atteindre 500 à 650 km, et pourtant leur hauteur y est généralement inférieure à un mètre, même pour les télétsunamis les plus destructeurs, si bien qu'elles passent inaperçues. La propagation des tsunamis varie lorsque la force de propagation est plus forte dans une direction donnée en raison de l'orientation ou des dimensions de la zone d'origine et là où des caractéristiques bathymétriques et topographiques régionales modifient à la fois la forme des ondes et leur rythme de progression. Elles subissent notamment un phénomène de réfraction et de réflexion tout au long de leur déplacement. La particularité des tsunamis est que la forme de l'onde s'étend à toute la colonne d'eau, depuis la surface de la mer jusqu'au fond de l'océan. C'est pourquoi ils propagent une si grande quantité d'énergie.



Modèle de propagation d'un tsunami dans le sud-est du Pacifique, neuf heures après sa formation.  
Source : Antofagasta, Chili (30 juillet 1995)

## RISQUE DE TSUNAMI.

Probabilité pour une côte donnée d'être frappée par un tsunami, multipliée par tout ce qui est exposé aux effets destructeurs du tsunami et par le nombre potentiel de victimes sur cette côte. De manière générale, le risque est égal à l'aléa multiplié par l'exposition.

## SOURCE DU TSUNAMI.

Point ou zone d'origine du tsunami, généralement le lieu d'un séisme, d'une éruption volcanique ou d'un glissement de terrain ayant entraîné un déplacement d'eau rapide et massif qui a déclenché le tsunami.

## TSUNAMIGÈNE.

Ayant généré un tsunami : un séisme tsunamigène, un glissement de terrain tsunamigène.

## VITESSE DU TSUNAMI OU VITESSE DANS DES EAUX PEU PROFONDES.

La valeur approximative de la vitesse d'une vague océanique dont la longueur est suffisamment grande par rapport à la profondeur de l'eau (c'est-à-

dire 25 fois supérieure à la profondeur ou davantage) peut être représentée par l'expression ci-après.

$$c = \sqrt{gh}$$

Où :

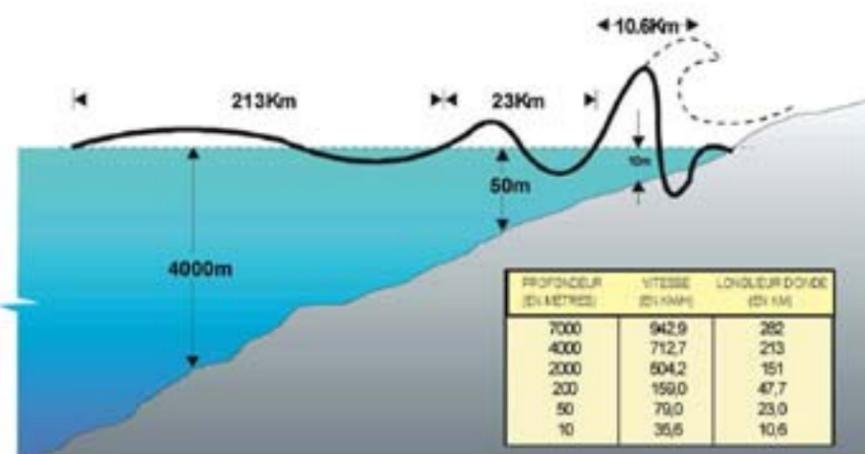
c est la vitesse de la vague

g l'accélération de la gravité

h la profondeur de l'eau.

La vitesse des vagues dans les eaux peu profondes est par conséquent indépendante de la longueur d'onde L. Lorsque la profondeur de l'eau est comprise entre la moitié et 1/25 de L, il faut utiliser une expression plus précise, à savoir :

$$c = \sqrt{gL/2\pi} \left[ \tanh\left(2\pi h/L\right) \right]$$



Hauteur de la vague et profondeur de l'eau : en plein océan, un tsunami fait en général moins de 30 cm en surface, mais la hauteur de la vague augmente rapidement dans les eaux peu profondes. Son énergie se propage de la surface jusqu'au fond dans les eaux les plus profondes.

Lorsque le tsunami frappe la côte, l'énergie se concentre sur une beaucoup plus courte distance, créant des vagues destructrices potentiellement mortelles.

## ZONAGE DES TSUNAMIS.

Désignation de différentes zones de la côte plus ou moins vulnérables et exposées au risque de tsunami afin de se préparer à d'éventuelles catastrophes, de dresser des plans pour s'en protéger, d'établir des codes de construction ou de prévoir l'évacuation du public.

Tsunami généré au Japon par le tremblement de terre du 26 mai 1983 - Inondation à l'aquarium Oga.

# 3 ENQUÊTES ET MESURES

Tous les termes et paramètres utilisés pour mesurer les ondes enregistrées par le marégraphe (amplitude, période du tsunami par exemple), effectuer des mesures sur le terrain lors d'une enquête (run-up ou altitude du point de pénétration maximale, inondation horizontale maximale, ligne d'inondation) et pour classer un tsunami (magnitude du tsunami).

## HEURE D'ARRIVÉE.

Heure du premier maximum des ondes d'un tsunami.

## LONGUEUR DE LA CRÊTE.

Longueur d'une vague le long de sa crête. Parfois appelée largeur de la crête.

## CHUTE.

Baisse ou descente du niveau de la mer associée à un tsunami, une marée ou un quelconque phénomène climatique à long terme.

## TEMPS ÉCOULÉ.

Temps qui sépare l'apparition du niveau maximal de l'heure d'arrivée de la première vague

## INONDATION HORIZONTALE.

Distance entre la ligne d'inondation et le rivage, généralement mesurée perpendiculairement à ce dernier.

## MONTÉE INITIALE.

Heure où est enregistré le premier minimum des ondes de tsunami.

## INTENSITÉ.

Puissance, force ou énergie maximale.

## ZONE D'INONDATION.

Zone inondée par le tsunami.

## LIGNE D'INONDATION.

Limite de l'inondation à l'intérieur des terres, mesurée horizontalement à partir du niveau moyen de la mer (MSL). La ligne de végétation sert parfois de référence. S'il est possible d'établir qu'elle se trouve à plus de 3 mètres de la ligne MSL, ajuster ; sinon, ne pas en tenir compte. En ce qui concerne les tsunamis, limite de pénétration à l'intérieur des terres.

## VAGUE INITIALE.

Première vague du tsunami à arriver. Dans certains cas, elle entraîne initialement une baisse ou chute du niveau de la mer, dans d'autres, une élévation ou montée.

## MAGNITUDE.

Nombre attribué à une quantité et permettant de la comparer à d'autres quantités de même type

## INONDATION MAXIMALE.

Pénétration horizontale maximale du tsunami depuis la ligne de rivage. L'inondation maximale est mesurée pour chaque côte ou chaque port touché par le tsunami.

## RUN-UP MAXIMAL/ALTITUDE MAXIMALE DU POINT DE PÉNÉTRATION MAXIMALE.

Différence maximale entre l'altitude du point de pénétration maximale du tsunami (ligne d'inondation) et le niveau de la mer au moment où le tsunami frappe la côte. Un run-up maximal est mesuré pour chaque côte ou port touché par le tsunami.

## HAUTEUR MOYENNE.

Hauteur moyenne d'un tsunami mesurée de creux à crête, déduction faite de la variation des marées.

## DÉBORDEMENT.

Fait de déborder, inondation.

## MONTÉE.

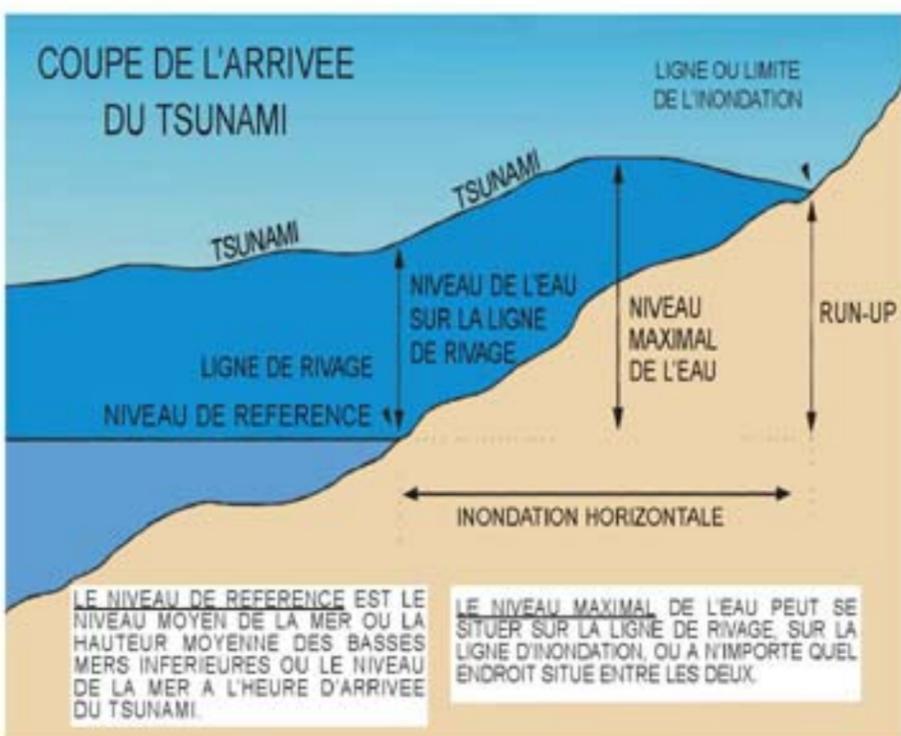
Hausse ou élévation du niveau de la mer associée à un tsunami, à un ouragan, une marée ou un phénomène climatique à long terme.

## RUN-UP/ALTITUDE DU POINT DE PÉNÉTRATION MAXIMALE.

(1) Différence d'altitude entre le point de pénétration maximale du tsunami (ligne d'inondation) et le niveau de la mer au moment où le phénomène survient.

(2) Altitude atteinte par l'eau de mer, mesurée par rapport à un niveau de référence prédéterminé, comme par exemple le niveau moyen de la mer, la hauteur moyenne des basses mers, le niveau de la mer à l'heure où survient le phénomène, etc., et mesurée, dans l'idéal, en un point qui constitue un maximum local de l'inondation horizontale.

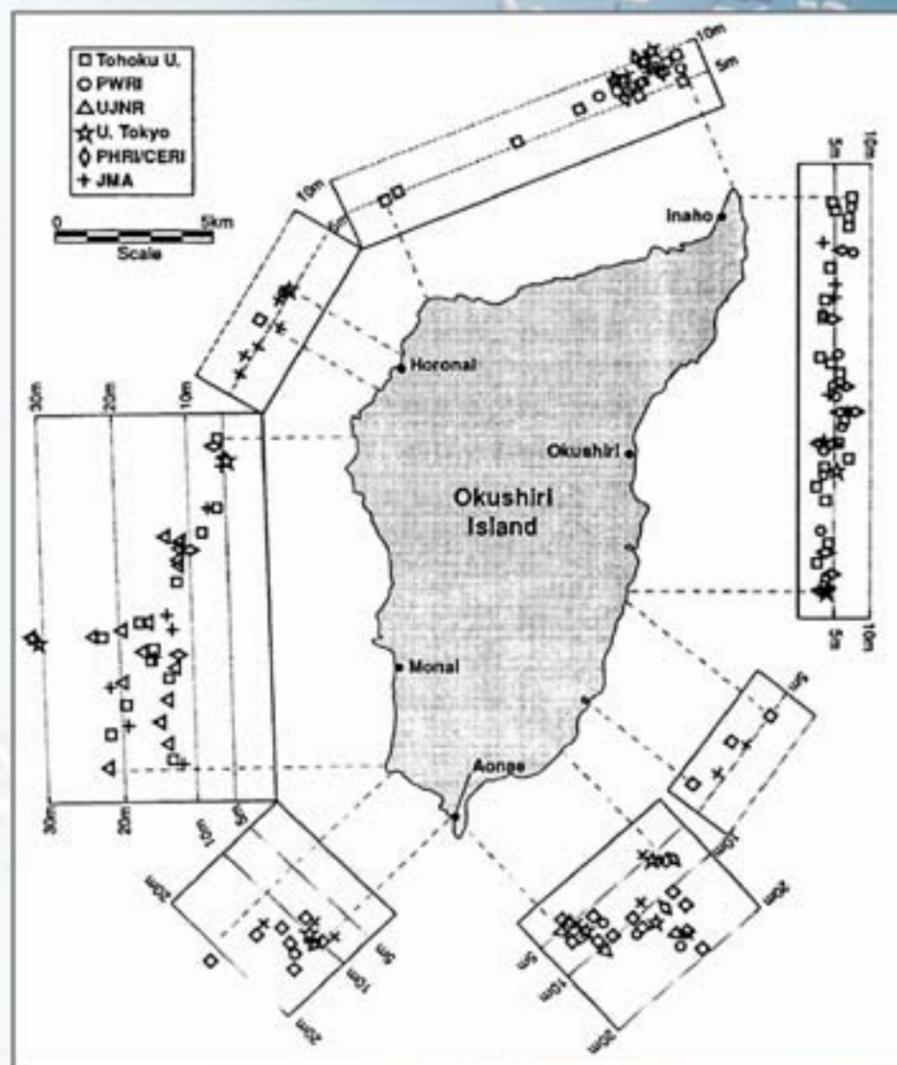
(3) Dans la pratique, le run-up n'est mesuré que s'il existe des traces délimitant clairement la ligne d'inondation sur le rivage.



Coupe de l'arrivée du tsunami

## RÉPARTITION DU RUN-UP.

Série de valeurs du run-up mesurées ou observées le long d'une côte.



Valeurs du run-up mesurées pendant le tsunami d'Hokkaido Nansei du 12 juillet 1993

## ECHELLE D'INTENSITÉ DES TSUNAMIS DE SIEBERG.

Série de valeurs du run-up mesurées ou observées le long d'une côte.

### Echelle d'intensité modifiée des ondes marines de Sieberg

1. Très légère. Onde si faible qu'elle n'est perceptible que sur les marégrammes.
2. Légère. Onde observée par les populations du littoral et les habitués de la mer. Généralement remarquée sur des rivages très plats.
3. Assez forte. Généralement remarquée. Inondation des côtes en pente douce. Embarcations légères échouées. Constructions légères proches des côtes faiblement endommagées. Dans les estuaires, inversion des cours d'eau jusqu'à une certaine distance en amont.
4. Forte. Inondation du rivage sous une certaine hauteur d'eau. Affouillement des espaces aménagés. Constructions légères endommagées près des côtes. Constructions et structures en dur abîmées sur la côte. Gros voiliers et petits navires

échoués à terre ou emportés au large. Côtes jonchées de débris flottants.

5. Très forte. Inondation générale du rivage sous une certaine hauteur d'eau. Murs de soutènement des quais, constructions et structures en dur proches de la côte endommagés. Structures légères détruites. Profond affouillement des terres cultivées et côte jonchée d'objets flottants et d'animaux marins. Exception faite des grands navires, toutes les autres catégories d'embarcations sont échouées ou emportées au large. Grands mascarets dans les estuaires. Ouvrages portuaires endommagés. Noyades. Vagues accompagnées d'un fort rugissement.

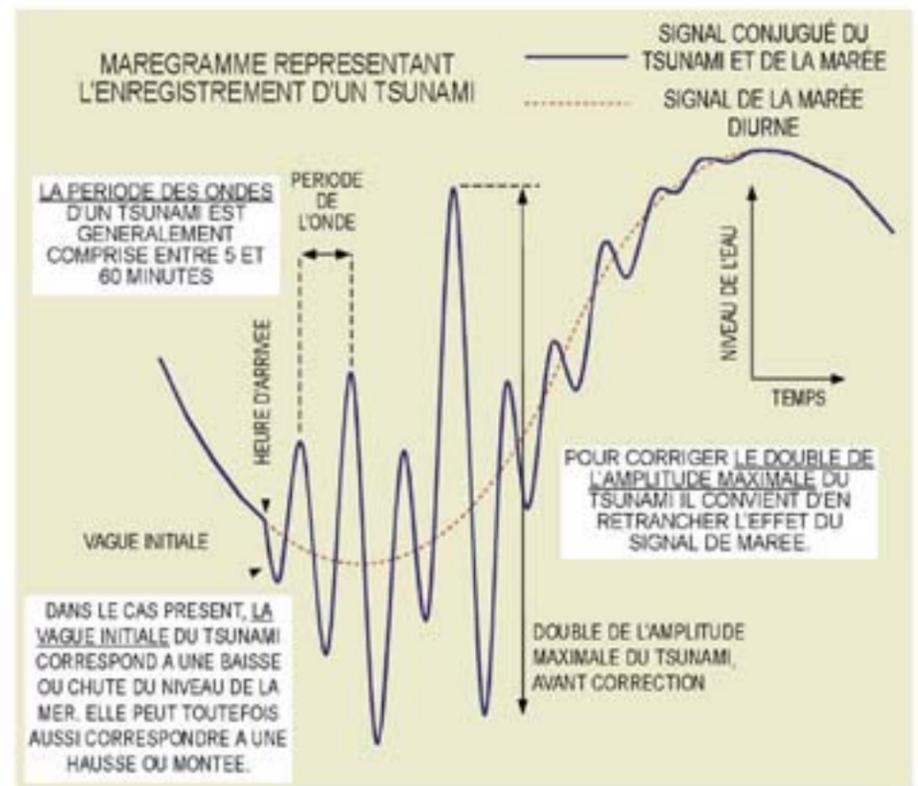
6. Désastreuse. Destruction partielle ou complète des constructions et structures édifiées par l'homme jusqu'à une certaine distance du rivage. Inondation des côtes sous une grande hauteur d'eau. Gros navires gravement endommagés. Arbres déracinés ou cassés. Nombreuses victimes.

## HAUTEUR CARACTÉRISTIQUE DES VAGUES.

Moyenne de la hauteur du tiers supérieur des vagues les plus hautes d'un groupe donné. Noter que la composition des vagues les plus hautes est fonction de la prise en compte des vagues les plus basses. S'agissant de l'analyse de l'enregistrement des vagues, hauteur moyenne du tiers supérieur d'un nombre donné de vagues, déterminé en divisant la durée de l'enregistrement par la période caractéristique. Egalement caractéristique de la hauteur de la vague.

## AMPLITUDE DU TSUNAMI.

Généralement mesurée sur un enregistrement du niveau de la mer, c'est : (1) la valeur absolue de la distance entre un pic ou un creux particulier du tsunami et le niveau de la mer au repos à l'heure indiquée, (2) la demi-distance entre un pic et un creux successifs, corrigée de la variation de la marée entre les deux. Elle est destinée à représenter l'amplitude vraie de l'onde de tsunami en un point donné de l'océan, mais subit toutefois souvent certaines modifications dues à l'inertie du marégraphe.



Marégramme représentant un tsunami

## AMPLITUDE (MAXIMALE) DU TSUNAMI.

Généralement mesurée sur un enregistrement du niveau de la mer, elle est égale à la moitié de la distance maximale de pic à creux, corrigée de la variation de la marée entre les deux.

## MAGNITUDE DU TSUNAMI $M_t$ .

Mesure de l'importance globale d'un tsunami, définie en fonction de l'amplitude des vagues relevée par des instruments. La magnitude du tsunami est définie par l'expression :

$$M_t = \log 2H$$

telle que révisée par Iida, Cox et Pararas-Carayannis (1967), où H est la hauteur ou l'amplitude maximale du run-up sur une ligne de rivage proche de la zone source. D'autres échelles de magnitude des tsunamis, reposant elles aussi sur la hauteur maximale du run-up ont été proposées. Abe a défini deux amplitudes différentes de la magnitude des tsunamis, à savoir pour la première (1979) :

$$M_t = \log H + B$$

où H est l'amplitude maximale (en mètres) d'une crête ou d'un creux unique et B une constante. Et la seconde (qui date de 1981) :

$$M_t = \log H + a \log R + D$$

où  $R$  est la distance en km séparant l'épicentre du séisme de la station marégraphique en suivant la route océanique la plus courte et où  $a$  et  $D$  sont des constantes.

### PÉRIODE DU TSUNAMI.

Durée nécessaire à une vague pour accomplir un cycle complet. La période d'un tsunami est généralement comprise entre cinq minutes et deux heures.

### PÉRIODE (CARACTÉRISTIQUE) DU TSUNAMI.

Différence entre l'heure d'arrivée du pic le plus élevé et celle du suivant, mesurée sur un enregistrement du niveau de la mer.

### LONGUEUR D'ONDE DU TSUNAMI.

Distance horizontale entre des points similaires de deux vagues successives, mesurée perpendiculairement à la crête. La longueur d'onde et la période du tsunami donnent des renseignements sur sa source. La longueur d'onde des tsunamis générés par des séismes varie généralement entre 20 et 300 kilomètres, tandis que pour ceux provoqués par des glissements de terrain, elle va de quelques centaines de mètres à quelques dizaines de kilomètres.

### NIVEAU MAXIMAL DE L'EAU.

Différence d'altitude entre la marque la plus élevée laissée localement par l'eau et le niveau de la mer au moment où se produit le phénomène. Cette mesure est différente de celle de run-up maximal, car la marque laissée par l'eau n'est généralement pas observée au niveau de la ligne d'inondation, mais parfois à mi-hauteur d'un bâtiment ou sur un tronc d'arbre.

### CRÊTE DE LA VAGUE.

- (1) Partie la plus élevée de la vague.
- (2) Partie de la vague dépassant le niveau de repos de l'eau.



Tsunami généré par le séisme du 30 juillet 1995 au Chili - Retrait de la mer et inondation dans la baie de Tahauku ( Hiva-Oa - Îles Marquises)

# 4 MARÉE, MARÉGRAPHE, NIVEAU DE LA MER

Tous les termes relatifs au niveau de la mer, à la mesure des marées et aux marégraphes

## DÉFERLANTE.

Vague superficielle dont la cambrure devient si importante ( $1/7$ ) que la crête dépasse le corps de la vague et s'effondre en une masse turbulente sur le rivage ou sur un récif. Le déferlement intervient en général lorsque la profondeur de l'eau est inférieure à 1,28 fois la hauteur de la vague. On peut, en gros, distinguer trois catégories de déferlantes, en fonction principalement du gradient de pente du fond : (a) les déferlantes à déversement (au-dessus d'un fond presque plat), avec de l'écume se formant sur la crête, qui se brisent progressivement sur une distance considérable ; (b) les déferlantes plongeantes (sur des fonds assez inclinés) qui, après avoir atteint leur hauteur maximale, s'enroulent sur elles-mêmes, laissant une colossale masse d'eau en suspens, puis se brisent à grands fracas ; (c) les déferlantes à gonflement (sur des fonds très inclinés), qui ne sont ni déversantes ni plongeantes, mais remontent le long de la plage. Les vagues peuvent aussi se briser en haute mer si elles s'élèvent trop sous l'effet du vent, mais elles ont alors en général de petites crêtes et sont appelées moutons.

## BRISE-LAME.

Ouvrage de défense, un mur par exemple, utilisé pour protéger un port ou une plage de la force des vagues.



Tsunami qui a frappé le Chili en 1995 : Observation des effets du tsunami derrière le brise-lame de la baie de Tahauku, îles Marquises, Polynésie française, à plusieurs milliers de kilomètres de la source du tsunami.

## COTIDAL.

Indiquant l'égalité avec les marées ou une coïncidence avec l'heure de la haute ou de la basse mer.

## REMOUS.

Par analogie avec une molécule, "boule" de fluide ayant une certaine intégrité et un cycle de vie qui lui est propre au sein de la masse fluide ; les mouvements de la masse fluide étant le résultat net de celui des remous.

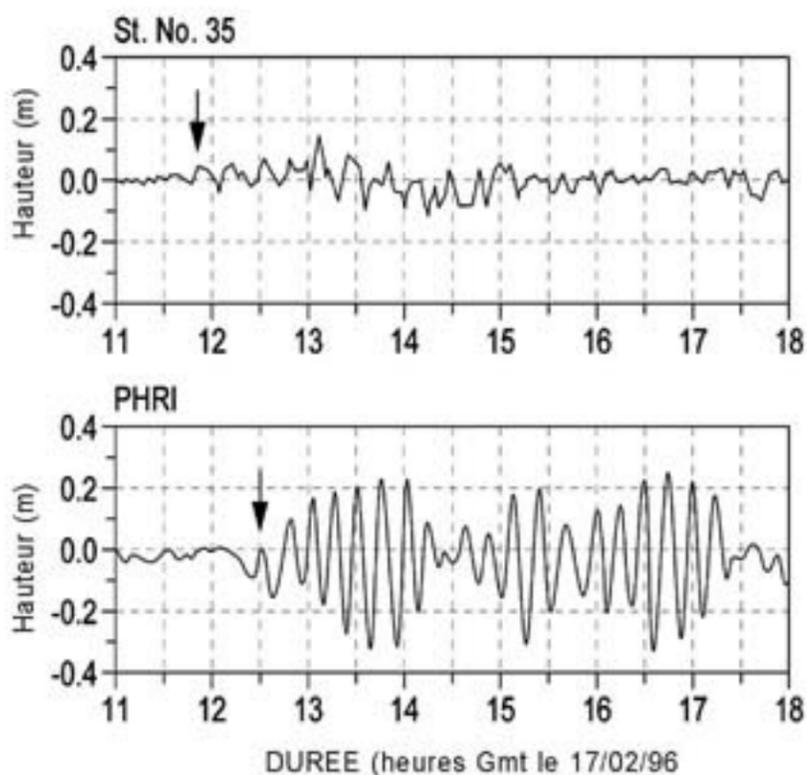
## BASSE MER.

Niveau le plus bas atteint par la surface de la mer au cours d'un cycle de la marée. Terme courant, marée basse.

## MARÉGRAMME.

- (1) Enregistrement d'un marégraphe.
- (2) Toute représentation graphique de la montée et de la descente du niveau de la mer, avec le temps porté en abscisse et la hauteur en ordonnée ; généralement utilisé pour mesurer les marées, mais susceptible aussi d'enregistrer des tsunamis.

## TSUNAMI D'IRIAN JAYA DU 17 FEVRIER 1996



Marégramme des signaux de tsunami mesurés par un capteur sous-marin situé à 50 km de l'embouchure de la baie de Tokyo à une profondeur de 50 m environ (graphique supérieur) et par un autre capteur situé sur le rivage (graphique inférieur). Le tsunami est détecté par le capteur situé en dehors de la baie environ 40 minutes avant qu'il n'atteigne le rivage (flèches). Ce capteur installé au large a été conçu par le Port and Harbour Research Institute du Japon.

## NIVEAU MOYEN DE LA MER.

Valeur moyenne de la hauteur de la surface de la mer calculée à partir d'observations de la hauteur de la marée effectuées toutes les heures sur un littoral ouvert ou dans des eaux voisines pouvant rejoindre librement la mer. Ces observations doivent être effectuées sur une période extrêmement longue. Aux Etats-Unis, le niveau moyen de la mer est défini comme la hauteur moyenne de la surface de la mer à tous les stades de la marée sur une période de 19 ans. Certaines valeurs du niveau moyen de la mer servent de niveau de référence pour toutes les études d'altitude réalisées aux Etats-Unis. Le niveau

moyen de la mer est, avec le niveau moyen de la pleine mer et la hauteur moyenne des basses mers inférieures, un niveau de référence de la marée.

## NIVEAU MAXIMAL PROBABLE DE L'EAU.

Niveau hypothétique (à l'exclusion du run-up provoqué par des vagues normales générées par le vent) que pourrait atteindre l'eau dans le pire cas de figure possible, si les facteurs hydrométéorologiques, géosismiques et autres facteurs géophysiques raisonnablement envisageables dans la région considérée se conjugueraient, en ayant chacun un impact local maximal. Ce niveau représente la réaction physique d'une masse d'eau soumise à des phénomènes comme des ouragans, lignes de grains mobiles et autres phénomènes météorologiques de type cyclonique, des tsunamis et la marée astronomique, d'intensité maximale, conjugués à des conditions hydrologiques ambiantes probables paroxystiques, comme le niveau des vagues, pratiquement sans aucun risque de dépassement.

## NIVEAU DE RÉFÉRENCE DE LA MER.

Les différences d'altitude observées entre des repères géodésiques sont retraitées par la méthode des moindres carrés afin de déterminer des altitudes orthométriques par rapport à une surface de référence altimétrique commune qui est le niveau de référence de la mer. Cette méthode garantit la cohérence des altitudes de tous les repères qui figurent sur la partie d'un réseau altimétrique relevant d'un service géodésique et permet de les comparer directement afin de déterminer, dans un système géodésique de référence, des différences d'altitude entre des repères qui ne sont pas nécessairement directement reliés par des lignes de nivellement. Comme dans la plupart des régions du monde, la surface de référence utilisée aux Etats-Unis pour les altitudes est une approximation du géoïde. On est parti du principe que le géoïde coïncidait avec le niveau moyen local de la mer à l'emplacement de 26 stations marégraphiques pour obtenir le niveau de la mer de référence de 1929 (Sea Level Datum of 1929 (SLD 290), rebaptisé

National Geodetic Vertical Datum of 1929 (NGVD 29)) ; le même système de référence altimétrique est utilisé aux Etats-Unis depuis 1929. C'est l'acceptation universelle d'un niveau de référence de la mer qui rend possible cet important système de contrôle géodésique des altitudes.

## NIVEAU DE LA MER.

Hauteur de la mer à un moment donné, mesuré par rapport à un niveau de référence, tel que le niveau moyen de la mer.

## ONDE DE MARÉE.

Mouvement des vagues dû aux marées.

## RAZ-DE-MARÉE.

Dans le langage courant, toute élévation anormalement importante, et par conséquent destructrice, du niveau de la mer le long d'un rivage. Désigne généralement une onde de tempête ou un tsunami.

## MARÉE.

Mouvement rythmique, alternatif, de montée et de descente de la surface (ou du niveau de l'eau) des océans et des masses d'eau qui s'y rattachent, comme les estuaires et les golfes. Elle se produit deux fois par jour sur la plus grande partie de la planète et résulte de l'attraction gravitationnelle de la lune (et à un moindre degré du soleil), qui ne s'exerce pas uniformément sur les différentes régions de la terre en rotation.

## AMPLITUDE DE LA MARÉE.

La moitié de la différence de hauteur entre une pleine mer et une basse mer consécutives ; par conséquent la moitié de l'amplitude de l'onde de marée.

## MARÉGRAPHE.

Appareil mesurant la hauteur (montée et descente) de la marée. En particulier instrument permettant d'enregistrer automatiquement et en continu la hauteur de la marée en fonction du temps.



Photo d'un marégraphe chilien installé sur une jetée dans la baie de Coquimbo (30° de latitude sud) montrant l'enceinte étanche, le panneau solaire, l'antenne plate et le capteur de pression

## STATION MARÉGRAPHIQUE.

Endroit où sont obtenues les observations sur les marées.



# 5 SIGLES, ACRONYMES ET ORGANISATION DE L'ITSU

Le GIC/ITSU a défini plusieurs sigles et acronymes correspondant à son organisation et aux organes créés par la COI (CIIT, PTWC), ainsi que les différents types d'avis et de publications.

## Plan de communication pour le Système d'alerte aux tsunamis.

Manuel opérationnel pour le Système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique. Le plan indique la liste des stations marégraphiques et sismologiques qui participent au système d'alerte, les méthodes de communication utilisées de préférence entre les stations et le Centre d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique (PTWC) et les critères d'établissement des rapports. Il indique aussi la liste des destinataires des messages de veille et d'alerte au tsunami et les méthodes de transmission de ces messages. Il donne en outre un aperçu général des procédures opérationnelles du Système d'alerte aux tsunamis et de la nature de ces phénomènes.

## GIC/ITSU.

Groupe international de coordination du Système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique. Le GIC/ITSU est un organisme international chargé de

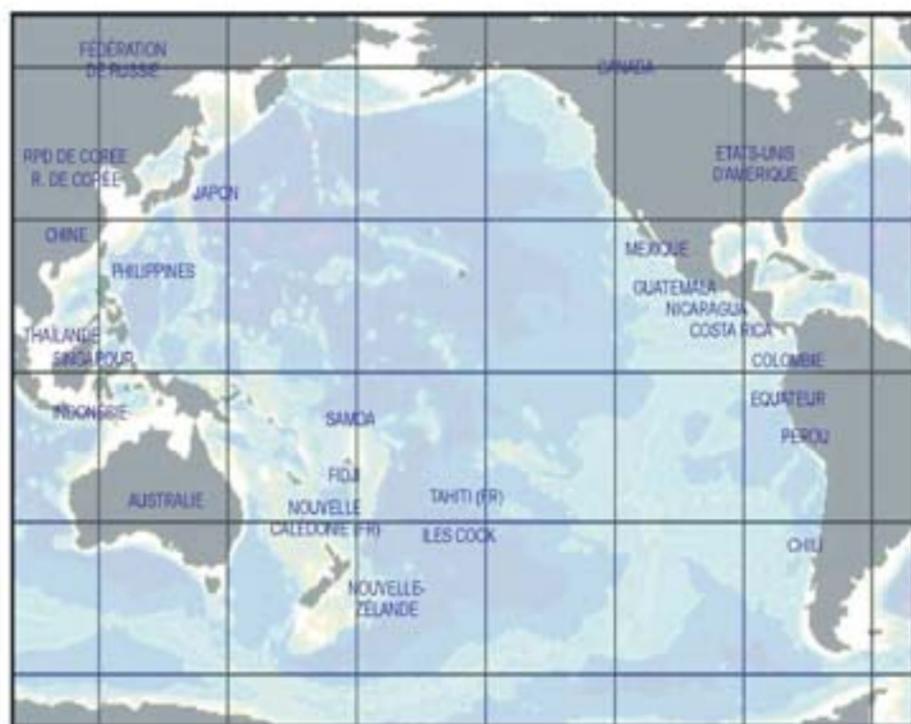
promouvoir la coopération et la coordination des activités d'atténuation des effets des tsunamis. Il a été créé en 1965 en qualité d'organe subsidiaire de la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'UNESCO. Il est composé de représentants nationaux des Etats membres de la région du Pacifique et se réunit tous les deux ans pour faire le point et coordonner les activités afin d'améliorer le Système d'alerte. Il compte actuellement les 25 membres ci-après : Australie, Canada, Chili, Chine, Colombie, Costa Rica, Equateur, Etats-Unis d'Amérique, Fédération de Russie, Fidji, France, Guatemala, Iles Cook, Indonésie, Japon, Mexique, Nicaragua, Nouvelle-Zélande, Pérou, Philippines, République de Corée, République populaire démocratique de Corée, Samoa occidentale, Singapour et Thaïlande.

## COI.

Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO  
([http : //ioc.unesco.org/iocweb/default.htm](http://ioc.unesco.org/iocweb/default.htm)).

## CIIT.

Centre international d'information sur les tsunamis. Créé en 1968 par la COI, le CIIT travaille en étroite coopération avec le Centre d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique (PTWC). Situé à Honolulu, Hawaii, le CIIT est notamment chargé : de surveiller les activités internationales d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique et de recommander des améliorations en matière de communication, d'acquisition et de réseaux de données, et de diffusion de l'information ; de fournir aux Etat membres, comme à ceux qui ne le sont pas, des renseignements sur les systèmes d'alerte aux tsunamis, sur ses propres activités et sur la façon de participer activement aux activités de l'ITSU ; d'aider les Etats membres de l'ITSU à mettre en place des systèmes d'alerte



Etats membres de l'ITSU

nationaux et tous les pays de la région du Pacifique à mieux se préparer à ce phénomène ; de réunir et diffuser les connaissances relatives aux tsunamis et de favoriser la recherche dans ce domaine, ainsi que ses applications, afin d'éviter les pertes en vies humaines et les dégâts matériels

(<http://www.shoa.cl/oceano/itic/frontpage.html>).

### ITSU.

Groupe international de coordination du Système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique (abréviation de International TSUnami).

### UGGI.

Union géodésique et géophysique internationale.

### Plan directeur.

Principal plan indiquant les méthodes et procédures à suivre pour atteindre les objectifs à long terme du programme. La première édition du Plan directeur du GIC/ITSU a été publiée en 1989 et la deuxième en 1999.

(<http://www.shoa.cl/oceano/itic/Master.html>).

### PTWC.

Centre d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique. Le PTWC est le centre opérationnel du Système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique. Il surveille, en étroite coopération avec d'autres centres régionaux et nationaux, les stations et instruments



Salle des opérations du Centre d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique d'Ewa Beach, Hawaï.

sismologiques et marégraphiques disséminés dans tout le Pacifique afin d'évaluer les séismes susceptibles de provoquer des tsunamis. Le PTWC est géré par le Service météorologique national des Etats-Unis

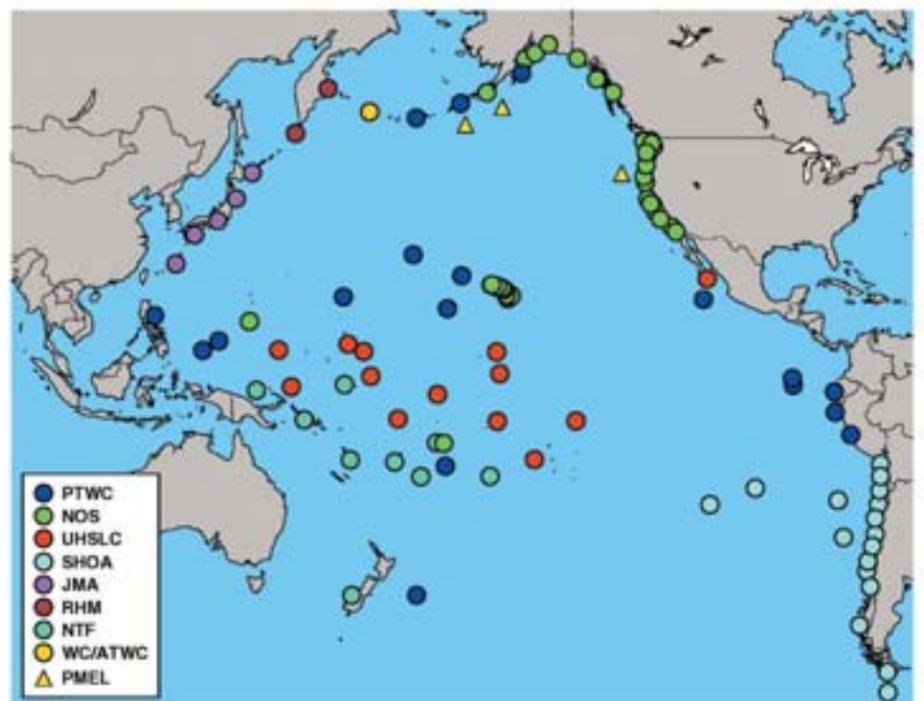
(<http://www.nws.noaa.gov/pr/ptwc>).



Installations du PTWC à Ewa Beach, Hawaï, Etats-Unis d'Amérique.

### PTWS.

Système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique. Le PTWS est le système opérationnel d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique.



Marégraphes constituant le Système d'alerte aux tsunamis

### Tsunami Bulletin Board.

Système d'échange de courrier électronique, utilisé essentiellement entre spécialistes des tsunamis pour diffuser rapidement idées, informations et résultats de recherche en la matière. Ce système

contribue aussi très utilement à l'organisation rapide d'enquêtes consécutives aux tsunamis et à la diffusion de leurs résultats, ainsi qu'à la planification des ateliers et symposiums relatifs à ce phénomène.

#### Bulletin d'information sur les tsunamis.

Message diffusé par le PTWC pour avertir les participants qu'un séisme important s'est produit dans le Pacifique, ou à proximité, et leur faire savoir que d'après les évaluations il n'a pas généré de tsunami potentiellement destructeur à l'échelle du Pacifique.

#### Avis d'alerte au tsunami.

Message d'alerte diffusé dans tout le Pacifique, une fois confirmée la formation d'un tsunami mettant en péril la population d'une partie ou de l'ensemble du Pacifique. Il sera suivi d'autres avis contenant des informations mises à jour, jusqu'à annulation de l'alerte.

#### Avis régional d'alerte/de veille au tsunami.

Message émis initialement par le PTWC sur la seule base d'informations sismiques afin d'alerter tous les participants de l'éventualité d'un tsunami et de leur faire savoir qu'une enquête est en cours. Les régions situées dans un rayon de zéro à trois heures de l'heure estimative d'arrivée de la première vague sont mises en état d'alerte. Celles qui se trouvent dans un rayon de trois à six heures sont placées en état de veille. D'autres avis seront ultérieurement émis, jusqu'à ce que l'alerte au tsunami soit élargie à l'ensemble du Pacifique ou annulée. On trouvera ci-après un exemple d'avis régional d'alerte/veille émis par le PTWC.

#### AVIS DE TSUNAMI N° 001

CENTRE D'ALERTE AUX TSUNAMIS DANS LE PACIFIQUE/NOAA/NWS

EMIS LE 13 JANVIER A 18 H.08 TUC

LE PRESENT AVIS EST DESTINE A TOUTES LES REGIONS DU BASSIN DU PACIFIQUE A L'EXCEPTION DE LA CALIFORNIE, DE L'OREGON, DE L'ETAT DE WASHINGTON, DE LA COLOMBIE BRITANNIQUE ET DE L'ALASKA.

... UN AVIS D'ALERTE ET DE VEILLE AU TSUNAMI A ETE EMIS ...

UN AVIS D'ALERTE AU TSUNAMI A ETE EMIS POUR : LE NICARAGUA, EL SALVADOR ET LE MEXIQUE.

UN AVIS DE VEILLE AU TSUNAMI A ETE EMIS POUR : L'EQUATEUR, LE PANAMA ET LE PEROU  
LE PRESENT MESSAGE N'INTERESSE LES AUTRES REGIONS DU PACIFIQUE QU'A TITRE D'INFORMATION.

UN SEISME, DE MAGNITUDE PRELIMINAIRE 7.7, S'EST PRODUIT LE 13 JANVIER A 17 H.33 TUC.

COORDONNEES : LATITUDE 13,1° NORD

LONGITUDE 88,6° OUEST

ENVIRONS : AU LARGE DES COTES DE L'AMERIQUE CENTRALE.

EVALUATION : UN TSUNAMI N'A PAS, QUE L'ON SACHE, ETE GENERE

CES AVIS D'ALERTE ET DE VEILLE REPOSENT UNIQUEMENT SUR L'EVALUATION DU SEISME.

ON TROUVERA CI-APRES LES HEURES ESTIMATIVES D'ARRIVEE DE LA PREMIERE VAGUE EN CERTAINS POINTS SITUES DANS LES ZONES D'ALERTE ET DE VEILLE

NICAGARUA	CORINTO	1946Z 13 JAN
	PUERTO SANDINO	1947Z 13 JAN
	SAN JUAN DEL SUR	2025Z 13 JAN
EL SALVADOR	ACAJUTLA	1955Z 13 JAN
	MEXIQUE	
	ACAPULCO	2034Z 13 JAN
	MANZANILLO	2033Z 13 JAN
	SOCORRO	2019Z 13 JAN
EQUATEUR	ILE BALTRA	2115Z 13 JAN
PANAMA	BALBOA HEIGHTS	2247Z 13 JAN
PEROU	LA PUNTA	2343Z 13 JAN

DES AVIS SERONT EMIS TOUTES LES HEURES OU A INTERVALLES PLUS RAPPROCHES SI LES CIRCONSTANCES L'EXIGENT.

L'ALERTE AU TSUNAMI SERA MAINTENUE JUSQU'A PLUS AMPLE INFORME.

LES DESTINATAIRES DE CE MESSAGE QUI SE TROUVENT EN CALIFORNIE, DANS L'OREGON, DANS L'ETAT DE WASHINGTON, EN COLOMBIE BRITANNIQUE ET EN ALASKA DOIVENT SE REPORTER UNIQUEMENT AUX MESSAGES EMIS PAR LE CENTRE D'ALERTE AUX TSUNAMIS DE L'ALASKA POUR OBTENIR DES INFORMATIONS SUR D'EVENTUELLES MENACES DE TSUNAMI CONCERNANT CES REGIONS.





# 6

## BIBLIOGRAPHIE

### REFERENCES CONCERNANT LES TSUNAMIS

Abe, K., Size of great earthquakes of 1837-1974 inferred from tsunami data, *J. Geophys. Res.*, 84, 1561-1568, 1979.

Abe, K., Physical size of tsunamigenic earthquakes of the northwestern Pacific, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 27, 194-205, 1981.

Ambraseys, N.N., Data for the investigation of the seismic sea-waves in the Eastern Mediterranean, *BSSA* (p. 895-913), 1962.

Iida, K., D.C. Cox and G. Pararas-Carayannis, Preliminary catalog of tsunamis occurring in the Pacific Ocean, Data Report No. 5, HIG-67-10, Hawaii Institute of Geophysics, University of Hawaii, August, 1-270, 1967.

Kanamori, H. Mechanism of tsunami earthquakes, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 6, 346-359, 1972.

### OUVRAGES

International Conference on Tsunamis (Conférence internationale sur les tsunamis), Paris, France 1998, CEA, 1999.

Numerical modeling of water waves, Mader, C. L., Los Alamos series in basic and applied sciences, 1988.

Seismic Sea Waves Tsunamis, T. S. Murty Fisheries and Environment, bulletin n° 198, Canada, 1977.

Terremotos y tsunamis o maremotos : Texto para educación prebásica. Publié en anglais sous le titre : Earthquakes and tsunamis: Pre-elementary school (plus manuel de l'enseignant) SHOA/IOC/ITIC 1996.

Terremotos y tsunamis o maremotos : Texto de Enseñanza. Media. 119 p. Publié en anglais sous le titre : Earthquakes and tsunamis : high school textbook (plus manuel de l'enseignant) SHOA/IOC/ITIC 1997.

Te invito a conocer la tierra I, texto de enseñanza básica 2do a 4to grado. Publié en anglais sous le titre : I invite you to know the earth I : 2nd to 4th grade of elementary school textbook (plus manuel de l'enseignant) SHOA/IOC/ITIC 1997.

Te invito a conocer la tierra II, texto de enseñanza básica 5to a 8o grado. Publié en anglais sous le titre : I invite you to know the earth II : 5th to 8th grade of preparatory school textbook (plus manuel de l'enseignant) SHOA/IOC/ITIC 1997.

Tsunami : progress in prediction, disaster prevention and warning. Sixteenth International Tsunami Symposium (1993), Advances in Natural and Technological Hazards Research, Kluwer Academic Publishers, 1995.

Tsunamis in the World. Fifteenth International Tsunami Symposium (1991), Advances in Natural and Technological Hazards Research, Kluwer Academic Publishers, 1993.

Tsunamis : Their Science and Engineering, International Tsunami Symposium (1981), Advances in Earth and Planetary Sciences, D. Reidel Publishing Company, 1983.

Tsunamis : 1992-1994, Their generation, dynamics, and hazard, *Pure and Applied Geophysics*, 144, 1995.

Tsunami (2nd edition) W. Dudley and Min Lee's (University of Hawaii Press, 1998).

Tsunamigenic earthquakes and their consequences, *Advances in GEOPHYSICS*, vol. 39, Academic press, 1998.

### PUBLICATIONS DE LA COI

Plan directeur, première édition, 1989.

Plan directeur, IOC/INF-1124, deuxième édition, 1999 (anglais, espagnol, français et russe).

Plan directeur : IOC/INF-1124 (anglais, espagnol, français et russe, en ligne [<http://www.shoa.cl/oceano/itic/Master.html>]).

Tsunami les grandes vagues (anglais, espagnol, français).

Tsunami les grandes vagues (anglais, espagnol et français, en ligne [<http://www.shoa.cl/oceano/itic/frontpage.html>]).

Tsunami Warning (bande dessinée pour enfants).

Guide pour les études de terrain consécutives aux tsunamis (anglais, espagnol, français), Manuels et guides de la COI n° 37.

Guide pour les études de terrain consécutives aux tsunamis, UNESCO, 1998, Manuels et guides n° 37 en ligne (anglais, espagnol, en ligne [<http://www.shoa.cl/oceano/itic/field.html>]).

IUGG/IOC Time project - Numerical Method of tsunami simulation with the leap-frog scheme. Manuels et guides de la COI n° 35.

Tsunami Glossary (première édition), A Glossary of terms and Acronyms used in the tsunami literature (anglais), Série technique de la COI n° 37.

Tsunami Glossary, en ligne [<http://www.shoa.cl/oceano/itic/pdf-docs/glossary.html>].

Tsunami Newsletter (ITIC) 1965-1999 vol. I to XIX, en ligne [<http://www.shoa.cl/oceano/itic/newsletter.html>].

Amplitude (maximale) du tsunami	14	Intensité	12	Risque de tsunami	10
Amplitude de la marée	18	ITSU	20	Run-up/Altitude du point de pénétration maximale	13
Amplitude du tsunami	14	Ligne d'inondation	12	Run-up maximal/Altitude maximale du point de pénétration maximale	12
Avis d'alerte au tsunami	21	Longueur de la crête	12	Séisme tsunamigène	4
Avis régional d'alerte au tsunami	21	Longueur d'onde du tsunami	15	Source du tsunami	10
Avis régional de veille au tsunami	21	Magnitude	12	Station marégraphique	18
Basse mer	16	Magnitude du tsunami Mt	14	Télétsunami	4
Brise-lame	16	Marée	18	Temps de parcours	6
Bulletin d'information sur les tsunamis	21	Marégramme	17	Temps écoulé	12
Carte des temps de parcours	6	Marégraphe	18	Théorie de la formation des tsunamis	8
Carte d'évacuation	5	Microtsunami	5	Tsunami	6
Chute	12	Modèle hydraulique	9	Tsunami à l'échelle du Pacifique	3
CIIT	19	Modélisation hydraulique	13	Tsunami Bulletin Board	20
CMD	22	Modélisation numérique des tsunamis	12	Tsunami d'origine atmosphérique	2
COI	19	Montée	15	Tsunami en champ proche	2
Cotidal(e)	16	Montée initiale	18	Tsunami généré à distance ou tsunami en champ lointain	4
Crête de la vague	15	Niveau (maximal) de la mer	17	Tsunami interne	2
Danger de tsunami	8	Niveau de la mer	17	Tsunami local	2
Débordement	13	Niveau de référence de la mer	10	Tsunami régional	3
Déferlante	16	Niveau maximal probable de l'eau	18	Tsunamigène	10
Dégâts causés par un tsunami	6	Niveau moyen de la mer	3	TWSP	22
Dispersion d'un tsunami	7	Observation des tsunamis	15	UGGI	20
Données historiques sur les tsunamis	5	Onde de marée	19	UNESCO	22
Echelle d'intensité des tsunamis de Sieberg	13	Paléotsunami	19	Vague initiale	12
Effets des tsunamis	8	Période (caractéristique) du tsunami	20	Vitesse dans des eaux peu profondes	10
Etude de terrain consécutive à un tsunami	5	Période du tsunami	10	Vitesse du tsunami	10
Évaluation du danger de tsunami	8	Plan de communication	10	Zonage des tsunamis	11
Formation des tsunamis	7	Plan directeur	20	Zone d'inondation	12
GIC/ITSU	19	Prévention en matière de tsunamis	18		
Hauteur moyenne	12	Propagation du tsunami	16		
Hauteur caractéristique des vagues	14	PTWC	13		
Heure d'arrivée	12	PTWS			
Heure estimative d'arrivée	5	Raz-de-marée			
Inondation horizontale	12	Remous			
Inondation maximale	12	Répartition du run-up			

#### CENTRE INTERNATIONAL D'INFORMATION SUR LES TSUNAMIS (CIIT)

737 Bishop Street Suite 2200  
Honolulu, Hawaii 96813-3213  
Etats-Unis d'Amérique  
Téléphone : 808-532-6422  
Fax : 808-532-5576  
E-mail : [itic.tsunami@noaa.gov](mailto:itic.tsunami@noaa.gov)

#### CENTRE INTERNATIONAL D'INFORMATION SUR LES TSUNAMIS (CIIT)

<http://www.prh.noaa.gov/itic/frontpage.html>



Situé à Honolulu, le Centre international d'information sur les tsunamis (CIIT) a été créé le 12 novembre 1965 par la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la

science et la culture (UNESCO). En 1968, la COI a créé un Groupe international de coordination du Système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique (GIC/ITSU) actuellement composé des 25 Etats membres suivants :

Australie, Canada, Chili, Chine, Colombie, Costa Rica, Equateur, Etats-Unis d'Amérique, Fédération de Russie, Fidji, France, Guatemala, Iles Cook, Indonésie, Japon, Mexique, Nicaragua, Nouvelle-Zélande, Pérou, Philippines, République de Corée, République populaire démocratique de Corée, Samoa occidentale, Singapour et Thaïlande.

Le CIIT est notamment chargé : de Surveiller les activités internationales d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique et de recommander des améliorations en matière de communication, d'acquisition et de réseaux de données, et de diffusion de l'information ; de Communiquer aux Etats membres, comme à ceux qui ne le sont pas, des renseignements sur les systèmes d'alerte aux tsunamis, sur ses propres activités et sur la manière de prendre activement part aux activités du GIC/ITSU ; d'Aider les Etats membres de l'ITSU à mettre en place des systèmes d'alerte nationaux et tous les pays du Pacifique à mieux se préparer à ce phénomène ; de Réunir et diffuser les connaissances relatives aux tsunamis et de favoriser la recherche dans ce domaine, ainsi que ses applications afin d'éviter les pertes en vies humaines et dégâts matériels.

# SIMANUSST

