

18022006

## Qu'est-ce qu'un tsunami ou raz-de-marée ?

Qu'est-ce qu'un tsunami ?

Comment se forme-t-il ?

Quelle est sa vitesse de propagation ?

Comment peut-on le prévenir ?

Quelles sont ses caractéristiques physiques ?

Toutes les réponses se trouvent dans cet article, très complet je l'espère.

### Retour sur le raz-de-marée du 26 décembre 2004

A l'origine du raz-de-marée : un séisme exceptionnel

Le 26 décembre 2004, à 7h58 (heure locale), l'[Institut géologique américain](#) (USGS) détecte dans l'océan Indien un séisme d'une magnitude exceptionnelle, 9 sur l'échelle de Richter. Son épicentre se situe au large de l'île de Sumatra, plus exactement à 250 km au sud/sud-est de la ville de Banda Aceh, à une profondeur de 10 km.

L'hypocentre du séisme – ou foyer – se situe quant à lui plus en profondeur, à 30 km exactement, au niveau d'une région très sensible : une zone de friction entre les plaques tectoniques indo-australienne et eurasienne.

Il y a 50 millions d'années, la plaque indo-australienne est en effet entrée en collision avec la plaque eurasienne. Elle avance encore actuellement à la vitesse de 5 cm par an vers le nord. Or, au fil des ans, la tension entre les deux plaques s'accumule. Lorsque celle-ci devient trop forte, l'énergie est libérée brutalement sous forme de séismes.

Mais la libération d'énergie qui a eu lieu le 26 décembre dépasse pratiquement tout ce qui a été observé jusqu'alors : elle équivaut en effet à l'explosion de 30 000 bombes atomiques similaires à celle d'Hiroshima ! La zone du séisme s'est ainsi soulevée brusquement d'une vingtaine de mètres, déplaçant à son tour la colonne d'eau située à sa verticale.

Une série de vagues s'est alors formée à la surface : des vagues très rapides (500 à 800 km/h), d'une très grande longueur d'onde mais peu élevées.

Pour de nombreux bateaux navigant en pleine mer, le phénomène est ainsi passé inaperçu. C'est seulement en se rapprochant des côtes que le raz-de-marée ou tsunami ("vague portuaire" en japonais) s'est formé : en raison de la faible profondeur

des fonds côtiers, la hauteur des vagues a augmenté subitement, atteignant jusqu'à 15 m dans certaines régions.

**Simulation du raz de marée survenus au sud est asiatique le 26 décembre 2004 - elle fait 5,8 Mo, mais elle en vaut la peine [ICI](#) (source : <http://www.jp-petit.com/>)**

---

Un **tsunami** (du japonais 津 *tsu*, port, et 波 *nami*, vague, donc littéralement « vague portuaire ») est une onde provoquée par un rapide mouvement d'un grand volume d'eau (océan ou mer). Ce mouvement est en général dû à un séisme, à une éruption volcanique de type explosive ou bien à un glissement de terrain de grande ampleur. Un impact météoritique peut aussi en être la cause, de même qu'une explosion atomique sous-marine. Ainsi, contrairement aux vagues, un tsunami n'est pas créé par le vent.

Bien que les tsunamis atteignent une vitesse de 800 km/h quand le fond de l'océan est profond, ils sont imperceptibles au large car leur amplitude n'y dépasse que rarement le mètre pour une période (temps entre deux vagues successives) de plusieurs minutes à plusieurs heures ; il ne faut donc pas les confondre avec les vagues scélérates qui provoquent des naufrages en haute mer. En revanche, ils peuvent provoquer d'énormes dégâts sur les côtes où ils se manifestent par

- une baisse du niveau de l'eau et un recul de la mer dans les quelques minutes qui le précèdent ;
- un **raz-de-marée**, à savoir une élévation rapide du niveau des eaux d'un mètre à plusieurs dizaines de mètres provoquant un courant puissant capable de pénétrer profondément à l'intérieur des terres lorsque le relief est plat.

Dans certains cas assez rares, le tsunami peut prendre la forme d'une vague déferlante ou, sur un fleuve, d'un mascaret.

En fonction de l'intensité de l'action mécanique qui les génère et de la géométrie de l'océan, ils se propagent sur des milliers voire une dizaine de milliers de kilomètres et peuvent toucher plusieurs continents, dans des zones où le séisme ou l'éruption volcanique ne sont pas détectés. Lors d'un fort tremblement de terre en zone côtière, ils sont généralement plus meurtriers et destructeurs que la secousse elle-même.

---

## Sommaire

- Étymologie
- Création, propagation et déferlement
- Dangers liés aux tsunamis
  - Pertes humaines
  - Dégâts

- Prévention des tsunamis
  - Système d'alerte
  - Sécurisation de l'habitat
  - Sensibilisation
  - Les barrières naturelles
- Fréquence et localisation des tsunamis
- Caractéristiques physiques d'un tsunami
  - Propagation en haute mer
    - Caractéristiques fondamentales
    - Longueur d'onde
    - Vitesse de propagation
    - Amplitude
  - Déferlement sur les côtes
    - Mouvement horizontal de l'eau
    - Complexité des effets d'un tsunami en zones côtières
- Liste de raz-de-marée de grande importance
- Photos du tsunami en Indonésie en décembre 2004
- Mégatsunamis
- Organes de surveillance et d'alerte
- Voir également
- Vidéos amateur du Tsunami du 26 décembre 2004

## Etymologie

Le terme tsunami (kanji : 津波) est un mot japonais composé de *tsu* (津), le port, le gué, et de *nami* (波), la vague ; il signifie littéralement « vague portuaire ». Elle fut nommée ainsi par les pêcheurs qui, n'ayant rien perçu d'anormal au large, retrouvaient leur ville portuaire ravagée. Le mot est francisé, il prend donc un s au pluriel (des tsunamis).

Dans l'expression française « raz-de-marée », le terme « raz » désigne un courant rapide. C'est un mot d'origine viking qui a été importé lors de l'invasion de la Normandie, puis est passé dans le breton avant de passer dans le français. Il a également donné le nom à la Pointe du Raz, et le mot anglais *race* (course), qui évoque également la rapidité, a la même étymologie.

Le problème du terme « raz-de-marée » est que le phénomène n'a rien à voir avec les marées, qui sont provoquées par l'attraction de la lune et du soleil ; le raz de marée est provoqué par des événements d'origine terrestre. L'association avec les marées fait référence à son apparence, comme une crue extrêmement rapide du niveau de la mer, plutôt que comme une vague géante. Par ailleurs le terme de raz-de-marée reste imprécis car il ne préjuge pas de l'origine sismique du phénomène : le passage d'un ouragan peut également élever le niveau de l'eau d'un à deux mètres et provoquer des inondations similaires.

Pour éviter l'association fautive avec les marées et pallier l'imprécision du terme de raz-de-marée, les scientifiques préfèrent le mot tsunami, officialisé en 1963. Le terme est passé par ailleurs dans la langue courante.

## Création, propagation et déferlement

Un tsunami est créé lorsqu'une grande masse d'eau est déplacée. Cela peut être le cas lors d'un séisme sous-marin important, d'une magnitude de 7 ou plus sur l'échelle de Richter, lorsque le niveau du plancher océanique le long d'une faille s'abaisse ou s'élève brutalement (voir Fig. 1), lors d'un glissement de terrain côtier ou sous-marin, ou lors d'un impact par une météorite. Il est notable qu'un fort séisme ne produit pas *nécessairement* un tsunami : tout dépend de la manière dont se modifie le niveau du plancher océanique aux alentours de la faille.

Le déplacement d'eau se propage de proche en proche et crée un mouvement de grande longueur d'onde (généralement quelques centaines de kilomètres) et de grande période (quelques dizaines de minutes). Lorsque la cause du tsunami a lieu près d'une côte, celle-ci peut être atteinte en moins d'une heure ; on parle alors de tsunami local.

Certains tsunamis sont capables de se propager sur des distances de plusieurs milliers de kilomètres et d'atteindre l'ensemble des côtes d'un océan en moins d'une journée. Ces tsunamis de grande étendue sont généralement d'origine tectonique, car les glissements de terrain et les explosions volcaniques produisent généralement des ondes de plus courte longueur d'onde qui se dissipent rapidement.

Il faut garder à l'esprit que *ce n'est pas principalement la hauteur du tsunami qui en fait sa force destructrice* mais la durée de l'élévation du niveau de l'eau et la quantité d'eau déplacée à son passage : si des vagues de plusieurs mètres de hauteur, voire d'une dizaine de mètres, sont légion sur les côtes pacifiques, elle ne transportent pas assez d'eau pour pénétrer dans les terres.

Au contraire, un tsunami d'une hauteur d'un ou deux mètres peut s'avérer ravageur, car la quantité d'eau qu'il transporte lui permet de déferler jusqu'à plusieurs centaines de mètres à l'intérieur des terres si le relief est plat et sans obstacles naturels (arbres). On peut voir le phénomène sous un autre angle : une vague classique, d'une période d'au plus une minute, n'élève pas le niveau de l'eau suffisamment longtemps pour qu'il pénètre profondément, tandis que le niveau des eaux s'élève au dessus de son niveau normal pendant 5 à 30 minutes lors du passage d'un tsunami.

## Dangers liés aux tsunamis

Les dangers liés aux tsunamis sont dus à l'inondation qui en résulte, à la force du courant qu'ils engendrent tant lors du flux que du reflux et à sa capacité à happer les personnes au large.

## Pertes humaines

Les victimes emportées par un tsunami peuvent recevoir divers coups par les objets charriés (morceaux d'habitations détruites, bateaux, voitures, etc.) ou être projetées violemment contre des objets terrestres (mobilier urbain, arbres, etc.) : ces coups peuvent être mortels ou provoquer une perte des capacités menant à la noyade. Certaines victimes peuvent aussi être piégées sous les décombres d'habitations. Enfin, le reflux du raz-de-marée est capable d'emmener des personnes au large, où elles dérivent et, sans secours, meurent de noyade par épuisement ou de soif.

Dans les jours et semaines suivant l'événement, le bilan peut s'alourdir, en particulier dans les pays pauvres. L'après raz-de-marée peut être plus mortel que la vague elle-même. Les maladies liées à la putréfaction de cadavres, à la contamination de l'eau potable et à la péremption des aliments sont susceptibles de faire leur apparition. La faim peut survenir en cas de destruction des récoltes et des stocks alimentaires.

Pour exemple, le Tsunami du 26 décembre 2004 a fait plus de 300 000 morts.

## **Dégâts**

Les tsunamis sont susceptibles de détruire habitations, infrastructures et flore en raison :

- du fort courant qui emporte les structures peu ancrés dans le sol (voir la photo ci-contre) ;
- de l'inondation qui fragilise les fondations des habitations, parfois déjà atteintes par le tremblement de terre précédant le raz-de-marée ;
- de dégradations dues aux chocs d'objets charriés à grande vitesse par la crue.

De plus, dans les régions plates, la stagnation d'eaux maritimes saumâtres peut porter un coup fatal à la faune et à la flore côtières, ainsi qu'aux récoltes. Sur les côtes sableuses ou marécageuses, le profil du rivage peut être modifié par la vague et une partie des terres, immergées.

## **Prévention des tsunamis**

La présence d'un système d'alerte permettant d'alerter la population quelques heures avant la survenue d'un tsunami, la sensibilisation des populations côtières aux risques et aux gestes de survie, et la sécurisation de l'habitat permettent de sauver la plupart des vies humaines.

## **Système d'alerte**

Il suffit généralement de s'éloigner de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres des côtes ou d'atteindre un promontoire élevé de quelques mètres à quelques dizaines de mètres pour être épargné. La mise à l'abri ne prend donc que quelques minutes à un quart d'heure, aussi un système d'alerte permet-il d'éviter la plupart des pertes humaines.

Un dispositif de surveillance et d'alerte, utilisant une maille de sondes sub-océanique et traquant les séismes potentiellement déclencheurs de tsunamis, permet d'alerter les populations et les plagistes de l'arrivée d'un tsunami dans les pays donnant sur l'océan pacifique : le Centre d'alerte pacifique de tsunami, basé sur la plage d'Ewa à Hawaii, non loin d'Honolulu.

## **Sécurisation de l'habitat**

À Hawaii, où le phénomène est fréquent, les règlements d'urbanisme imposent que les constructions proches du rivage soient bâties sur pilotis.

A Malé, la capitale des Maldives, une rangée de tétrapodes en béton dépassant de 3 mètres le niveau de la mer est prévu pour diminuer l'impact des tsunamis.

## **Sensibilisation**

La sensibilisation au phénomène et à ses dangers est également un facteur déterminant pour sauver des vies humaines, car toutes les côtes ne possèdent pas de système d'alarme - les côtes des océans Atlantique et Indien en sont notamment dépourvues. De plus, certains tsunamis ne peuvent être détectés à temps (tsunamis locaux).

Deux indices annonçant la survenue possible d'un tsunami sont à reconnaître et impliquent qu'il faut se rendre en lieu sûr :

- retrait rapide et inattendu de la mer, car il annonce la survenue d'un raz-de-marée ;
- tremblement de terre, même mineur, car il peut s'agir d'un séisme majeur distant provoquant un tsunami.

Si l'on est surpris par le raz-de-marée, grimper sur le toit d'une habitation ou la cime d'un arbre solides, tenter de s'accrocher à un objet flottant que le tsunami charrie sont des solutions de dernier recours. En aucun cas, il n'est sûr de revenir auprès des côtes dans les heures suivant le raz-de-marée, car celui-ci peut être composé de plusieurs vagues espacées de quelques dizaines de minutes à plusieurs heures.

## **Les barrières naturelles**

Un rapport publié par le PNUE suggère que le tsunami du 26 décembre 2004 a causé moins de dégâts dans les zones où des barrières naturelles, telles que les mangroves, les récifs coralliens ou la végétation côtière, étaient présentes.

## **Fréquence et localisation des tsunamis**

Au XX<sup>e</sup> siècle, dix tsunamis par an furent enregistrés, dont un et demi par an a provoqué des dégâts ou des pertes humaines. Sur cette période d'un siècle, sept provoquèrent plus d'un millier de morts, soit moins d'un tous les dix ans.

80% des tsunamis enregistrés le sont dans l'océan Pacifique ; parmi les huit tsunamis ayant causé plus d'un millier de victimes depuis 1900, seul le tsunami du 26 décembre 2004 n'a pas eu lieu dans l'océan Pacifique.

## **Caractéristiques physiques d'un tsunami**

### **Propagation en haute mer**

En pleine mer, le tsunami se comporte comme la houle : c'est une onde à propagation elliptique, c'est-à-dire que les particules d'eau sont animées d'un mouvement elliptique à son passage. Il n'y a (presque) pas de déplacement global de l'eau, une particule retrouve sa position initiale après le passage du tsunami. La figure 2 illustre le déplacement des particules d'eau au passage de la vague.

Mais, contrairement à la houle, le tsunami provoque une oscillation de l'eau aussi bien en surface (un objet flottant est animé d'un mouvement elliptique à son passage, cf. point rouge du haut sur la Fig. 2) qu'en profondeur (l'eau est animée d'une oscillation horizontale dans le sens de la propagation de l'onde, voir le point rouge du bas sur la Fig. 2). Ce fait est lié à la grande longueur d'onde du tsunami, typiquement quelques centaines de kilomètres, qui est très supérieure à la profondeur de l'océan - une dizaine de kilomètres tout au plus. Il en résulte que la quantité d'eau mise en mouvement est bien supérieure à ce que la houle produit ; aussi le tsunami transporte-t-il beaucoup plus d'énergie que la houle.

### Caractéristiques fondamentales

Un tsunami possède deux paramètres fondamentaux :

- l'énergie mécanique  $E$  libérée ;
- pour simplifier, sa période  $T$ , c'est-à-dire le temps écoulé entre deux crêtes successives (Dans la pratique, un tsunami est un court train d'onde qui est caractérisé par son spectre de périodes – voir transformée de Fourier pour une explication détaillée).

Ces paramètres sont sensiblement constants au cours de la propagation du tsunami, dont la perte d'énergie par friction est faible du fait de sa grande longueur d'onde.

Les tsunamis d'origine tectonique ont des périodes longues, généralement entre une dizaine de minutes et plus d'une heure.

Les tsunamis générés par des glissements de terrain ou l'effondrement d'un volcan ont souvent des périodes plus courtes, de quelques minutes à un quart d'heure.

Les autres propriétés du tsunami comme la hauteur de la vague, la longueur d'onde (distance entre les crêtes) ou la vitesse de propagation sont des quantités variables qui dépendent de la topographie et/ou des paramètres fondamentaux  $E$  et  $T$ .

### Longueur d'onde

La plupart des tsunamis ont une longueur d'onde supérieure à la centaine de kilomètres, bien supérieure à la profondeur des océans qui ne dépasse guère 10 km, de sorte que leur propagation est celle d'une vague en milieu « peu profond ». La longueur d'onde  $\lambda$  dépend alors de la période  $T$  et de la profondeur de l'eau  $h$  selon la relation :

$$\lambda = T \sqrt{gh}$$

où  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  est la gravité, ce qui donne numériquement

$$\lambda \approx 870 \left( \frac{T}{60 \text{ min}} \right) \sqrt{\frac{h}{6 \text{ km}}} \text{ km.}$$

La période spatiale ou longueur d'onde est le plus souvent comprise entre 60 km (période de 10 min et profondeur de 1 km), typique des tsunamis locaux non tectoniques, et 870 km (période de 60 min et profondeur de 6 km), typique des tsunamis d'origine tectonique.

### Vitesse de propagation

Pour les tsunamis de période suffisamment longue, typiquement une dizaine de minutes, soit la plupart des tsunamis d'origine tectoniques, la vitesse  $v$  de déplacement d'un tsunami est fonction de la seule profondeur d'eau  $h$  :

$$v = \sqrt{gh}$$

Cette formule peut être utilisée pour obtenir une application numérique :

$$v \approx 870 \sqrt{\frac{h}{6 \text{ km}}}$$

ce qui signifie que la vitesse est de 870 km/h pour une profondeur de 6 km et de 360 km/h pour une profondeur d'un kilomètre.

La figure 4. illustre la variabilité de la vitesse d'un tsunami, en particulier le ralentissement de la vague en milieu peu profond, notamment à l'approche des côtes.

De la variabilité de cette vitesse de propagation, il résulte une réfraction de la vague dans les zones peu profondes. Ainsi, le tsunami a rarement l'allure d'une onde circulaire centrée sur le point d'origine, comme le montre la Fig. 5. Toutefois, l'heure d'arrivée d'un tsunami sur les différentes côtes est prévisible puisque la topographie des océans est bien connue. Cela permet d'organiser au mieux l'évacuation lorsqu'un système de surveillance et d'alerte est en place.

### Amplitude

Pour des tsunamis de longue période, qui présentent peu de dissipation d'énergie même sur de grandes distances, l'amplitude  $A$  du tsunami est donnée par la relation :

$$A \sim E^{1/2} r^{-1/2} h^{-1/4},$$

c'est-à-dire que l'amplitude augmente lorsque l'eau devient moins profonde, en particulier à l'approche des côtes (voir Fig. 4) et quand l'énergie est plus élevée. Elle diminue avec la distance, typiquement en  $1/\sqrt{r}$  car l'énergie se répartit sur un front d'onde plus grand.

Pour les tsunamis de faible période (souvent ceux d'origine non sismique) la décroissance avec la distance peut être beaucoup plus rapide.

### Déferlement sur les côtes

## Mouvement horizontal de l'eau

Lorsque le tsunami s'approche des côtes sa période et sa vitesse diminuent, son amplitude augmente. Lorsque l'amplitude du tsunami devient non négligeable par rapport à la profondeur de l'eau, une partie de la vitesse d'oscillation de l'eau se transforme en un mouvement horizontal global, appelé courant de Stokes. Sur les côtes, c'est davantage ce mouvement horizontal et rapide (typiquement plusieurs dizaines de km/h) qui est la cause des dégâts que l'élévation du niveau de l'eau.

A l'approche des côtes, le courant de Stokes d'un tsunami a pour vitesse théorique

$$u \approx \frac{A^2}{2h^2}v,$$

soit

$$u \approx 18 \left( \frac{A}{h} \right)^2 \left( \frac{h}{10 \text{ m}} \right)^{1/2} \text{ km/h}$$

## Complexité des effets d'un tsunami en zones côtières

Cependant, contrairement à la propagation en haute mer, les effets d'un tsunami sur les côtes sont difficiles à prévoir car de nombreux phénomènes peuvent avoir lieu. Contre une falaise, par exemple, le tsunami peut être fortement réfléchi ; à son passage on observe une onde stationnaire dans laquelle l'eau a essentiellement un mouvement vertical.

- Selon l'angle d'attaque du tsunami sur la côte et la géométrie de celle-ci, le tsunami peut interférer avec sa propre réflexion et provoquer une série de vagues stationnaires avec des zones côtières non inondées (« nœuds ») et des zones avoisinantes particulièrement touchées (« ventres »).
- Un tsunami à l'approche d'une île est capable de contourner celle-ci en raison du phénomène de diffraction lié à sa grande longueur d'onde ; en particulier la côte opposée à la direction d'arrivée du tsunami peut également être touchée. Lors du tsunami du 26 décembre 2004, la ville de Colombo au Sri Lanka fut inondée bien qu'en apparence, elle fût protégée du tsunami par le reste de l'île (voir la Fig. 5).
- Dans les fjords et les estuaires étroits, l'amplitude de la vague peut être amplifiée, comme c'est le cas pour les marées (cette dernière peut atteindre dix mètres d'amplitude sur certaines côtes comme au Mont Saint-Michel alors qu'elle n'atteint pas un mètre sur des îles comme Madère). Par exemple la baie de Hilo a une période d'oscillation typique de 30 min et fut davantage ravagée que le reste de l'île lors du passage du tsunami de 1946, qui avait une période de 15 min : la première vague du tsunami interférait constructivement avec la troisième, et ainsi de suites.

## Liste de raz-de-marée de grande importance

Les magnitudes des séismes évoqués dans la liste ci-dessous sont donnés sur l'échelle de Richter. Le nombre de victimes des tsunamis est arrondi ; il s'agit d'estimations pour les catastrophes d'avant le XX<sup>e</sup> siècle.

Sont reportés ci-dessous les tsunamis ayant fait plus de 1 000 victimes estimées, ainsi que quelques autres moins meurtriers, mais d'amplitude ou d'étendue considérables :

- **Antiquité et Moyen Âge**
  - environ XV<sup>e</sup> siècle av. J.-C. Crète : l'éruption du volcan de l'île grecque de Santorin provoque un tsunami d'une centaine de mètres en Crète qui contribue à la disparition de la civilisation minoenne.
  - 21 juillet 365 ap. J.-C., séisme et raz-de-marée ressentis dans toute la Méditerranée orientale et notamment à Alexandrie.
  - 1570, Chili, 2 000 victimes.
  
- **XVII<sup>e</sup> siècle**
  - 1605, Japon, 5 000 victimes.
  - 1611, Japon, 5 000 victimes.
  - 1674, Indonésie, 2 500 victimes.
  - 1692, Jamaïque, 3 000 victimes.
  
- **XVIII<sup>e</sup> siècle**
  - 1703, Japon, 5 000 victimes.
  - 1707, Japon, 30 000 victimes.
  - 17 octobre 1737, Kamchatka et îles Kouriles : un tsunami consécutif au séisme du Kamchatka atteint 50 m de hauteur au nord des îles Kourile.
  - 1746, Pérou, 4 000 victimes, essentiellement à Lima.
  - 1<sup>er</sup> novembre 1755, Portugal et Madère, 90 000 victimes : un séisme violent à Lisbonne provoque un tsunami et 85 % de la ville est ravagée. La revue américaine *Science of Tsunamis Hazards*, éditée par la *Tsunami Society*<sup>ef</sup> novembre 1755, le déferlement d'une vague de plus de trois mètres de haut sur les plages de l'île. D'autres témoignages comparables rapportent les effets du tsunami dans les autres îles des Antilles dans l'après-midi du même jour, le séisme européen ayant eu lieu plusieurs heures auparavant. basée à Hawaii, a cité le cas du capitaine d'un navire britannique mouillant au large de la Barbade, dans les Antilles (à plus de 4 000 km de distance du Portugal), qui nota dans son journal de bord, le 1
  - 1766, Japon, 1 500 victimes.
  - 1782, Asie du Sud-Est, 40 000 victimes : un tsunami touche l'Asie du Sud-Est, principalement en Chine.

- 1792, Japon, 15 000 victimes.
- **XIX<sup>e</sup> siècle**
    - 1854, Japon, 3 000 victimes.
    - 1868, Chili, 25 000 victimes.
    - 27 août 1883, océan Indien, 40 000 victimes : un tsunami associé à l'éruption du Krakatoa est détecté sur la plupart des côtes du globe, avec une élévation du niveau de la mer de 40 mètres près de la zone d'origine.
    - 1896, Japon, 25 000 victimes.
    - 1899, Indonésie, 3 500 victimes.
- **XX<sup>e</sup> siècle**
    - 1923, Japon, 2 000 victimes.
    - 1933, Japon, 3 000 victimes.
    - 1<sup>er</sup> avril 1946, océan Pacifique, 2 000 victimes : un séisme de magnitude 8,6 au large de l'Alaska provoque un tsunami qui atteint 30 m en Alaska, 12 m à Hawaii, et touche le Japon ainsi que la côte ouest des États-Unis.
    - 9 juillet 1958, Alaska, 2 victimes : un glissement de terrain consécutif à un fort séisme dans la baie de Lituya en Alaska provoque le plus grand tsunami connu - il dévaste la végétation sur l'un des flancs jusqu'à une hauteur de 500 m - mais la géographie de la baie l'empêche de se propager dans l'océan Pacifique.
    - 22 mai 1960, Chili et océan Pacifique, 5 000 victimes : un séisme de magnitude 9,5 au Chili provoque un raz-de-marée meurtrier d'une hauteur allant jusqu'à 25 m au Chili, 10 m à Hawaii et 3 m au Japon.
    - 27 mars 1964, Ouest des États-Unis, 100 victimes : un séisme de magnitude 9,3 au large de l'Alaska y provoque un tsunami de 15 m, qui touche la Californie où le niveau des eaux s'élève de 6 m.
    - 1976, Indonésie, 8 000 victimes dans l'île de Célèbes.
    - 1992, Indonésie, 2 200 morts dans l'île de Flores.
    - 17 juillet 1998, Papouasie-Nouvelle-Guinée, 2 000 victimes : un séisme de magnitude 7,0 à 20 km des côtes provoque un tsunami local d'une hauteur d'environ 10 m.
- **XXI<sup>e</sup> siècle**
    - 26 décembre 2004, océan Indien, au moins 285 000 victimes (bilan officiel au 30/01/2005) : un séisme de magnitude 9,0 au large de l'Indonésie provoque un tsunami qui touche les pays d'Asie du Sud (Indonésie, Malaisie, Thaïlande, Inde, Sri Lanka) et dans une moindre mesure les côtes orientales de l'Afrique.

**Voir ci-dessous : Tsunamis récents marquants : [Tsunami du 26 décembre 2004 dans l'océan indien](#)**

## Mégatsunamis

On définit comme *mégatsunami* un tsunami dont la hauteur au niveau des côtes dépasse cent mètres. Un mégatsunami, s'il se propage librement dans l'océan, est capable de provoquer des dégâts majeurs à l'échelle de continents entiers. Les séismes étant incapables *a priori* d'engendrer de telles vagues, seuls des événements cataclysmiques, tels un impact météoritique de grande ampleur ou l'effondrement d'une montagne dans la mer, en sont la cause possible. Au delà du fantasme, on notera les faits suivants :

- Aucun mégatsunami non local n'a été rapporté dans l'histoire de l'humanité. Notamment, l'explosion du Krakatoa en 1883 et l'effondrement du volcan de Santorin dans l'Antiquité n'en n'ont pas produit.
- Les causes possibles d'un mégatsunami sont des phénomènes *rare*s, espacés d'échelles de temps géologiques — au bas mot plusieurs dizaines de milliers d'années, si ce n'est des millions d'années. Certains scientifiques estiment cependant qu'un mégatsunami aurait récemment été provoqué par l'effondrement du Piton de la Fournaise sur lui-même, à la Réunion : l'événement remontrait à 2 700 avant Jésus-Christ environ.
- Les glissements de terrain produisent des tsunamis de courte période qui ne peuvent se propager sur plusieurs milliers de kilomètres sans dissiper leur énergie. Par exemple, lors des glissements de terrain à Hawaii en 1868 sur le Mauna Loa et en 1975 sur le Kilauea, des tsunamis locaux importants furent générés, sans que les côtes américaine ou asiatique distantes ne fussent inquiétées.

Le risque de mégatsunami reste cependant médiatisé et surévalué. Des modèles controversés prédisent en effet deux sources possibles de mégatsunami dans les prochains millénaires : sont envisagés un effondrement le long des flancs du Cumbre Vieja Canaries (mettant la côte est du continent américain en danger) et un autre au Kilauea à Hawaii (menaçant la côte ouest de l'Amérique et celles de l'Asie). Des études plus récentes remettent en cause le risque d'effondrement sur les flancs de ces volcans, d'une part, et le caractère non local des tsunamis engendrés, d'autre part.

Les îles volcaniques telles que la Réunion et Hawaï sont susceptibles de causer des mégatsunamis parce que se sont souvent des structures instables agrégées par des éruptions successives. Autour de ces îles on a trouvé des traces de débris qui prouvent que de tels glissements de terrain ont déjà eu lieu

Le candidat le plus sérieux comme source du prochain mégatsunami est l'île de La Palma, dans les îles Canaries. En 1949, lors d'une éruption, la moitié occidentale de l'arête de la Cumbre Vieja a glissé de plusieurs mètres vers l'Océan Atlantique. On pense que ce processus a été provoqué par la pression de l'eau, présente dans la structure de l'île, portée à ébullition par la remontée du magma. La prochaine

éruption pourrait faire glisser la moitié occidentale de l'île, et jeter 500 milliards de tonnes de roches dans l'océan. Cela produira inévitablement un megatsunami qui voyagera à travers l'Océan atlantique et frappera les Caraïbes et le littoral américain oriental plusieurs heures plus tard, avec une vague de plus de 90 mètres de hauteur.

L'hypothèse de tels phénomènes fut avancée une première fois par une équipe de géologues qui cherchait du pétrole en Alaska en 1958. Ils observèrent des traces de très grandes vagues dans un fjord nommé Lituya Bay. Le 8 juillet s'était produit un tremblement de terre de magnitude 7,5. Un éboulement gigantesque se produisit alors et la topographie particulière du fjord, une ancienne vallée glacière très profonde (200m) possédant une entrée très étroite de seulement 10 m de large, fit que des vagues de plus de 200m s'y formèrent. On calcula même que le glacier qui se déversait dans le fjord, fut frappé par une vague monstrueuse de 520 mètres de haut.

En 1963, un pan entier de la montagne Toc, au nord de Venise en Italie, fragilisé par des infiltrations du barrage Vajont, s'écroula dans le réservoir à 110 km/h. 50 % de l'eau fut vidée en moins de 10 minutes et une vague de 250 mètres de haut détruisit les villages en aval, tuant plus de 2000 personnes.

A l'échelle géologique plusieurs mégatsunamis eurent lieu, même si leur fréquence demeure rare. Ce sont souvent des phénomènes très localisés et dévastateurs. Il est possible que ces megatsunamis historiques soient une inspiration pour les mythes de déluge qui sont communs à la plupart des cultures dans le monde entier.

Il y a 4000 ans un mégatsunami semble avoir eu lieu à la Réunion.

Il y a 7000 ans en Mer de Norvège, un événement comparable eu lieu.

---

## Voir également

### [Pourquoi un séisme peut avoir une petite influence sur la rotation de la Terre ?](#)

#### [CSEM](#)

[The International Coordination Group for the Tsunami Warning System in the Pacific Tsunami Laboratory](#)

[Research Group on The December 26, 2004 Earthquake Tsunami Disaster of Indian Ocean](#)

---

## TOUS LES LIENS

### Définitions

- [Les plus hautes vagues](#)

- [Mascaret](#)
- [Tsunami](#)
- [Vague scélérate](#)
- **Causes possibles d'un tsunami :**
- [Séisme côtier ou sous-marin](#)
- [Tectonique](#)
- [Glissement de terrain](#)

## Dossiers

- **Tsunamis récents marquants :**
- [Tsunami du 26 décembre 2004 dans l'océan indien](#)
- [Tsunami consécutif au tremblement de terre du Chili en 1960 dans l'océan pacifique](#)

## Organes de surveillance et d'alerte

- **Organes internationaux**
- [ITIC](#), centre international d'information sur les tsunamis - en anglais, organe de l'[UNESCO](#) - en français
- [PTWC](#), centre pacifique d'alerte - en anglais
- [Questions récurrentes \(FAQ\) sur le système d'alerte](#) - en français
- [Centre international d'alerte des tsunamis](#) basé à Hawaiï
- **Organes d'alerte nationaux**
- [WC/ATWC](#), centre d'alerte de la Côte Ouest des États-Unis et de l'Alaska - en anglais
- [Poseidon](#), centre d'alerte de Porto Rico - en anglais
- [SHOA tsunami](#), système chilien d'alerte - en castillan

## Dossiers généraux

- *Qu'est ce qu'un tsunami ?*, site [futura-sciences](#)
- *Les tsunamis*, site [notre-planete.info](#)
- *Glossaire sur les tsunamis*, site de l'[UNESCO](#)
- Questions récurrentes (FAQ), sur le site de l'[ITIC](#)

## Prévention

- [Survivre à un tsunami](#), témoignages recueillis par le US Geologic Survey accompagnés de conseils - en anglais
- [Tsunami : fact sheet](#), sur le site de l'agence états-unienne [FEMA](#) - en anglais
- [Questions récurrentes](#) (FAQ), sur le site du [Pacific Tsunami Museum](#) - en anglais

## Mégatsunamis

- [Évaluation du risque de mégatsunami](#), étude détaillée avec références sur le site du [Dr. Pararas-Carayannis](#)

## Vidéos amateur du Tsunami du 26 décembre 2004

- [Compilation de liens vers des vidéos amateurs déposées sur internet](#)
- [Images satellites](#)

### Explication tectonique :

- [http://www.prh.noaa.gov/itic/fr/library/pubs/great\\_waves/tsunami\\_great\\_waves\\_3.html](http://www.prh.noaa.gov/itic/fr/library/pubs/great_waves/tsunami_great_waves_3.html)

### Voir aussi :

- Les [statistiques sur les tsunamis](#) format PDF
- La [charte internationale des "Espaces et Catastrophes Majeures"](#)

### A lire :

**Qu'est-ce qu'un tsunami ?** - (2005/G092TSUNA)

**Raz de marée et inondations** - J. Walker (1993/JG6WALKJ)

**La planète en colère** - L. Newson (1999/G092NEWSL)

**Catastrophes naturelles** - Y. Gautier (1995/G092GAUTY)

**Qu'est-ce qui fait trembler la terre ?** - P. Bernard (2003/G12BERNP)

---

### Source :

<http://www.insu.cnrs.fr/web/article/rub.php?rub=298>

<http://wikipedia.fr>

<http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/> en anglais

<http://wn7.enseeiht.fr/hmf/travaux/CD0001/travaux/optsee/hym/14/tsunami.htm>

### Crédit photos :

<http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/> en anglais

<http://wikipedia.fr>

AFP

### Crédit animations :

<http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/> en anglais

<http://wikipedia.fr>