

## **DOSSIERS MONDE :**

### **LE TSUNAMI EN ASIE**

**Le tsunami généré par un puissant séisme de magnitude 8.9 au large de l'Indonésie est sans contest un des événements naturels les plus meurtrier de l'histoire puisque le bilan ce monte à plus de 300 000 morts.**

**Ce séisme, le plus violent survenu dans le monde depuis 40 ans s'est produit le 26 décembre 2004 à 00H58 GMT au large de l'île de Sumatra. Il a provoqué une série de raz-de-marée, et des vagues atteignant parfois dix mètres de haut ont frappé des milliers de kilomètres de côtes en Inde, au Sri Lanka, en Malaisie, en Indonésie, en Thaïlande, dans les Maldives et jusqu'aux côtes orientale de l'Afrique . Les dégâts sont considérables et les conséquences économiques se feront ressentir durant plusieurs années. La mobilisation internationale et l'élan de solidarité qui a suivi l'événement ont été à la hauteur de la catastrophe : gigantesques.**

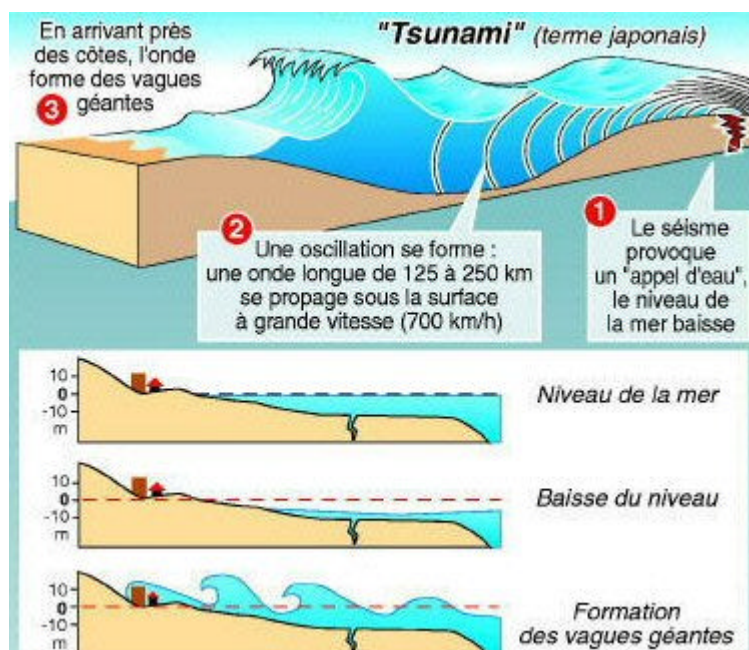
**Enfin, aussi catastrophique est-il été ce séisme aura eu le mérite de faire progresser la connaissance de ce type de phénomène rare mais au potentiel destructeur colossal et de faire prendre conscience des lacunes existants en matière d'alerte et de prévention dans cette région du monde pourtant très exposée.**

**BREF RAPPEL PHENOMENOLOGIQUE**

«Vague de port»: c'est ce que signifie le mot tsunami en japonais. Un raz de marée en français, mais le terme tsunami est plus couramment employé dans la communauté scientifique. Le plus ancien tsunami connu remonte à 1490 av. J.-C. L'explosion du volcan Santorin avait dévasté les côtes de la mer Egée.

Un tsunami, comme ceux qui ont déferlé en Asie du sud faisant plus de 300 000 morts, sont provoqués par un séisme sous-marin qui frappe essentiellement les zones à fort mouvement tectonique, comme certaines zones du Pacifique et d'Asie.

En 1960, un tsunami qui s'est abattu sur le Japon, à une vitesse de 750 km/heure, résultait d'un séisme au Chili ayant soulevé de neuf mètres un territoire aussi vaste que la Californie.



Les tsunamis jouent un rôle de soupape qui libère l'énergie provenant d'un événement catastrophique. Parfois, c'est un important éboulement qui en est la cause, ou l'effondrement d'un volcan. Mais le plus souvent, ils sont la conséquence de séismes. Le mouvement vertical du fond sous-marin est transmis à la masse d'eau et provoque une déformation à sa surface. Elle engendre la formation d'une succession de vagues qui se déplacent à la vitesse d'un avion : 800 à 900 km/h, avec une très faible dissipation d'énergie. Le train de vagues peut traverser tout le Pacifique en 24 à 48 heures : des séismes au Chili ont provoqué des raz de marée au Japon. L'importance du tsunami dépend de l'intensité du séisme, de la profondeur de son épicentre plus il est en surface et plus l'océan captera d'énergie et de l'importance des mouvements verticaux qu'il a

provoqués. Les tsunamis sont beaucoup plus rares dans l'océan Atlantique. Des scientifiques britanniques craignent qu'un effondrement volcanique aux Canaries ne provoque une vague capable de submerger les Caraïbes et les côtes américaines, mais leurs travaux n'ont pas pu être vérifiés.

Au large et en eau profonde, les vagues ont une longueur d'onde (la distance entre deux crêtes) très importante, de quelques dizaines à 300 kilomètres. Comme leur hauteur est très faible, de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres, elles sont indécélables d'un bateau. C'est tout l'inverse d'une «vague scélérate», produite par une conjonction de phénomènes météorologiques et océaniques et qui, au large, peut dresser un mur d'eau de plus de trente mètres capable de broyer les navires. Mais à l'approche des côtes, l'avant de la vague du tsunami est rapidement freiné, tandis que l'arrière le rattrape : la vague se contracte et prend de la hauteur. C'est un véritable mur d'eau qui s'abat alors sur la côte, généralement de trois à six mètres de haut, mais qui a déjà atteint trente mètres. En général, la première vague n'est pas la plus forte, et d'autres peuvent survenir plusieurs minutes, voire une heure plus tard. L'énergie est phénoménale et peut projeter rochers, navires et habitations à plusieurs dizaines de mètres dans les terres. Même les constructions les plus solides ne résistent pas toujours. Les dégâts sont amplifiés dans les baies et les estuaires qui concentrent plus encore l'énergie du raz de marée.

La mer envahit la terre pendant plusieurs minutes, avant de se retirer en un temps plus long encore. Ce flux et ce reflux s'apparentent aux plus grandes crues de rivières. Le niveau de l'eau monte rapidement de plusieurs mètres et ces

courants violents s'engouffrent partout, inondant tout ce qui est à leur portée. Le mot français, raz de marée (courant de marée) rend précisément compte du phénomène. On pourrait aussi dire "cruée de mer". Ce sont ces courants de crue boueux, chargés des limons et vases côtières, qui déplacent bateaux, maisons, et même locomotives pesant plusieurs dizaines de tonnes.

Pendant d'interminables minutes, dans un sens puis dans l'autre, les débris massifs charriés par cette crue torrentielle s'entrechoquent, détruisent, blessent et tuent. Même le nageur le plus aguerri ne s'en sortira que par miracle. Ultimement, tout ce qui flotte est entraîné au large, tout ce qui sombre, enseveli dans la boue.

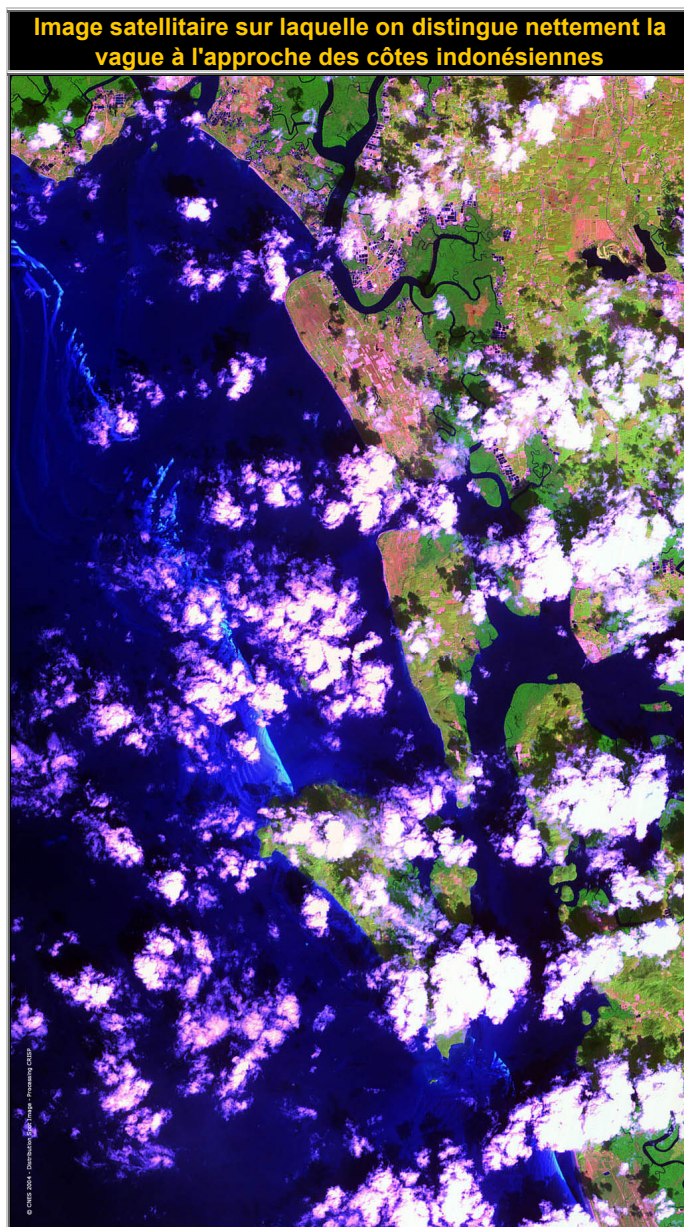
Le Japon est régulièrement menacé par des tsunamis et toutes ses côtes disposent de mesures de protection: un système de haut-parleurs pour alerter la population, des murs de béton érigés près des zones d'habitation inondables avec des portes métalliques fermées en cas de danger. Les habitants sont informés des itinéraires d'évacuation et des lieux de rassemblement.

Les principaux pays riverains du Pacifique coordonnent leurs observations pour prévenir les dangers de ces vagues océaniques. Un centre d'alerte pour les tsunamis rassemble ces informations à Hawaï (Etats-Unis).

De petits raz-de-marée peuvent aussi être provoqués par des phénomènes météorologiques, notamment de violents échanges thermiques qui entraînent des dépressions à l'origine de vents violents. En France, de petits raz-de-marée se sont abattus sur la côte méditerranéenne sans faire de nombreuses victimes, comme à proximité de Marseille, en 1985.

Les principaux tsunamis passés :

- **1755 Portugal** : Lisbonne est détruite par des séismes et en feu. La foule se réfugie sur le front de mer quand survient un tsunami. 60 000 morts.
- **1883 Indonésie** : Le volcan Krakatoa explose et provoque de gigantesques tsunamis. 37 000 morts.
- **1896 Japon** : Les pêcheurs revenus du large ne peuvent que constater les dégâts d'un tsunami géant. 27 000 morts.
- **1960 Chili et Hawaï** : Un tsunami sismique frappe le Chili (5 000 tués), puis Hawaï (61 morts, malgré l'alerte donnée dix heures avant).
- **1964 Alaska** : Un séisme frappe le détroit du Prince Williams. 122 morts.
- **1992 Nicaragua** : un tsunami a détruit les habitations de quelque 13.000 personnes sur les côtes.
- **1992 Indonésie** : 1700 personnes meurent après un séisme et un tsunami sur l'île de Flores.
- **1998 Papouasie-Nouvelle-Guinée** : Un tsunami de 10 mètres fait 3 000 morts.



Plus près de nous, depuis cent ans, 796 tsunamis ont été observés dans l'océan Pacifique, précise le Laboratoire Tsunami à Novossibirsk (Russie) et 17 % d'entre eux se produisent près du Japon. Ensuite, les régions les plus

touchées par ces phénomènes sont l'Amérique du Sud (15 %) ; les îles Salomon et la Nouvelle-Guinée (13 %) ; l'Indonésie (11 %) ; les îles Kouriles et le Kamtchatka (10 %) ; le Mexique et l'Amérique centrale (10 %) ; les Philippines (9 %) ; la Nouvelle-Zélande et Tonga (7 %) ; l'Alaska et les côtes ouest du Canada et des Etats-Unis (7 %) ; Hawaï (3 %).

## UN SEISME HISTORIQUE

Pour un séisme de cette importance, cela n'a pas de sens de parler d'un épicentre, . Il y a bien un point de départ de la rupture, près de la province d'Aceh, mais la zone de rupture s'est étendue sur des centaines de kilomètres vers le nord et les îles Andaman. Au total, le premier séisme a duré plus de cinq minutes, ce qui est extrêmement long.

D'après certains scientifiques américains, ce séisme a été si puissant qu'il a fait vaciller la terre sur son axe et modifié la carte d'Asie en déplaçant des îles à Sumatra. Le séisme dont l'épicentre était situé à 250 km au sud-est de Sumatra, pourrait avoir déplacé les plus petites îles de la région de quelque 20 mètres, selon l'institut géologique américain (US Geological Survey).

Ainsi, le tremblement de terre a changé la carte. En se basant sur des modèles sismiques, les géophysiciens affirment que certaines des plus petites îles au sud-ouest des côtes de Sumatra peuvent avoir avancé de 20 mètres vers le sud-ouest. Ce qui est considérable. La pointe nord-ouest du territoire indonésien de Sumatra pourrait également avoir glissé vers le sud-ouest d'environ 36 m.

De leur côté des chercheurs du centre d'information national sur les séismes de l'USGS, basé à Golden (Colorado), ont estimé que les îles au large de Sumatra s'étaient déplacées, mais de façon verticale, émergeant un peu plus de la mer, plutôt que latéralement.

De plus, l'énergie dégagée par la rencontre des deux plaques qui a provoqué le séisme, a également pu faire vaciller la terre sur son axe. Les scientifiques ont pu en effet détecter des mouvements très légers de la terre montrant

### Un des plus violent séisme depuis 1 siècle

Le puissant séisme, suivi d'un raz-de-marée, qui a coûté la vie à plusieurs milliers de personnes dimanche en Asie du sud, est l'un des plus grands séismes enregistrés depuis un siècle, selon Michel Granet, sismologue et géophysicien, directeur du Réseau national de surveillance sismique (RENASS) basé à Strasbourg.

#### Q: Comment s'explique ce séisme?

Les séismes sont tous localisés aux frontières des plaques. Les plaques se déplacent, ce qui provoque une déformation qui, lorsqu'elle devient trop importante, entraîne une cassure. C'est ce qui vient de se passer au large de l'île indonésienne de Sumatra, dans une zone qui se trouve à la frontière de la plaque australienne au sud et de la plaque eurasiennne au nord. Pour un séisme de cette importance, la faille responsable peut faire 200 à 250 km de long. Il n'est pas étonnant qu'il se soit produit là, même si son occurrence n'était pas prévisible. Il se peut également que ce séisme produise d'autres séismes dans d'autres régions.

#### Q: L'institut géologique américain a révisé à 8,9 la magnitude du séisme, contre une magnitude évaluée à 8,1 selon les derniers calculs de l'Observatoire des sciences de la terre de Strasbourg et 6,8 selon ceux du Bureau de géophysique de Jakarta.

Il existe plusieurs manières de calculer la magnitude et ces calculs dépendent également de la localisation de l'Observatoire. Mais en tout état de cause, on peut affirmer qu'il s'agit de l'un des plus grands enregistrés depuis 100 ans. Le plus important, de magnitude 9,5 sur l'échelle ouverte de Richter s'était produit en 1960 au Chili, suivi d'un tsunami dévastateur dans plusieurs pays bordant le Pacifique dont les Philippines et le Japon. Des séismes de magnitude 8 se produisent de temps à autre, le dernier en date, d'une magnitude 8,2, a eu lieu le 23 décembre au nord des îles Macquarie, à quelques centaines de kilomètres de la Nouvelle Zélande, dans une zone pratiquement inhabitée, sans faire de victimes et des dégâts mineurs.

#### Q: Qu'est ce qui a provoqué les raz-de-marée qui ont déferlé sur plusieurs pays d'Asie du sud, Sri Lanka, Inde, mais aussi Thaïlande et Malaisie?

Les raz-de-marée d'origine sismique peuvent aller dans tous les sens. On parle d'ondes marines gravitationnelles qui peuvent se déplacer sur plusieurs milliers de kilomètres et dans différentes directions. C'est ce qui s'est produit dimanche dans l'Océan indien. Le raz-de-marée proprement dit se traduit par le déplacement d'une masse d'eau très importante qui prend de plus en plus d'amplitude lorsqu'elle arrive à proximité d'une côte. Les raz-de-marée sont prévisibles contrairement aux séismes.

Ainsi, ce séisme est le quatrième séisme le plus important depuis 1900. Le séisme le plus fort depuis 1900, avec une magnitude de 9,5 sur l'échelle de Richter, avait frappé le Chili en 1960, selon l'institut. Deux séismes en Alaska (nord-ouest des Etats-Unis), l'un en 1957 et l'autre en 1964, ainsi qu'un autre dans le Kamtchatka (Sibérie orientale) avaient atteint une magnitude d'au moins 9 sur l'échelle de Richter. L'épicentre du séisme qui s'est produit dimanche a été localisé à l'ouest du nord de l'île de Sumatra (Indonésie), à 320 kilomètres à l'ouest de Medan. Un autre expert de l'institut américain a indiqué que quatre heures après le premier séisme, une réplique d'une magnitude de 7,3 avait été enregistrée, suivie d'autres atteignant au moins 6,5 sur l'échelle de Richter. Il a ajouté que d'autres répliques étaient encore attendues. Mais c'est bien le premier séisme qui est responsable de la série de raz-de-marée qui ont frappé plusieurs pays d'Asie du sud et du sud-est.

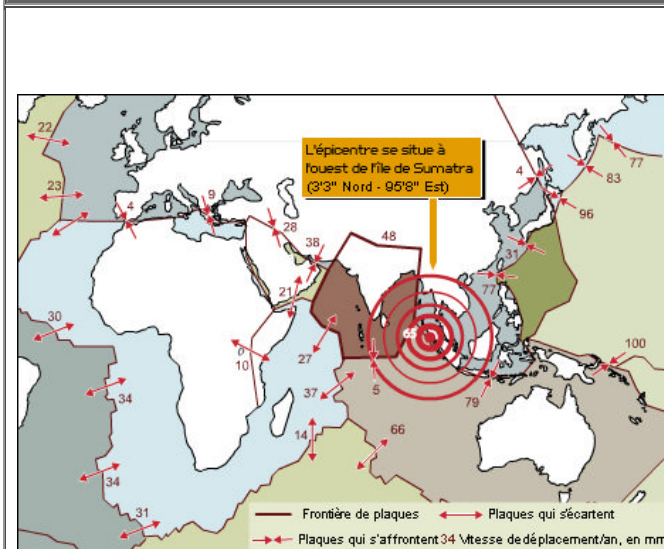
qu'elle avacillé dans son orbite lorsque le tremblement de terre a eu lieu en raison de la quantité massive d'énergie dégagée.

Ce terrible séisme est donc la dernière catastrophe due au célèbre "Anneau de feu" du Pacifique. Quasiment chaque jour, sous les eaux ou sur terre, ce cercle de volcans et d'activité sismique dans la région entourant le Pacifique se rappelle aux populations qui bordent l'océan. Certains des désastres les plus dramatiques de l'histoire récente se sont produits sur cet anneau, qui part du Chili jusqu'à l'Alaska avant de s'orienter vers le Japon, l'Asie du Sud-Est et les Iles du Pacifique.

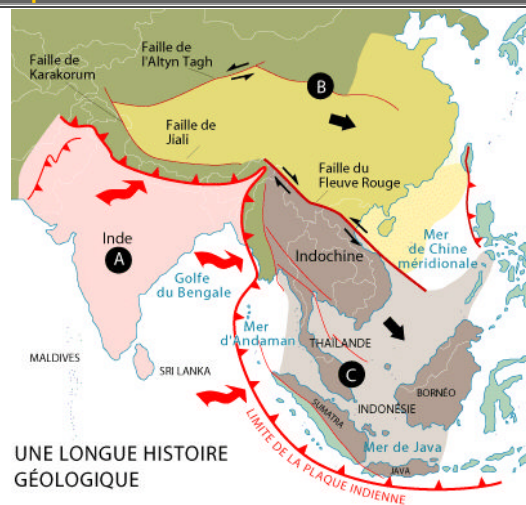
De l'explosion du volcan Krakatoa au large des côtes d'Indonésie en 1883 à l'éruption du Mont St-Hélène aux Etats-Unis en 1980, du tremblement de terre dramatique de San Francisco en 1906 à celui qui a dévasté Kobe, au Japon, en 1995, cet Anneau de feu a bâti sa légende destructrice. Il s'agit en effet de la partie de la Terre la plus active, avec une très grande densité d'activité sismique à chaque seconde. La raison de cette volatilité géologique, ce sont les failles qui émaillent cette zone.

La croûte terrestre est faite de plaques flottant sur un magma de roches fondues et qui s'imbriquent. Elles sont perpétuellement en mouvement, s'entrechoquant ou s'éloignant l'une de l'autre. Ces zones de tension et de pression sont les points faibles de la surface de la planète. L'Anneau de feu suit le bord de la plaque la plus importante, celle du Pacifique. Sur ses bords, la pression du magma qui pousse vers le haut, comme dans une cocotte-minute, trouve des points de moindre résistance et explose, libérant de grandes masses d'énergie. La plupart du temps, ces manifestations se produisent sous l'eau et passent inaperçues, mais dans d'autres cas elles provoquent de grandes éruptions volcaniques ou des séismes.

### Le contexte tectonique



Contexte tectonique global



Contexte tectonique zonal