

Tsunami



Tsunami est un mot japonais formé de tsu pour port et nami pour vague, ce qui donne littéralement « vague de port ». Un tsunami est une vague de mer ou d'océan ou une série de vagues souvent appelée train d'ondes. Il est produit par une importante perturbation du plancher océanique dans un laps de temps relativement court. Une telle perturbation provoque le déplacement vertical de la colonne d'eau, ce qui soulève à la surface une onde de vague qui va parcourir l'océan à grande vitesse (jusqu'à 950 kilomètres à l'heure, soit la vitesse d'un jet).

Les tsunamis sont le plus souvent causés par des tremblements de terre, mais ils peuvent également être déclenchés par des volcans, des glissements de terrain ou moins souvent par l'impact de météorites (voir les figures 1 à 5).

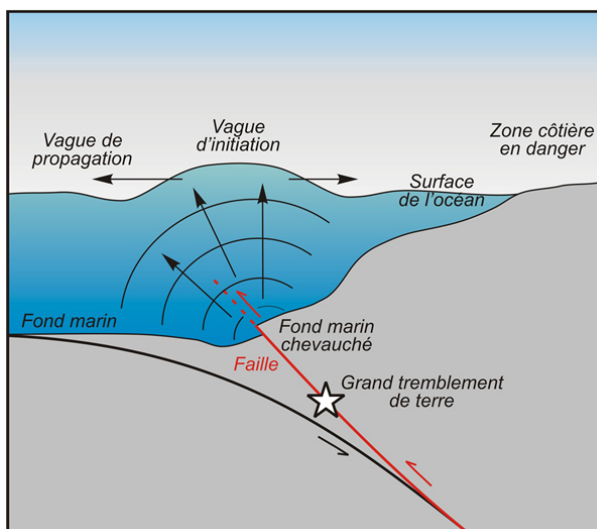


Figure 1 : Tsunami causé par un important tremblement de terre de chevauchement (par exemple, le tremblement de terre de Sumatra, le 26 décembre 2004)

Source : Commission géologique du Canada

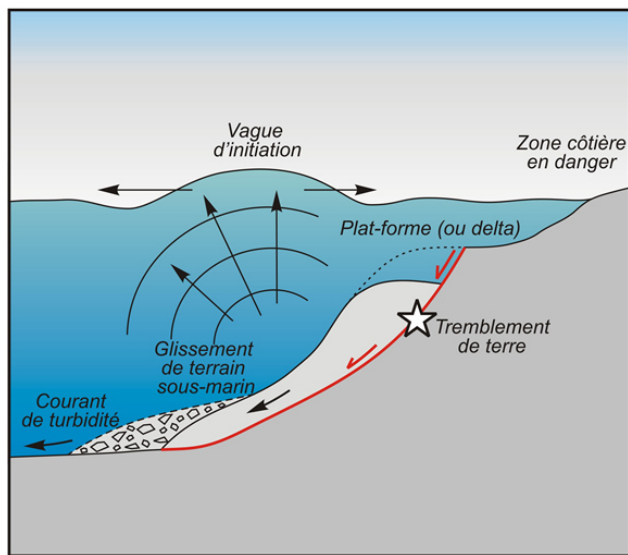


Figure 2 : Tsunami causé par un important glissement de terrain sous-marin ou dans un grand lac (par exemple, Terre-Neuve, le 18 novembre 1929)
Source : Commission géologique du Canada

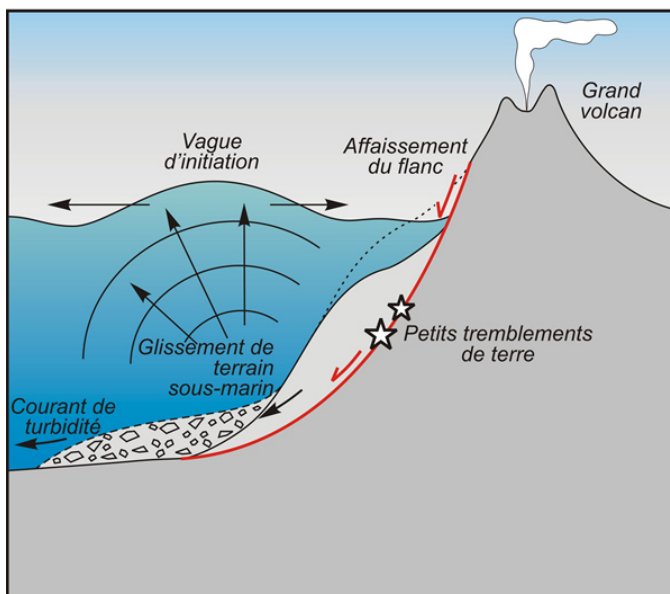


Figure 3 : Tsunami causé par l'affaissement d'un flanc volcanique (par exemple, Hawaii ou les îles Canaries)
Source : Commission géologique du Canada

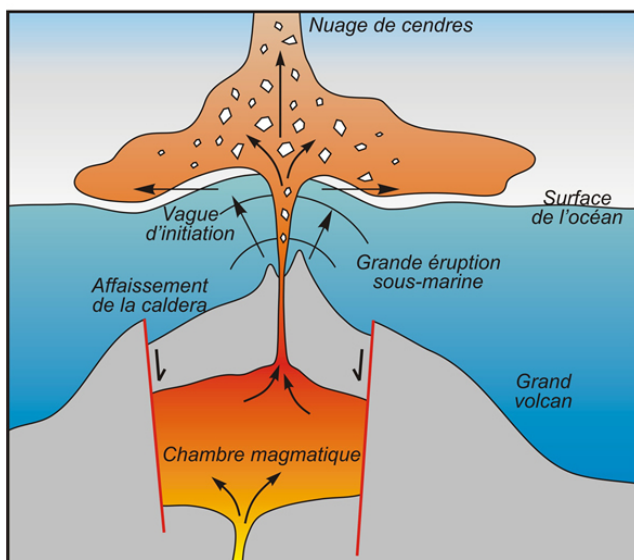


Figure 4 : Tsunami causé par une éruption ou une explosion volcanique (par exemple, Krakatoa, 26 août 1883)

Source : Commission géologique du Canada.

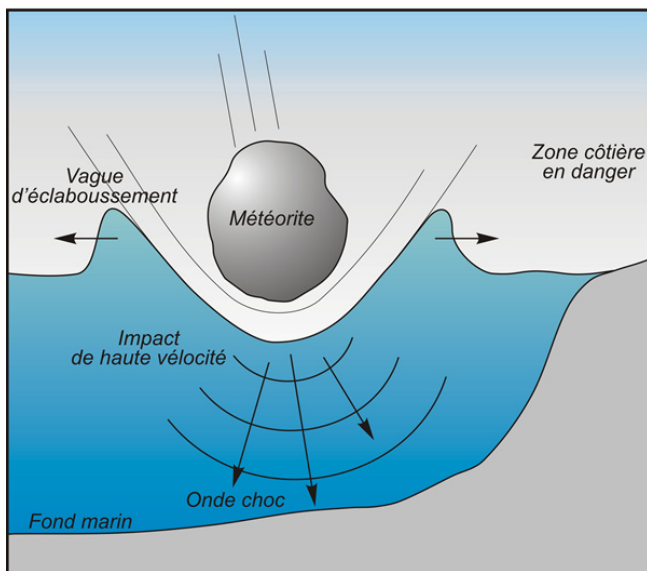


Figure 5 : Tsunami causé par l'impact d'une météorite (par exemple, à la limite Crétacé-Tertiaire). La limite Crétacé-Tertiaire indique une courte période d'extinction massive d'espèces sur la Terre il y a 65 millions d'années. On croit que l'impact d'une météorite qui aurait déclenché un tsunami serait à l'origine de ce brusque changement.

Source : Commission géologique du Canada

Les tsunamis peuvent également se produire dans certains grands lacs ou être provoqués par de puissantes explosions d'origine humaine. Bien que les tsunamis soient assez rares au Canada, ils se produisent à l'occasion et peuvent causer des dommages considérables de même que de nombreuses pertes de vie.

Quelle dimension un tsunami peut-il atteindre?

La plupart des vagues causées par un tsunami ne sont pas discernables au large dans l'océan parce qu'elles sont de faible hauteur (environ 50 centimètres de haut) et que leur longueur (la distance entre deux crêtes) peut alors atteindre des centaines de kilomètres. Lorsqu'un tsunami approche de la côte, il interagit avec le fond marin qui s'élève ce qui augmente la hauteur des vagues et diminue leur longueur d'onde (voir figure 6).

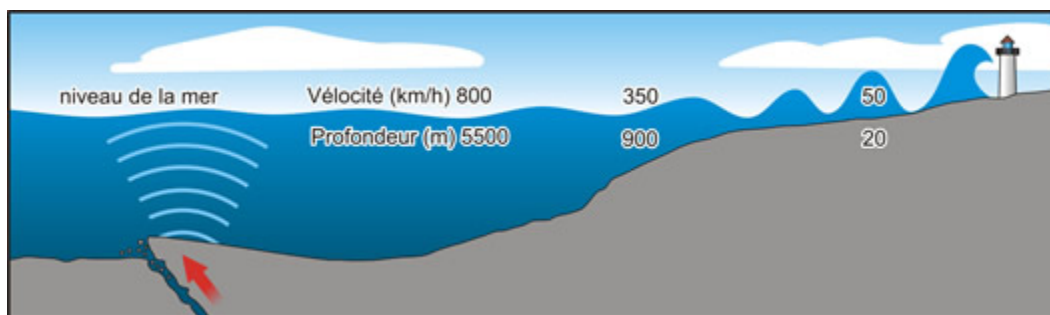


Figure 6 : Schéma présentant un tsunami provoqué par la rupture du plancher océanique le long d'une faille, lors d'un tremblement de terre

Source : Clague, J.J., Yorath, C.J.J., Franklin, R. et Turner, R.J.W. 2006. *At Risk: Earthquake and Tsunamis on the West Coast*. Tricouni Press, Vancouver, 200 p.

La figure 6 montre un tsunami provoqué par la rupture du plancher océanique le long d'une faille, lors d'un tremblement de terre. La remontée soudaine du plancher océanique engendre des ondes de choc qui se propagent vers le haut et à l'opposé de la source. Lorsque les vagues arrivent près de la côte, elles interagissent avec le fond marin qui s'élève, ralentissent et prennent de la hauteur.

L'importante augmentation de la hauteur des vagues à l'approche des côtes illustre un phénomène de conservation de l'énergie. Quand le train d'ondes du tsunami approche de la côte, le fond marin, qui s'élève, force les vagues à ralentir, mais aussi à prendre de la hauteur. La forme du rivage influe aussi sur le tsunami. Par exemple, dans un fjord, un tsunami peut prendre de la hauteur à mesure que l'énergie se concentre par l'effet du rétrécissement des rives du fjord. Voir plus bas l'exemple de Port Alberni, en Colombie-Britannique.

À quelle vitesse se déplace un tsunami?

La vitesse de déplacement d'un tsunami varie considérablement selon la profondeur de l'eau. En haute mer où la profondeur de l'eau peut atteindre des milliers de mètres, la vitesse des vagues peut aller jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres à l'heure (autant que 800 à 1000 kilomètres à l'heure). Lorsque le tsunami approche des côtes et que la profondeur d'eau diminue, le tsunami ralentit, mais les vagues prennent de la hauteur à mesure que leur longueur diminue. Par 20 mètres de profondeur, la vitesse des vagues du tsunami sera de 50 kilomètres à l'heure.

Pourquoi les tsunamis représentent-ils un risque naturel pour les Canadiens?

Les tsunamis peuvent entraîner des pertes de vie et détruire des ressources naturelles comme le poisson ou des installations d'aquaculture, des productions forestières, agricoles ou minières. Les tsunamis peuvent également détruire des infrastructures, telles que des voies de communication, les télécommunications ou les câbles hydroélectriques, de même que les infrastructures des localités côtières et des équipements pour les loisirs ou le tourisme. Comme plusieurs de nos ressources naturelles ou infrastructures se trouvent à proximité des côtes et des lacs, un grand tsunami pourrait être dévastateur.

Des tsunamis peuvent se produire tant sur les côtes canadiennes de l'Atlantique que du Pacifique, mais ils sont plus fréquents sur la côte du Pacifique. La côte ouest se trouve dans le « cercle de feu » du Pacifique et la marge continentale du bassin du Pacifique présente une importante activité sismique. Ainsi, le risque de tsunami est plus grand dans le Pacifique que dans l'Atlantique. Toutefois, le tsunami le plus dévastateur jamais survenu au Canada s'est produit sur la côte est, près de la côte sud de l'île de Terre-Neuve en 1929.

Depuis le catastrophique tsunami de l'océan Indien en décembre 2004, la sensibilisation au potentiel de dommages s'est considérablement accrue dans les régions côtières, même à des distances considérables de la source d'un tsunami. Par exemple, le volcan Cumbre Vieja, situé dans les îles Canaries, à proximité de la côte nord-ouest de l'Afrique, présente un potentiel de rupture qui pourrait provoquer un important glissement sous-marin. Cela pourrait déclencher un tsunami qui pourrait traverser l'Atlantique (voir figure 3). C'est pourquoi, on a mis en place un système d'alerte au tsunami pour l'océan Atlantique.

Quels sont les signes qui indiquent l'approche d'un tsunami?

Un important tremblement de terre ressenti durant plus de 20 secondes est un signe qu'un tsunami pourrait être déclenché. Si une région est secouée par un très important séisme, les côtes se trouvant dans le rayon du tremblement de terre, à partir de son épicentre, pourraient être touchées par un tsunami. Un autre signe

quasi instantané, et de très mauvais augure, de l'approche d'un tsunami serait le retrait rapide et inattendu du niveau d'eau à un niveau inférieur à celui de la marée basse. Ce phénomène qui se produit seulement quelques minutes avant que la côte ne soit frappée par le tsunami pourrait être le seul avertissement sur des côtes situées trop loin de l'épicentre d'un tremblement de terre pour qu'on ait pu en sentir la secousse.

Est-ce qu'un tremblement de terre sur la côte ouest canadienne a déjà déclenché un tsunami?

Le 26 janvier 1700, un tremblement de terre dont la magnitude a été évaluée à 9 a été provoqué par la rupture de la zone de subduction de Cascadia, qui s'étend au large depuis l'île de Vancouver jusqu'à la Californie (voir figure 7).

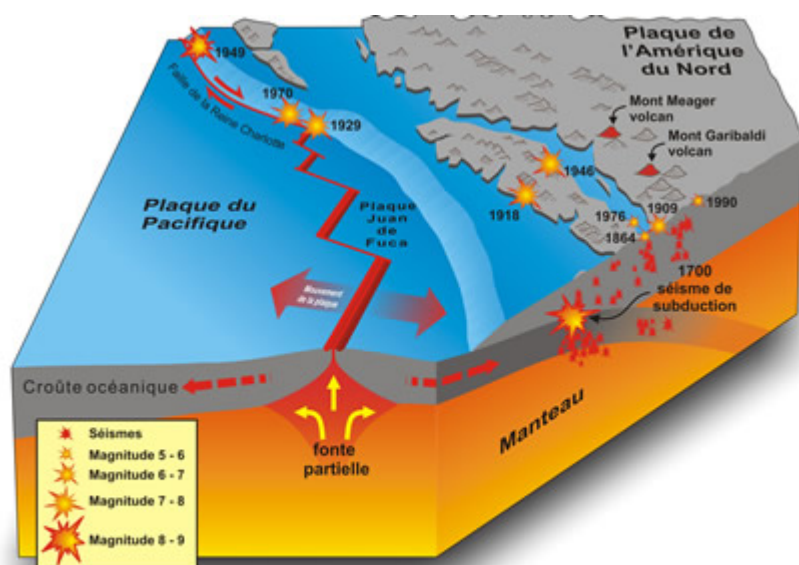


Figure 7 : Bloc-diagramme de la zone de subduction de Cascadia près de la côte ouest de la Colombie-Britannique. Les symboles d'explosion jaunes et rouges indiquent les épicentres de tremblements de terre passés.

Source : Clague, J.J., Yorath, C.J.J., Franklin, R. et Turner, R.J.W. 2006. At Risk: Earthquake and Tsunamis on the West Coast. Tricouni Press, Vancouver, 200 p.

Ce tremblement de terre a provoqué un tsunami qui a traversé le nord-ouest du Pacifique. Il a été enregistré au Japon et est relaté dans la tradition orale des Autochtones. L'observation d'une épaisse couche de sable (environ 10 centimètres), contenant souvent des fossiles marins et couvrant une couche de sol enfui, constitue

une preuve géologique de ce tsunami le long de la côte ouest de l'Amérique du Nord (voir figure 8).

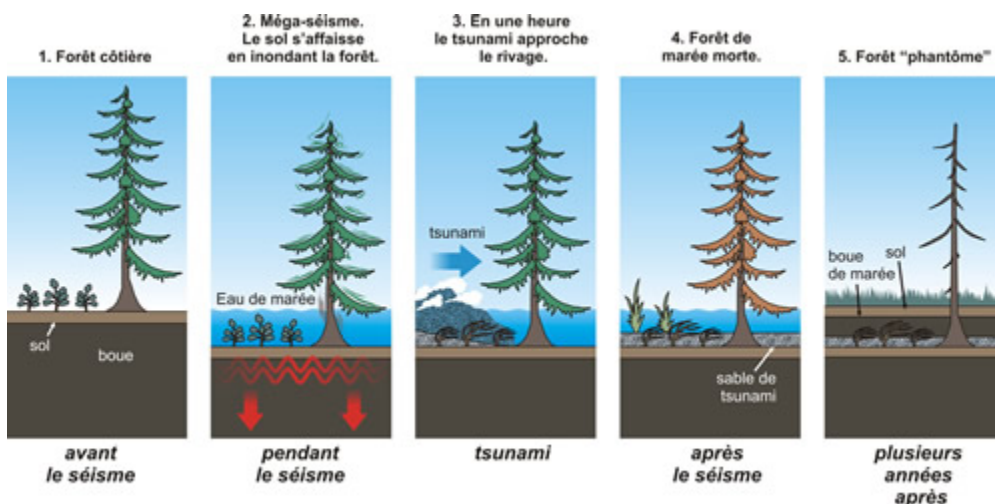


Figure 8 : Série d'images illustrant la submersion d'un marais littoral et d'une forêt au cours d'un séisme dans la zone sous-marine de Cascadia. La succession des couches de sédiments déposées lors de ces événements constitue la signature géologique d'un important séisme suivi d'un tsunami.

Source : Clague, J.J., Yorath, C.J.J., Franklin, R. et Turner, R.J.W. 2006. *At Risk: Earthquake and Tsunamis on the West Coast*. Tricouni Press, Vancouver, 200 p.

Dans certains marais littoraux le long de la côte ouest de l'île de Vancouver, une succession de plus d'une de ces couches de sables déposées par des tsunamis et recouvrant des sols enfouis témoigne de la récurrence des tsunamis. On trouve aussi les preuves sédimentaires d'un tsunami déclenché par un séisme à la suite du tremblement de terre de magnitude 9,2 en Alaska en 1964.

De même, sur la côte est canadienne, des sables de tsunami se sont déposés lors de l'événement de 1929 au sud de la côte de Terre-Neuve. Ainsi, la collecte d'éléments de preuve de tsunamis dans les données géologiques peut enrichir l'histoire et faire la lumière sur la fréquence de tels événements.

Le tsunami le plus dévastateur connu

Le tsunami le plus dévastateur de l'histoire récente est survenu le 26 décembre 2004 sur la côte ouest de Sumatra, en Indonésie. Un terrible train d'ondes a été soulevé suite à un puissant tremblement de terre d'une magnitude de 9,2, qui a secoué et rompu une ligne de faille sur environ 1600 kilomètres le long de la zone de subduction où la plaque indienne glisse sous la plaque birmane dans l'océan Indien. Ce tsunami est reconnu comme l'un des désastres naturels les plus destructeurs de

l'histoire. Il a fait 230 000 morts. Les pays les plus touchés ont été l'Indonésie, le Sri Lanka, l'Inde et la Thaïlande. D'autres pays ont également été touchés mais ont subi des dégâts de moindre importance, dont certaines régions de la côte est de l'Afrique à des milliers de kilomètres de l'épicentre (voir figure 9).

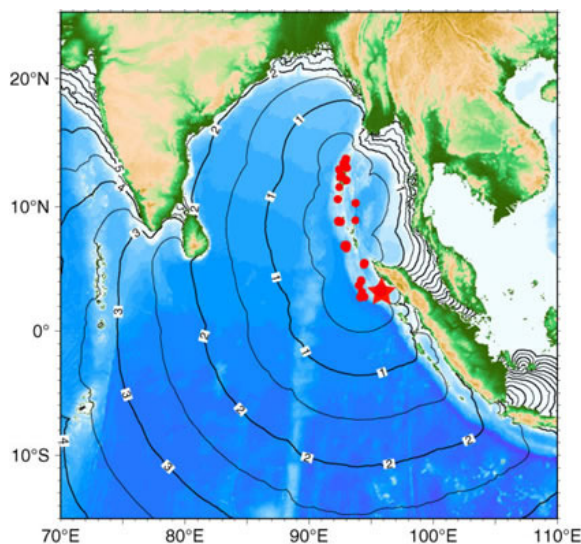


Figure 9 : Épicentre du tremblement de terre de Sumatra d'une magnitude de 9,2 en 2004. L'étoile rouge indique l'épicentre du séisme. Les cercles rouges indiquent les sites de répliques sismiques. La vitesse de propagation des vagues du tsunami calculée par ordinateur est représentée par les traits noirs étiquetés de chiffres. Les chiffres indiquent les nombres d'heures écoulées.

Source : K. Satake, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japon. (<http://staff.aist.go.jp/kenji.satake/Sumatra-E.html>)

Atténuation/Vulnérabilité

Bien qu'il soit impossible de prévenir les tsunamis, il est toutefois possible d'évaluer le risque qu'ils représentent pour les collectivités côtières. Le risque d'un tsunami est évalué en calculant la magnitude et la fréquence des tsunamis engendrés par des événements géologiques et historiques. De tels modèles informatiques d'évaluation du risque de tsunami sont disponibles pour l'ensemble de la Colombie-Britannique (voir figure 10), de même que pour des fjords en particulier (par exemple, Kitimat) ou pour des deltas (par exemple, le delta du Fraser). Au Canada atlantique, des évaluations du risque de tsunami existent pour certaines régions comme celles des Grands Bancs de Terre-Neuve.

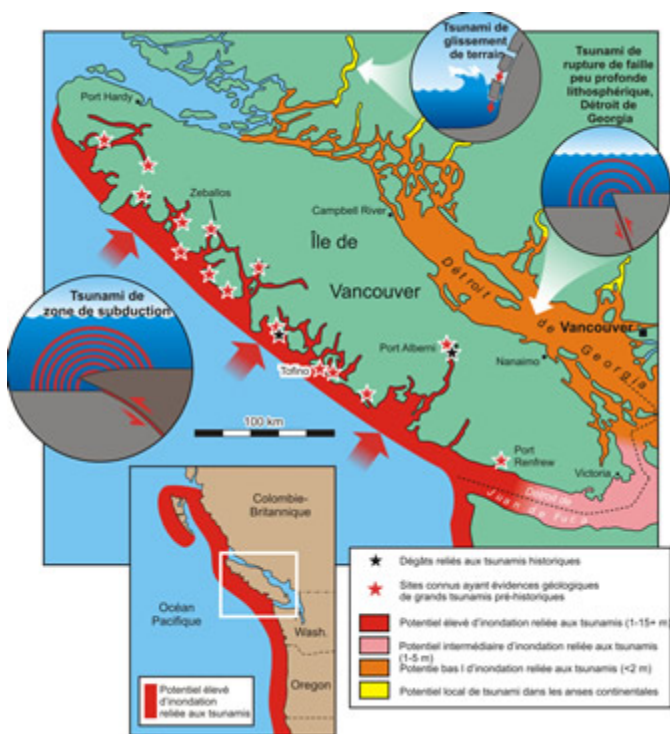


Figure 10 : Zones de risque de tsunami pour le sud-ouest de la Colombie-Britannique. L'ouest de l'île de Vancouver est vulnérable aux tsunamis déclenchés par un fort séisme dans la région sous-marine de Cascadia. Le risque est beaucoup moins important dans le détroit de Georgia, où il est plutôt associé à des secousses sismiques dans la croûte terrestre ou à des glissements sous-marins. Dans la légende, une inondation reliée aux tsunamis désigne l'avancée de l'eau sur la zone riveraine d'une plage après le déferlement d'une vague. Ainsi, une région présentant un potentiel élevé d'inondation reliée aux tsunamis peut subir une inondation de 1 à 15 mètres.

Source : Clague, J.J., Yorath, C.J.J., Franklin, R. et Turner, R.J.W. 2006. *At Risk: Earthquake and Tsunamis on the West Coast*. Tricouni Press, Vancouver, 200 p.

Certaines mesures peuvent réduire les effets des tsunamis (par exemple, contrôle de l'utilisation des terres par le zonage, déplacement et réglementation de l'acquisition des terres). Malheureusement, ces mesures d'atténuation sont souvent impopulaires auprès des riverains. La préparation aux situations d'urgence, la construction de digues et d'infrastructures résistantes aux inondations et aux tsunamis, la mise en place de systèmes d'alerte, y compris l'affichage de panneau de signalisation et l'éducation du public sont également des moyens d'améliorer la protection des zones côtières vulnérables aux tsunamis. Les meilleurs renseignements qu'on puisse trouver pour être bien préparé personnellement à toute urgence se trouvent dans le site « Votre famille est-elle prête ? » de Sécurité publique Canada (voir Références et Liens). Ce site présente d'excellents conseils pour rassembler tout ce que doit comprendre un plan et une trousse d'urgence très utiles pour faire face à n'importe

quel type de désastre naturel ou à toute situation d'urgence. Des systèmes d'alerte au tsunami ont été mis en place depuis plusieurs années dans l'océan Pacifique. Plus récemment, à la suite du séisme de Sumatra, un système d'alerte au tsunami a été mis en œuvre pour l'océan Atlantique.

Définition des termes soulignés

Ligne de faille: Trace de la faille à la surface du sol.

Subduction: Processus par lequel un morceau de la croûte terrestre descend sous un autre morceau, lors d'un plissement ou d'une cassure, ou des deux à la fois.