

L

e 30 octobre 2020, quelque part entre Izmir, en Turquie, et Samos, en Grèce, les réseaux sismologiques détectent un fort séisme de magnitude 7. Rapidement informés, les centres d'alerte aux tsunamis turc, grec et italien sonnent l'alarme en moins de 15 minutes. Les vagues de 1 à 3 mètres de hauteur créées par le séisme inonderont finalement plusieurs ports et villes balnéaires dans les quelques dizaines de minutes qui ont suivi le tremblement de terre. Bilan: pas de victime, mais des dégâts matériels souvent impressionnants. L'alerte a été émise

par les centres d'alerte, mais la population n'a pas été prévenue.

C'est que depuis les tsunamis catastrophiques de Sumatra, en Indonésie, en 2004 (235 000 victimes) et du Tōhoku, au Japon, en 2011 (16 000 victimes et une crise nucléaire majeure), ce phénomène est scruté avec beaucoup plus d'attention, y compris dans la région euroméditerranéenne. À raison, puisque la NOAA (pour National oceanic and atmospheric administration) recense dans le monde 273 « événements tsunamis » depuis le seul début du ^{xxi} siècle, dont une quinzaine en Méditerranée. Quels progrès ont été faits dans la compréhension du phénomène, les dispositifs de détection et les systèmes d'alerte pour *in fine* protéger les populations? N'y a-t-il pas quelques maillons faibles nécessitant d'être renforcés?

LA VAGUE DU PORT

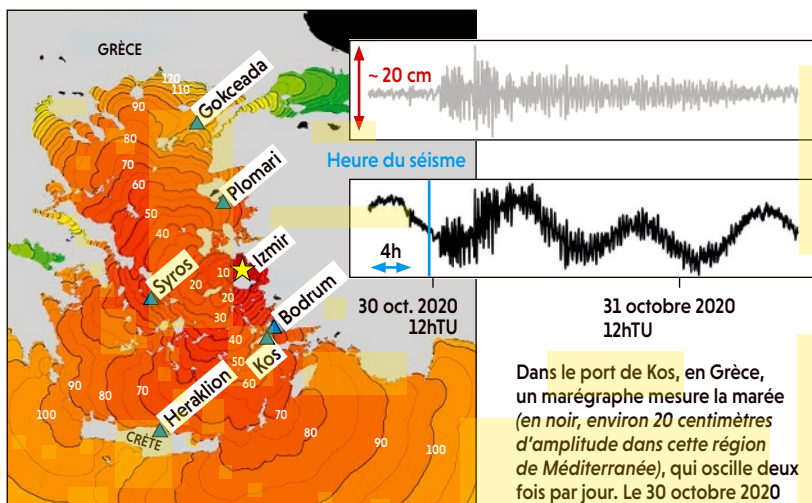
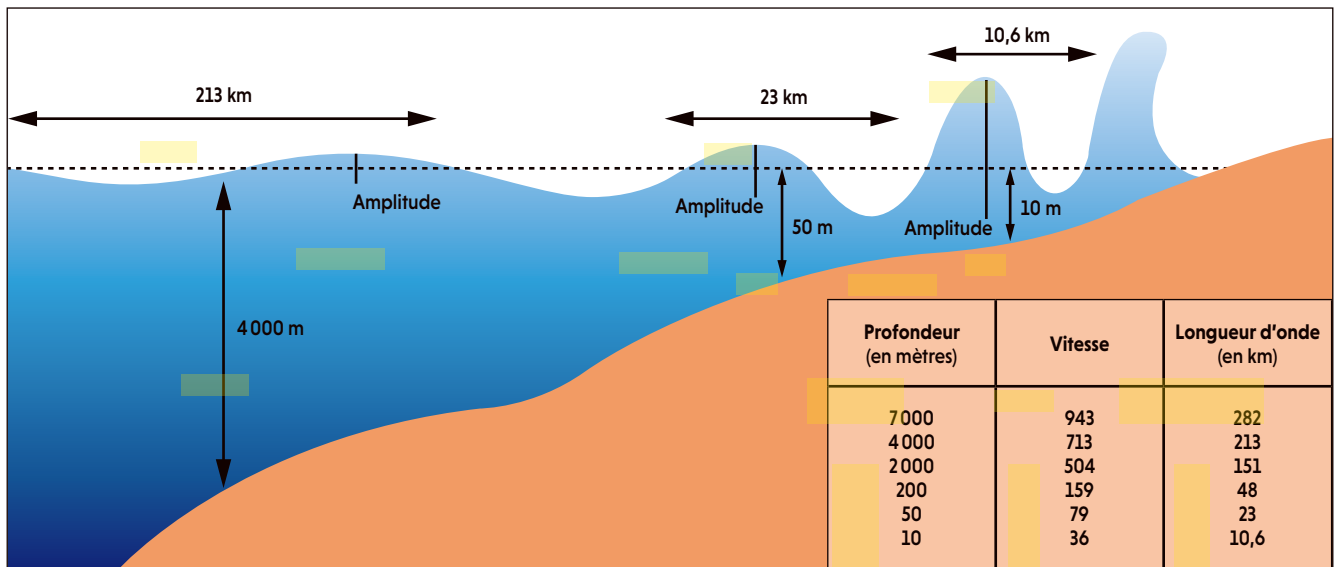
Les tsunamis sont historiquement bien connus dans le Pacifique, au Japon en premier lieu, d'où provient le terme « tsunami » signifiant « vague du port ». À l'origine, un phénomène géologique, comme un séisme ou une éruption volcanique, entraîne une déformation verticale du plancher océanique très étendue spatialement, jusqu'à des dizaines de milliers de kilomètres carrés, qui se répercute sur les eaux situées au-dessus. En 2004 et 2011, les séismes (de magnitude supérieure à 9) à l'origine des tsunamis résultaient d'un mouvement de subduction, où une plaque tectonique passe en dessous d'une autre. Au retour à l'équilibre après la secousse, des ondes se propagent dans toutes les directions.

Imperceptible au large, le tsunami s'amplifie (l'amplitude des vagues, c'est-à-dire leur hauteur, augmente) en se rapprochant des côtes (*voir la figure page suivante, en haut*) où il est détecté par des marégraphes, des instruments qui restituent la hauteur du niveau d'eau au cours du temps. Dans le cas du tsunami du 30 octobre 2020, des ondes de plus de 20 centimètres d'amplitude ont produit des courants forts et des tourbillons perturbant le fonctionnement des ports. En 2004 et en 2011, les amplitudes sur ces instruments ont dépassé plusieurs mètres... Ces instruments, historiques dans la surveillance des tsunamis, ont à la faveur des événements récents révélé certains aspects du phénomène jusqu'alors insoupçonnés, par exemple sa très longue durée dans les ports (*voir la figure page suivante, en bas*), où généralement le retour à la normale peut prendre plus de 24 heures.

Toutefois, la nouveauté tient surtout à la multiplication des moyens de mesure à l'extérieur des ports. Des capteurs installés au fond des océans, loin des côtes, mesurent désormais la variation de la pression hydrostatique au passage des ondes. Sensibles à des amplitudes de quelques centimètres seulement, ces

© Shutterstock.com/Fly_and_Dive





Un tsunami est un train d'ondes qui met en mouvement toute la colonne d'eau, du fond à la surface et transportant beaucoup d'énergie. À grande profondeur, les vagues se propagent à grande vitesse, ont une grande longueur d'onde et une faible amplitude. En se rapprochant des côtes, la profondeur diminue entraînant un ralentissement de l'onde, la diminution de sa longueur d'onde et son amplification jusqu'au déferlement.

de la mer auparavant? Combien de vagues se sont succédées? Quelle est la période, c'est-à-dire le temps écoulé entre deux vagues? Quelle fut la hauteur de vague maximale? Plus encore, ils accèdent aux paramètres de référence d'un tsunami: le *run-up* (l'altitude maximale de déferlement), la profondeur maximale d'inondation et les lieux les plus impactés.

Avec tous ces éléments, les spécialistes repèrent les sites (baies, ports...) plus sensibles au tsunami que d'autres, identifient les zones à évacuer en priorité et au final renforcent et affinent les systèmes d'alerte.

ALERTE AU TSUNAMI

En Méditerranée, les premiers systèmes d'alerte ont été établis à partir de 2005, et, depuis, six événements sur des failles peu connues ont impacté les côtes grecques, italiennes et turques. Sans les réseaux de surveillance et ce système d'alerte, ces tsunamis seraient passés inaperçus. Le risque de tsunami en Méditerranée est ainsi mieux évalué aujourd'hui, mais l'alerte aux populations n'est pas encore complètement fonctionnelle. Pour quelles raisons? La question est cruciale au cas où un tsunami catastrophique comme celui de l'an 365 en Crète venait à se produire aujourd'hui, menaçant de dévaster tout l'est de la Méditerranée avec des impacts autrement plus dévastateurs qu'au IV^e siècle.

La mise en place de l'alerte descendante, des centres d'alerte jusqu'au grand public en

> «tsunamimètres» sont cruciaux pour suivre la propagation du tsunami et anticiper ses impacts. Citons aussi des bouées associées à un «système de positionnement par satellite» (les bouées dites GNSS, pour géolocalisation et navigation par un système de satellites), qui mesurent précisément les oscillations de la mer.

Ces instruments innovants ont mis en lumière la complexité des tsunamis. Ainsi, l'analyse des données des capteurs de pression a montré la dispersion spectaculaire des tsunamis, c'est-à-dire le fait que les ondes les plus courtes du tsunami arrivent bien plus tard que celles de plus grandes longueurs d'onde.

En complément des mesures physiques de plus en plus détaillées et précises, mais souvent trop rares, des enquêtes de terrain sont riches d'informations. Ainsi, après le tsunami d'octobre 2020 en mer Égée, grâce aux témoignages des habitants et à quelques vidéos complétant les mesures, les experts ont eu accès à plusieurs informations importantes. À quelle heure est arrivée la première vague? Y a-t-il eu un retrait

Dans le port de Kos, en Grèce, un marégraphe mesure la marée (en noir, environ 20 centimètres d'amplitude dans cette région de Méditerranée), qui oscille deux fois par jour. Le 30 octobre 2020 s'est superposé un tsunami (né d'un séisme de magnitude 7 au large d'Izmir, en Turquie) dont on peut isoler le signal (en gris). Son oscillation là aussi d'environ 20 centimètres d'amplitude s'atténue au cours du temps, mais dure au moins 24 heures.