

premier temps par les données sismiques. Ces données en mer, indispensables, ont poussé les autorités japonaises à intensifier, depuis 2011, leurs investissements dans des systèmes de câbles sous-marins de plusieurs milliers de kilomètres, déployés près des zones de subduction, équipés de plus de 200 capteurs sismiques et capteurs de pression.

À terre aussi, la densité des réseaux sismiques et de capteurs GNSS permet au Japon d'être très performant sur l'alerte précoce. Couplées aux données en mer, ces observations aident à caractériser très rapidement le séisme et l'amplitude du tsunami.

D'ici peu, les centres d'alerte, au Japon et ailleurs, recevront des informations supplémentaires recueillies dans les plus hautes couches de l'atmosphère (voir l'encadré page 37). Des mesures satellitaires contribueront également à cerner rapidement la nature des déformations de la croûte terrestre. Ensemble, ces nouveaux jeux de données apporteront dans la prochaine décennie une meilleure connaissance d'un tsunami en temps réel.

L'alerte aux tsunamis reste néanmoins un défi lorsqu'ils sont provoqués par des éruptions volcaniques ou des glissements de terrain (voir l'encadré page ci-contre). Certains volcans sont désormais dotés de systèmes locaux de détection, notamment le Stromboli, en Italie, depuis

un tsunami important en 2002. Mais équiper l'ensemble des volcans menaçants est très coûteux au regard de la rareté des tsunamis atypiques qu'ils génèrent. Le système d'alerte de la Caraïbe a néanmoins émis des recommandations pour intégrer les sources volcaniques dans les procédures d'alerte, en lien avec les observatoires volcanologiques.

Les trois piliers indispensables des systèmes d'alerte sont toujours : l'évaluation de l'aléa et du risque ; la surveillance et l'alerte ; la prévention. Si les initiatives internationales ont contribué à renforcer chacun de ces piliers depuis 2004, la réussite nécessite, nous l'avons vu, des efforts permanents aux échelles locales de décision et de préparation. Des progrès sont aussi attendus du côté de la modélisation.

L'AIDE DES MODÈLES

De fait, les simulations numériques des tsunamis s'améliorent notablement. Elles livrent des modèles toujours plus précis et rapides, reproduisant par exemple des tsunamis historiques ou récents (voir la figure page suivante). Les spécialistes peuvent aussi les comparer à des données marégraphiques et se projeter dans des scénarios futurs. Les modélisations, menées en cours d'alerte, sont également de plus en plus utilisées pour prévoir les effets à distance dès qu'un séisme tsunamigénique se

Le tsunami du 11 mars 2011, au Japon, a été détecté dans les dizaines de minutes qui ont suivi le séisme, d'abord par des capteurs de pression au fond de la mer (TM-1 et TM-2), puis par les bouées équipées de capteur GPS plus près des côtes (Iwate M et S). Les signaux révèlent comment l'amplitude du tsunami augmente en s'approchant de la côte. À gauche, le long de la zone de subduction, les données géophysiques donnent un aperçu du glissement le long de la faille, pendant le séisme, atteignant localement 40 mètres.

