MÉMO E

Comment naît et se propage un tsunami ?

À l'origine d'un **tsunami** se trouve un événement géologique soudain (**séisme** sous-marin, **éruption volcanique**, effondrement de falaise...) qui perturbe l'océan initialement au repos (figure). Le phénomène est distinct des raz-de-marée imputables à des causes météorologiques. Près de la source, l'océan commence à osciller pour revenir à l'équilibre sous l'effet de la gravité, ce qui produit une série de vagues dont la longueur d'onde peut atteindre de 40 à 300 km et qui se propagent dans toutes les directions. Imperceptibles au large (quelques centimètres à plusieurs dizaines de centimètres d'amplitude), elles s'amplifient lorsque les fonds sous-marins remontent, donc près des côtes, où la vitesse du tsunami décroît pour atteindre quelques dizaines de km/h contre 500 à 1 000 km/h en haute mer. L'énergie se conservant et la longueur des vagues diminuant, leur amplitude augmente : une vague de moins d'un mètre de hauteur dans l'océan peut dépasser plusieurs dizaines de mètres sur la ligne du rivage. C'est là que le tsunami fait déborder la mer et provoque des inondations parfois loin à l'intérieur des terres.

Pour qu'un séisme sous-marin entraîne un tsunami, il doit se produire à faible profondeur (moins de 50 km) et présenter une **magnitude** d'au moins 6,5. À partir de la magnitude 8, un séisme peut générer un tsunami potentiellement dévastateur au niveau d'un océan. Avec cinq tsunamis majeurs au XXe siècle, la zone Pacifique était bien identifiée comme zone à risque, avant qu'intervienne, le 26 décembre 2004 au large de la pointe nord-ouest de l'île indonésienne de Sumatra dans l'océan Indien, l'événement le plus important dans cette région depuis l'installation de réseaux sismiques mondiaux, avec une magnitude estimée à 9,2. La **faille** en cause s'est rompue sur près de 1 500 km. Sa rupture a duré plus de 9 minutes, occasionnant des déplacements atteignant 15 m. Plus de 500 répliques[1] ont été détectées dans les heures qui ont suivi. Le tsunami a inondé les côtes sur plusieurs kilomètres, sur une topographie majoritairement très plate, jusqu'à une altitude de 20 à 30 m ; il a fait environ 280 000 victimes. En Méditerranée, les tsunamis sont plus rares. Il n'y en a pas eu de dévastateurs depuis celui de 1956 en mer Égée qui a vu des vagues monter à 10 m d'altitude sur les côtes grecques. Dans l'océan Atlantique, le dernier grand tsunami est celui qui a ravagé Lisbonne en 1755.

En dehors des moyens de détection proprement sismiques, des moyens spécifiques sont mis en œuvre pour caractériser les tsunamis. Des stations de mesure donnent en temps réel des mesures du niveau de la mer (**marégraphes** en bord de côtes, qui suivent le niveau de la mer et fournissent des **marégrammes**, ou bien **tsunamimètres** au large, qui sont reliés à des capteurs de pression disposés au fond de la mer) et permettent de suivre l'évolution temporelle de la hauteur des océans. Les satellites, dont par exemple les satellites franco-américains Jason, mesurent aussi avec précision la hauteur des océans, mais ne sont pas utiles pour les alertes tsunamis. Pour les tsunamis majeurs, comme en 2004, l'**inversion des données** altimétriques ainsi obtenues permet de décrire la source des tsunamis. L'ensemble des données marégraphiques et satellitaires peut ainsi être inversé pour déterminer la source du tsunami, selon une approche comparable à celle utilisée par les sismologues pour déterminer celle des séismes à partir des **sismogrammes**.

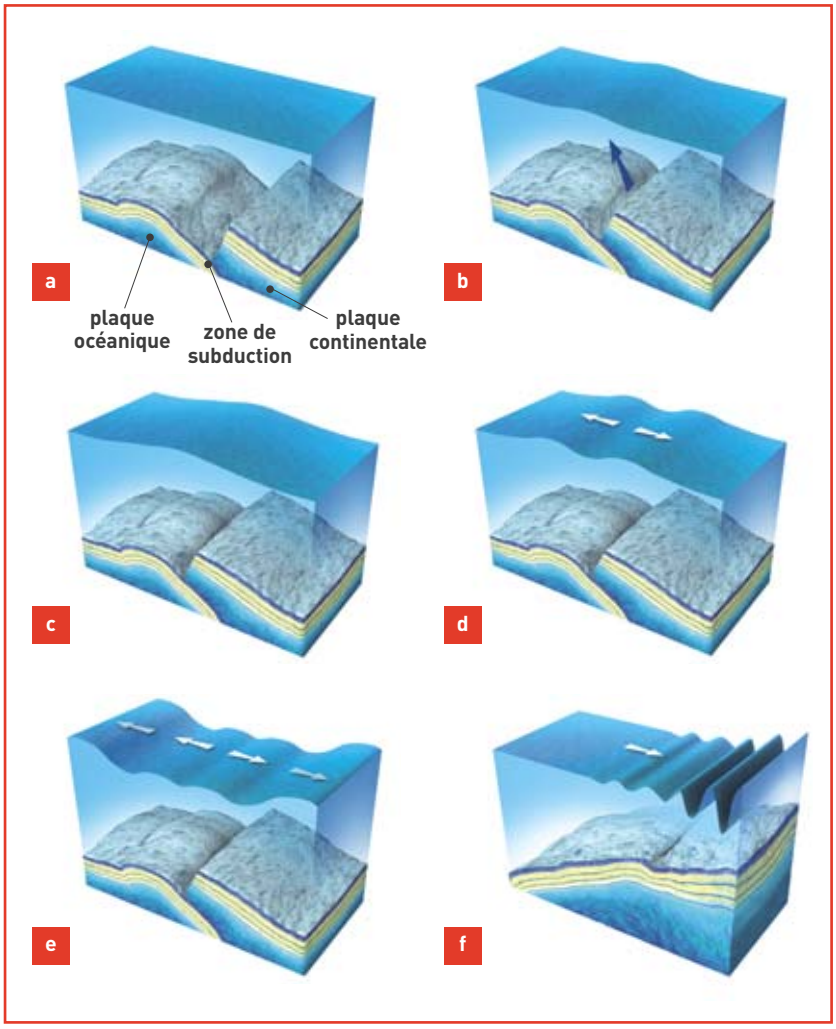

Figure.
Contexte d'une zone de subduction où une plaque océanique glisse sous une plaque continentale (a). Lors d'un fort séisme, la plaque continentale chevauchante est soudainement soulevée de plusieurs mètres, repoussant vers le haut le volume d'eau la surplombant (b). La surélévation à la surface (c) commence à se propager dans toutes les directions (d). Puis, le train de vagues s'intensifie (e). Lorsque le fond sous-marin remonte, à l'approche des côtes, les vagues ralentissent en s'amplifiant (f). Elles peuvent toucher des rivages éloignés de milliers de kilomètres, où les inondations atteindront des points à plusieurs mètres d'altitude dans les cas extrêmes.

(1) Séismes de moindre importance succédant au plus grand (dit séisme principal) d'une série de séismes situés dans une zone proche.