



FESTIVAL  
EN LIGNE

16<sup>E</sup> ÉDITION | FESTIVAL INTERNATIONAL DU FILM SCIENTIFIQUE

# PARISCIENCE

En partenariat  
avec l'Institut  
de physique  
du globe de Paris

-- Fiche d'accompagnement --

## TSUNAMIS, UNE MENACE PLANÉTAIRE

© ARTE France - ZED

PROGRAMMATION SCOLAIRE : DU 30 SEPTEMBRE AU 16 OCTOBRE 2020



## Sommaire

Tsunamis, une menace planétaire .....	1
Sélection de ressources.....	2
Proposition d'activité préparatoire.....	5
Extraits du film.....	6
Notions et infos clés .....	7
Citations issues du film, pistes de réflexion .....	12

# Tsunamis, une menace planétaire

Écrit et réalisé par **Pascal Guérin**

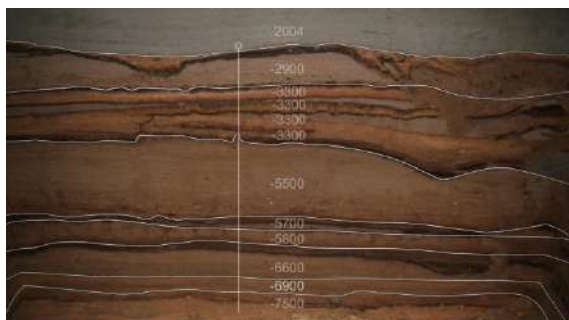
53 min - France - 2019

© ARTE France - ZED / Avec la participation de Ushuaïa TV, CuriosityStream, AMC Networks, International Iberia, FTV Prima, Magellan TV, SBS-TV Australia, SVT et Telewizja Polsat  
Diffusion française : ARTE, Ushuaïa TV



© ZED

C'est l'un des phénomènes naturels les plus meurtriers de la planète. Les tsunamis sont si soudains et si puissants qu'il ne leur faut que quelques heures pour tout détruire. Souvent associés à des phénomènes ne touchant que le continent asiatique, les tsunamis se révèlent être des catastrophes pouvant toucher de nombreuses parties du globe. Ce film permet de mieux comprendre ces phénomènes à l'énergie incommensurable et capables de provoquer des dégâts considérables. Sur le terrain ou en laboratoire, les scientifiques tentent de les décrypter pour mieux identifier les risques à venir, mieux comprendre comment y faire face et comment s'en protéger.



© ZED



© ZED

## Sélection de ressources

### THE CONVERSATION

- **Quand les éruptions volcaniques provoquent des tsunamis / 2020**

<https://theconversation.com/quand-les-eruptions-volcaniques-provoquent-des-tsunamis-142077>

- **Alertes aux séismes et tsunamis : comment gagner de précieuses secondes**

<https://theconversation.com/alertes-aux-seismes-et-tsunamis-comment-gagner-de-precieuses-secondes-139913>

- **Les parcs scientifiques doivent faire plus pour informer sur les catastrophes naturelles**

<https://theconversation.com/les-parcs-scientifiques-doivent-faire-plus-pour-informer-sur-les-catastrophes-naturelles-102888>

-----

### SCIENCES ET AVENIR

- **Un tsunami sur la Croisette ? Comment mieux s'y préparer**

[https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/tsunami-la-france-s-y-prepare-aussi\\_131360](https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/tsunami-la-france-s-y-prepare-aussi_131360)

-----

### FRANCE CULTURE

- **Peut-on se protéger des tsunamis ? La Question du jour, présenté par Guillaume Erner / Octobre 2018**

<https://www.franceculture.fr/emissions/la-question-du-jour/peut-se-protoger-des-tsunamis>

-----

### CANAL-U



En source documentaire complémentaire pour les enseignants (accessibles pour des lycéens confirmés), vous trouverez ci-dessous plusieurs liens vers une sélection de ressources abordant des thématiques liées aux tsunamis :

- **KEZAKO : Comment se forme un tsunami ?**

[https://www.canal-u.tv/video/tele2sciences/kezako\\_comment\\_se\\_forme\\_un\\_tsunami.9755](https://www.canal-u.tv/video/tele2sciences/kezako_comment_se_forme_un_tsunami.9755)

- **Tsunamis**

[https://www.canal-u.tv/video/universite\\_rennes\\_2\\_crea\\_cim/tsunamis.14541](https://www.canal-u.tv/video/universite_rennes_2_crea_cim/tsunamis.14541)

- **Les coulisses du monde des catastrophes « naturelles »**

[https://www.canal-u.tv/video/fmsh/les\\_coulisses\\_du\\_monde\\_des\\_catastrophes\\_naturelles.45745](https://www.canal-u.tv/video/fmsh/les_coulisses_du_monde_des_catastrophes_naturelles.45745)

Educ'Arte est une plateforme pédagogique en ligne regroupant une variété de ressources (films, séries, courts métrages...) et d'outils au service des enseignants et de leurs élèves. À la suite du festival, chaque enseignant.e se verra attribuer un code qui lui permettra de découvrir son contenu gratuitement et ce pendant un mois et demi. Vous trouverez ci-après plusieurs liens vers une sélection de ressources liées à la programmation 2020 de Pariscience :

- **Le Dessous des cartes - Risques naturels, tous inégaux, un film de Didier Ozil, 2010, 11 minutes**

<https://educ.arte.tv/program/le-dessous-des-cartes-risques-naturels-tous-inegaux>

- **La grande muraille du Japon, un film de Marie Linton, 2018, 52 minutes**

<https://educ.arte.tv/program/la-grande-muraille-du-japon>

- **Le Dessous des cartes - Japon, monde flottant, un film de Natacha Nisic, 2013, 12 minutes**

<https://educ.arte.tv/program/le-dessous-des-cartes-japon-monde-flottant>

***Le film Tsunamis, une menace planétaire sera disponible sur la plateforme Educ'ARTE.***

-----

#### **IPGP – Institut de physique du globe de Paris**

- **Fiche « tsunamis » :**

<http://www.ipgp.fr/fr/ovsm/tsunamis>

-----

#### **GEO**

- **Les tsunamis les plus meurtriers de l'histoire du Japon**, article d'Alissa Descotes-Toyosaki, juillet 2019

<https://www.geo.fr/histoire/les-tsunamis-les-plus-meurtriers-de-lhistoire-du-japon-196837>

- **Au Japon, un mur géant anti-tsunamis**, article d'Alissa Descotes-Toyosaki, juillet 2019

<https://www.geo.fr/environnement/au-japon-un-mur-geant-anti-tsunamis-196836>

- **Un tsunami sur la Croisette ? Comment (mieux) s'y préparer**, article de l'AFP, février 2019

<https://www.geo.fr/environnement/un-tsunami-sur-la-croisette-comment-mieux-sy-preparer-194498>

- **Une expédition française dans l'océan Indien pour prédire les tsunamis**, article de l'AFP, septembre 2017

<https://www.geo.fr/environnement/une-expedition-francaise-dans-l-ocean-indien-pour-predire-les-tsunamis-179237>

-----

## LE BLOB

- **KEZAKO : Comment se forme un tsunami ?** vidéo de Maxime Beaugeois, Daniel Hennequin, Damien Deltombe, 2011, 5 minutes

<https://leblob.fr/fondamental/comment-se-forme-un-tsunami>

- **Séismes et tsunamis : peut-on les prévoir ?** vidéo de Sylvie Allonneau, 2009, 28 minutes

<https://leblob.fr/terre/seismes-et-tsunamis-peut-les-prevoir>

- **Tsunami sous contrôle**, article d'Olivier Boulanger, 2015

<https://leblob.fr/archives/tsunami-sous-contrôle>

-----

## LE MONDE

- **Un « drone » sous-marin pour détecter les tsunamis**, article de Jean-Michel Normand, 2017

[https://www.lemonde.fr/la-foire-du-drone/article/2017/02/13/un-drone-sous-marin-pour-detecter-les-tsunamis\\_5079019\\_5037916.html](https://www.lemonde.fr/la-foire-du-drone/article/2017/02/13/un-drone-sous-marin-pour-detecter-les-tsunamis_5079019_5037916.html)

- **L'alerte au tsunami levée en Indonésie après un séisme de magnitude 6,9**, article en collaboration avec l'AFP et Reuter, juillet 2019

[https://www.lemonde.fr/international/article/2019/07/07/alerte-au-tsunami-en-indonesie-apres-un-seisme-de-magnitude-7-1-dans-l-est\\_5486561\\_3210.html](https://www.lemonde.fr/international/article/2019/07/07/alerte-au-tsunami-en-indonesie-apres-un-seisme-de-magnitude-7-1-dans-l-est_5486561_3210.html)

## Proposition d'activité préparatoire

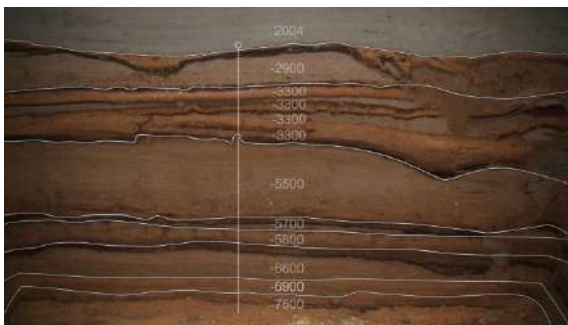
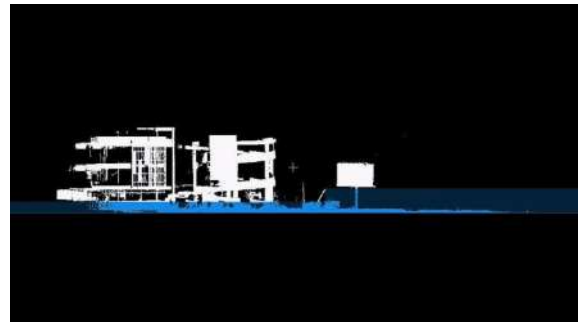
**Ressources** : des extraits sonores et des captures d'images issues des films sont disponibles en téléchargement via ce lien : *Lien disponible pour enseignant.e participant*

**Objectif** : introduire le film que les élèves vont découvrir en développant leurs capacités d'imagination, d'observation et d'analyse.

*Proposer aux élèves, par étape, d'émettre des hypothèses sur le contenu des documentaires qu'ils vont être amenés à voir. Pour chaque film :*

1. Commencer par faire écouter des extraits sonores du film.
2. Présenter aux élèves quatre captures d'images.
3. Enfin, soumettre le titre du documentaire aux élèves.

Captures d'images (elles sont disponibles, en grand format, via le lien de téléchargement au-dessus).



© ARTE France – ZED

Légende des images :

1. Scientifique spécialiste dépêché en Indonésie après un épisode de tsunamis. Récolte de données et analyse des sites pour comprendre la hauteur, vitesse des vagues et le déroulé de la catastrophe (sur cette photo, effectués des relevés près de la plage, près d'un panneau qui sert de repère pour déterminer à quelle hauteur était la vague à cet endroit).
2. Modélisation du déroulé du tsunami. Visualisation par ordinateur de l'arrivée du tsunami sur les lieux.
3. Observation des différentes couches stratigraphiques du sol d'une grotte proche d'une plage touchée par un tsunami. Découverte que cette grotte retient l'eau des tsunamis après catastrophe et que la grotte fut touchée plusieurs fois par des tsunamis.

4. Simulation en laboratoire d'un tsunami au Japon pour mieux comprendre le phénomène et prévoir où et comment les vagues frapperont les zones urbaines.

## Extraits du film

Les extraits peuvent être utiles pour les enseignant.e.s en amont du visionnage. Nous conseillons cependant de ne pas montrer les extraits du film aux élèves en introduction du documentaire (nous vous conseillons d'utiliser les captures d'image et les extraits sonores). Nous conseillons en effet de les exploiter plutôt après visionnage, pour remémorer le film aux élèves si nécessaire, à la suite de la projection, avant la participation au RDV en ligne, par exemple.

Les extraits sont visionnables ici : *Lien disponible pour enseignant.e participant*

# Notions et infos clés

## Vocabulaire / concepts clés :

- Tsunami
- Zone de subduction
- Tectonique des plaques
- Séisme / magnitude
- Rupture de faille
- Sismologie
- Volcanologie
- Urbanisation
- Prévention des risques

## Intervenant.e.s :

- **Costas Synolakis**, expert en tsunamis, Université de Californie du Sud, USA
- **Hermann Fritz**, expert en tsunamis, Université de Géorgie, USA
- **Christopher Gomez**, géomorphologue, Université de Kobe, Japon
- **Nazli Ismail**, géophysicien, Université Syiah Kuala, Indonésie
- **Christophe Larroque**, géologue, CNRS, Géoazur France
- **Mauro Rosi**, volcanologue, Université de Pise, Italie
- **Sara Petra Levi**, Archéologue, Hunter College, New York, USA
- **David Yoon**, anthropologue, American Numismatic Society, New York, USA
- **Tetsuya Hiraishi**, ingénieur, Université de Kyoto, Japon
- **Hirotsada Hashimoto**, ingénieur, Université de Kobe, Japon

## Géographie :

- Banda Aceh, île de Sumatra, Indonésie
- Palu / Jakarta, Indonésie
- Japon, Osaka
- Baie de Palu, Indonésie
- Nice, France
- Naples, Italie

## GRANDS POINTS

-----

### Qu'est-ce qu'un tsunami ?

Le mot « tsunami » vient du japonais : de « tsu » qui signifie « port » et « nami » qui signifie vagues. Tsunami veut ainsi dire : les vagues qui détruisent le port. Le mot date du XVII-me siècle et était utilisé tout d'abord par les pêcheurs qui revenaient de mer après une journée sans tempête mais retrouvaient les ports et terres dévastés.



La météo n'engendre pas de tsunami. Les principales causes d'un tsunami sont les tremblements de terre qui ont lieu en mer (ils peuvent avoir d'autres origines, comme une éruption volcanique – voir séisme à Naples en 1343). Ces séismes sous-marins sont générés par l'activité tectonique de la planète : plusieurs grandes plaques constituent la croûte terrestre. Ces plaques se déplacent les unes contre les autres et, confrontées les unes aux autres, certaines plaques, océaniques, glissent sous les plaques continentales : on parle alors de zone de subduction.

Ces « affrontements » entre plaques peuvent engendrer la déformation d'une plaque. Une énergie colossale peut alors s'accumuler dans ces zones. Lorsque la plaque mise sous tension lâche, son mouvement provoque un séisme sous-marin : il déplace ainsi toute l'eau au dessus de la zone de subduction. En approchant des côtes, la vitesse du déplacement se réduit et les vagues grossissent. Des vagues énormes, pouvant atteindre 20 à 30 mètres peuvent s'abattre sur les côtes. Plus le séisme est long et intense et plus les vagues qu'il va générer seront importantes.

### **La science des tsunamis, une science jeune.**

Le tsunami du 26 décembre 2004, qui a eu lieu dans l'océan indien et a fait près de 230 000 victimes, a révélé ces catastrophes naturelles au grand public et a été un vrai électrochoc pour la communauté scientifique, dont les connaissances sur ces phénomènes étaient peu développées alors. La science des tsunamis a pris son envol depuis. De nombreuses études internationales furent lancées après la catastrophe de 2004 pour mieux comprendre le phénomène.

26 décembre 2004 : rupture de faille sur plus de 1200 km. Séisme de magnitude 9.1 qui dure plus de 5 minutes. 15 minutes après le séisme, des vagues (la plus haute : 35m) s'abattent sur les côtes et la ville de Banda Aceh (sur l'île de Sumatra). Les vagues continuent ensuite leur course dans l'océan indien.

**Nazli Ismail, géophysicien de l'Université Syiah Kuala, Indonésie**, a réalisé des observations de terrain, après le tsunami de 2004 pour mieux comprendre le phénomène : ces recherches de terrain l'ont amené à analyser le sol d'une grotte, parallèle à la côte et formée en L, de telle sorte qu'elle retenait l'eau des tsunamis quand une vague s'abattait près d'elle.

Intuition de Nazli Ismail : si la grotte a retenu l'eau du tsunami de 2004, elle a dû également retenir l'eau des tsunamis passés. En réalisant une coupe du sol, le chercheur remarque que chaque couche correspondant à un tsunami est recouverte d'une couche de guano fossilisé. La grotte est en effet occupée par des chauves-souris, dont les excréments tapissent le sol. Entre chaque tsunami, les excréments se déposent sur le sol et créent une couche. Cette couche marque une frontière qui délimite chaque événement. Au total, 12 dépôts de tsunamis ont été datés au carbone 14. Le plus ancien tsunami date d'environ 7500 ans.

Conclusion de ces observations : les tsunamis se répètent de façon irrégulière et peuvent frapper plusieurs fois le même endroit.

### **Mener l'enquête sur un tsunami : l'exemple du 28 septembre 2018**

**Spécialistes des tsunamis, Costas Synolakis et Hermann Fritz**, dépêchés sur place suite au tsunami du 28 septembre 2018 qui frappa la baie de Palu en Indonésie. Malgré notre connaissance plus importante du phénomène et la mise en place de système de surveillance et d'alerte, ce tsunami a

fait 4000 morts et a contraint 79 000 autres à être déplacées. De plus, la baie de Palu est réputée pour être protégée contre les tsunamis. Que s'est-il donc passé ?

Nécessité d'arriver tôt après la catastrophe pour ne pas perdre trop de preuves. Les bulldozers et les travaux de remblais détruisent rapidement les indices qui permettraient aux expert.e.s de mieux comprendre la catastrophe.

Pour mieux comprendre le tsunami, il est important de pouvoir comprendre la nature de la vague et retracer son trajet. Le travail de terrain permet aux scientifiques de récolter plusieurs données :

- le témoignage oral des survivant.e.s,
- les témoignages audiovisuels : vidéos prises avec des téléphones permettant de mieux comprendre la hauteur des vagues...
- l'observation des lieux touchés par le tsunami. Exemples d'indices : les grilles aux fenêtres d'une mosquée sont jonchées de débris amenés par la vague. Les débris n'ont pas s'accrocher que jusqu'à une certaine hauteur. Les traces de boue sur les murs. Cela permet aux scientifiques de déduire que la vague arrivée à cet endroit précis faisait cette hauteur.
- relevés détaillés réalisés pour obtenir un scan 3D des lieux.

Ces différentes observations et ce travail de relevés permettent aux scientifiques de modéliser la vague et le site : de voir comment la vague a traversé les lieux, de pouvoir mesurer sa hauteur à chaque instant et de savoir la vitesse avec laquelle elle s'est abattue et a évolué dans la ville. Selon les données, la vague la plus puissante du tsunami s'est répandue à plus de 300 mètres du rivage.

Mais quelle est l'origine de cette vague ?

Un tremblement de terre au Nord de la baie ainsi que son épicentre avaient bien été repérés par le centre de contrôle de Jakarta. Cependant selon les modélisations, il ne représentait qu'un risque modéré de tsunami et une alerte avait tout de même été communiquée après le séisme. Le système d'alerte a donc bien fonctionné : mis en place en 2008, ce système a permis de donner 26 fois l'alerte et de sauver un grand nombre de vies. Cependant, dans le cas de ce tsunami à Palu, l'alerte fut donnée trop tard.

Des caméras de surveillance ont en effet révélé que seulement 2 minutes s'étaient écoulées entre le tremblement de terre et l'arrivée de la vague alors que les prévisions à Jakarta prévoyait que la vague mettrait une quinzaine de minutes à arriver à Palu.

C'est en observant le terrain et en enquêtant un peu plus loin dans les terres que les experts obtiennent les données nécessaires pour comprendre ce qui s'est passé : des glissements de terrain côtiers locaux ont été observés / et une faille s'est ouverte dans les terres.

*« Le 28 septembre 2018 à 18h02, un séisme de magnitude 7.5 se produit à 80 kilomètres de Palu. Son épicentre, correctement identifié, par le centre de contrôle de Jakarta, ne déclenche pas directement le tsunami. C'est via les terres que l'onde sismique se propage, extrêmement rapidement, à la vitesse de 900 km/heure, en faisant coulisser la faille qui traverse toute la baie. Des glissements de terrain sont aussitôt provoqués le long des côtes et génèrent plusieurs mini tsunamis. Dans la cuvette de la*

*baie, l'énergie de tous ces mini tsunamis se cumulent jusqu'à former une vague puissante qui déferle sur la ville. »*

Conclusion préoccupante : avant les scientifiques pensaient que les tsunamis ne se faisaient que dans les zones de subduction, ce qui s'avère faux. Les tsunamis pourraient donc se produire dans davantage de lieux.

### **Tsunamis, une catastrophe, plusieurs origines possibles**

Les tsunamis peuvent toucher de nombreux endroits sur le globe. Depuis 2008, Unesco tient à jour une carte des tsunamis passés alimentée par les découvertes des chercheurs. 1200 tsunamis, qui ont eu lieu durant les trois derniers millénaires, ont ainsi été confirmés. Parmi eux, certains sont dangereux, d'autres à risque plus faible. 70% d'entre eux se concentrent le long de la ceinture de feu du Pacifique où on retrouve de nombreuses zones de subduction. Mais des tsunamis ont également eu lieu ailleurs.

23 février 1887 : fort séisme et tsunami de 2 mètres de hauteur. Le long de côtes françaises et italiennes, de Gênes jusqu'à Nice.

Une équipe scientifique de Géoazur a tenté d'identifier la faille à l'origine du séisme pour mieux le comprendre et établir les scénarios d'un potentiel nouveau tsunami.

De nombreuses failles sismiques sont générées par la compression de la Corse et de la Sardaigne contre le continent européen. Grâce à un bateau équipé de canons qui émettent des ondes et des capteurs situés dans un long tuyau de 6 km trainé par le bateau, pour enregistrées ces ondes, les scientifiques réalisent une échographie de l'intérieur de la terre jusqu'à 15 kilomètres de profondeur.

3 failles ont ainsi été révélées à 30 km des côtes et correspondent à l'épicentre du séisme de 1887.

Les failles sont encore actives et pourraient donc être à l'origine de nouveaux tsunamis. Deux scénarios sont possibles :

- Un scénario semblable à celui de 1887 : de magnitude 6.7 avec une hauteur de vagues de 2 m, générées par une cassure sur seulement une partie de la faille (30 km)
- Deuxième scénario plus extrême : un séisme provoqué par une cassure sur toute la longueur de la faille (60 à 80 km) d'une magnitude de l'ordre de 7, générant des vagues de 3 à 4 mètres.

### Naples / Séisme de 1343.

Tsunami non pas provoqué par le Vésuve, qui domine pourtant Naples mais par le Stromboli, l'un des volcans les plus actifs de la région, pourtant situé à 200 kilomètres de Naples.

Deux fouilles confirment l'hypothèse du Stromboli :

- celles d'une église qui s'est effondré au XIVème siècle sur l'île de Stromboli confirme l'hypothèse de l'origine du tsunami qui a touché Naples. Cette église, effondrée, n'a pas été reconstruite et l'île fut abandonnée pendant plus de 200 ans tant l'événement causé par le volcan fut violent.

- des fouilles du sol à plus de 4 mètres de profondeur et à 200 mètres du rivage. Un dépôt, daté de 1350, correspond au dépôt du tsunami. Il contient notamment des galets très imposants, qu'une vague d'un tsunami aurait pu apporter loin du rivage.

### Un risque pour Naples aujourd'hui ?

La sciara del fuoco est une des pentes du Stromboli où tous les matériaux volcaniques rejetés par le Svolcan s'accumulent. Au XIVème siècle, les matériaux de cette pente sont tombés dans la mer et ont provoqué le tsunami dévastant le port et la ville. La sciara manque aujourd'hui de s'effondrer de nouveau dans la mer. Il faudrait 30 minutes au tsunami pour atteindre Naples. L'île est donc placée sous surveillance afin de pouvoir alerter au plus vite la population en cas de catastrophe.

### Comment s'en prémunir ? Quel futur ?

Les recherches pour mieux comprendre les tsunamis avancent et avec elle, les recherches permettant d'alerter et de réduire l'impact de ces catastrophes.

Au Japon, ces recherches sont particulièrement avancées : pays où les tsunamis sont plus fréquents de part sa situation géographique. Le dernier tsunami en date, en 2011, a provoqué la catastrophe nucléaire de Fukushima. La vague meurtrière qui a tué plus de 18 000 personnes fut engendrée par un tremblement de terre de magnitude 9.1.

Le Japon se prépare aujourd'hui à un scénario catastrophe : un tsunami qui ferait 350 000 morts et impacterait l'économie japonaise sur 20 ans. Les scientifiques considèrent qu'il y a 80% de chance pour que la catastrophe se produise dans les 30 prochaines années. Ce tsunami serait engendré par la rupture de la faille de Nankai, qui longe la côte ouest du pays, où sont situés les trois centres économiques japonais : Tokyo, Osaka et Nagoya. Plusieurs actions sont mises en place :

- un plan d'éducation de la population. Une vidéo de sensibilisation à destination des habitants explique l'ampleur du tsunami.
- Aucune technologie ne pouvant contrer le tsunami, l'accent est mis sur la surveillance de la faille : un réseau de 29 mini observatoires sous-marins (sismomètres, capteurs de pression...) est installé près de la faille, système de détection sismique ultra perfectionné. En fonction des scénarios, les vagues peuvent atteindre 3 à 5 mètres et prendraient entre 30 et 45 minutes pour atteindre les côtes.
- des simulations en bassin sont réalisées par le Centre de prévention des désastres de l'Université de Kyoto. Ces simulations permettent de déterminer les endroits dangereux afin de communiquer à la population les lieux où ne pas aller et ceux où se réfugier.
- actions de réduction des impacts : les zones portuaires sont dangereuses, les bateaux pouvant se transformer en projectiles mouvants. Une action mise en place : développer un système d'intelligence artificielle pour faire évacuer automatiquement les bateaux et dans l'ordre, en cas d'alerte.

La prévention des risques face aux tsunamis reste très complexe. Ces catastrophes touchent les côtes, qu'il s'agisse des côtes japonaises très peuplées ou des côtes ultra touristiques méditerranéennes : des endroits prisés et très fréquentés, urbanisés à outrance, voire artificialisés.

## Citations issues du film, pistes de réflexion

« La surface de la croûte terrestre est morcelée en plusieurs grandes plaques, que les mouvements du magma déplacent les unes contre les autres, de quelques millimètres à quelques centimètres par an. Les plaques océaniques glissent sous les plaques continentales, constituant les zones de subduction. Les frottements entre les plaques peuvent provoquer la déformation de la plaque continentale. Une gigantesque énergie s’y accumule, jusqu’à ce que la tension lâche, générant un énorme séisme sous-marin. »

-----

« Vous ne pouvez pas séparer la science des séismes de la science des tsunamis. La durée d’un tremblement de terre donne une très bonne idée de sa puissance et de sa taille. C’est comme une fermeture éclair, un petit tremblement de terre, c’est une petite rupture de faille, donc la durée est courte. Si c’est un gros tremblement de terre, comme celui du Japon en 2011, vous avez une très grande fermeture éclair, ce qui signifie que les secousses dureront plusieurs minutes. »

**Citation de Hermann Fritz, expert en tsunamis, Université de Géorgie, USA**

-----

« Être un spécialiste des tsunamis, c’est un peu comme être un détective. Il y a eu plusieurs meurtres. Donc vous devez reconstituer, comme dans un puzzle, le fil des événements. Le tsunami a-t-il d’abord frappé et causé l’effondrement des maisons ou se sont-elles écroulées suite au tremblement de terre et le tsunami a fini par tout détruire ? Que faisaient les gens ? Pourquoi certains sont morts et d’autres non ? »

« Si on construit des centrales électriques, des hôpitaux, des bâtiments publics, des habitations, dans des zones à haut risque, on ajoute des couches et des couches de vulnérabilité. Et avec le temps, nous constatons qu’à travers le monde, notre vulnérabilité aux catastrophes augmente au lieu de diminuer ».

**Citations de Costas Synolakis, expert en tsunamis, Université de Californie du Sud, USA**

-----

« A ce jour, même les technologies les plus sophistiquées ne peuvent anticiper les séismes. Dans ces îles artificielles, construites sur la mer, des habitations, des centres commerciaux et de multiples industries pétrochimiques se sont installées. Face à la catastrophe annoncée, c’est finalement l’éducation et les bons réflexes de la population qui permettront de sauver de nombreuses vies. »