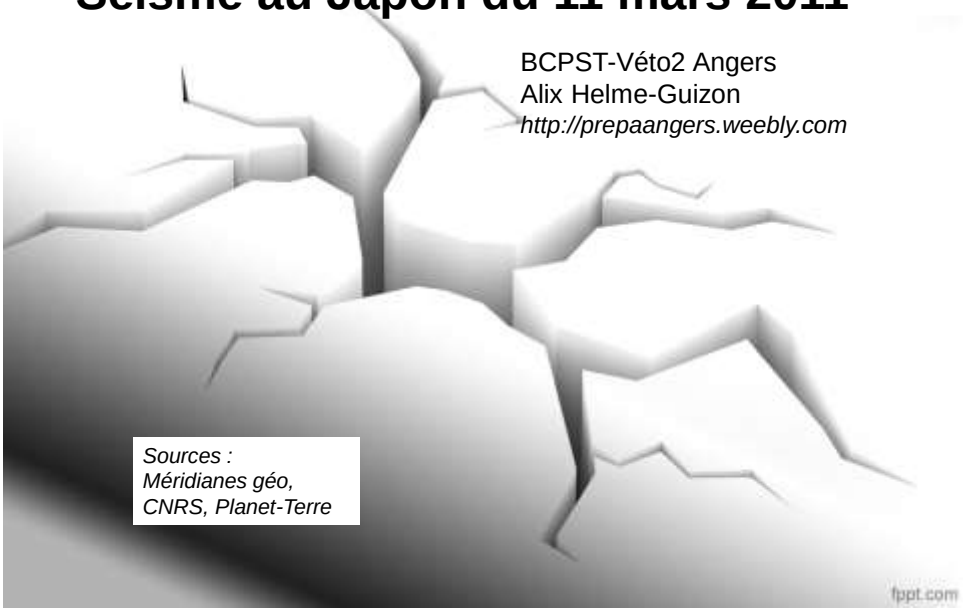
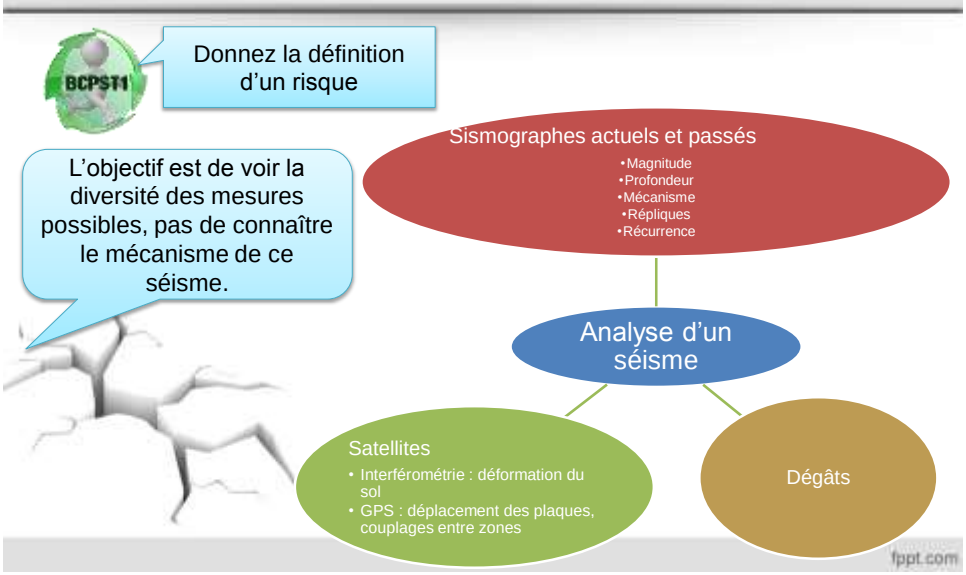
Séisme au Japon du 11 mars 2011

BCPST-Véto2 Angers
Alix Helme-Guizon
http://prepaangers.weebly.com

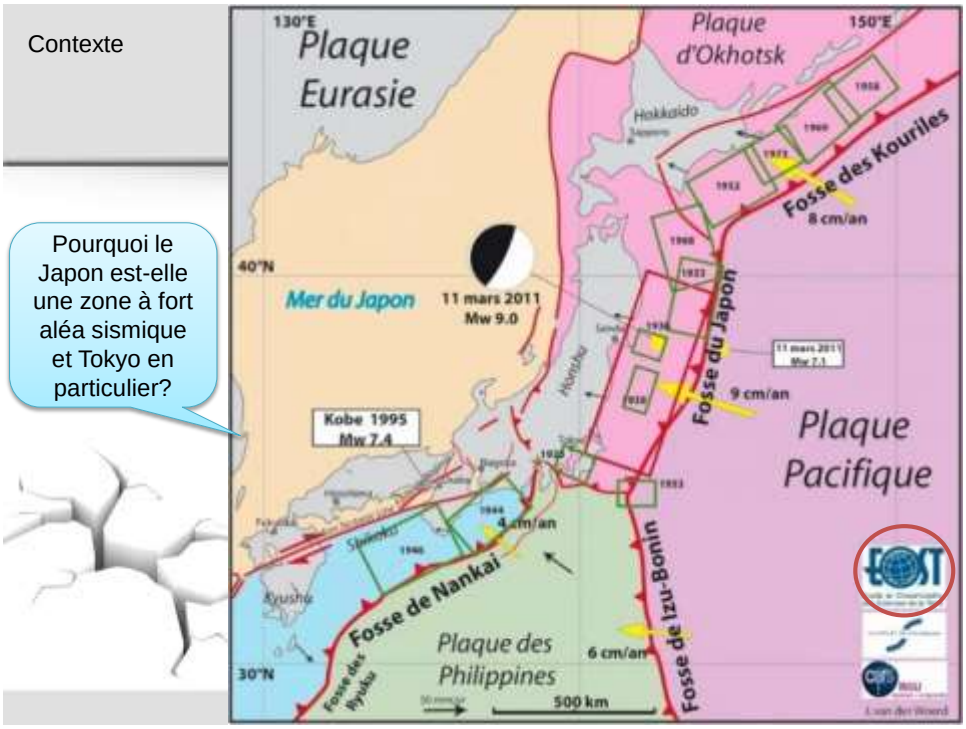


2.1. Des observations de divers types sont nécessaires pour étudier les séismes et prédire le risque



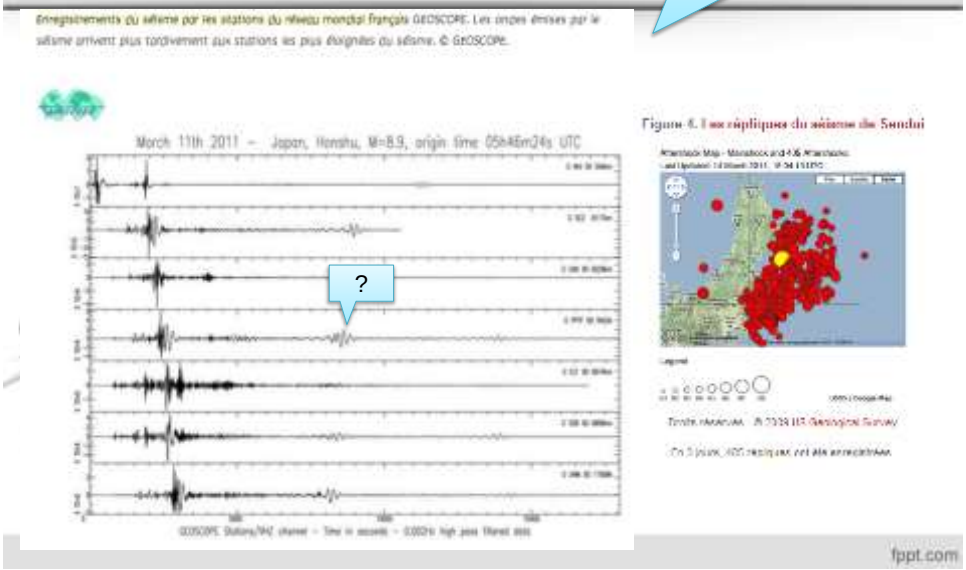
Contexte

Pourquoi le Japon est-elle une zone à fort aléa sismique et Tokyo en particulier?

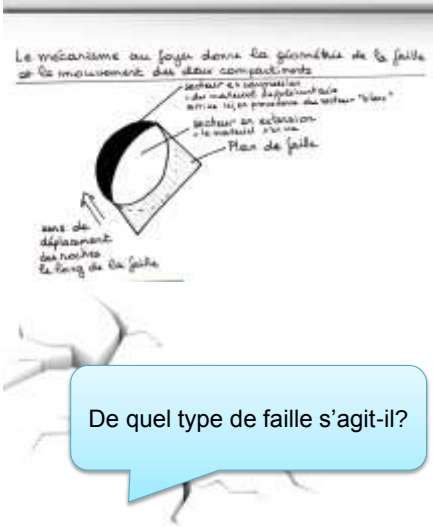


Les sismographes enregistrent en direct les ondes produites par le séisme et ses répliques

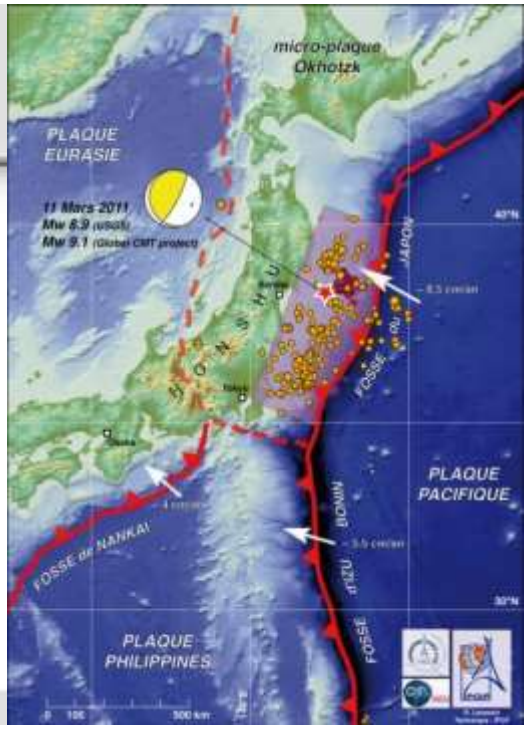
Où sont les ondes S, P et L?



Un réseau de sismographes permet de reconstituer le mécanisme au foyer du séisme

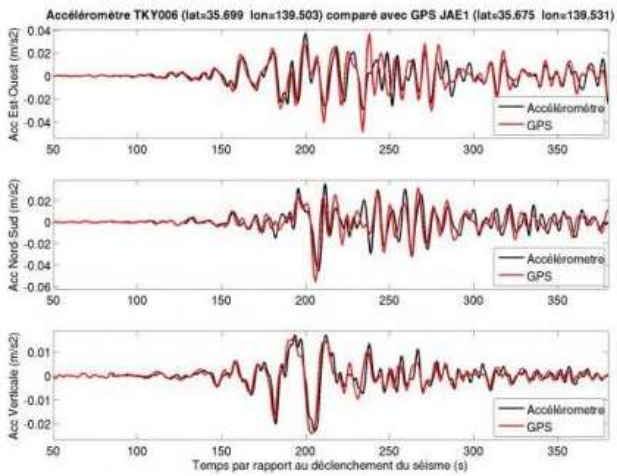


De quel type de faille s'agit-il?



Les accéléromètres au sol et les balises GPS satellitaires mesurent les mêmes déplacement du sol

8- L'information apportée par les accéléromètres et les capteurs GPS



Un **accéléromètre** est un capteur qui, fixé à un mobile ou tout autre objet, permet de mesurer l'accélération linéaire de ce dernier. On parle encore d'accéléromètre même s'il s'agit en fait de 3 accéléromètres qui calculent les 3 accélérations linéaires selon 3 axes orthogonaux.

fppt.com

Figure 8. Déplacements horizontaux liés au séisme de Sendai

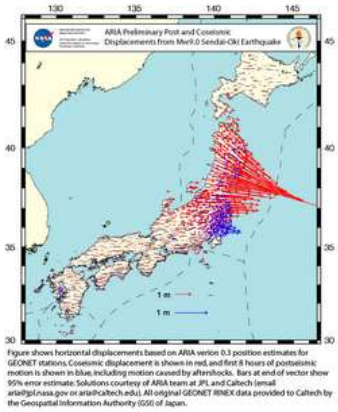


Figure shows horizontal displacements based on ARIA version 0.3 position estimates for GEONET stations. Coseismic displacement is shown in red, and first 8 hours of postseismic motion is shown in blue, including motion caused by aftershocks. Bars at end of vector show 95% error estimate. Solutions courtesy of ARIA team at JPL and Caltech (email aria@gps.caltech.edu). All original GEONET RINEX data provided to Caltech by the Geospatial Information Authority (GSI) of Japan.

Droits réservés - © 2009 JPL / Caltech / GSI (Japan)

Les déplacements horizontaux, par rapport à la plaque Pacifique sont calculés à partir de calculs des positions de stations GPS : en rouge, les déplacements co-sismiques (pendant le séisme), en bleu, les déplacements post-sismiques (ici, pendant les 8 heures après le séisme.

Il ne s'agit pas d'un déplacement d'ensemble du Japon vers l'Est, mais localement des déplacement de plusieurs mètres sont observés.

Source : GEO (Group on Earth Observation) données de JPL / Caltech / GSI (Japan)

Figure 9. Déplacements verticaux liés au séisme de Sendai

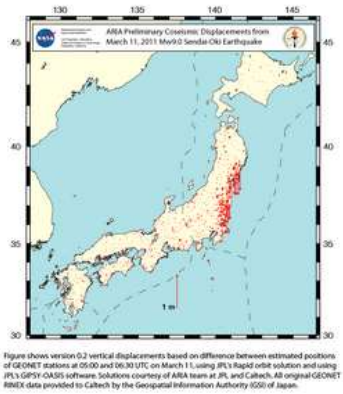
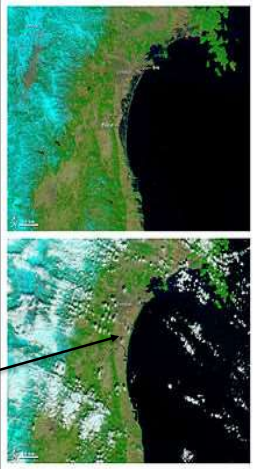


Figure shows version 0.2 vertical displacements based on difference between estimated positions of GEONET stations at 05:00 and 06:30 UTC on March 11, using JPL's Rapid orbit solution and using JPL's GIPSY-OASIS software. Solutions courtesy of ARIA team at JPL and Caltech. All original GEONET RINEX data provided to Caltech by the Geospatial Information Authority (GSI) of Japan.

Droits réservés - © 2009 JPL / Caltech / GSI (Japan)



Les déplacements verticaux calculés à partir de la différence des altitudes mesurées 3/4 h avant et 3/4 h après le séisme.

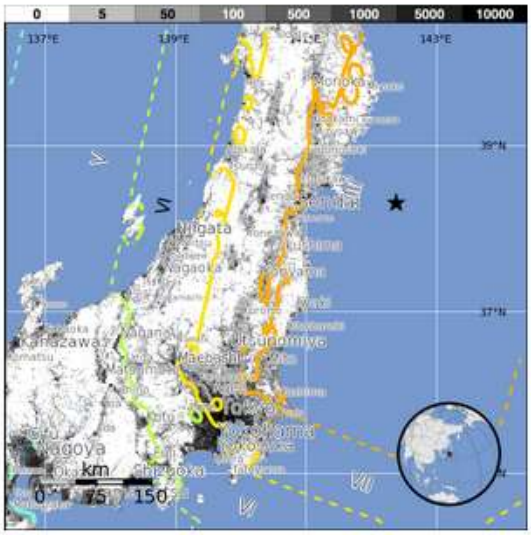
Des abaissements de l'ordre du mètre sont observés sur une large portion de la côte Nord-Est de l'île de Honshu. Cet affaissement explique le retrait incomplet de l'eau après le tsunami, certaines zones côtières s'étant affaissées.

Source : GEO (Group on Earth Observation) données de JPL / Caltech / GSI (Japan)

fppt.com

RISQUE

Figure 6. Cartes des iso-intensités, séisme de Sendai, 11 mars 2011

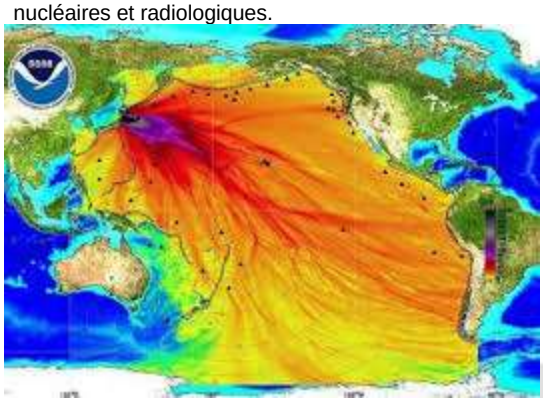


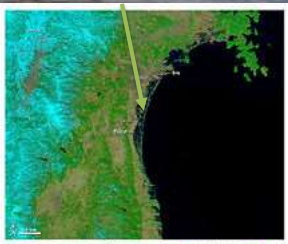
Droits réservés - © 2009 US Geological Survey

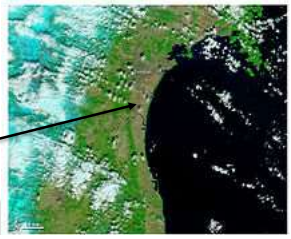
La côte Nord-Est de Honshu est à un niveau de VIII sur l'échelle MSK (Mercalli modifiée).

RISQUE

- séisme responsable que de peu de victimes et dégâts grâce à la qualité des constructions parasismiques japonaises.
- tsunami est à l'origine de plus de 90 % des 18 079 morts et disparus, des destructions et des blessés.
- Ce tsunami a également entraîné l'accident nucléaire de Fukushima placé au niveau 7, le plus élevé sur l'échelle internationale des accidents nucléaires et radiologiques.

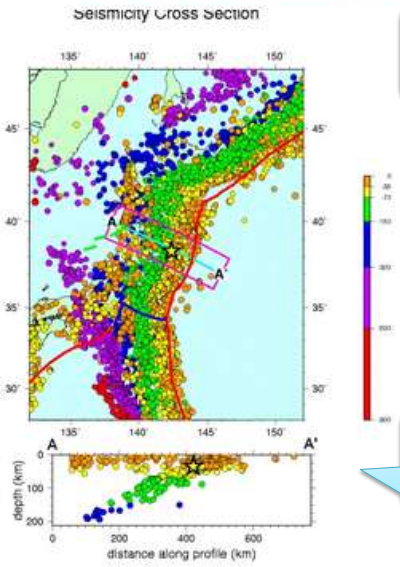






Avant
Sendai

Figure 3. Sismicité au Japon, carte et coupe



Comment peut-on calculer la profondeur du foyer?

Un séisme plus profond est-il plus ou moins dangereux?

Droits réservés - © 2009 US Geological Survey

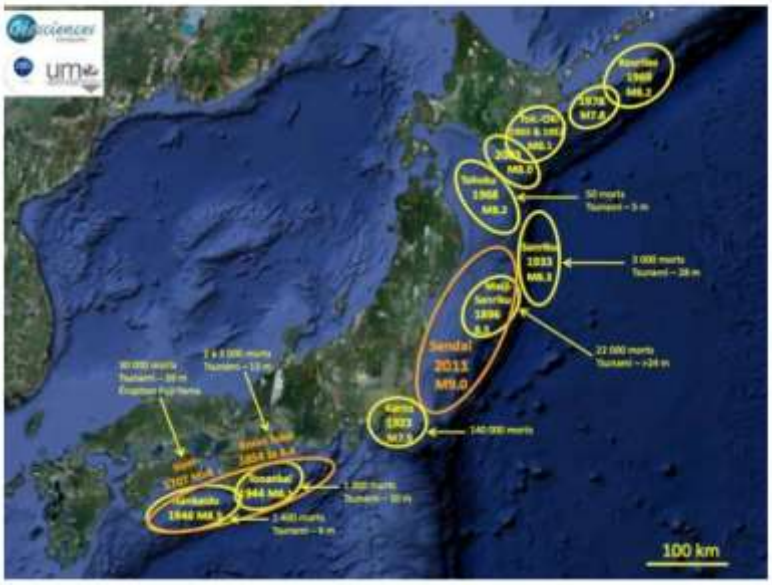
L'épicentre du séisme du 11 mars 2011 est indiqué par une croix. Il est situé en base de croûte.

fppt.com

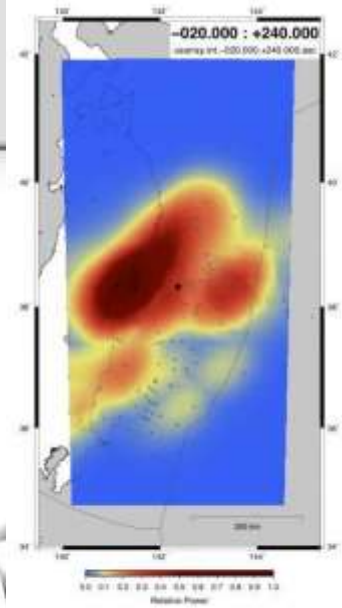
L'interférométrie radar :
À bord d'un satellite, le radar enregistre deux images de la même région à des moments différents. En comparant les images, il est alors possible de détecter les déformations du sol susceptibles de s'être produites dans l'intervalle.

Une frange correspond à un déplacement de 12cm

Zones de ruptures et magnitudes des séismes historiques au Japon rassemblées sur la base de nombreux travaux. Seuls les séismes de la façade est du Japon sont signalés. Le fond topo-bathymétrique est extrait de Google Earth. © S. Lallemand, Géosciences Montpellier (CNRS-INSU, UM2)



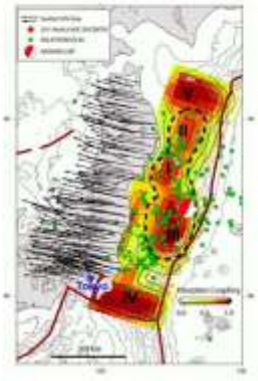
ppt.com



Première modélisation de la source par rétro-propagation des ondes P (Claudio Satriano - Sismologie IPGP). Les couleurs allant vers le violet soulignent les zones de la faille ayant généré le plus d'énergie sismique. Autres modélisations sismologiques de la source par Martin Vallée (GeoAzur) et Gavin Hayes (USGS). © IPGP.

fppt.com

Figure 10. Cartographie de l'intensité du couplage entre la lithosphère Pacifique et la lithosphère « japonaise » avant le séisme du 11 mars 2011

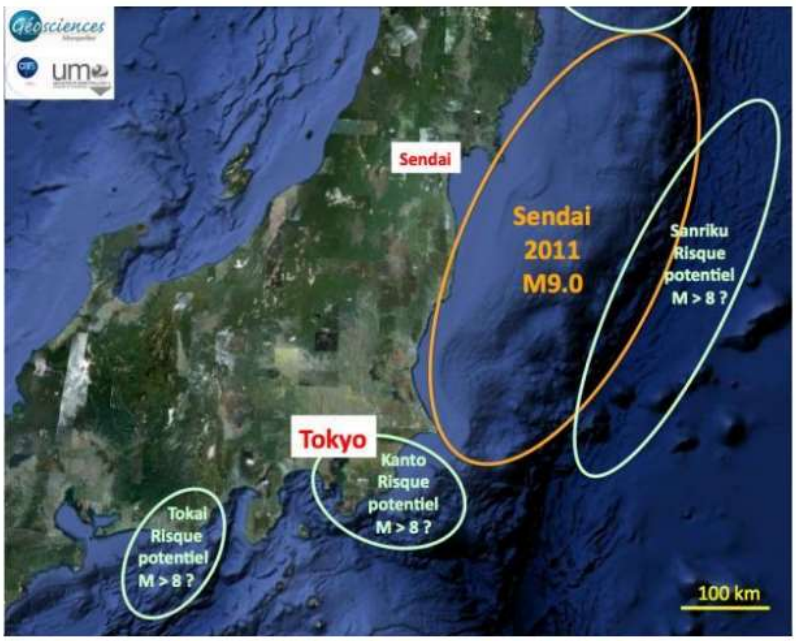


Droits réservés - © 2008 Mohamed Chlieh

Les flèches indiquent la moyenne annuelle du déplacement du Japon vers l'Ouest, déplacements mesurés par le très dense réseau de balises GPS. La différence entre cette valeur et la vitesse de la plaque Pacifique permet de calculer le degré de couplage entre les 2 plaques. Un couplage de 0 indique une absence totale de couplage : la plaque Pacifique glisse librement sous le Japon sans frottement. Un couplage de 1 indique le couplage maximal : la plaque Pacifique est complètement « collée » au Japon et ne poursuit donc son mouvement vers l'Ouest. Dans la zone au large du Japon, on voit qu'il y avait 5 zones de fort couplage, numérotées de I à V. Les cercles verts indiquent la position des répliques. Toute la zone effectivement ayant rompu au plan de faille lors du séisme du 11 mars 2011 (ellipse rouge indiquant la position du foyer, point où a commencé la rupture). On voit les zones I, II et III qui se sont rompu le 11 mars 2011. Les zones IV et V n'ont pas rompu : Ce sera pour une prochaine fois ! L'astérisque bleu indique la position de l'agglomération de Tokyo, au niveau de la zone IV, ce qui est extrêmement inquiétant.

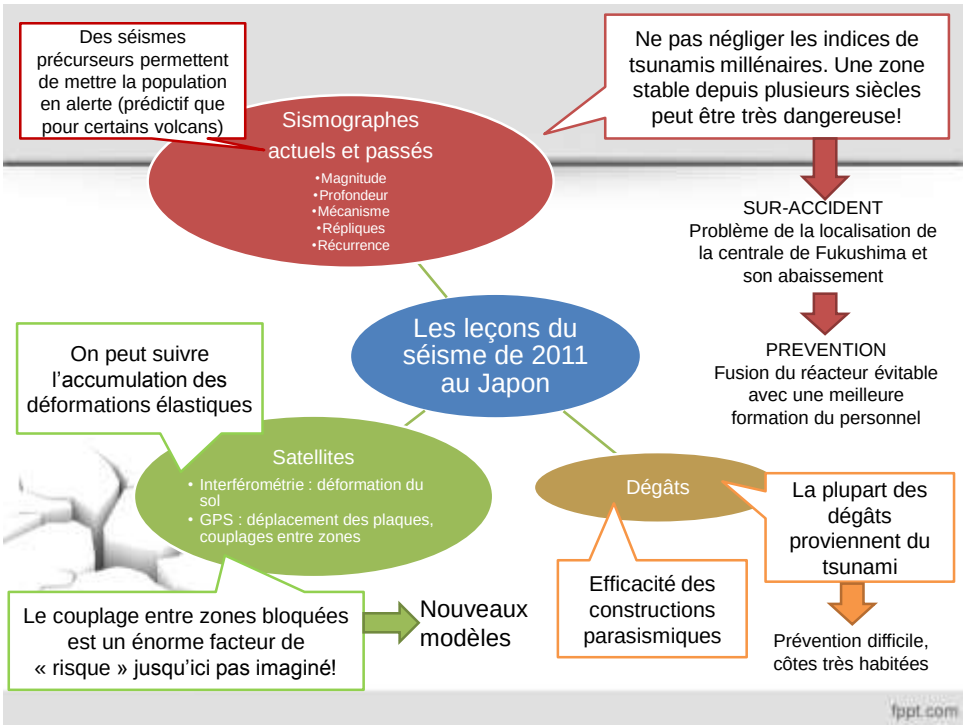
Ce modèle, utilisant des données pré-sismiques, a été calculé dans des heures suivant le séisme. Il est donc susceptible d'améliorations dans les jours / semaines qui viennent.

Source : Mohamed Chlieh, IRD – Geoazur sur le site QED, modifié



Zones de ruptures potentielles suite au séisme de Sendai d'après Serge Lallemand. Le fond topo-bathymétrique est extrait de Google Earth. © Géosciences Montpellier (CNRS-INSU, UM2)

fppt.com


Des séismes précurseurs permettent de mettre la population en alerte (prédictif que pour certains volcans)
Sismographes actuels et passés
•Magnitude
•Profondeur
•Mécanisme
•Répliques
•Récurrence
Ne pas négliger les indices de tsunamis millénaires. Une zone stable depuis plusieurs siècles peut être très dangereuse!
SUR-ACCIDENT
Problème de la localisation de la centrale de Fukushima et son abaissement
PREVENTION
Fusion du réacteur évitable avec une meilleure formation du personnel
Les leçons du séisme de 2011 au Japon
On peut suivre l'accumulation des déformations élastiques
Satellites
• Interférométrie : déformation du sol
• GPS : déplacement des plaques, couplages entre zones
Le couplage entre zones bloquées est un énorme facteur de « risque » jusqu'ici pas imaginé!
Nouveaux modèles
Dégâts
Efficacité des constructions parasismiques
La plupart des dégâts proviennent du tsunami
Prévention difficile, côtes très habitées
fppt.com