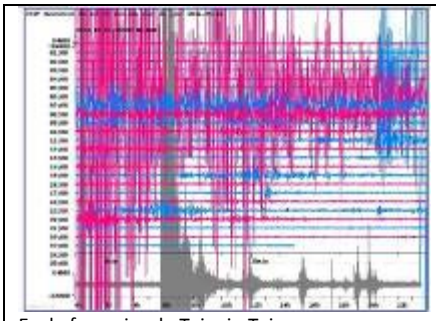
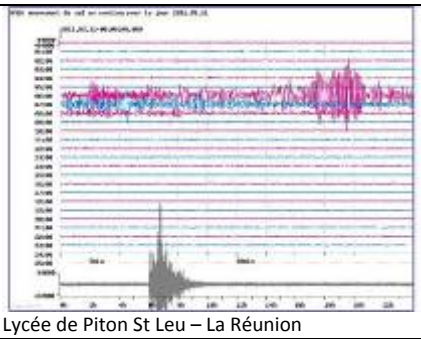
11 mars 2011 – 05h46m23s – magnitude 9,0

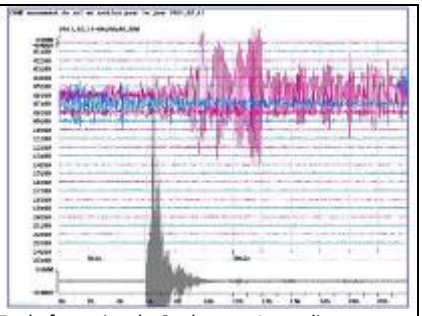
Le séisme au Japon, étudié dans le réseau « SISMOS à l'Ecole »

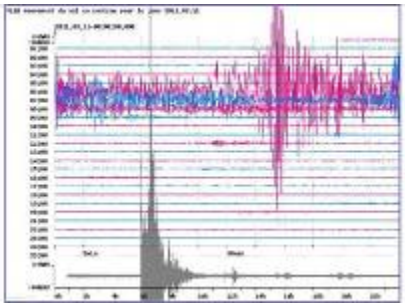
Les experts de l'Institut de géophysique américain (USGS) ont réévalué la puissance du séisme qui a secoué le Japon le 11 mars 2011, sa magnitude passant de 8,9 à 9,0. Il devient ainsi le quatrième séisme le plus puissant jamais enregistré depuis 1900.

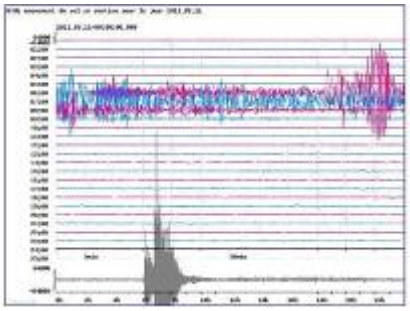
Les écrans des stations du réseau « SISMOS à l'Ecole » enregistrent en direct l'arrivée des ondes sismiques provenant du Japon.

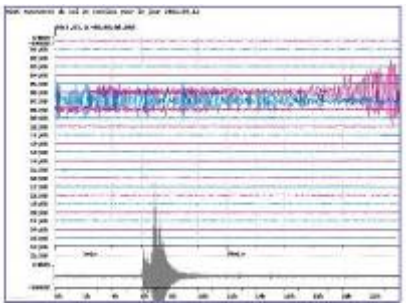

Ecole française de Taipei - Taiwan


Lycée de Piton St Leu – La Réunion


Ecole française de Canberra - Australie


Lycée français de Beyrouth - Liban


Lycée français de Quito - Equateur


Collège de Ste Luce - Martinique

Les lycéens du Centre International de Valbonne découvrent l'enregistrement de leur station avec leur référent scientifique Robert Pillet, sismologue à Géoazur.

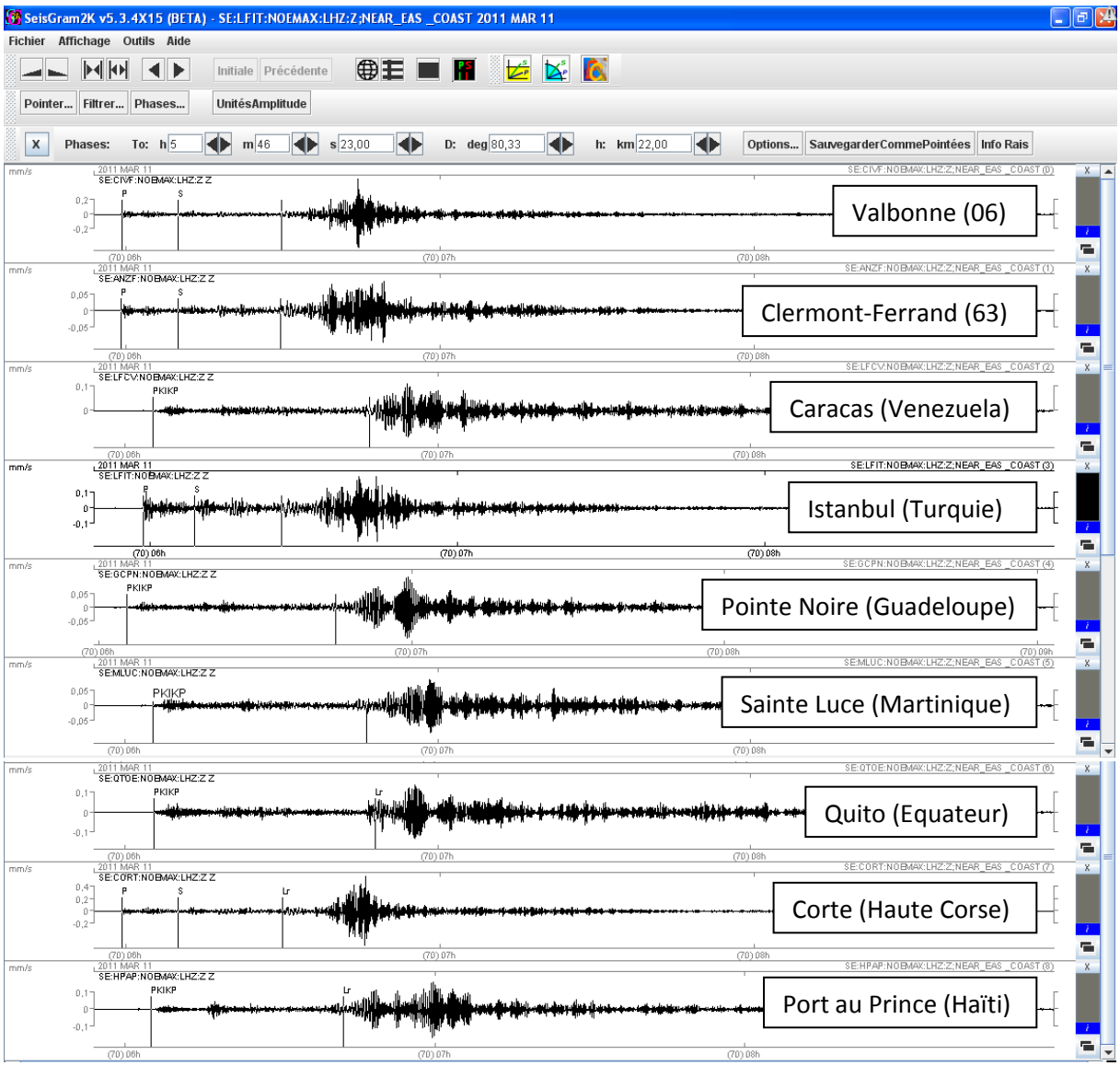
Ailleurs, des collégiens enquêtent à partir des tracés enregistrés par leur station.
Ils ont plein d'images du Japon en tête. La plupart prennent conscience de la gravité des événements. Après avoir découvert quelques caractéristiques du séisme sur www.edusismo.org, ils visualisent le début de l'enregistrement. Ils sont étonnés de constater qu'on puisse l'enregistrer de si loin.

Robert Pillet et des lycéens autour d'une station sismo

Dès le 13 mars, les données récupérées de l'ensemble des stations sont en ligne sur le site du réseau : www.edusismo.org et font l'objet d'étude dans les classes.

Affichage de quelques tracés enregistrés par le réseau

La très grande majorité des stations ont enregistré le passage des ondes sismiques générées par le séisme de forte magnitude. Les données sont téléchargeables sur le site web.



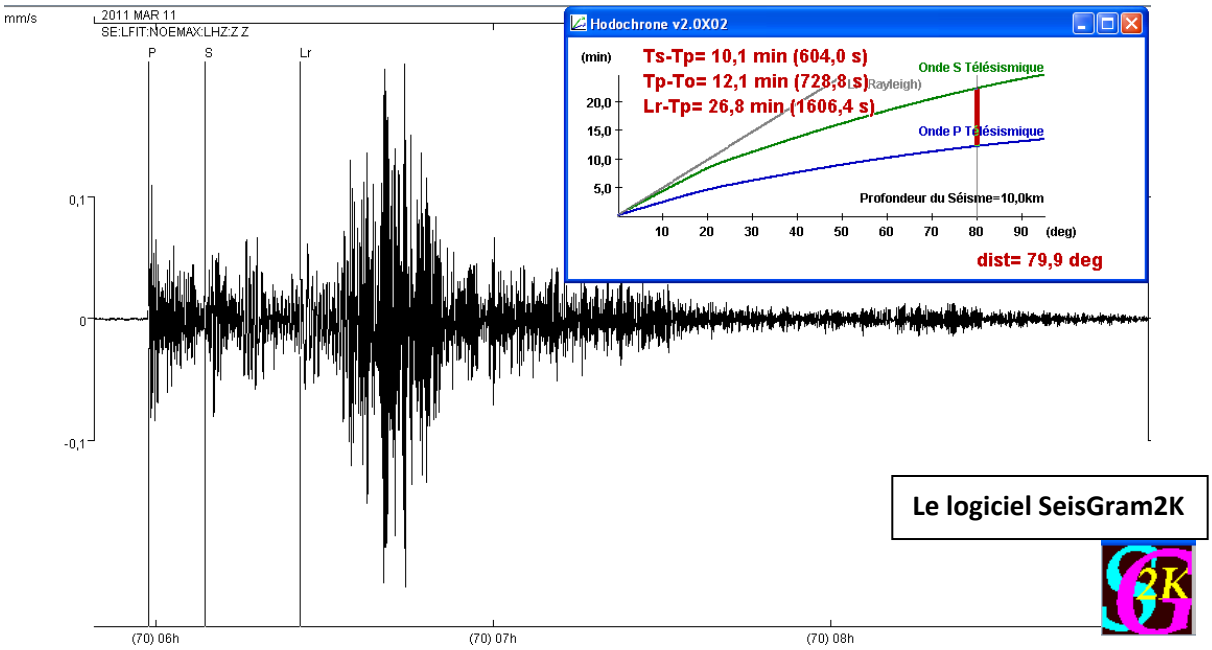
Le séisme du japon étudié dans le réseau « SISMOS à l'Ecole » - « Sciences à l'Ecole »

Des travaux se mettent en place dans les établissements autour de la localisation de l'épicentre, du parcours des ondes de surface à la surface du globe, de la mise en évidence du noyau terrestre à l'origine d'une zone d'ombre … Ces travaux sont conduits à partir des données enregistrées et récupérées sur le serveur.

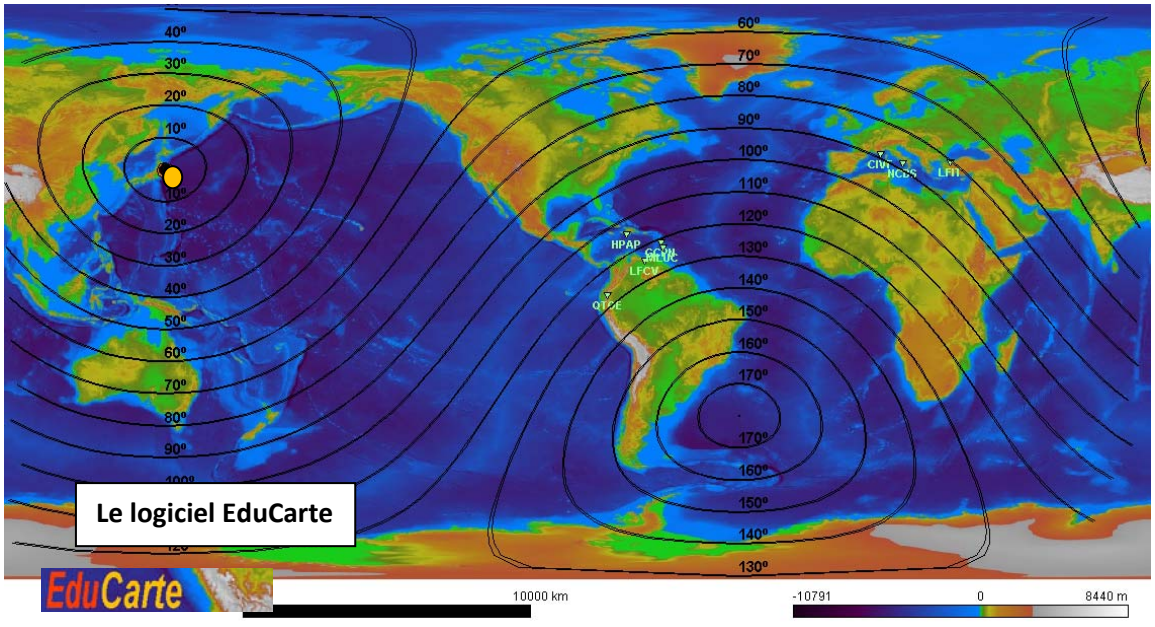
Localiser l'épicentre

Un travail de localisation est possible en déterminant la distance qui sépare chaque station de l'épicentre. Pour cela, on se base sur le délai entre l'arrivée des ondes de volume P et S. **Les outils du « SISMOS à l'Ecole » (logiciels SeisGram2K et EduCarte)** sont alors d'une aide précieuse.

- **Première étape :** Repérage des temps d'arrivée des ondes sismiques sur les enregistrements, puis utilisation d'un modèle de vitesse des ondes (hodochrone).

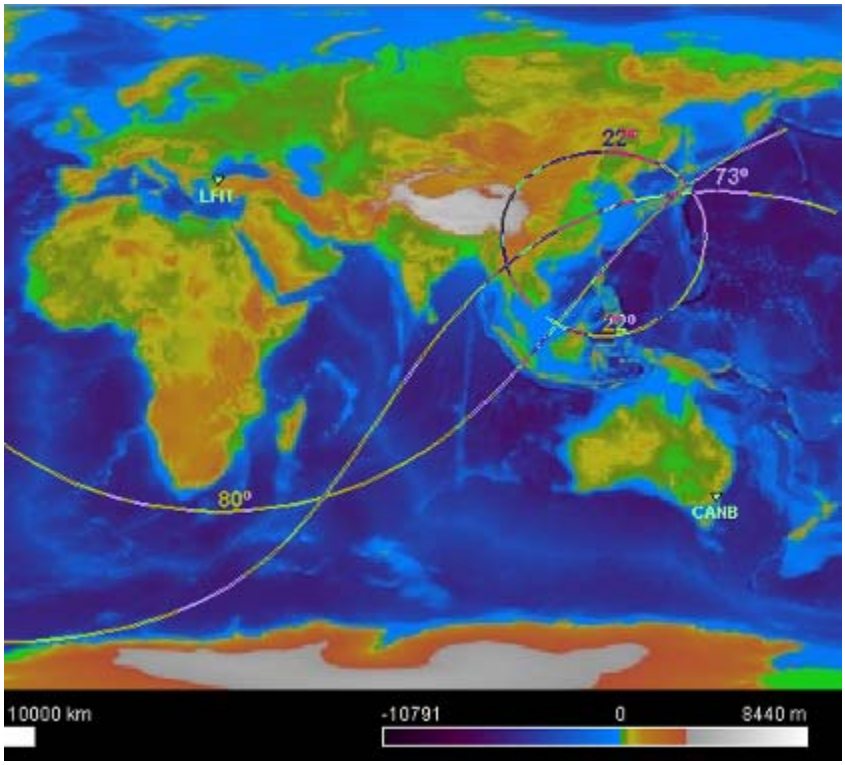


- **Seconde étape :** Distance épicentrale pour chaque station étudiée et localisation de l'épicentre.



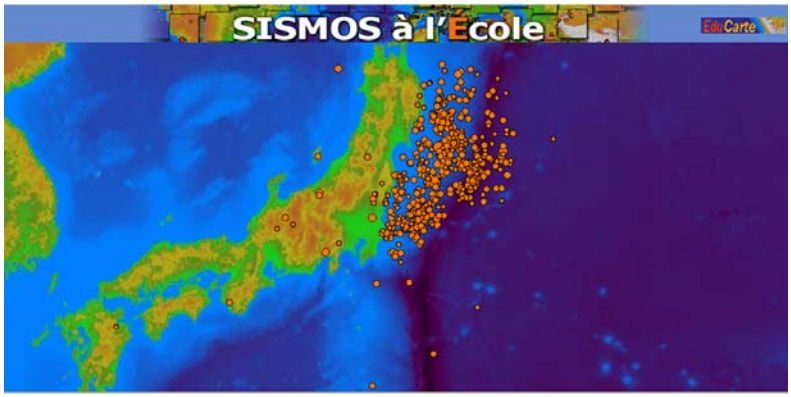
Le séisme du japon étudié dans le réseau « SISMOS à l'Ecole » - « Sciences à l'Ecole »

La méthode des cercles n'est pas la plus indiquée pour les séismes lointains, mais elle est pédagogique : la distance épicentrale des trois stations de Taipei, Canberra et Istanbul est déterminée sur l'hodochrone, puis l'on trace les trois cercles centrés sur ces stations et de rayon égal à la distance épicentrale : ils se croisent au niveau de l'épicentre.



Localisation de l'épicentre du séisme majeur du 11 mars 2011 par la méthode des cercles à partir des enregistrements des stations de Taipei, Istanbul et Canberra.

De très nombreuses répliques sont enregistrées dans les heures et les jours suivants. L'exercice se répète.

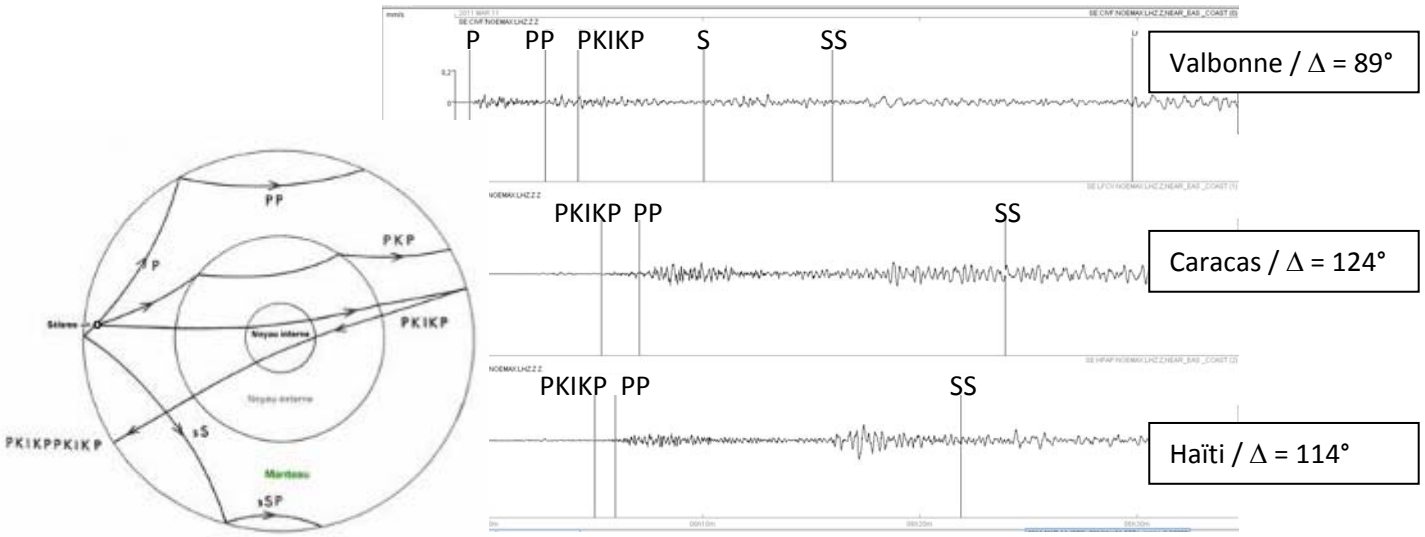


Séismes enregistrés entre le 11 mars et le 14 mars 2011

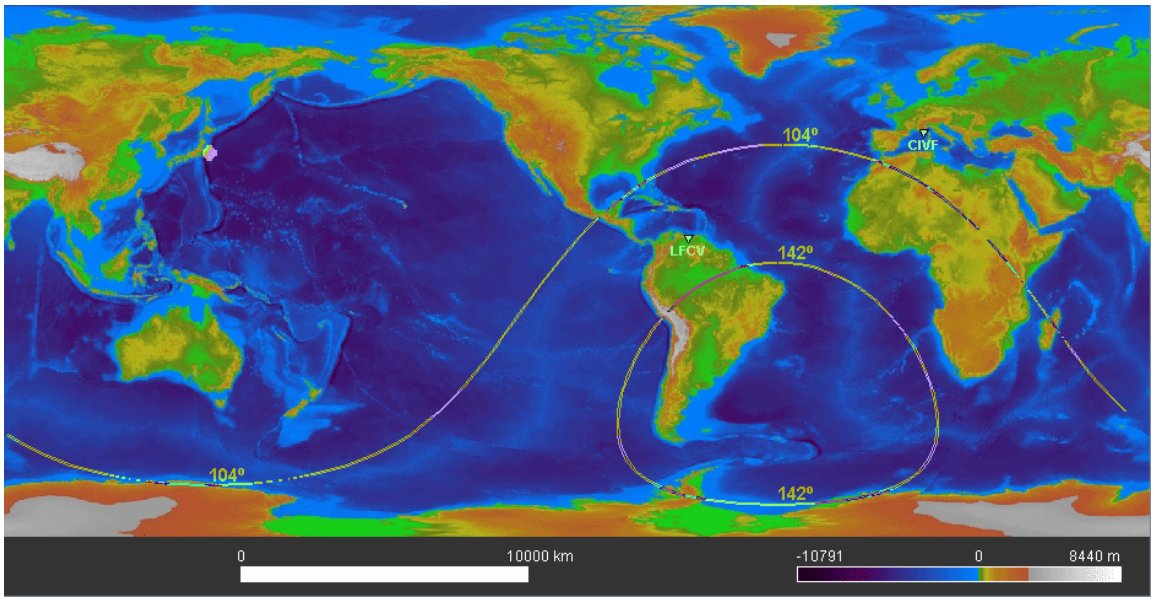
La propagation des ondes

Les lycéens s'intéressent à l'arrivée des différentes ondes sismiques : les ondes de volume (ayant traversé l'intérieur du globe) et les ondes de surface circulant sur la croûte terrestre.

- **Premier temps :** on repère l'arrivée des divers trains d'ondes en utilisant des modèles de vitesse pour des stations plus ou moins distantes de l'épicentre.



On constate des différences dans les ondes enregistrées par les différentes stations en fonction de leur localisation sur le globe. Alors que la station de Valbonne reçoit des ondes « directes » (P, S), les stations d'Haïti et de Caracas, situées à plus de 105° de la source sismique, ne les reçoivent pas, car les ondes P sont réfractées dans le noyau externe et les ondes S ne s'y propagent pas : seules apparaissent sur les enregistrements des ondes « indirectes », réfléchies en surface (PP, SS), ou des ondes réfractées dans le noyau externe et la graine (PKIKP). La structure de la Terre en couches concentriques induit l'existence de cette « zone d'ombre », entre 105° et 142° de l'épicentre, que l'on délimite dans Educarte (image ci-dessous : l'épicentre du séisme est repéré par un cercle, les stations de Valbonne et de Caracas sont pointées). Une vidéo explicative est disponible sur le site Edusismo.



La zone d'ombre du séisme du 11 mars 2011 : la station de Caracas s'y trouve, mais pas celle de Valbonne.

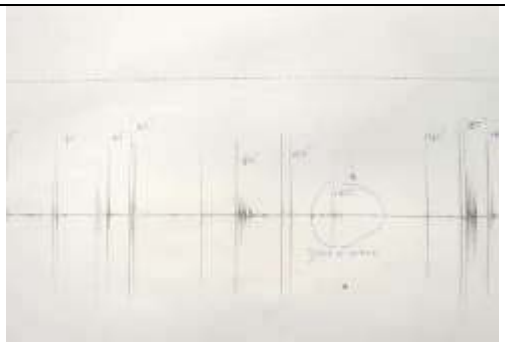
Le séisme du japon étudié dans le réseau « SISMOS à l'Ecole » - « Sciences à l'Ecole »

- **Second temps :** des travaux innovants pour modéliser la zone d'ombre mise en évidence avec la réception des ondes sismiques. Les élèves créent des ondes avec des microphones et les enregistrent après qu'elles se sont propagées à travers un modèle de Terre.

Présentation d'un modèle de Terre

de l'extérieur vers l'intérieur

Des chocs provoqués et enregistrements des ondes transmises

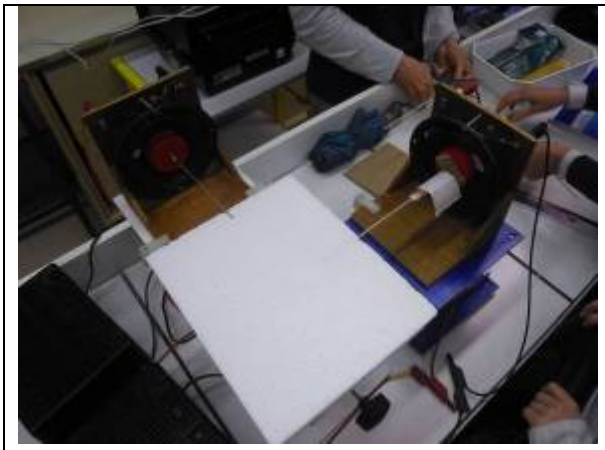


Analyse des enregistrements, mise en évidence d'une zone d'ombre

Vulnérabilité des bâtiments

Les images de destructions diffusées par les médias demandent des explications. On aborde alors le problème de la vulnérabilité des bâtiments à l'aide de tables vibrantes simples.

Construction des tables vibrantes, mise en évidence du mouvement de modèles de bâtiments représentés par des spaghettis en fonction de divers paramètres comme la fréquence du mouvement du sol, la répartition des masses sur les bâtiments …



Construction d'une table vibrante à deux composantes

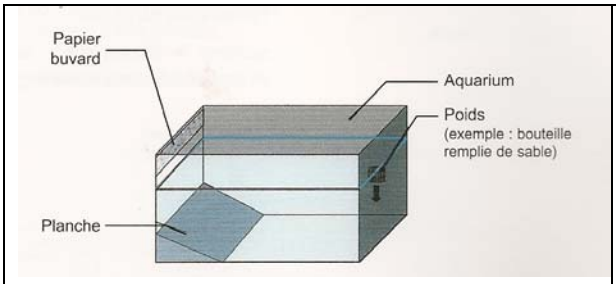
Mesures de fréquence de résonance

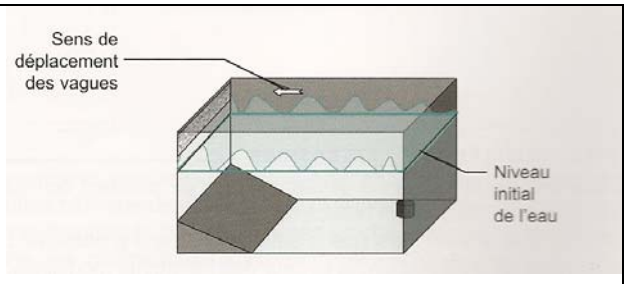
Alerte tsunami

Les images des destructions causées par le tsunami ont ému les élèves. Au delà des aspects scientifiques, les élèves du réseau n'ont jamais perdu de vue le drame qui s'est joué et se joue encore au Japon. L'éducation au risque sismique est un objectif majeur de l'opération « SISMOS à l'Ecole ». Les établissements du Sud de la France, ceux des Antilles, ainsi que les établissements français à l'étranger situés en zone sismique, sont particulièrement concernés.

La succession des évènements lors de ce séisme tsunamigène a été l'occasion de reprendre une activité présentée dans le **cahier d'activités du SISMO**, édité par le CRDP de Nice.

Après étude d'images satellitales du territoire touché par le tsunami, on s'efforce de modéliser la genèse d'un tsunami par une rupture de la lithosphère océanique et/ou un mouvement gravitaire. On voit ci-dessous un montage qui permet de reproduire l'augmentation d'amplitude des ondes à l'approche des côtes.





D'après cahier d'activités du sismo – p.41 – CRDP NIce