



Sismo

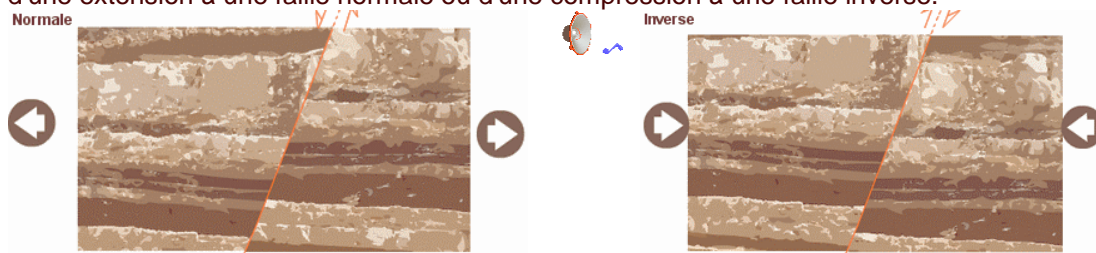
*Comme les tambours
Qui dansent sur la terre*

San Salvador
B.Lavilliers

Mots clés : faille, séisme, onde S, onde P, sismographe, épicentre

Les failles

Lors des mouvements tectoniques, des tensions se créent dans ou entre les plaques. Lorsque les contraintes accumulées sont trop fortes une rupture peut donner lieu selon qu'il s'agit d'une extension à une faille normale ou d'une compression à une faille inverse.



Cliquer sur les flèches → pour exécuter les animations ci-dessus.

L'énergie libérée lors de la rupture se propage dans la plaque sous forme d'ondes se traduisant sur leur passage en un lieu par des vibrations d'amplitudes plus ou moins grandes : c'est le séisme.

La preuve sur l'image ci-contre :



Le sismographe :

Principe de fonctionnement :

Il est facile de faire trembler l'écran de l'ordinateur mais il n'est pas aussi facile de produire un tremblement de terre ! Pour illustrer le principe de fonctionnement d'un sismographe nous utiliserons l'applet ci-dessous.



(L'applet originale est à : http://www.ifg.tu-clausthal.de/java/seis/sdem_how-d.html)

Le matériel représenté à droite est constitué :

- d'une masse m accrochée à un ressort c qui est un **oscillateur**


- d'un dispositif d'**amortissement** constitué d'une tige plongeant dans un fluide visqueux **d**

L'ensemble est suspendu à un support rigide solidaire du sol **w**


Tout mouvement du sol entraîne des oscillations **forcées** de la masse par rapport au support qui sont enregistrées en **D** : variable **-x** .

La vitesse de la masse est enregistrée par un dispositif convenable en **V** : variable **-x'**.

Provoquer un tremblement de terre en appuyant sur START (MODE CONT) et observer les mouvements du sol, de la masse / support, de l'ensemble $w + x$ ainsi que la vitesse de la masse.

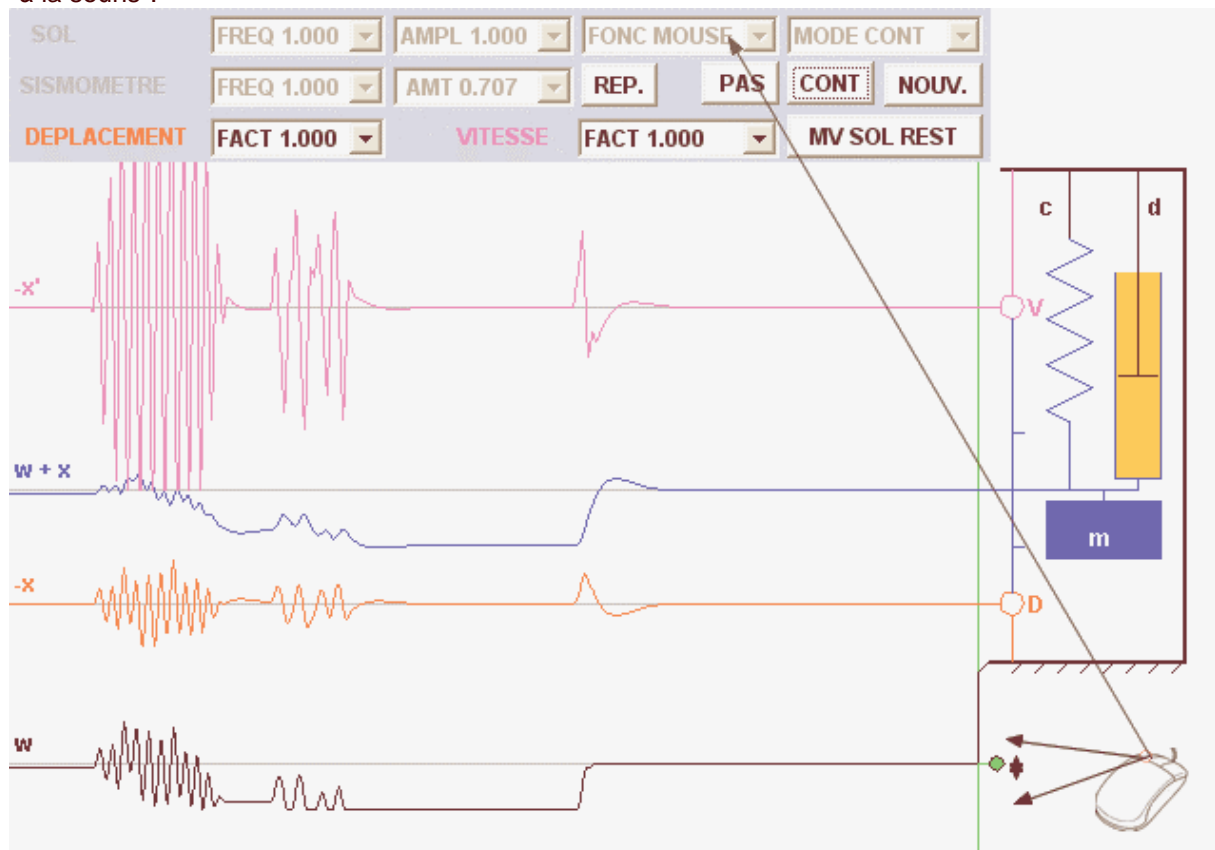
 Dans le tableau ci-dessous, rappeler la signification des différentes lettres représentées sur l'applet :

m	<input type="text"/>
D	<input type="text"/>
d	<input type="text"/>
v	<input type="text"/>
x'	<input type="text"/>
V	<input type="text"/>
w	<input type="text"/>
x	<input type="text"/>
w + x	<input type="text"/>

 Faire varier différents paramètres amortissement (AMT) , amplitude (AMPL) et les facteurs multiplicateurs de la fréquence et de l'amplitude (FACT) pour réaliser différents modes de fonctionnement du sismographe. Observer.

Rechercher des valeurs aberrantes qui, par exemple, font cogner la masse au support.

Revenir aux valeurs initiales de l'applet (voir ci-dessous) et provoquer un tremblement du sol "à la souris".





L'image ci-contre représente un prototype élémentaire de sismomètre.

✎ Mettre à leur place, sur cette image, en les faisant glisser les lettres **c**, **m**, **d**, **w** dont la signification est donnée plus haut.

Sur ce modèle, il manque les capteurs pour enregistrer le mouvement.

Un modèle de capteur est constitué d'une bobine devant laquelle se déplace un aimant solidaire de la masse en mouvement. L'ensemble enregistre la vitesse de mouvement du sol : on a réalisé un vélocimètre.

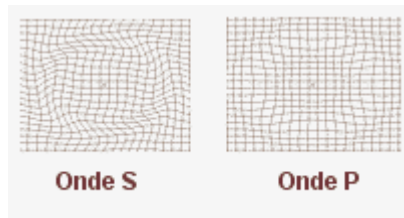
D'autres modèles permettent d'enregistrer l'accélération (accéléromètres).

Bref, on peut par différentes méthodes, enregistrer les mouvements du sol.

Les mouvements du sol :

On observe deux modes principaux de vibration du sol

- l'un correspond à des ondes de volume longitudinales appelées **ondes P** (pour primaires)
- l'autre correspond à des ondes transversales appelées **ondes S** ou secondaires



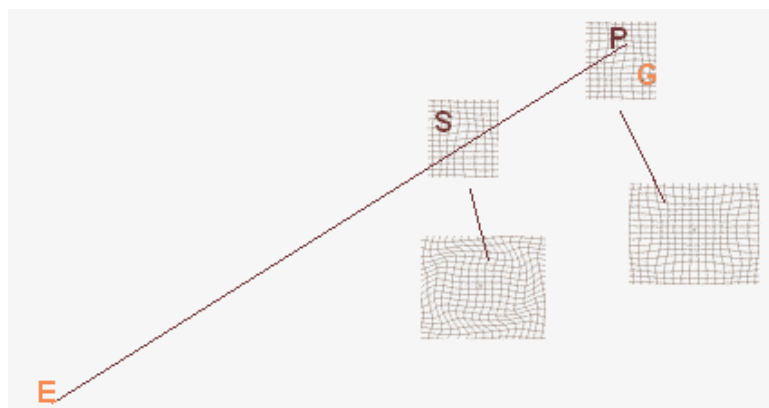
(Source Wikipédia)

Les **ondes P**, les plus rapides arrivent les premières : leur vitesse est de **6 km/s** et elles se propagent $\sqrt{3}$ fois plus vite que les **ondes S**.

✎ Quelle est la vitesse des **ondes S**?

Les ondes P et S ne se propagent pas à la même vitesse : elles arrivent décalées au sismomètre qui enregistre ce décalage sur le sismogramme.

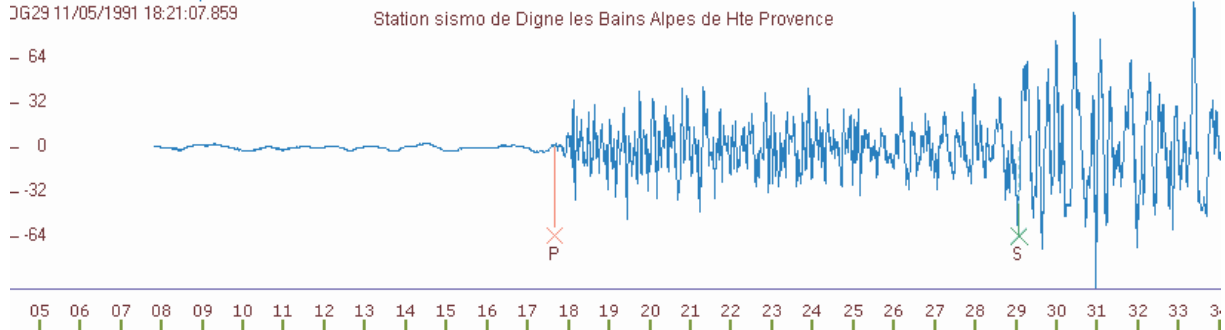
Les deux types d'ondes sont émis d'un point appelé **épicentre E** et reçues en un point le **sismographe G**.



Soit t_{PS} le décalage temporel entre les ondes P et S, montrer que la distance EG est telle que :

$$EG = \frac{6}{\sqrt{3}-1} t_{PS}$$

L'image ci dessous montre un sismogramme enregistré à Digne (Alpes) :



L'échelle horizontale est l'échelle des temps. Le début de l'onde P et celui de l'onde S apparaissent décalés.

Quel est le décalage temporel t_{PS} ?

Quelle distance EG sépare Digne de l'épicentre E du séisme?

Le résultat de ce calcul permet de tracer un cercle dont le centre est Digne et le rayon EG.

Sur le cercle, se trouve l'épicentre du séisme.

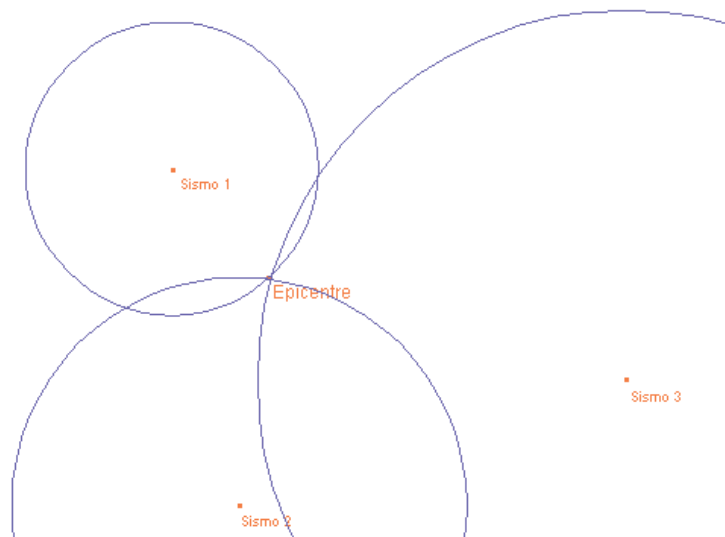


En procédant de même pour deux autres stations, on peut tracer trois cercles dont l'intersection situe l'épicentre du séisme.

Dans l'applet ci contre déplacer à la souris, les différentes stations sismo et/ou l'épicentre. Faire varier le rayon des cercles de façon à ce que l'épicentre soit toujours à l'intersection des cercles.

Montrer les limites de cette méthode en schématisant une situation où la position de l'épicentre est mal déterminée.

A quelle condition sur la position des sismo, l'épicentre est-il situé avec une bonne précision?

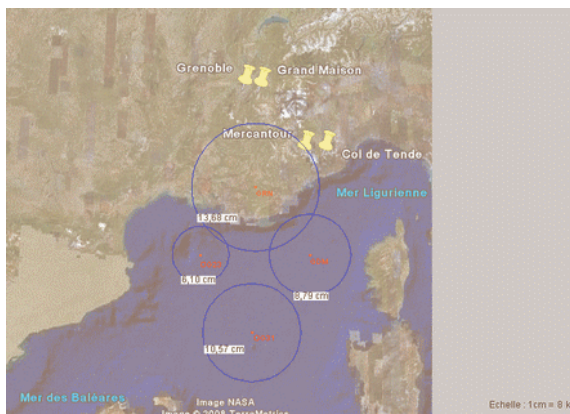


Une situation réelle :



Ouvrir le fichier Excel ci-contre et compléter en calculant le décalage temporel t_{PS} et la distance EG pour les quatre stations sismiques Mercantour (OG31), Col de Tende (OG23), Grenoble (GRN) et Grand Maison (GDM).

Déplacer dans l'applet ci-contre les stations pour les mettre à leurs places. Faire varier les rayons de cercles suivant l'échelle, à partir des données de la feuille Excel, pour situer l'épicentre du séisme



Observer **en temps réel** : le réseau sismo des Ecoles (<http://www.edusismo.org/ecoute.asp>)
Le lycée Paul Valéry de Sète propose une observation des données de la station

SPVF : <http://sismo.lyc-valery-sete.ac-montpellier.fr/>

Cliquer sur l'image ci-contre puis sur canaux à 10Hz

Pour la station de SPVF les données suivantes sont disponibles:

- Les tracés en temps réel:
 - [Les canaux à 10Hz](#)
 - [Les canaux à 50Hz](#)

(Copie d'écran partielle)

Dans la fenêtre qui s'ouvre (l'applet merveilleuse SeisGram2k d'Anthony Lomax), observer les mouvements du sol verticaux Z (BHZ), selon un axe Nord -Sud (BHN) ou Est Ouest (BHE)



Rien à faire de plus que de se laisser bercer par les mouvements de la Terre ...

Matériel : masse accrochée à un ressort (bâti lourd) avec amortissement, ordinateur (Java), connexion Internet