



Sismo

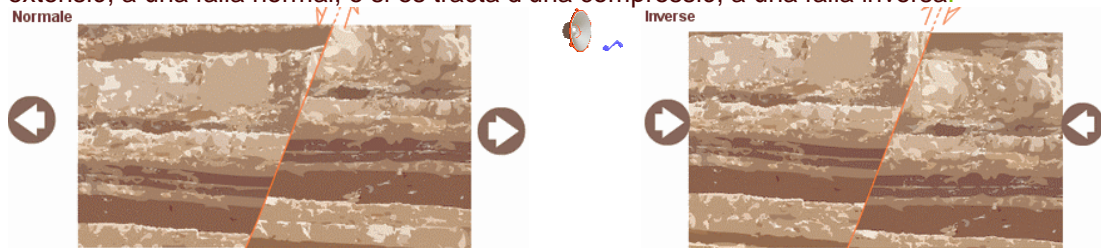
Com els tambors
Que dansen damunt la terra

San Salvador
B.Lavilliers

Mots clau: falla, sisme, ona S, ona P, sismògraf, epicentre

Les falles

Arran dels moviments tectònics, es creen tensions dins o entre les plaques. Quan les tensions acumulades són massa fortes una ruptura pot donar lloc, si es tracta d'una extensió, a una falla normal, o si es tracta d'una compressió, a una falla inversa.



Fer clic sobre les fletxes → per executar les animacions de sota.

L'energia alliberada en el moment de la ruptura es propaga per la placa en forma d'ones que es tradueixen, en passar per un lloc, en vibracions d'amplitud més o menys gran: és el sisme.

La demostració es troba a la imatge del costat:



El sismògraf:

Principi de funcionament:

És fàcil fer tremolar la pantalla de l'ordinador però no és tan fàcil produir un terratrèmol! Per il·lustrar el principi de funcionament d'un sismògraf utilitzarem l'aplicació de sota.



(L'aplicació original es troba a: http://www.ifg.tu-clausthal.de/java/seis/sdem_how-d.html)

El material representat a la dreta està constituït per:

- una massa m enganxada a una molla c que és un **oscil·lador**

- un dispositiu d'**amortiment** constituït per una tija submergida en un fluid viscos **d**

El conjunt està penjat en un suport rígid fixat al sòl **w**


Qualsevol moviment del sòl comporta oscil·lacions **forçades** de la massa respecte al suport que estan registrades en l'apartat **D**: variable **-x**.

La velocitat de la massa està enregistrada per un dispositiu adequat en **V**: variable **-x'**.

Provocar un terratrèmol pitjant sobre START (MODE CONT) i observar els moviments del sòl, de la massa / suport, del conjunt $w + x$ així com la velocitat de la massa.

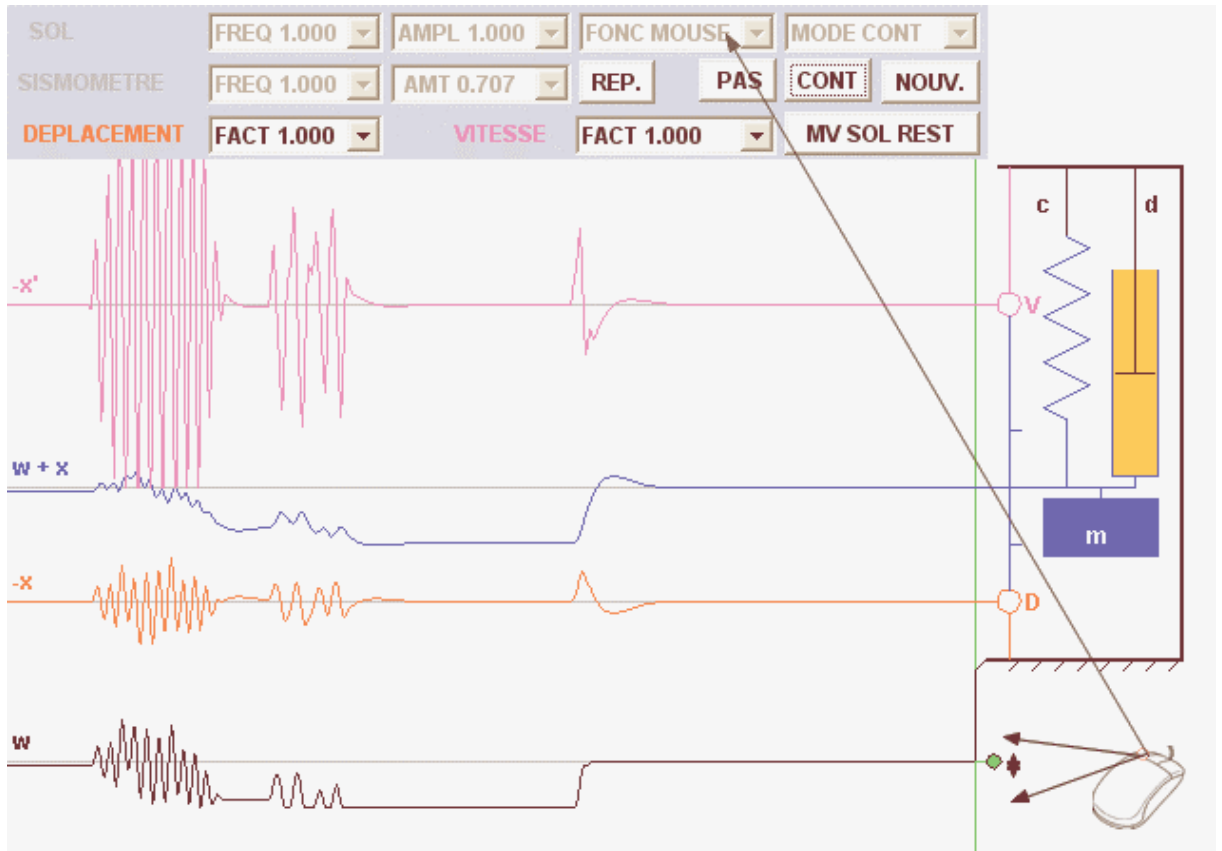
 En la següent taula, anotar el significat de les diferents lletres representades en l'aplicació:

m	
D	
d	
v	
x'	
V	
w	
x	
w + x	

 Fer variar diferents paràmetres com l'esmoreïment (AMT), l'amplitud (AMPL) i els factors multiplicadors de la freqüència i de l'amplitud (FACT) per practicar diferents maneres de funcionament del sismògraf. Observar.

Cercar valors equivocats que ocasionin, per exemple, que la massa colpegi el suport. Retornar als valors inicials de l'aplicació (veure a sota) i provocar un terratrèmol del sòl

"al ratolí".





La imatge del costat representa un prototip elemental de sismòmetre.

✎ Situar al seu lloc, arrossegant sobre aquesta imatge, les lletres **c**, **m**, **d**, **w**, el significat de les quals s'ha donat més amunt.

En aquest model, falten els captadors per registrar el moviment.

Un model de captador està format per una bobina davant la qual es desplaça un imant fixat a la massa en moviment. El conjunt enregistra la velocitat de moviment del sòl: es tracta d'un velocímetre.

Hi ha d'altres models que permeten enregistrar l'acceleració (acceleròmetres).

En resum, podem enregistrar els moviments del sòl per diferents mètodes.

Els moviments del sòl:

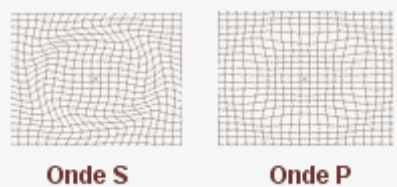
Es poden observar dos modes bàsics de vibració del sòl

primàries)

- un correspon a ones de volum longitudinals anomenades **ones P** (de

secundàries

- l'altre correspon a ones transversals anomenades **ones S** o



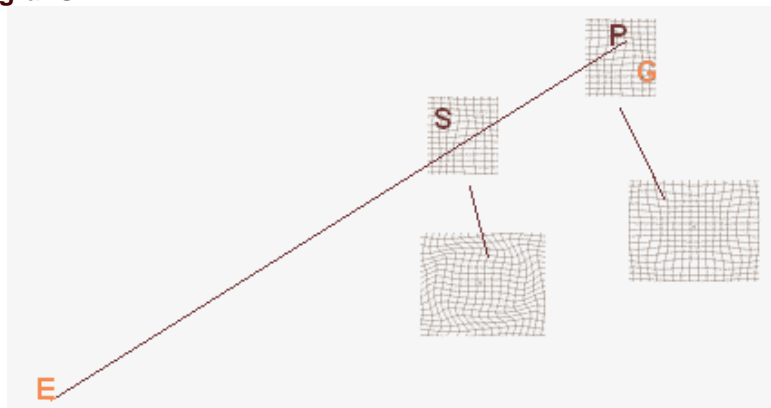
(Font Wikipèdia)

Les **ones P**, les més ràpides, arriben les primeres: la seva velocitat és de **6 km/s** i es propaguen $\sqrt{3}$ vegades més ràpid que les **ones S**.

✎ Quina és la velocitat de les **ones S**?

Les ones P i S, en no propagar-se a la mateixa velocitat, arriben decalades al sismòmetre, que enregistra aquest decalatge en el sismograma.

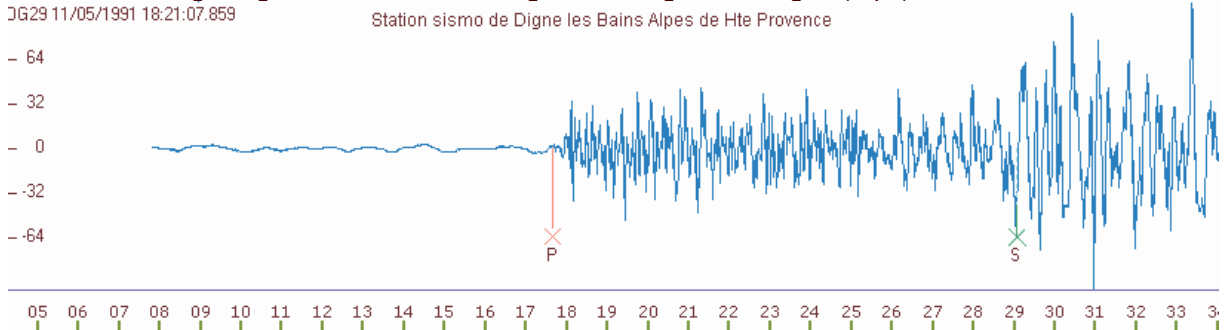
Els dos tipus d'ones són emesos des d'un punt anomenat **epicentre E** i rebudes en un punt, el **sismògraf G**.



Si t_{PS} és el decalatge temporal entre les ones P i S, demostrar que la distància EG és tal que :

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

La imatge següent mostra un sismograma enregistrat a Digne (Alps):



L'escala horitzontal és l'escala del temps. L'inici de l'ona P i el de l'ona S apareixen decalats.

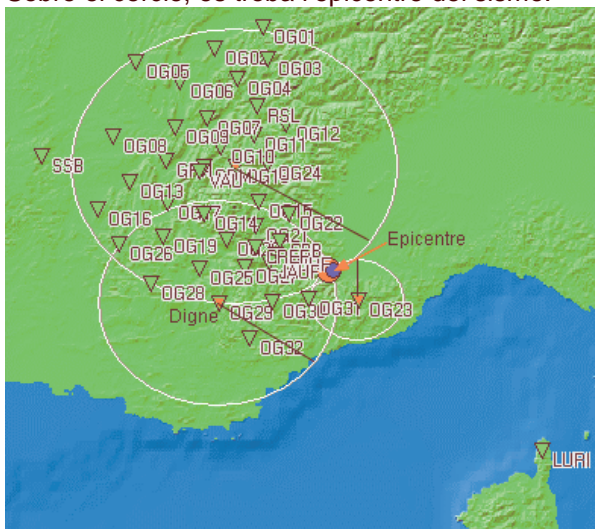
Quin és el decalatge temporal t_{PS} ?

Quina distància EG separava Digne de l'epicentre E del sísmo?

El resultat d'aquest càlcul permet traçar un cercle del qual el centre és Digne i el radi EG.

EG.

Sobre el cercle, es troba l'epicentre del sísmo.

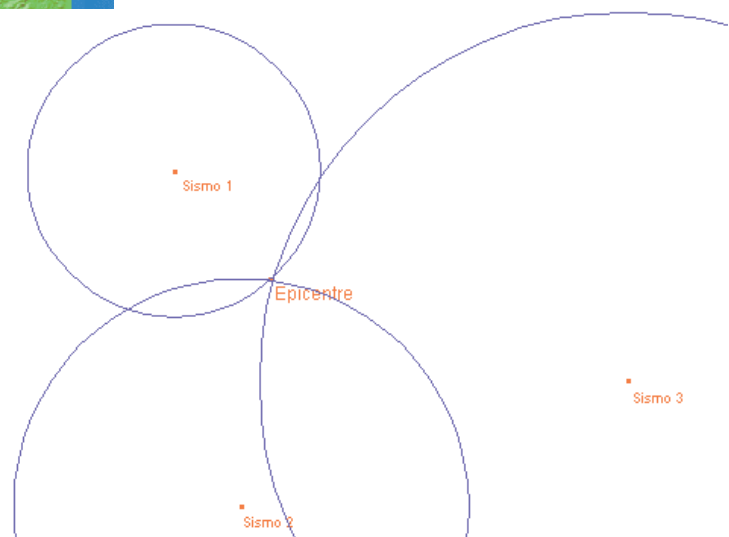


Procedint de la mateixa manera per dues altres estacions, podem traçar tres cercles la intersecció dels quals situa l'epicentre del sísmo.

Sobre l'aplicació del costat desplaçar amb el ratolí, les diferents estacions sísmiques i/o l'epicentre. Variar el radi dels cercles de manera que l'epicentre estigui sempre en la intersecció dels cercles.

Mostrar els límits d'aquest mètode fent l'esquema d'una situació on la posició de l'epicentre estigui mal determinada.

A quina condició sobre la posició de les estacions sísmiques, l'epicentre està situat amb una bona precisió?

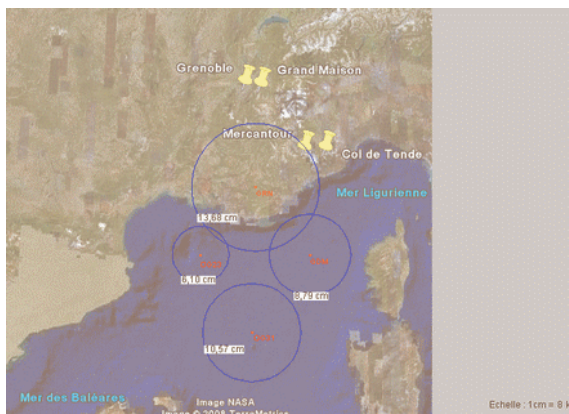


Una situació real:



Obrir el fitxer Excel del costat i completar-lo tot calculant el decalatge temporal t_{PS} i la distància EG per les quatre estacions sísmiques: Mercantour (OG31), Col de Tende (OG23), Grenoble (GRN) i Grand Maison (GDM).

Desplaçar sobre l'aplicació del costat les estacions per posar-les als seus llocs. Fer variar els radis dels cercles seguint l'escala, a partir de les dades del full Excel, per situar l'epicentre del sísmes



Observar **en temps real**: la xarxa sismològica de les Escoles

(<http://www.edusismo.org/ecoute.asp>)

El lycée Paul Valéry de Sète proposa una observació de les dades de l'estació

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

Fer clic damunt la imatge del costat i després sobre el canals a 10Hz

Pour la station de SPVF les données suivantes sont disponibles:

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

Cliquer

(Copie d'écran partielle)

A la finestra que s'obre (l'estupenda aplicació SeisGram2k d'Anthony Lomax), observar els moviments verticals del sòl Z (BHZ), segons un eix Nord-Sud (BHN) o Est-Oest (BHE)



Res més que deixar-se gronxar pels moviments de la Terra ...

Material: massa enganxada a un ressort (fixació sòlida) amb esmorteïment, ordinador (Java), connexió a Internet