

# Séismes : enregistrer simultanément les contraintes et les ondes sismiques sur un modèle analogique de faille.

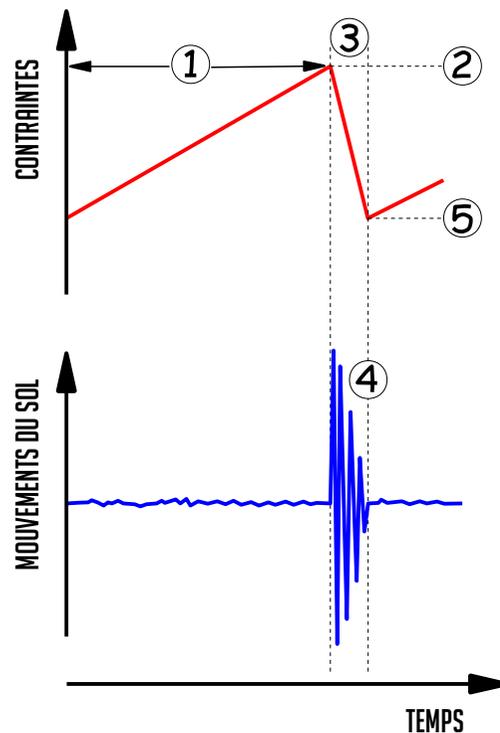
Sciences de la Vie et de la Terre. Cycle central, classe de 4<sup>ème</sup>

Extrait du Bulletin officiel spécial n° 6 du 28 août 2008 :

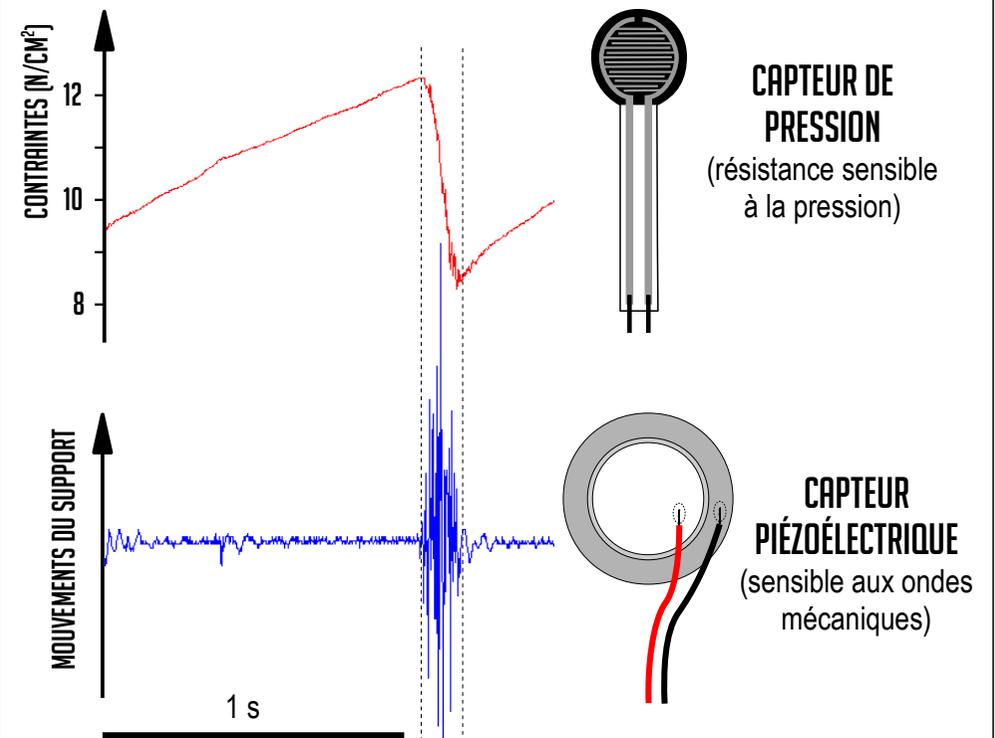
"Des **contraintes** s'exerçant en permanence sur les roches conduisent à une **accumulation d'énergie** qui finit par provoquer leur rupture. Le foyer du séisme est le lieu où se produit la rupture. A partir du foyer, la déformation se propage sous forme d'**ondes sismiques**."

## Interprétation du programme (courbes théoriques)

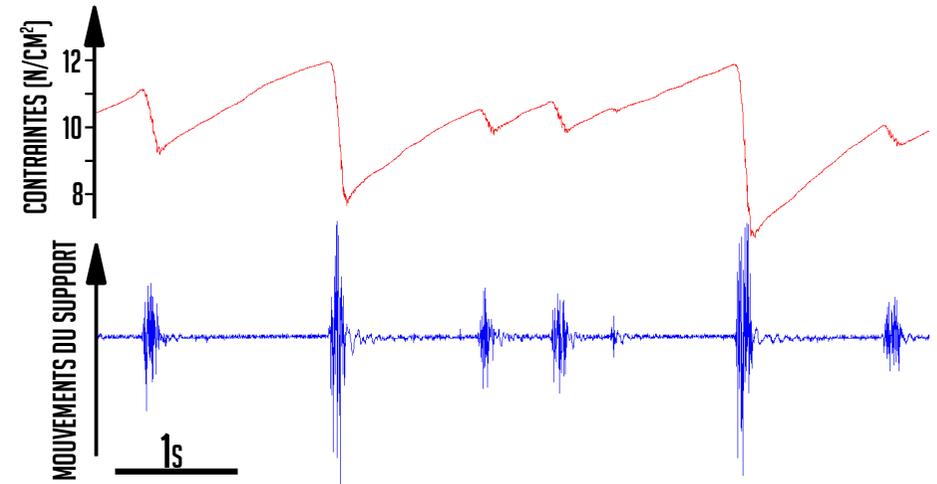
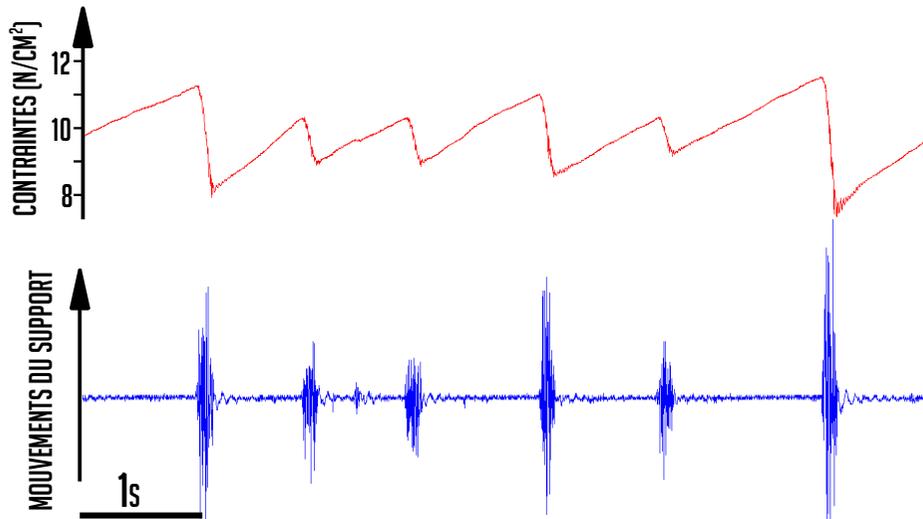
- ① → **accumulation d'énergie** sous l'effet des **contraintes** (déformation élastique des roches)
- ② → le **seuil de rupture des roches** est atteint au niveau du **foyer**
- ③ → **libération de l'énergie** accumulée ...
- ④ → ... sous forme d'**ondes sismiques** : **propagation de la déformation élastique**, mouvements du sol
- ⑤ → les **contraintes** restent non nulles, elles **s'exercent en permanence sur les roches**



## Enregistrements obtenus



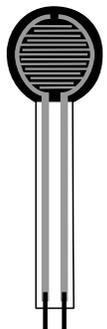
# 1. Exemples d'enregistrements obtenus.



Ces enregistrements permettent de comprendre la récurrence pseudo-périodique des séismes (cycles sismiques) ainsi que la relation entre les quatre paramètres suivants : temps de charge de la faille, seuil de résistance des roches au foyer, chute des contraintes et magnitude du séisme.

*Remarque : dans ce document, je ne développe pas l'aspect pédagogique (progression du cours et exploitation des résultats).*

# 2. Les capteurs et l'interface.



## CAPTEUR DE PRESSION

(Interlink Electronics FSR-402)  
Surface active : 1,7 cm<sup>2</sup>  
12,95 € sur conrad.fr

Connecté à l'interface (port ext1, ext2 ou ext3) via un connecteur RJ10.

Connecteur modulaire mâle RJ10 4P4C (0,30 €)  
→ connexion à l'interface

Potentiomètre ajustable 1kOhm (0,45 €)  
→ calibrage du capteur



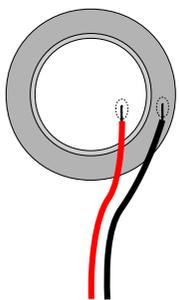
Prix constatés en mars 2013

- ①
- ②
- ③
- ④

- ① : entrée du signal
- ② : terre
- ③ : /
- ④ : alimentation

Cordon RJ11 = câble plat 4 fils pour téléphone (1,95 € / 3 m)  
→ liaison

Outillage spécial :  
Pince à sertir pour connecteurs RJ9 ou RJ10 (10 € sur lextronic.fr)



## CAPTEUR PIÉZOÉLECTRIQUE

(35 mm, fréquence de résonance : 2900 Hz  
référence : Epz-35Ms29 190070)  
0,95 € sur conrad.fr

Connecté à l'interface (port scope input) via  
une fiche BNC.

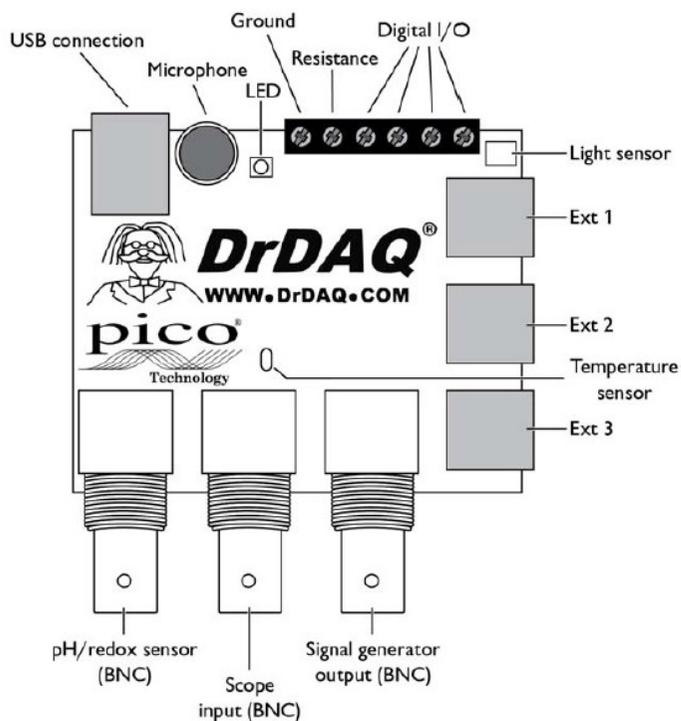
Fils : utiliser deux fils  
extraits du câble plat  
4 fils pour téléphone

Fiche BNC mâle 50 Ohm  
(2,40 €)

### ASTUCE :

Fixer le capteur piézoélectrique au support en utilisant une boulette de pâte  
adhésive repositionnable (patafix).

→ voir mon document "Comment mesurer la vitesse des ondes sismiques ?"



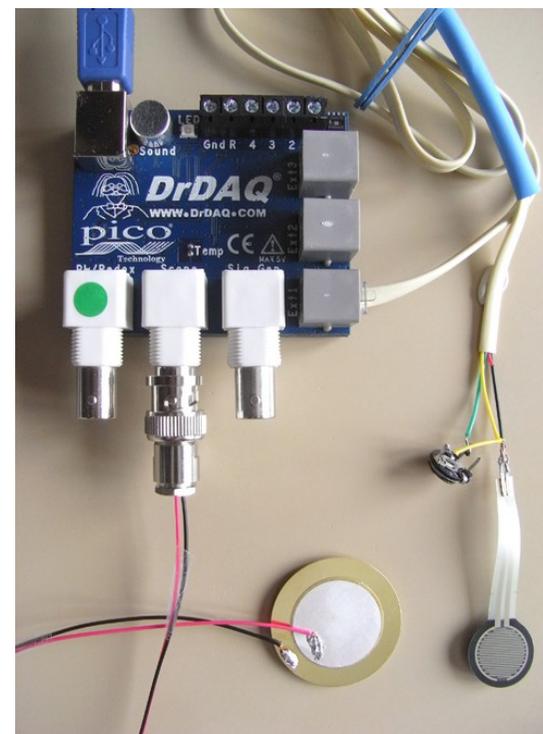
## INTERFACE D'ACQUISITION

DrDAQ data logger (Pico Technology)  
150 € sur multipower.fr

Pour un coût modeste, cette interface  
présente deux avantages majeurs :

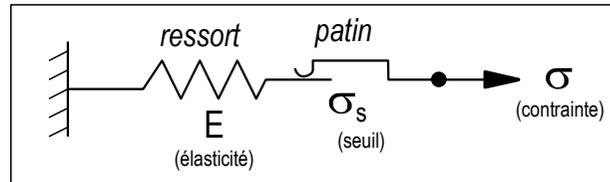
1° Elle accepte les sondes que vous  
avez vous-même fabriquées (c'est le  
cas ici)

2° Elle est livrée avec un logiciel  
d'acquisition simple et gratuit  
(picoscope)

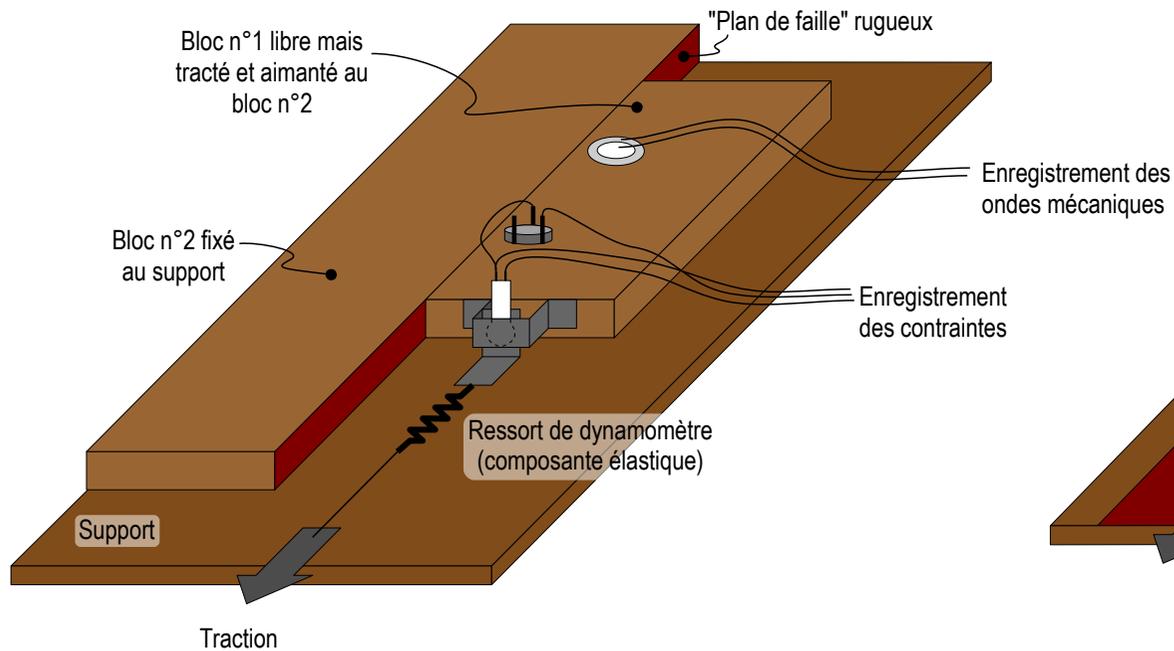


### 3. Le modèle analogique.

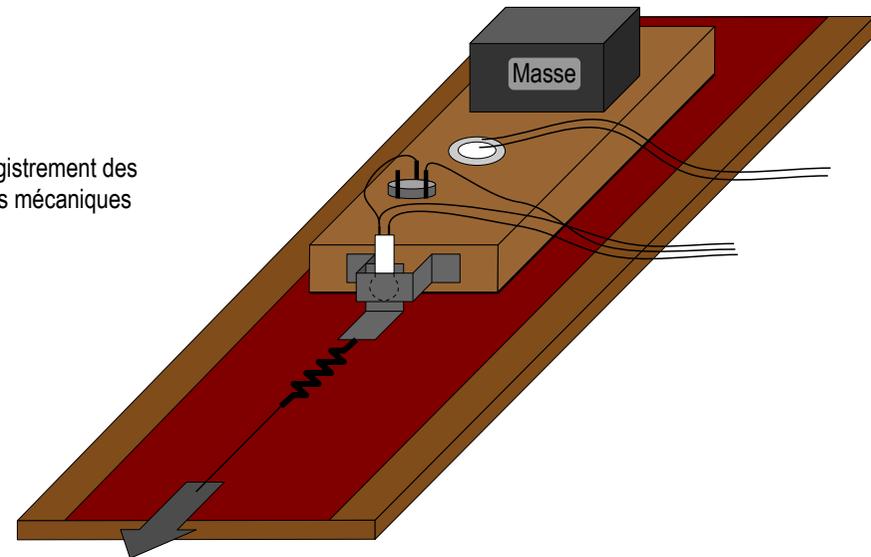
Les capteurs et l'interface présentés ci-dessus sont compatibles avec de très nombreux types de modèles analogiques. J'ai choisi un modèle "patin/ressort" qui mime une faille décrochante. Le glissement des deux blocs est contrarié par les aspérités du "plan de faille". Un modèle patin/ressort peut être schématisé de la façon suivante :



#### MODÈLE ANALOGIQUE PATIN/RESSORT MIMANT UNE FAILLE DÉCROCHANTE

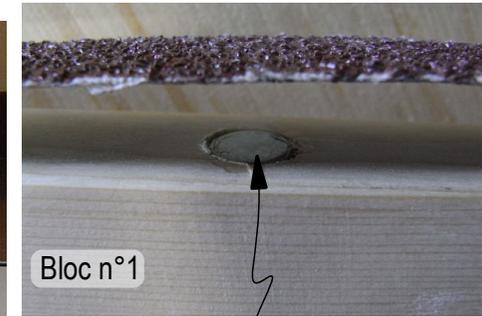
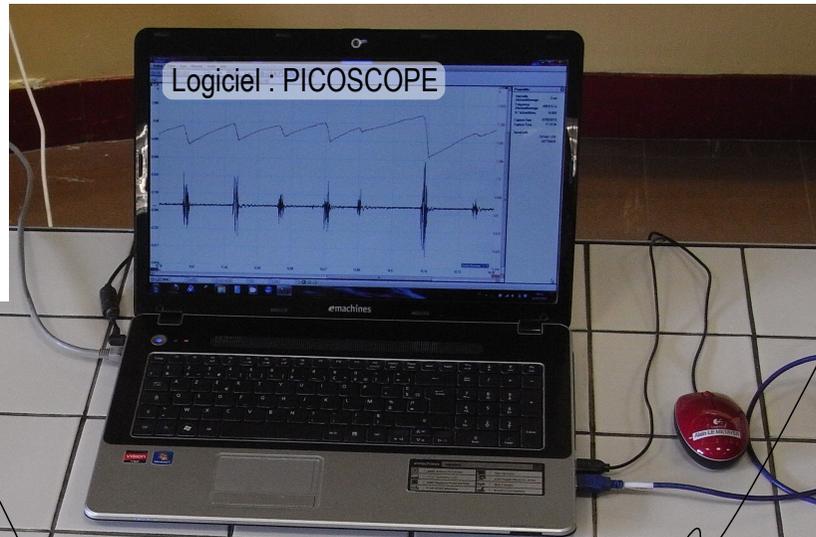
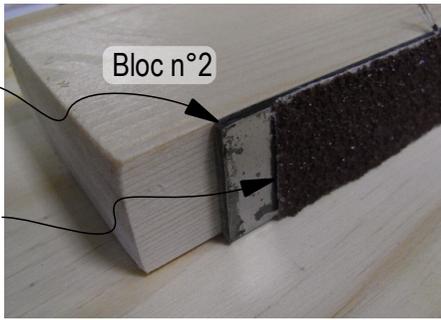


#### MODÈLE "SIMPLE" PATIN/RESSORT



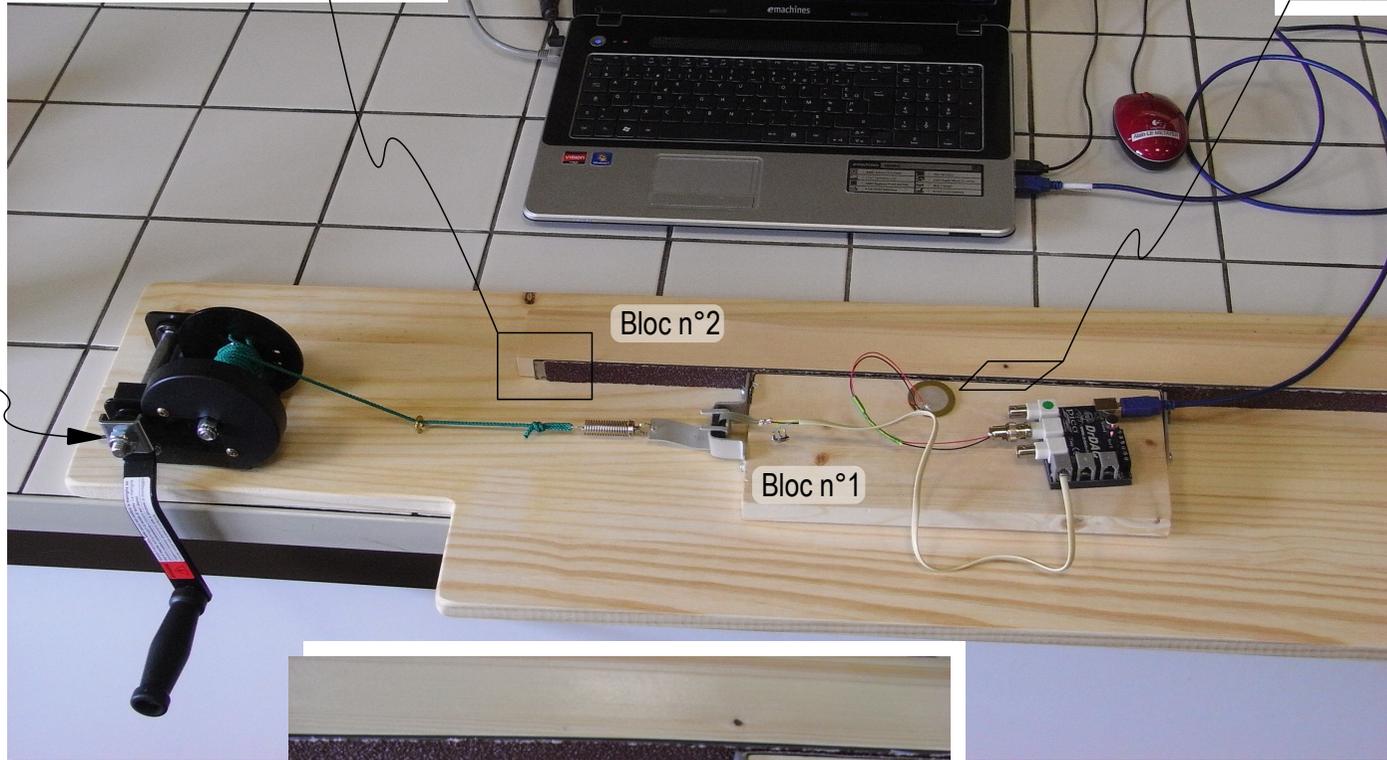
Profilé plat acier  
(2mm x 20mm x 1 m)  
3,90 €

Bande de ponçage  
grain 80  
(10 x 330 mm)  
4,20 € / 5 bandes



5 aimants néodyme, à surface galvanisée, placés sous la bande de ponçage (8x4 mm)  
(2,15 € le lot de 5 aimants sur Opitec.com)

Treuil manuel tambour 50 mm  
(19 € sur distrimarine.com)



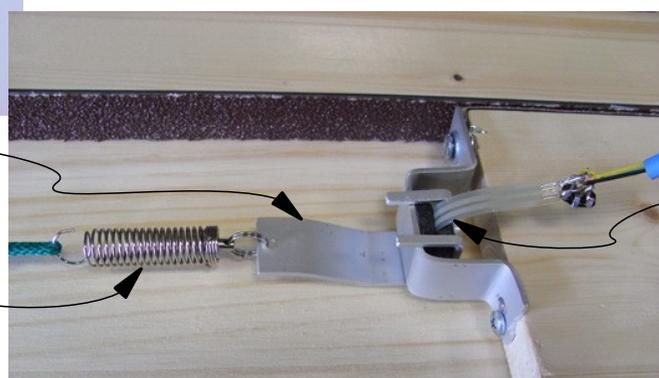
Bloc n°2

Bloc n°1

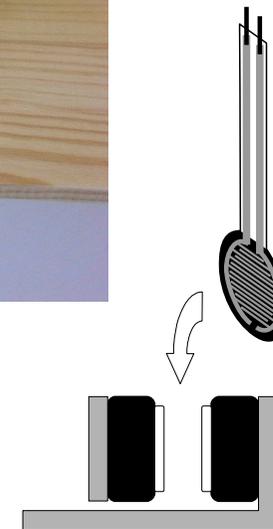
Profilé plat alu  
(2mm x 20mm x 1 m)  
2,95 €

Ressort de dynamomètre 20 N  
(3,20 € sur jeulin.fr)

Le dynamomètre entier est utilisé pour calibrer le capteur de pression. On peut ainsi convertir la tension enregistrée (mV) en contrainte (N/cm<sup>2</sup>).



Le capteur de pression est coincé entre deux clapets pleins (20x7mm)  
2,50 €



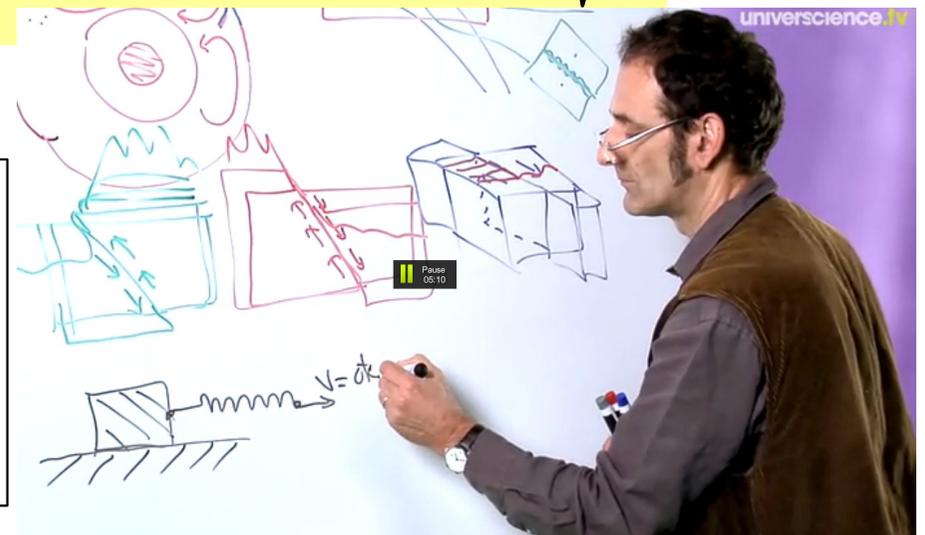
**ASTUCE :** intercaler deux disques de patafix entre le capteur de pression et les clapets.

■ profilé alu  
■ clapet  
□ disque de patafix

## LIENS :

- Le modèle présenté dans ce document est une adaptation de la "machine à séisme" de Matt Kuchta  
<http://pascals-puppy.blogspot.fr/2011/03/thurs-demo-one-with-earthquake-machine.html>
- Un diaporama de Rodolphe Cattin (Géosciences Montpellier) au format pdf :  
[www.gm.univ-montp2.fr/spip/IMG/pdf/cattindefactCycle.pdf](http://www.gm.univ-montp2.fr/spip/IMG/pdf/cattindefactCycle.pdf)
- Une vidéo de Pascal Bernard (IPGP) au cours de la quelle il présente un modèle analogique patin/ressort très simple :  
<http://www.universcience.tv/video-seismes-et-tectonique-3952.html>
- Ici, Pascal Bernard présente un modèle analogique patins/ressorts un peu plus sophistiqué :  
<http://www.universcience.tv/video-seismes-et-failles-4533.html>
- Ici, sont évoqués les cycles sismiques :  
<http://www.universcience.tv/video-prediction-des-seismes-4720.html>
- Une animation présentant un modèle simple patin/ressort (vous pourrez en trouver d'autres !) :  
<http://wordpress.up.edu/totle/2012/08/earthquake-machine-1-single-block-animation/>
- Une vidéo qui peut inspirer la construction d'un modèle analogique de subduction :  
<http://orgs.up.edu/totle/index.php?q=node/385>

Si vous repérez des erreurs, petites ou grosses, si vous avez des idées pour modifier ou améliorer le modèle, ...  
n'hésitez pas à m'en faire part !  
<https://sites.google.com/site/desideespourlessvt/>  
(page contact)



Pascal Bernard