



# La vitesse des ondes varie selon la nature et la température des matériaux traversés.

publié le 23/11/2011

---

## Descriptif :

Utilisation d'un sismomètre relié à un PC, lecture et exploitation des données

---

## Sommaire :

- Situation de l'activité dans le programme
  - Place de l'activité dans la progression en 4ème
  - Matériel
  - Travail effectué par les élèves
  - Le bilan des mesures
  - Problèmes rencontrés
- 

### ● Situation de l'activité dans le programme

- 4ème :

Les séismes correspondent à des vibrations brutales du sol qui se propagent.

La partie externe de la Terre est formée de plaques lithosphériques rigides reposant sur l'asthénosphère qui l'est moins. (Exploiter les résultats des variations de vitesse d'ondes sismiques pour en déduire la limite lithosphère–asthénosphère.)

Ou

- 1ère S :

Les études sismiques et pétrographiques permettent de caractériser et de limiter deux grands types de croûtes terrestres : une croûte océanique essentiellement formée de basalte et de gabbro et une croûte continentale constituée entre autres de granite. (Concevoir une modélisation analogique et réaliser des mesures à l'aide de dispositifs d'expérimentation assistée par ordinateur de propagation d'ondes à travers des matériaux de nature pétrographique différente.)

Les différences de vitesse des ondes sismiques qui se propagent le long de ce plan, par rapport à celles qui s'en écartent, permettent de distinguer : la lithosphère de l'asthénosphère. (Concevoir une modélisation analogique et réaliser des mesures à l'aide de dispositifs d'expérimentation assistée par ordinateur de propagation d'ondes à travers un même matériau mais à des températures différentes pour comprendre la différence entre lithosphère et asthénosphère.)

### ● Place de l'activité dans la progression en 4ème

L'activité peut se dérouler à 2 niveaux dans le programme. Au début du chapitre sur les séismes, elle permet de montrer que les séismes résultent de la propagation d'ondes, puis les résultats obtenus permettent d'appréhender l'analyse des enregistrements de vitesse des ondes sismiques en fonction de la profondeur avec sérénité.

### ● Matériel

- Un sismomètre de terrain par groupe (voir l'article)

- Un ordinateur par groupe (de préférence portable) avec le [logiciel audacity](#) (zip) et un tableur vers la version portable d'Audacity, ne nécessite aucun droit pour l'installer sur les machines, il faut juste le décompresser et le lancer, même depuis une clé USB, si les élèves modifient les paramètres, on redécompresse le fichier, sans essayer de comprendre, c'est plus simple)
- Un maillet et un décamètre par groupe

### ● Travail effectué par les élèves

A partir d'une image de répartition des isoséistes autour d'un séisme, Le problème de départ est de savoir comment ce choc se propage ? A quelle vitesse ? Pourquoi pas uniformément dans toutes les directions ?

Les élèves émettent rapidement l'hypothèse d'une propagation sous forme d'ondes.

Pour la propagation non uniforme dans toutes les directions, plusieurs hypothèses sont proposées :

- la propagation varie selon le relief et les fracturations des roches
- La nature du sous-sol influence la propagation des séismes.

Les groupes d'élèves vont devoir partir dans le collège pour mesurer la vitesse de propagation des séismes dans différents substrats (goudron, terre, béton, carrelage, ...), ou sur des barres de différents matériaux (fer, bois, plâtre) pour voir l'influence de ces matériaux sur la propagation des séismes.

Une fois les valeurs entrées dans un tableur, les groupes échangent leurs mesures pour en faire des moyennes de classes.

#### ► La prise de mesures

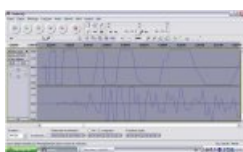
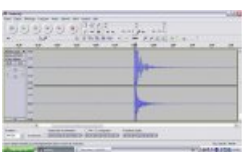
Une fois le sismomètre branché dans la prise micro de l'ordinateur, les élèves lancent le logiciel audacity, disposent les 2 capteurs, mesurent l'espace entre ces 2 sondes et débutent un enregistrement et donnent un coup sec de maillet **dans l'axe des 2 sondes**.



Les élèves peuvent alors étirer l'enregistrement :



Puis ils sélectionnent le début des premières vibrations et le grossissent avec le raccourci Ctrl+E ou le premier icône



Les élèves peuvent visualiser le décalage temporel entre les 2 enregistrements. Ils peuvent encore zoomer sur l'amorce (sélection + Ctrl\_E)



Puis lire le temps d'arrivée de l'onde à la première sonde (ici  $t_1=0.80155$  s)



Et enfin lire le temps d'arrivée de l'onde à la seconde sonde (ici  $t_2=0.8023$  s)

#### ► Le tableur

Selon votre maîtrise de l'outil, vous pouvez :

- Faire faire le tableau aux élèves en leur demandant de rentrer les formules (B2I : C.3.4 Je sais créer, modifier une feuille de calcul, insérer une formule.).
- Pour ceux qui se sentent moins à l'aise que leurs élèves, vous pouvez utiliser le tableau prêt en [pièce jointe](#).
- Et pour ceux qui veulent s'y mettre, le principe est très simple, et les formules à rentrer aussi :
  - Après avoir renseigné le nom des colonnes, il suffit d'entrer les formules de calcul dans la ou les premières lignes. Pour calculer le décalage temporel du signal, il faut juste entrer dans la 1ère case sous « temps de propagation » la formule suivante : « =C2-D2 » (vous pouvez simplement saisir le « = » puis cliquer sur la cellule du tableau entrant dans la formule (C2) saisir « - » puis recliquer sur la 2nde cellule (D2) puis entrer.
  - Comme les valeurs dans C2 et D2 ne sont pas entrées, la case indiquera « 0.00 ». Les valeurs qui nous intéressent sont au 10 000ème de s, il faudra donc sélectionner les cellules, faire un clic droit sur la sélection et dans « formater les cellules » choisir « numéro\_série » et 5 décimales.
  - Pour la formule de la vitesse, il suffit de saisir « = » puis de sélectionner la 1ère cellule sous « distance parcourue » saisir « / » et cliquer sur la case sous « temps de propagation » (dans laquelle vous avez déjà entré une formule). Comme la distance n'est pas encore renseignée, un message d'erreur s'affiche dans la case « #DIV/0 ! », il ne faut en tenir compte, ce message disparaîtra dès la saisie de la distance.
  - Pour faire la moyenne des valeurs de plusieurs groupes, il faut saisir : « =MOYENNE(G2:G3) » où toutes les valeurs à entrer dans la moyenne se situe entre les 2 cases indiquées dans la parenthèse.
  - Une fois la 1ère ou les 2 premières lignes remplies, il suffit de les sélectionner, de placer la souris en bas à droite de la sélection (le curseur se transforme en croix) et de tirer cette sélection jusqu'au nombre de lignes souhaitées, et le tableur recopiera les formules en décalant les chiffres correspondants aux nouvelles cases tout seul. Votre tableau est prêt.

Profondeur (m)	Vitesse (m/s)	Direction	Notes
0	3300	Est-Ouest	
0	3300	Nord-Sud	
10	3400	Est-Ouest	
10	3400	Nord-Sud	
20	3500	Est-Ouest	
20	3500	Nord-Sud	
30	3600	Est-Ouest	
30	3600	Nord-Sud	
40	3700	Est-Ouest	
40	3700	Nord-Sud	
50	3800	Est-Ouest	
50	3800	Nord-Sud	
60	3900	Est-Ouest	
60	3900	Nord-Sud	
70	4000	Est-Ouest	
70	4000	Nord-Sud	
80	4100	Est-Ouest	
80	4100	Nord-Sud	
90	4200	Est-Ouest	
90	4200	Nord-Sud	
100	4300	Est-Ouest	
100	4300	Nord-Sud	

## ● Le bilan des mesures

► Les valeurs obtenues par une classe :



► Le bilan tiré :

Ce sont les ondes sismiques qui se propagent et provoquent des déformations. Ces ondes se propagent plus ou moins vite selon les matériaux qu'elles traversent.

► L'intérêt pour la suite :

C'est une bien meilleure compréhension des graphiques de variation de vitesses des ondes sismiques en fonction de la profondeur pour différencier la lithosphère de l'asthénosphère.

Si on possède une barre de fer d'une bonne longueur (2m), en la plaçant sur un ou plusieurs becs électriques, on peut mesurer une baisse de la vitesse, mais il faut chauffer assez pour que ce soit significatif (donc une barre pas trop épaisse, sinon la chaleur se dissipe aussi vite qu'elle s'accumule) et pas trop pour ne pas faire fondre les sondes ni brûler les élèves ou les profs (d'où la longueur de la barre !).



Profondeur (m)	Vitesse (m/s)	Direction	Notes
0	3300	Est-Ouest	
0	3300	Nord-Sud	
10	3400	Est-Ouest	
10	3400	Nord-Sud	
20	3500	Est-Ouest	
20	3500	Nord-Sud	
30	3600	Est-Ouest	
30	3600	Nord-Sud	
40	3700	Est-Ouest	
40	3700	Nord-Sud	
50	3800	Est-Ouest	
50	3800	Nord-Sud	
60	3900	Est-Ouest	
60	3900	Nord-Sud	
70	4000	Est-Ouest	
70	4000	Nord-Sud	
80	4100	Est-Ouest	
80	4100	Nord-Sud	
90	4200	Est-Ouest	
90	4200	Nord-Sud	
100	4300	Est-Ouest	
100	4300	Nord-Sud	

► Une autre piste pour tester les autres hypothèses et pour ouvrir sur la suite :

Si vos élèves veulent tester l'hypothèse d'une direction privilégiée en fonction de la fracturation du sous-sol, il est possible de faire l'expérience sur un bout de plaque de plâtre.

En plaçant les sondes à même distance mais dans différentes directions selon les mesures, on obtient des valeurs proches.

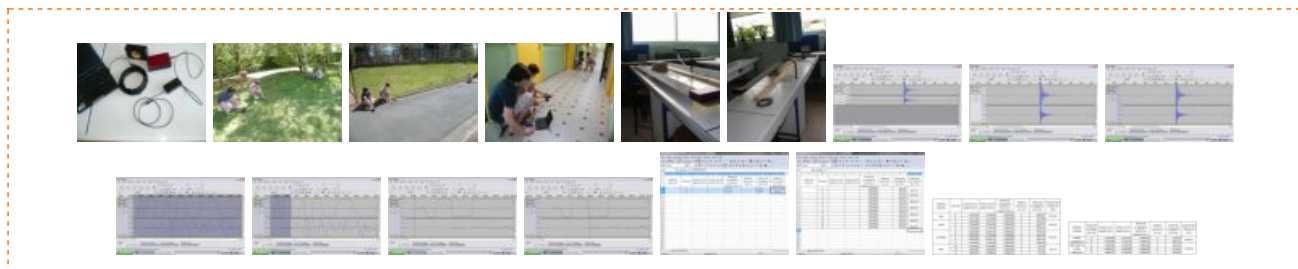
Si maintenant vous fracturez la plaque (sans la déchirer) et si vous refaites les mesures, vous obtiendrez un net décalage de part et d'autre de la fracture. Le problème c'est que le sol renvoie une partie des ondes si le choc est violent. En plaçant la plaque sur des éponges bien réparties, les résultats sont plus probants, et ça permet d'introduire les constructions parasismiques.

## ● Problèmes rencontrés

- Selon les ordinateurs (surtout ceux possédant une webcam), le choix du microphone dans Audacity peut ne pas correspondre à la prise micro rouge, mais au micro de la webcam. Vous vous en rendez compte très vite en faisant défiler l'enregistrement qui vous répétera vos commentaires et non le coup de maillet ! Pour choisir le bon micro, il faut aller dans « édition » puis « préférences » et changer le « périphérique « d'enregistrement » en choisissant selon votre carte son le micro « input » vérifiez bien qu'il enregistre en stéréo, sinon pas de décalage entre les 2 sondes mais un seul tracé.
- Parfois dans les paramètres de la carte son, l'ordinateur effectue une « synchronisation » de l'enregistrement stéréo et vous obtiendrez alors 2 courbes identiques, il faut décocher cette option.

- Dans la terre, le selon l'humidité du terrain, le message du coup de maillet se perd plus ou moins rapidement, ce qui oblige à rapprocher plus ou moins les sondes pour obtenir un second message exploitable.
- Si les temps sont entrés dans les mauvaises colonnes, le temps de propagation et la vitesse sont négatifs mais justes en valeur absolue.

## Portfolio



## Document joint

 **Vitesse propagation séisme** (Excel de 28 ko)

Tableau vierge



**Académie  
de Poitiers**

**Avertissement : ce document est la reprise au format pdf d'un article proposé sur l'espace pédagogique de l'académie de Poitiers.  
Il ne peut en aucun cas être proposé au téléchargement ou à la consultation depuis un autre site.**