



DETERMINATION DE LA VITESSE D'UNE ONDE

Nous allons mesurer trois vitesses (célérités) de trois façons différentes. Dans chaque cas on donnera le résultat de la mesure effectuée avec un intervalle de confiance.

Document n°1 : Incertitude et mesure

Toute mesure, en physique, s'accompagne d'erreurs, de nature aléatoire et/ou systématique. Il est alors indispensable d'estimer l'incertitude absolue sur la valeur mesurée, notée X , ce qui permet de définir un intervalle de confiance dans lequel la valeur « vraie » de la grandeur à mesurer possède une certaine probabilité de se trouver (en général on choisit un niveau de confiance de 95%).

Afin d'évaluer l'incertitude type (notée $u(X)$), on peut effectuer une série de mesures.

Document n°2 : Incertitude-type lors d'une série de mesures

Quand on effectue la même mesure plusieurs fois dans les mêmes conditions, la meilleure estimation de la valeur mesurée est la moyenne algébrique de la série de mesures, on a alors :

$$X = \bar{X} \pm u(X)$$

avec \bar{X} moyenne de la série de mesures et $u(X) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$

σ_{n-1} : écart-type expérimental

n : nombre de mesures effectuées

I. Mesure rapide de la vitesse du son dans l'air :

On va utiliser l'application Phybox® pour smartphone ou tablette. Pour cette mesure on a besoin de deux appareils possédant cette application et d'un décimètre.



Regarder le film « TPP6-1Spe-VitesseSon-Phyphox.mp4 »

- Ouvrir l'application et sélectionner «Chronomètre / Chronomètre sonore» dans le menu d'accueil.
- Ajuster le bruit de fond (seuil). Pour cela mettre en marche l'application. Si le chronomètre ne se met pas en route, le bruit de fond est bien calibré. Au contraire, s'il se déclenche, augmenter la valeur du bruit de fond jusqu'à ce qu'il ne se déclenche plus.
- Placer les 2 téléphones à une distance d l'un de l'autre (mesurer précisément d avec le décimètre), on prendra $d \approx 5$ m puis 10 m.

	
<p>Déclenche l'iPad 1 à la date t_1 et l'iPad 2 à la date $t_1 + \Delta t$</p>	<p>Arrête l'iPad 2 à la date t_2, puis l'iPad 1 à la date $t_2 + \Delta t$ (même Δt car la distance parcourue est la même)</p>

Q1. Compléter le tableau suivant :

	Distance d en	Durée Δt_1 mesurée par l'iPad 1 en	Durée Δt_2 mesurée par l'iPad 2 en
Mesure 1			
Mesure 2			

Q2. La durée mesurée $\Delta t_1 - \Delta t_2$ correspond à quelle distance parcourue par le son ?

Q3. Calculer les deux vitesses du son et compléter le tableau suivant :

Groupe	1		2		3		4		5	
Vitesse en										
Groupe	6		7		8		9			
Vitesse en										

Q4. Donner la vitesse du son sous forme d'un intervalle de confiance.

Q5. Comparer la valeur obtenue avec la valeur théorique qui est $v_{\text{son}} = 20,05 \cdot \sqrt{T}$ où T est la température exprimée en kelvins.

II. Vitesse des ondes S dans le granite :

Document n°3 : Les différents types d'ondes

Quand la Terre tremble, les vibrations se propagent à partir du foyer dans toutes les directions. Elles sont initialement de deux types. Celles qui compriment et détendent alternativement les roches, à la manière d'un accordéon (ondes P), et celles plus destructrices qui les cisailent (ondes S).

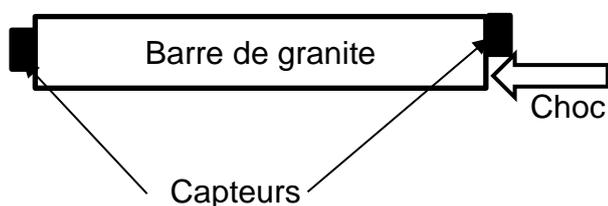
Les ondes sismiques déforment le sol suivant la manière dont elles se propagent. Les ondes P et S sont appelées ondes de volume car elles voyagent dans toute la Terre tandis que les ondes de surface (L et R) sont guidées par la surface du Globe.

Les premières, les plus rapides (ondes P), voyagent dans la croûte à 6 km/s environ mais peuvent être ralenties dans les roches peu consolidées. Les secondes (ondes S) sont, à cause des propriétés élastiques des roches, systématiquement deux fois plus lentes mais environ cinq fois plus fortes.

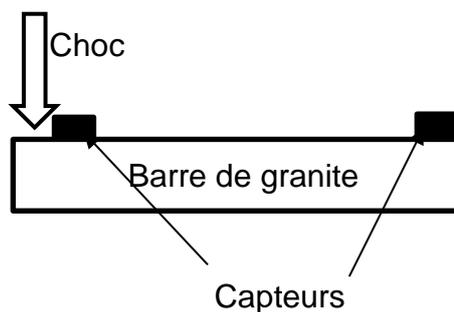
<http://www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=18018>

On dispose d'un morceau de granite et de deux capteurs que l'on pourra fixer à l'aide d'un morceau de scotch.

Onde de compression



Onde de cisaillement

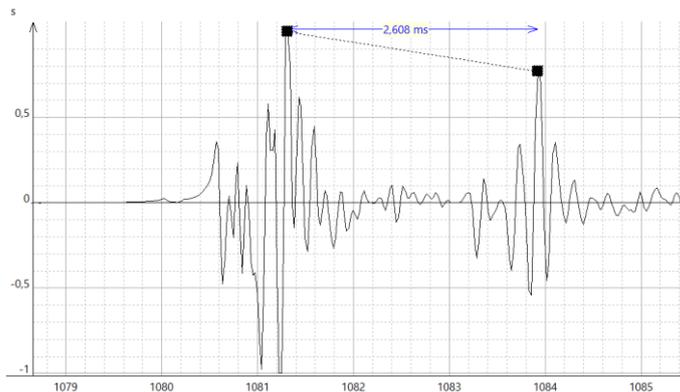
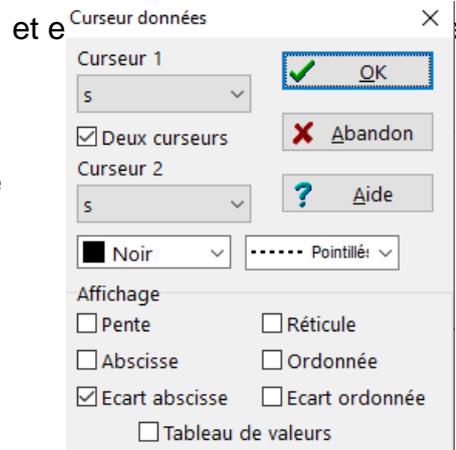


Q6. En utilisant l'interface Foxy, élaborer un protocole permettant de mesurer la vitesse des ondes S dans le granite. Le réaliser.

Document n°4 : Mesure d'une durée avec



- Agrandir la fenêtre Graphe.
- Zoomer plusieurs fois, en cliquant sur sélection sur la partie du signal intéressante.
- Choisir Outils > Réticule données
- Cocher Deux curseurs et Écart abscisse.
- Déplacer les carrés noirs sur deux points qui se correspondent.



Q7. Mettre en commun vos résultats afin de présenter le résultat sous forme d'un intervalle de confiance.

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vitesse en									

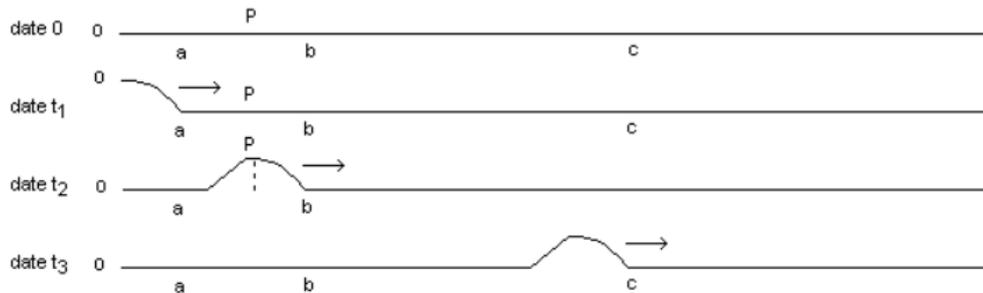
Q8. Le résultat obtenu vous paraît-il cohérent ?

III. Vitesse de propagation d'une onde dans une corde :

On va utiliser un iPad afin de filmer le mouvement d'une corde.

Document n°5 : Onde transversale

Secouons verticalement l'origine O d'une corde tendue horizontalement. La perturbation de courte durée (ou signal) se propage le long de la corde. Chaque point P se soulève verticalement puis reprend sa position initiale alors que le signal se déplace horizontalement le long de la corde. On dit que l'onde est transversale.



Chaque point P de la corde se soulève **verticalement**. Le signal se propage **horizontalement**. Il est **transversal**.

La **vitesse** de propagation est $v = \frac{ab}{t_2 - t_1} = \frac{bc}{t_3 - t_2}$

Q9. En utilisant un deuxième iPad comme chronomètre, élaborer un protocole permettant de mesurer la vitesse de propagation de l'onde.

Q10. Mettre en commun vos résultats afin de présenter le résultat sous forme d'un intervalle de confiance.

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vitesse en									

Q11. Commenter le résultat obtenu.