

TP03 Etude des facteurs à l'origine des variations de la vitesse des ondes sismiques

Objectif de connaissance : la vitesse des ondes sismiques ainsi que leur mode de propagation dans le globe terrestre révèlent la présence de différentes enveloppes internes séparées par des discontinuités physiques. Des facteurs, comme la densité, la température, font varier la vitesse de propagation. Ainsi, ce sont ces facteurs physiques, qui, en faisant varier les vitesses de propagation des ondes sismiques, ont permis d'établir le modèle PREM.

Objectif de savoir-faire : *mesurer des variations de vitesse d'ondes dans des matériaux solides à l'aide de capteurs*
Utiliser un tableur – Capturer des images et insérer dans un fichier de traitement texte

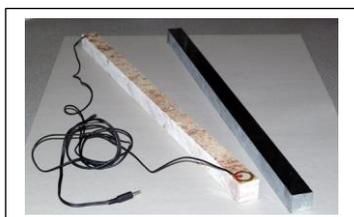
| Document ressource | |
|--|---|
| La composition des différentes roches induit des changements de propriétés physiques de la roche comme sa densité et son comportement mécanique. Le comportement mécanique d'une roche permet d'évaluer sa résistance à des contraintes. Les roches peuvent avoir ainsi un comportement mécanique rigide (comportement cassant) ou ductile*. | Le comportement des matériaux La rhéologie décrit la déformation des matériaux quand ils sont soumis à une contrainte. Pour les solides, on distingue des comportements : élastique si la déformation est réversible (retour à la forme initiale si arrêt de la contrainte), ductile si la déformation est irréversible sans casser et rigide si la déformation est irréversible en cassant. |
| *Ductilité : En résistance des matériaux, la ductilité désigne la capacité d'un matériau à se déformer plastiquement sans se rompre. | |
| Lorsqu'on exerce un choc à la surface d'un objet, ce choc provoque la naissance d'ondes qui se propagent dans cet objet. Pour calculer la vitesse de propagation de ces ondes, il faut connaître la distance entre deux points : le point de départ D, endroit où on exerce un choc, et le point C où on a placé un capteur. On note le temps t_c , instant où le choc est exercé et on note le temps t_d , instant où le capteur enregistre l'arrivée de l'onde. La vitesse de propagation de l'onde sera : $(C - D) / (t_c - t_d)$ La vitesse des ondes s'exprime en $\text{km/s} = \text{km.s}^{-1}$ | |

Question : **Montrer** que la nature du matériau traversé ainsi que sa ductilité influencent la vitesse de propagation des ondes sismiques. Valider ou invalider les hypothèses proposées.

Etape A Proposition d'une stratégie pour répondre aux objectifs et mise en œuvre du protocole

Enregistrer la propagation des ondes dans différents matériaux. (Fiche protocole)

- Utilisation du logiciel « Audacity » qui permet de mesurer des enregistrements de sons sous forme numérisée. Ces enregistrements nous permettront de modéliser la vitesse de propagation d'ondes vibratoires dans différents matériaux (Voir fiche protocole Audacity)
- **Matériaux à tester : barre de roches (granite, marbre,...), bois, sable, pâte à modeler** (Pâtons de pâte à modeler à différentes températures... Voir matériel à disposition le jour du TP.
- Recherche de la densité des différents matériaux testés



Etape B Communication des résultats et exploitation pour répondre aux objectifs posés

Il s'agit de faire un compte-rendu de vos résultats sous la forme la plus appropriée. Il faut ensuite rédiger : exposer une analyse des résultats permettant de répondre aux objectifs. (j'observe que, je déduis que, je conclus...)

Fiche protocole (voir fiche technique pour le réglage des paramètres du logiciel)

Mettre en œuvre un protocole pour déterminer la vitesse de propagation d'ondes vibratoires dans des roches

Matériel à disposition :

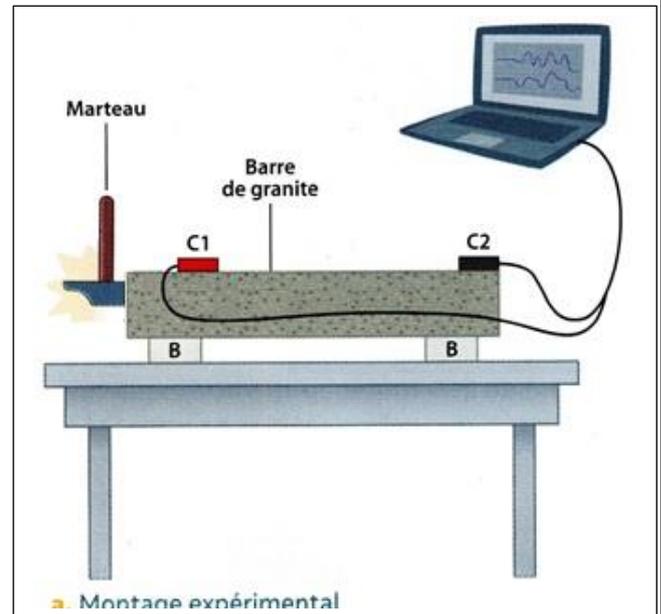
- Barre de roches (granite, marbre,...), bois, sable, pâte à modeler ... et ruban-mètre ;
- Marteau, capteurs piézoélectriques (sensibles aux vibrations) et câblage connecté à l'ordinateur ;
- Ordinateur avec carte son et logiciel « Audacity » lancé et prêt à l'utilisation ;
- Logiciel « calc office » (ou autre tableur), ouvert, avec tableau à remplir (**voir instruction de votre professeur**).

Préparation de la mesure :

- Placer les deux capteurs aux extrémités de la barre de roche à l'aide d'un élastique sur la face la plus lisse (cf schéma) puis vérifier que le câble est connecté à l'entrée son de l'ordinateur (carte son) ;

Réalisation de la mesure (montage expérimental):

- 1- **Lancer** la mesure en cliquant sur le point rouge (logiciel Audacity)
- 2- **Frapper** un coup de marteau sec mais non violent sur une extrémité de la barre de roche (réaliser plusieurs chocs en les espaçant d'1 seconde environ)
- 3- **Arrêter la mesure** après 6 chocs, au maximum, en cliquant sur le carré jaune (logiciel Audacity).



Exploiter les résultats en relation avec la question initiale :

- 4- **Lire** les résultats de chaque choc en faisant défiler la mesure pour avoir à l'écran successivement chaque enregistrement :

- **Cliquer** sur une onde afin de placer le curseur d'écran sur cette onde puis **agrandir** l'échelle horizontale (loupe marquée + au dessus des axes) ; agrandir également l'échelle verticale (+ à gauche des axes) de façon à bien voir la secousse.

- **Mesurer** le décalage entre le départ de l'onde enregistrée par le premier capteur et l'onde enregistrée par le second (cliquer sur le premier point, glisser : une zone grise verticale apparaît) : la durée mesurée apparaît en en bas de l'écran ;

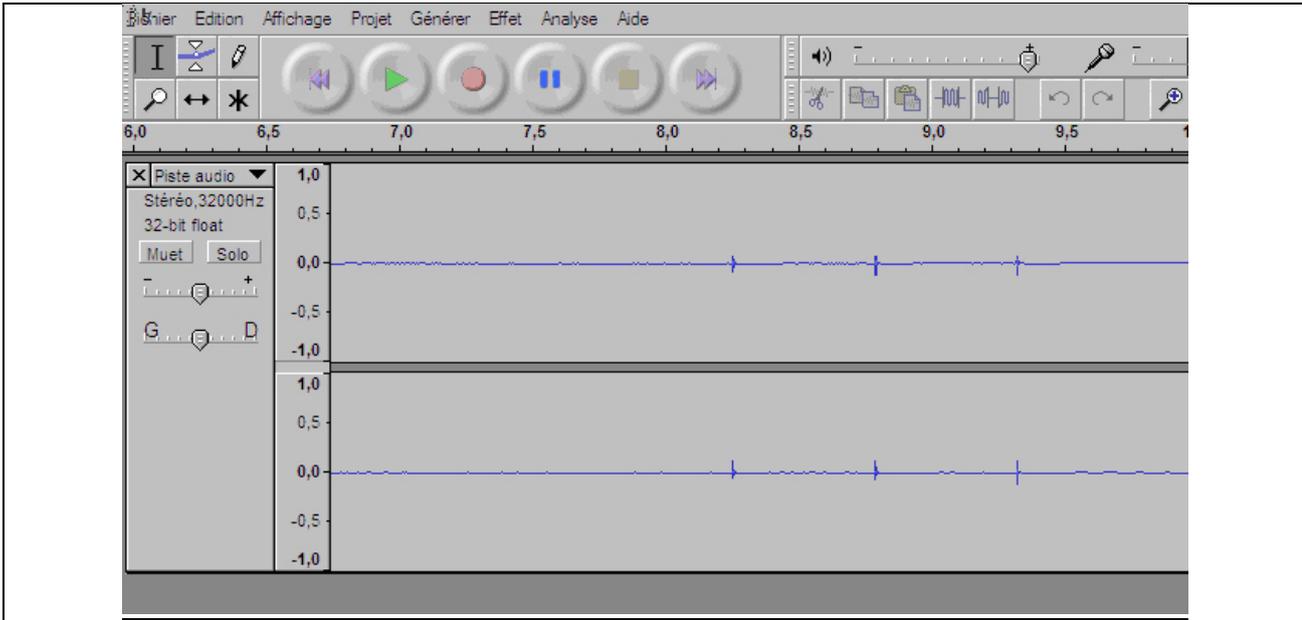
Calculer la vitesse de propagation :

- 5- **Entrer la valeur** dans le tableau excel, le temps mesuré en secondes (0,00...) pour la première mesure.
- 6- **Reprendre la lecture** des enregistrements au point 3 jusqu'au dernier choc réalisé : la fiche de calcul donne la moyenne du temps de parcours de l'onde.
- 7- **Entrer** la longueur du barreau de roche, en mètre dans la case réservée : **0,...** ;
le tableau donne la vitesse de l'onde , en km.s⁻¹

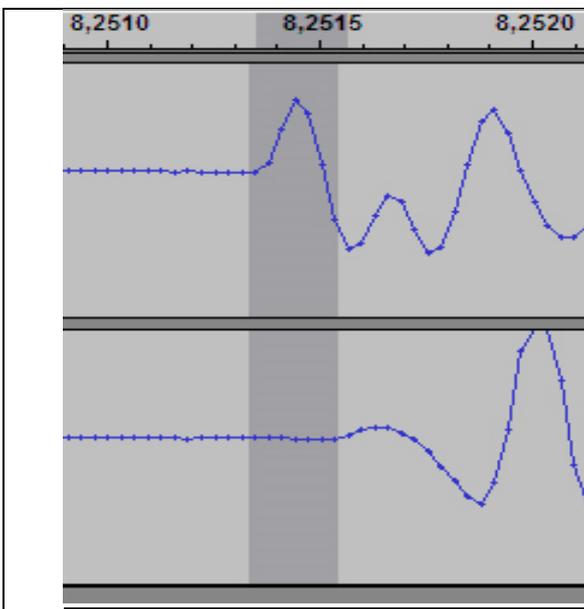
Aide Exemple de résultats :

| Matériau | Après 45min Sur un radiateur | A température Ambiante | Après 45min dans le congélateur |
|-------------------|---|---|---|
| Pâte à modeler | 0.25 km.s ⁻¹ (34°C de T°C interne) | 0.5 km.s ⁻¹ (20°C de T°C interne) | 0.9 km.s ⁻¹ (4°C de T°C interne) |

Images écran Audacity



Résultats obtenus après lancement de mesure et 3 coups de marteau à l'extrémité du barreau de roche



Agrandissement de l'enregistrement (zoom)

Montrant les deux ondes enregistrées à la suite d'un choc :

- l'onde du haut correspond au premier capteur
- l'onde du bas correspond au second capteur

La zone grise correspond à la mesure du décalage de temps entre les ondes

On constate que les deux ondes ne sont pas exactement identiques au décalage près, cela provient de la propagation qui altère le signal d'origine.