

Musée de Sismologie et Magnétisme Terrestre

Vitesse des ondes P et S dans la croûte terrestre

Notice à l'attention du professeur

- Public visé par l'activité : Lycéens (cette activité est aussi disponible au niveau collège)
- Disciplines concernées : S.V.T., Sciences Physiques, Mathématiques
- Lieu pour l'activité : En classe ou à la maison
- Durée de l'activité : Environ 2 heures
- Nature de l'activité : Exploiter (à l'aide d'un tableur-grapheur) des données extraites du site web du RéNaSS afin de déterminer les vitesses des ondes P et des ondes S dans la croûte terrestre en traçant les hodochrones correspondants.
- Contenu du dossier : Fiche élève
- Proposition de correction sur demande émanant d'une adresse académique de préférence et adressée à l'un des contacts indiqués ci-dessous.
- Déroulement possible de l'activité :
Cette activité peut tenir lieu de travail dirigé, d'activité en classe entière ou de travail à faire à la maison. Elle peut précéder ou suivre l'activité **Localisation de l'épicentre d'un séisme à l'aide des données du RéNaSS.**

Contacts :

Pierre-André Labolle, Lycée des Pontonniers : plabolle@ac-strasbourg.fr
Valérie Ansel, EOST : valerie.ansel@unistra.fr

Vitesse des ondes P et S dans la croûte terrestre

L'objectif de cette activité est de déterminer, à partir des informations fournies par les sismogrammes, la vitesse des ondes P et celle des ondes S dans la croûte terrestre et d'établir

la relation souvent utilisée entre ces deux vitesses, exprimées en $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$: $\frac{1}{V_S} - \frac{1}{V_P} = \frac{1}{8}$.

I/. Récupération des données sur le site web du RéNaSS

On se propose de travailler sur l'exemple du séisme datant du __ / __ / ____ ressenti en _____ notamment et localisé près de _____. Toutes les données utiles se trouvent en ligne sur le site web du RéNaSS (Réseau National de Surveillance Sismique) :

- ▶ se connecter à l'adresse suivante : <http://renass.u-strasbg.fr> ;
- ▶ dans **Liens directs** dans le menu de gauche, choisir **Derniers séismes localisés** et utiliser soit l'un des derniers séismes présentés, soit le moteur de recherche pour rechercher le séisme particulier mentionné ci-dessus ;
- ▶ nous utilisons le moteur de recherche pour atteindre le fichier de dépouillement du séisme du __ / __ / ____ (modifier les dates entre le __ et le __ / __ / ____ et la magnitude entre __ et __) ; pour obtenir suffisamment de données, la magnitude doit être supérieure à 3,5 ;
- ▶ en cliquant sur l'icône du sismogramme, on visualise les sismogrammes enregistrés aux différentes stations et en cliquant sur le lien bleu à droite, on accède au fichier de dépouillement dans lequel on ne s'intéressera qu'aux ondes notées PG et SG qui correspondent aux ondes directes (les autres ont subi une réfraction) ;
- ▶ les trois colonnes représentent respectivement : les initiales de la station, le type d'onde pointé sur le sismogramme et la date d'arrivée de ces ondes à la station ;
- ▶ à l'aide des informations figurant dans l'entête du fichier de dépouillement, remplir la partie supérieure du tableau ci-joint ;
- ▶ à l'aide des données fournies pour chaque station, compléter les 5 premières colonnes du tableau ci-joint où t_P désigne la date d'arrivée des ondes P à la station et t_S la date d'arrivée des ondes S ;
- ▶ dans le menu de gauche, cliquer sur **Réseaux sismiques** puis **Le réseau des courtes périodes** et enfin **liste des stations Courte-Période du RéNaSS** ;
- ▶ identifier chaque station relevée précédemment et noter ses coordonnées (latitude et longitude) ;
- ▶ se rendre sur le site http://www.lexilogos.com/calcul_distances.htm et calculer les distances D, en kilomètres, séparant l'épicentre des différentes stations en rentrant les coordonnées (latitude et longitude) relevées dans le tableau (utiliser le point comme séparateur décimal).

II/. Détermination des vitesses des ondes P et S dans la croûte

Afin d'exploiter les données collectées précédemment, nous allons, pour cette première approche, faire trois approximations : la première consiste à considérer que la croûte terrestre dans laquelle les ondes sismiques PG et SG se propagent est un milieu homogène ; la deuxième consiste à considérer que le séisme a eu lieu en surface ; la troisième consiste à considérer que la partie de la croûte concernée par notre étude est plate (alors que le globe terrestre est en réalité sphérique).

- II.1.** Quelle serait la conséquence sur la propagation des ondes sismiques si la croûte terrestre ne pouvait pas être considérée comme un milieu homogène ?
- II.2.** Étant données les trois approximations faites, donner, en la justifiant, la relation mathématique entre la distance épacentrale D de la station, la durée Δt_p et la vitesse des ondes P. Reprendre la même question pour les ondes S.
- II.3.** À partir des relations précédentes et des données collectées dans le tableau, proposer une méthode permettant de déterminer les vitesses des ondes P et S dans la croûte terrestre. On pourra s'aider soit d'un tableur-grapheur (du type Régressi ou Latis Pro) ou du mode statistique de la calculatrice ainsi que de la définition d'un hodochrone que vous pouvez trouver sur le web.
- II.4.** Mettre en œuvre la méthode proposée ci-dessus, déterminer la vitesse des ondes P ainsi que celle des ondes S dans la croûte terrestre et, le cas échéant, noter soigneusement les résultats des modélisations effectuées.
- II.5.** Donner la signification des différents résultats fournis par le tableur-grapheur. Comparer les vitesses déterminées expérimentalement à celles figurant dans le tableau ci-joint et commenter les résultats obtenus.
- II.6.** À l'aide des résultats trouvés, calculer la valeur de $\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p}$ où les vitesses sont exprimées en $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ et la comparer à la valeur retenue habituellement de 1/8 en calculant l'écart relatif, en %, entre la valeur expérimentale et la valeur attendue.
- Remarque : cet écart relatif permet de quantifier l'erreur entre la valeur trouvée expérimentalement et la valeur attendue. Il convient de le dissocier de l'écart relatif donné par Régressi qui, lui, concerne l'écart entre le nuage de points expérimental et le modèle choisi.
- II.7.** Citer au moins deux causes possibles de cet écart en examinant avec soin la méthode utilisée pour déterminer les vitesses des ondes P et S.

Vitesse des ondes P dans les milieux terrestres

Milieu de propagation	Vitesse (km·s ⁻¹)
Sable sec	0,2 – 1,0
Sable saturé en eau	1,5 – 2,0
Argile	1,5 – 2,5
Grès	2,0 – 6,0
Calcaires	2,0 – 6,0
Craie	2,0 – 2,5
Calcaire jurassique	3,0 – 4,0
Calcaire carbonifère	5,0 – 5,5
Dolomie	2,5 – 6,5
Sel	4,5 – 5,0
Gypse	2,0 – 3,5
Roches ignées	5,5 – 8,5
Granite	5,5 – 6,0
Gabbro	6,5 – 7,0
Roches ultrabasiques	7,5 – 8,5
Serpentinite	5,5 – 6,5
Air	0,3
Eau	1,4 – 1,5
Glace	3,4
DUBOIS, Jacques - DIAMENT, Michel. <i>Géophysique</i> . Dunod, 2005. 230 pages. Page 93.	

