

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 : Collégiens (cette activité est aussi disponible au niveau lycée)
- 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 des données extraites du site web du RéNaSS (en traçant des graphiques manuellement) afin de déterminer les vitesses des ondes P et des ondes S dans la croûte terrestre.
- 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, établir l'expression littérale de la distance épacentrale D de la station en fonction de la durée Δt_P et de la vitesse V_P des ondes P. Justifier en donnant les calculs littéraux. Reprendre la question pour les ondes S.

II.3. Sur papier millimétré, tracer le graphique représentant la distance D en fonction de la durée Δt_P en précisant les échelles choisies sur chaque axe.

- placer d'abord sur le graphique tous les points correspondants aux données collectées dans le tableau ;
- regarder l'allure globale du nuage de points ainsi obtenu et constater que les points sont répartis autour d'une droite ;
- tracer alors la droite ;
- cette droite présente une particularité : laquelle ? Comment appelle-t-on alors la relation liant la distance D à la durée Δt_P ?

II.4. Choisir judicieusement deux points situés sur cette droite (il ne s'agit pas nécessairement de points expérimentaux) et déterminer le coefficient directeur de la droite en expliquant la méthode utilisée.

II.5. À l'aide de la question **II.2.**, indiquer quelle est la signification et l'unité du coefficient directeur déterminé précédemment. Justifier la réponse et comparer la valeur déterminée expérimentalement à celle figurant dans le tableau ci-joint.

II.6. Reprendre les questions **II.3.**, **II.4.** et **II.5.** en traçant cette fois le graphique représentant la distance D en fonction de la durée Δt_S .

II.7. 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 E permet de quantifier l'erreur entre la valeur trouvée expérimentalement et la valeur attendue. Il se calcule de la façon suivante :

$$E = \frac{|\text{valeur expérimentale} - \text{valeur attendue}|}{\text{valeur attendue}}$$

II.8. 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.	

