

## 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](mailto:plabolle@ac-strasbourg.fr)  
Valérie Ansel, EOST : [valerie.ansel@unistra.fr](mailto: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](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  $\Delta t_P$  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  $\Delta t_P$  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  $\Delta t_P$  ?
- 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  $\Delta t_S$ .
- 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 <sup>-1</sup> )
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.	

