ACTIVITÉS ET EXERCICES

Ondes sismiques et structure du globe : exploiter vitesses et zones d’ombre

Première spécialité · 45 min

Les séries de résultats de ces exercices sont construites pour l'activité et ne proviennent pas d'une étude réelle.

Situation-problème

Un séisme superficiel est enregistré par cinq stations alignées sur un même méridien, situées entre 40° et 175° de l’épicentre. Une équipe de sismologues cherche ce que ces enregistrements révèlent de la structure du globe : profondeur de la limite entre manteau et noyau, état physique des différentes enveloppes. Elle dispose d’un modèle simplifié de vitesses en fonction de la profondeur et du compte rendu des arrivées d’ondes. Vous devez exploiter ces deux documents pour reconstituer ce que révèlent les vitesses et les zones d’ombre, puis évaluer la solidité des conclusions.

Document 1 : modèle de vitesses (Données pédagogiques simplifiées)

Profondeur (km)	Vp (km/s)	Vs (km/s)	Position
10	6,0	3,5	croûte
35	6,8	3,9	juste au-dessus du Moho
40	8,0	4,5	juste sous le Moho
2 800	13,6	7,3	base du manteau
3 000	8,0	0	noyau externe
5 000	10,1	0	noyau externe
5 300	11,1	3,6	noyau interne

Document 2 : enregistrements du séisme (Données pédagogiques simplifiées)

Le séisme s’est produit à l’instant t = 0, à 10 km de profondeur. Les durées sont comptées depuis cet instant. Distance en surface : 1° ≈ 111 km.

Station	Distance angulaire	Arrivée des P	Arrivée des S
A	40°	7 min 30 s	13 min 50 s
B	90°	13 min 00 s	24 min 20 s
C	120°	non détectée	non détectée
D	150°	19 min 45 s	non détectée
E	175°	20 min 15 s	non détectée

Compte rendu : aux stations A et B, deux trains d’ondes nets se succèdent, P puis S. À la station C, aucun signal P ni S n’émerge du bruit de fond. Aux stations D et E, un train d’ondes P net est visible mais aucune onde S, malgré une sensibilité d’enregistrement identique à celle des stations A et B.

Exercice 1 : lire les enregistrements et estimer des vitesses moyennes

1. Pour chaque station, indiquez quelles ondes ont été enregistrées.
2. Calculez le décalage entre l’arrivée des S et celle des P, en secondes, aux stations A et B.
3. Calculez les vitesses moyennes apparentes des P et des S entre l’épicentre et chacune des stations A et B, en utilisant la distance en surface. Arrondissez à 0,1 km/s.
4. Comparez les valeurs obtenues pour A et B, proposez une interprétation à l’aide du Document 1 et précisez une limite de ce calcul.

Réponses et raisonnement

Exercice 2 : variations de vitesse et distance épicentrale

1. Calculez la variation relative de Vp et de Vs à la traversée du Moho, en pourcentage, et indiquez ce que cela suggère.
2. Calculez la variation relative de Vp à la discontinuité de Gutenberg, puis celle de Vs. Que déduisez-vous de l’état physique de la couche située sous cette discontinuité ?
3. Une station régionale enregistre une onde P, puis une onde S 35 s plus tard. Le trajet reste dans le manteau supérieur, avec Vp = 8,0 km/s et Vs = 4,5 km/s. Établissez la relation entre le décalage Δt et la distance d, puis calculez d.
4. Appliquez la même méthode à la station B (décalage mesuré à l’exercice 1) et comparez le résultat à la distance réelle. Expliquez l’écart.

Réponses et raisonnement

Exercice 3 : confronter les documents et argumenter

1. Expliquez l’absence d’ondes S aux stations C, D et E en vous appuyant sur le Document 1.
2. Expliquez pourquoi les ondes P sont absentes à la station C mais présentes aux stations D et E.
3. Un élève affirme : « les ondes S disparaissent, donc tout l’intérieur de la Terre sous la croûte est liquide ». Réfutez cette affirmation avec des données précises des deux documents.
4. Le Document 1 indique Vs = 3,6 km/s à 5 300 km. Que suggère cette valeur ? Donnez deux limites des conclusions que l’on peut tirer de ces seuls documents.

Réponses et raisonnement

Page de la ressource : https://svtlab.fr/ressources/ondes-sismiques-structure-1re/

Sources du cadre pédagogique :

Programme et ressources Éduscol : https://eduscol.education.gouv.fr/5835/programmes-et-ressources-en-sciences-de-la-vie-et-de-la-terre-voie-gt