CORRECTION DÉTAILLÉE

# 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.*

## Exercice 1 : correction

1. Station A : P et S. Station B : P et S. Station C : aucune. Station D : P seulement. Station E : P seulement.
2. Station A : 13 min 50 s − 7 min 30 s = 6 min 20 s = 380 s. Station B : 24 min 20 s − 13 min 00 s = 11 min 20 s = 680 s. Le décalage augmente avec la distance.
3. Station A : d = 40 × 111 = 4 440 km. Les P arrivent à 450 s : v = 4 440 / 450 ≈ 9,9 km/s. Les S arrivent à 830 s : v = 4 440 / 830 ≈ 5,3 km/s. Station B : d = 90 × 111 = 9 990 km. P à 780 s : v ≈ 12,8 km/s. S à 1 460 s : v ≈ 6,8 km/s.
4. Les vitesses moyennes sont plus élevées pour B que pour A, pour les deux types d’ondes. Les rais vers B plongent plus profondément, dans des zones où les vitesses sont plus grandes (Document 1 : 6,8 km/s dans la croûte profonde contre 13,6 km/s à la base du manteau). Le rapport Vp/Vs reste voisin de 1,9 dans les deux cas. Limite : la distance en surface n’est pas la longueur réelle du trajet, qui est courbe, et une vitesse moyenne n’est pas une vitesse locale. Les valeurs sont donc des estimations.

Critères de réussite : unités converties en secondes avant division, distance calculée en km, comparaison A/B reliée à la profondeur atteinte.

## Exercice 2 : correction

1. Vp : (8,0 − 6,8) / 6,8 ≈ +0,18, soit +18 %. Vs : (4,5 − 3,9) / 3,9 ≈ +15 %. L’augmentation brutale des deux vitesses signale un changement de nature des roches : on passe de la croûte au manteau.
2. Vp : (8,0 − 13,6) / 13,6 ≈ −0,41, soit −41 %. Vs : (0 − 7,3) / 7,3 = −100 %. Un milieu qui ne transmet pas les ondes S ne résiste pas au cisaillement : la couche située sous 2 900 km, le noyau externe, est fluide (liquide).

3. Les ondes parcourent la même distance d : $\Delta t = d/Vs - d/Vp = d \times (1/4{,}5 - 1/8{,}0) \approx d \times 0{,}0972$ s/km. Donc $d = 35 / 0{,}0972 \approx 360$ km. Vérification : 360/8,0 = 45 s pour les P, 360/4,5 = 80 s pour les S, écart 35 s.
4. Avec $\Delta t = 680$ s : $d \approx 680 / 0{,}0972 \approx 6\,990$ km, alors que la distance réelle en surface est de 9 990 km. La méthode sous-estime d'environ 30 %. Elle suppose des vitesses constantes, or le trajet vers B plonge dans des zones plus rapides et suit une courbe. Elle ne convient que pour des séismes proches.

Critères de réussite : formule justifiée avant le calcul, pourcentages avec signe, unité en km, écart expliqué par l'hypothèse non vérifiée.

## Exercice 3 : correction

1. Les ondes S sont enregistrées jusqu'à 90° mais plus à 120°, 150° et 175°. Les rais qui atteignent ces stations traversent le noyau externe, où Vs = 0 (Document 1, 3 000 et 5 000 km). Un fluide ne transmet pas les ondes de cisaillement : les S ne le traversent pas.
2. À 2 900 km, Vp chute de 13,6 à 8,0 km/s. En entrant dans le noyau, les ondes P ralentissent et sont réfractées vers l'axe du globe. Elles ressortent donc plus loin : la station C à 120° se trouve dans la zone d'ombre, alors que D et E sont atteintes par les ondes P qui ont traversé le noyau (arrivée à 19 min 45 s et 20 min 15 s). Les P ne sont pas arrêtées, elles sont déviées.
3. Les stations A et B enregistrent des ondes S qui ont traversé le manteau (Vs de 4,5 à 7,3 km/s, non nulle). Le manteau est donc solide à l'échelle des ondes sismiques. Seule la couche où Vs = 0, le noyau externe (de 2 900 à 5 100 km environ), est liquide ; le noyau interne, où Vs = 3,6 km/s, est solide. L'affirmation généralise abusivement.
4. Vs = 3,6 km/s à 5 300 km suggère un noyau interne solide, avec un noyau externe liquide au-dessus (limite de Lehmann vers 5 100 km). Limites : un seul séisme et un modèle simplifié ; les stations ne donnent aucune onde S ayant traversé le noyau, donc l'état solide du noyau interne vient du modèle fourni et non des enregistrements. Les vitesses renseignent sur l'état et la rigidité, pas directement sur la composition chimique ni sur la température, qui exigent d'autres données.

Critères de réussite : chaque affirmation appuyée par une valeur ou une observation, distinction nette entre arrêt et déviation des ondes P, limites formulées avec précision.

---

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