



Baccalauréat des voies générale et technologique



Épreuve de physique-chimie de série S

Annales 0 : exemples d'exercices

[BO n° 27 du 4 juillet 2002](#)

Physique, enseignement obligatoire :

Ondes sismiques

Attention : Les sujets proposés ne sont pas représentatifs de l'ensemble des possibilités offertes par les programmes et ne constituent donc pas une liste fermée de ces possibilités. Aussi doivent-ils être considérés comme des exemples et non comme des modèles.

27 août 2002

Ondes sismiques

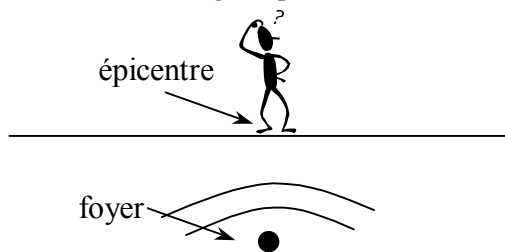
L'usage de la calculatrice est autorisé

Comment les ondes sismiques se propagent-elles ?

Quand la Terre tremble, les vibrations se propagent dans toutes les directions à partir du foyer du tremblement de terre situé dans les profondeurs de la couche terrestre. Les vibrations sont initialement de deux types : celles qui compriment et détendent alternativement les roches, à la manière d'un accordéon, et celles plus destructrices qui les cisailent. Les premières, les plus rapides (appelées ondes P), voyagent dans la croûte à une vitesse de 6 km/s environ, mais peuvent être ralenties dans les roches peu consolidées. Les secondes (appelées ondes S) sont, à cause des propriétés élastiques des roches, systématiquement deux fois plus lentes mais environ cinq fois plus fortes que les premières.

Ainsi, lors d'un séisme lointain, ayant ressenti l'onde P, on peut anticiper l'arrivée des ondes S.

Peut-on les distinguer quand un séisme a lieu sous nos pieds ?



Oui : les ondes P vibrent dans leur direction de propagation, elles soulèvent ou affaissent le sol, tandis que les ondes S vibrent perpendiculairement et nous secouent horizontalement.

Heureusement, lors de leur voyage à travers le sous-sol, les ondes perdent de leur énergie. En s'éloignant du foyer, elles s'amortissent et leurs effets s'atténuent. Voilà pourquoi les séismes superficiels, trop proches pour être affaiblis, sont les plus destructeurs.

D'après La Recherche (n° exceptionnel août octobre 2001 LES SEISMES)

1. Ondes mécaniques

1.1. Les ondes sismiques appartiennent au domaine des ondes mécaniques.

Donner la définition générale d'une onde mécanique.

1.2. Dans le texte, on peut lire : "les premières voyagent dans la croûte à une vitesse de 6 km/s environ". Quel terme plus approprié que "vitesse" devrait-on utiliser ?

2. Les ondes sismiques peuvent être, selon les cas, qualifiées par les termes suivants :

- ondes longitudinales ;
- ondes de cisaillement ;
- ondes transversales ;
- ondes de compression.
-

2.1. En utilisant deux termes de la liste ci-dessus, caractériser une onde P. Justifier la réponse.

2.2. En utilisant deux termes de la liste ci-dessus, caractériser une onde S. Justifier la réponse.

2.3. Associer chacun des deux schémas ci-dessous aux ondes P ou S. Justifier la réponse.

Schéma 1

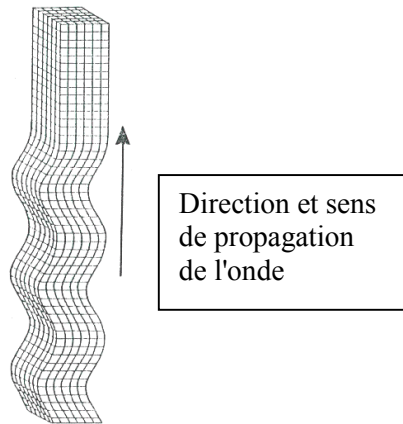
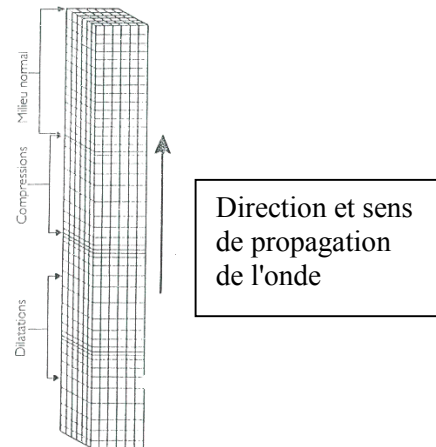


Schéma 2



3. Les expériences ci-dessous peuvent modéliser les ondes P ou S. Associer chaque expérience à l'un des deux types d'onde.

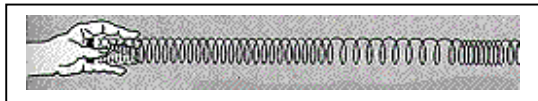


Schéma 3

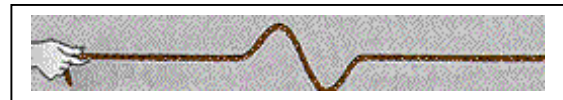
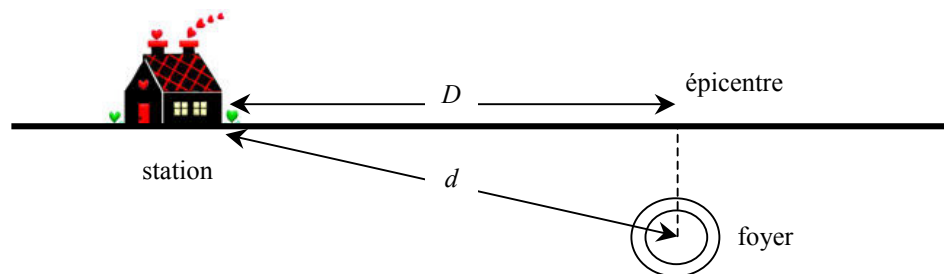


Schéma 4

4. Épicentre et foyer du séisme



Une onde sismique commence à se propager à partir du foyer à la date $t = 0$. Une station enregistreuse est située à une distance D de l'épicentre et à une distance d du foyer. On note V_p la célérité de l'onde P et V_s la célérité de l'onde S dans la croûte.

4.1. Donner l'expression de t_p et t_s , dates d'arrivée respectivement des ondes P et S à la station enregistreuse.

4.2. On ne peut pas connaître précisément V_p et V_s . Cependant, on sait qu'elles obéissent à la relation :

$$\left(\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p} \right) \approx \frac{1}{8}$$

V_s et V_p étant exprimées en km.s^{-1} .

4.2.a. Si on mesure les dates t_s et t_p , établir, en utilisant la relation qui existe entre les vitesses, l'expression de la distance d en fonction de ces dates.

4.2.b. Un capteur de la station mesure l'intervalle de temps séparant l'arrivée des deux ondes à la station : $\Delta t = 25$ s. En déduire la distance de la station au foyer du séisme.

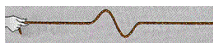
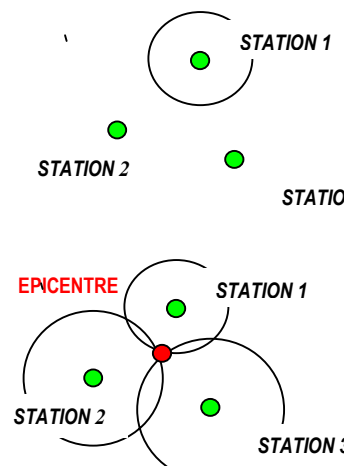
4.3. On appelle foyer superficiel un foyer très proche de la surface terrestre. Dans ce cas, on peut considérer que $d \approx D$.

Une des méthodes utilisées pour localiser l'épicentre du séisme dans ce cas est la méthode dite des trois cercles : trois stations S_1 , S_2 et S_3 mesurent la distance à laquelle elles se trouvent du foyer d'un séisme. On note des distances respectivement d_1 , d_2 et d_3 . On suppose que le milieu est isotrope, c'est à dire que les ondes se propagent à la même vitesse dans toutes les directions. Expliquer le principe de la méthode dite « des trois cercles ».

Ondes sismiques

Questions	Références aux compétences inscrites au BO
1.1. Donner la définition générale d'une onde mécanique.	Définir une onde mécanique et sa célérité
1.2. Quel terme plus approprié que "vitesse" devrait-on utiliser ?	Définir une onde mécanique et sa célérité
2.1. En utilisant deux termes de la liste ci-dessus, caractériser une onde P.	Définir et reconnaître une onde transversale et une onde longitudinale. Utiliser un vocabulaire scientifique adapté.
2.2. En utilisant deux termes de la liste ci-dessus, caractériser une onde S.	Définir et reconnaître une onde transversale et une onde longitudinale. Utiliser un vocabulaire scientifique adapté.
2.3. Associer chacun des deux schémas ci-dessous aux ondes P ou S. Justifier la réponse.	Associer un modèle à un phénomène.
3. Associer chaque expérience à l'un des deux types d'onde.	Associer un modèle à un phénomène.
4.1. Donner l'expression de t_p et t_s , dates d'arrivée, respectivement des ondes P et S à la station enregistreuse.	Exploiter la relation entre le retard, la distance et la célérité.
4.2.a. Si on mesure les dates t_s et t_p , établir, en utilisant la relation qui existe entre les vitesses, l'expression de la distance d en fonction de ces dates.	Exploiter la relation entre le retard, la distance et la célérité.
4.2.b. En déduire la distance de la station au foyer du séisme.	Exploiter la relation entre le retard, la distance et la célérité. Utiliser les unités adaptées.
4.3. Expliquer le principe de la méthode dite « des trois cercles ».	Élaborer une argumentation, une démarche scientifique.

Ondes sismiques

Questions	Réponses	Points	Commentaires
1.1.	On appelle onde mécanique le phénomène de propagation d'une perturbation dans tout milieu matériel sans transport de matière.	0,5	0 si "milieu matériel" et "sans transport de matière" ne figurent pas dans la réponse
1.2.	On devrait utiliser le terme de célérité d'une onde	0,25	
2.1.	Les ondes P sont des ondes longitudinales : la direction de déplacement temporaire de la matière et la direction de propagation de l'onde sont les mêmes. On parle aussi d'ondes de compression : elles créent de proche en proche des ondes de compression-détente du milieu de propagation.	0,25 0,25	Toute justification correcte du terme "onde de compression" sera acceptée.
2.2.	Les ondes S sont des ondes transversales : la direction de déplacement temporaire de la matière et la direction de propagation de l'onde sont perpendiculaires. On parle aussi d'ondes de cisaillement.	0,25 0,25	
2.3.	Schéma 1 : ondes P ; Schéma 2 : ondes S	0,5	
3.	  Ondes P Ondes S	0,5	
4.1.	Si les ondes S et P se propagent dans un milieu supposé non dispersif, la perturbation au point M' (station enregistruse) à l'instant t' est la même que celle qui existait au point M (foyer) à l'instant $t = t' - \tau$, avec $\tau = \frac{MM'}{V}$, τ étant le retard et V la célérité de l'onde considérée. Donc, en prenant l'origine des temps $t = 0$ à l'instant où le séisme démarre $t_P = \frac{d}{V_P} \text{ et } t_S = \frac{d}{V_S}$	0,75	0,25 pour τ 0,25 pour t_P 0,25 pour t_S
4.2.a.	$\Delta t = t_S - t_P = d \left(\frac{1}{V_S} - \frac{1}{V_P} \right)$ donc $d = 8 \times (t_S - t_P)$	0,5	
4.2.b.	$d = 8 \times 25 \quad d = 200 \text{ km}$	0,25	
4.3.	 A partir de la position de la station 1, on trace un cercle dont le rayon d_i correspond à peu près à la distance épacentrale D_i. On fait de même pour les stations 2 et 3. Les arcs de cercle se coupent en 1 seul point si le séisme est superficiel. Le point d'intersection donne la position de l'épicentre.	0,25 0,5	Les schémas ne sont pas obligatoires. Une explication claire peut être suffisante.
TOTAL		5	