

TP : Les ondes mécaniques progressives

Objectif : Quelles sont les caractéristiques d'une onde mécanique ?

I- Les ondes mécaniques

1- Pourquoi dit-on que le caillou crée une perturbation à la surface de l'eau ?

2- Pour quelle raison dit-on que l'onde se propage ? Quel est le nom donné à cette onde ?

3- Les vagues ne ramènent pas le bouchon sur la rive. Pourquoi ?

4- L'onde décrite précédemment, ainsi que les ondes sonores, sont des ondes mécaniques. Les ondes qui contiennent les données envoyées par un satellite jusqu'à la Terre sont, quant à elles, des ondes électromagnétiques. Quelle est la différence entre ces deux types d'ondes ?

Conclusion : Proposer une définition d'une onde mécanique.



II- Les ondes sismiques

1- Quelle est la cause des séismes ?

2- Définir l'épicentre d'un séisme.

3- Décrire le comportement d'une onde P.

4- Même question pour une onde S.

5- Les ondes P et S sont qualifiées d'ondes de type mécanique. Justifier cette affirmation.

6- Indiquer quel est le type d'onde (P ou S) qui traverse le noyau terrestre. Justifier.

III- Détection des séismes

Lorsqu'un séisme se produit, les ondes sismiques ne sont pas forcément détectées par l'être humain, mais elles peuvent être suivies par les nombreux sismographes situés sur la Terre dans des stations de surveillance sismique.

Un sismographe traditionnel est constitué d'un bâti fixe et d'un pendule qui réagit aux secousses. Le dispositif permet de transcrire les secousses enregistrées sous forme d'une courbe tracée si le mécanisme est mécanique, ou sous forme de données informatiques pour les sismographes numériques modernes.

1- À quoi correspondent les signaux qui apparaissent sur un sismogramme ? Utiliser l'animation <https://www.viasvt.vivelessvt.com/tremblement-terre/tremblement-terre.html>

2- En utilisant le document déterminer si l'allure du sismogramme fourni est cohérente avec les informations du graphe précédent (doc.3.).

3- Représenter sur ce document le retard de l'onde S par rapport à l'onde P.

IV- Localisation de l'épicentre

Un séisme dont l'épicentre se situe en Équateur, pays d'Amérique du Sud, s'est produit le 22 février 2019. L'enregistrement du sismographe de la station de surveillance LFCV située au Venezuela, un autre pays d'Amérique du Sud, a permis de mesurer les heures d'arrivée des ondes P et S.

On fera les hypothèses suivantes pour modéliser simplement la situation :

- hypothèse 1 : les ondes P et S se propagent quasiment à la surface de la Terre ;
- hypothèse 2 : le rayon de courbure de la Terre est négligeable ;
- hypothèse 3 : les ondes se déplacent avec des célérités de valeurs constantes.

Données : voir annexe

1- On note d la distance entre l'épicentre du séisme et la station LFCV. En notant t_s et t_p respectivement les durées de propagation de l'onde S et de l'onde P entre l'épicentre et la station LFCV, exprimer $t_s - t_p$ en fonction de d , v_s et v_p .

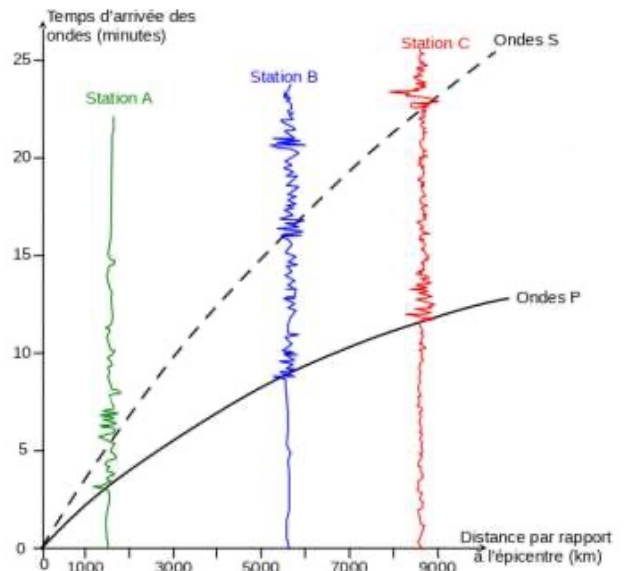
2- Exprimer la distance d puis calculer sa valeur.

V- Pour aller plus loin ...

En réalité, les calculs de localisation d'épicentre prennent en compte le fait que les célérités des ondes P et S ne sont pas constantes. On réalise pour cela une hodochrone (voir ci-dessous) à partir des enregistrements obtenus par plusieurs sismographes situés en divers endroits du globe. Elle représente l'évolution du temps de propagation des ondes sismiques P et S en fonction de la distance à l'épicentre.

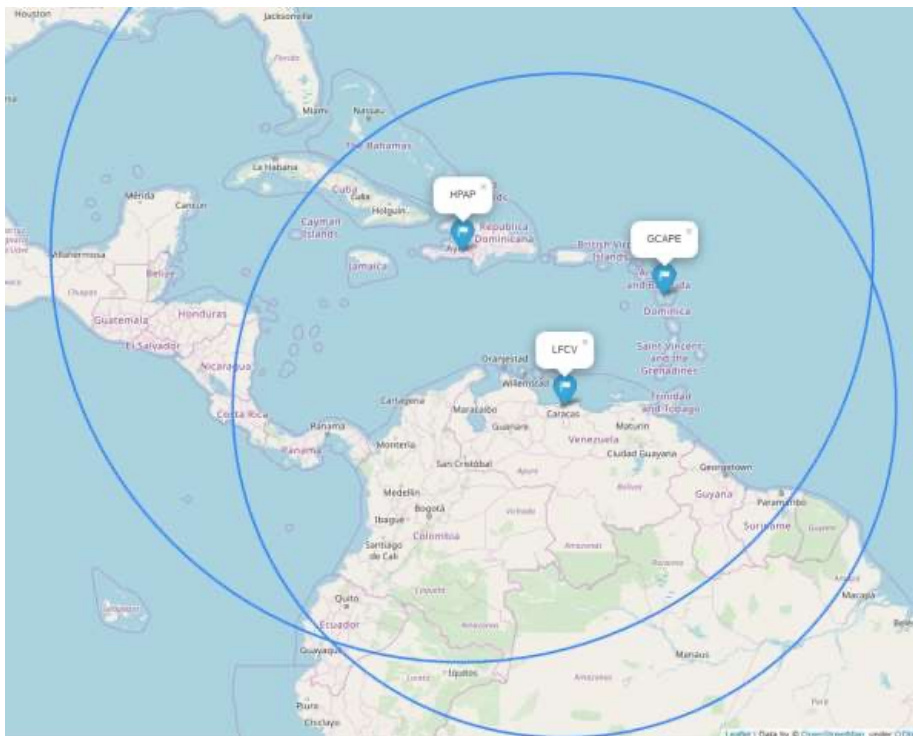
1- En exploitant l'hodochrone, déterminer la distance L entre l'épicentre et une station de mesure dans le cas où l'onde S arrive avec 5 min de retard par rapport à l'onde P.

L'utilisation de l'hodochrone donne pour trois stations différentes les résultats suivants :



Station	Durée $t_S - t_P$	Distance L de la station à l'épicentre
LFCV (Venezuela)	183 s	$1,93 \cdot 10^3$ km
HPAP (Haïti)	231 s	$2,39 \cdot 10^3$ km
GCAPE (Guadeloupe)	247 s	$2,78 \cdot 10^3$ km

On considère que, pour chaque station, l'épicentre se trouve sur un cercle de rayon L. Pour déterminer graphiquement la position de l'épicentre, on a utilisé un programme informatique en langage Python. Ce programme permet de créer un fond de carte, de positionner les trois stations LFCV, HPAP et GCAPE, de tracer des cercles dont les centres sont les stations.



2- Indiquer pourquoi la carte ci-dessus ne permet pas de positionner précisément l'épicentre du séisme.

3- Indiquer l'information chiffrée manquante dans ce programme informatique, pour tracer le cercle autour de la station GCAPE. Préciser le numéro de la ligne à corriger et réécrire cette ligne entièrement sur votre copie.

4- À la ligne 27, proposer une modification du programme permettant de faire apparaître le cercle autour de GCAPE.

5- Placer l'épicentre sur la carte en expliquant votre démarche.