

Terminale STL – Option SPCL	Chapitre :	Perturbation et vibration		
Séquence :	Séance :		Activité	Cours TP

Activité 1 (Extrait du livre de TS Physique chimie Bordas ed°2012)

Un géophysicien raconte le séisme de Sendai au large de l'île d'Honshu (Japon)

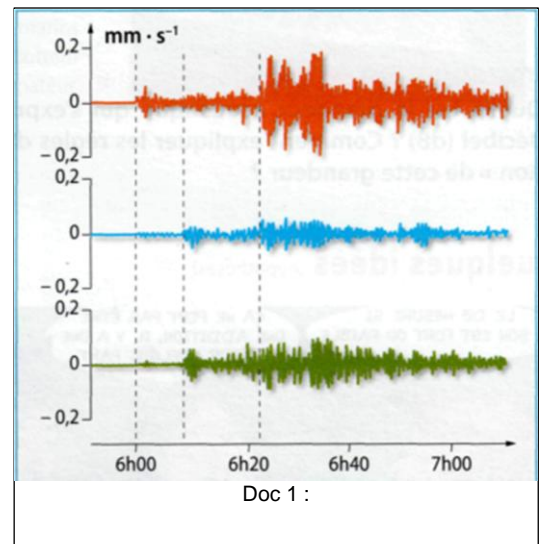
« Le 11 mars vers 14 h 50 heure de Tokyo, nos travaux ont été interrompus par les premières arrivées (ondes P, mouvements verticaux) d'un gros séisme. [...] L'arrivée brutale des ondes secondaires de cisaillement (ondes S) m'a vite convaincu qu'il fallait sortir rapidement du bâtiment. [...] [Quelques minutes plus tard], les sismologues japonais faisaient déjà parvenir par Internet la localisation de l'épicentre du séisme à 130 km au large de la ville de Sendai, qui est à 350 km au nord de Tokyo. Ils précisaient par une première série d'estimations que la magnitude devait être de 7,8, ce qui m'a semblé sous-estimé d'après mon expérience de Sumatra, que la profondeur du séisme devait se situer à une vingtaine de km, et qu'un tsunami de l'ordre de 3 m était prévisible [...]. [Une heure trente plus tard,] j'ai regardé le site de l'USGS (US Geological Survey), qui donnait une magnitude de 8,9 au lieu de 7,8, ce qui correspond à une énergie libérée plus de 30 fois supérieure à celle initialement estimée. »

Enregistrement du séisme :

La date, la localisation et la magnitude d'un séisme sont calculables dès lors que le décalage temporel entre l'arrivée des différents types d'ondes et l'amplitude des secousses engendrées sont connues en au moins trois points du globe. La précision augmente avec le nombre de points utilisés.

Les sismomètres des stations de détection réparties à travers le monde enregistrent les vibrations du sol à l'aide de capteurs très sensibles, qui transforment les déplacements du sol en signaux électriques.

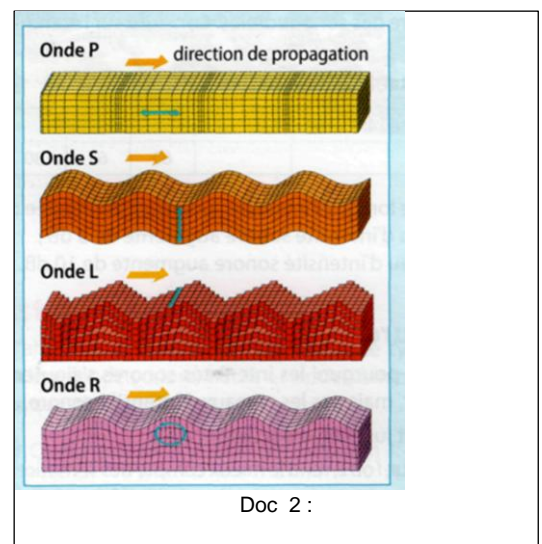
Le sismogramme obtenu à Canberra (Australie) le 11 mars 2011 suite au séisme de Sendai (Fig. 1) donne l'enregistrement des vibrations dans trois directions orthogonales : une verticale (trace rouge), et deux horizontales orientées Est-Ouest (trace bleue) et Nord-Sud (trace verte). Le temps est donné en temps universel TU. Les traits verticaux en pointillés repèrent les arrivées des ondes S et P et celle des ondes de surface.

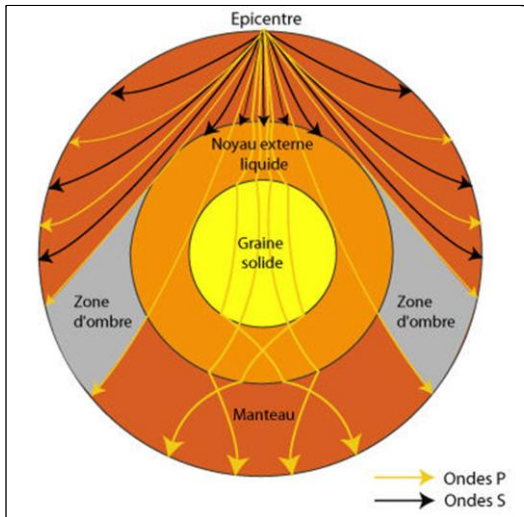


Modélisation de la propagation des ondes sismiques :

Quand la Terre tremble, les vibrations se propagent à partir du foyer dans toutes les directions. Elles 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 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. [...] Mais les secousses ne s'arrêtent pas là. D'autres ondes succèdent à ces premiers ébranlements. En effet la Terre n'étant pas homogène, les ondes P et S sont réfléchies, réfractées par les différentes couches. Elles peuvent être aussi guidées par la surface du sol et former alors les ondes de Rayleigh et de Love. Celles-ci arrivent plus tard et se propagent de manière complexe.

Hélène Le Meur, « Les séismes », La Recherche n° 310, juin 1998





Sachant que les ondes P se propagent dans les solides, les liquides et les gaz, alors que les ondes S ne se propagent que dans les solides, l'étude des sismogrammes enregistrés lors de milliers de séismes a permis d'établir le comportement des ondes qui se propagent à l'intérieur de la Terre (Fig. 3), et ainsi de décrire les différentes enveloppes concentriques qui constituent l'intérieur du globe (Fig. 4).

Doc 3 : Exemples de trajectoires suivies à l'intérieur du globe terrestre par les ondes P (en jaune) et les ondes S (en noir).

Doc 4 : Variation avec la profondeur de la vitesse de propagation des ondes « de volume » dans le globe terrestre.

Dans quelle(s) direction(s) se propage(nt) les ondes sismiques à partir du foyer (ou épicentre) ?

Parmi les différentes ondes sismiques lesquelles sont émises à l'épicentre ?

Pour les ondes P et S comparer leur direction de propagation à celle des déformations provoquées.

Les ondes P et S peuvent être qualifiée différemment :

- Onde mécanique de cisaillement.
- Onde mécanique de compression-dilatation.

Attribuer la bonne expression à ces deux types d'ondes.

On peut aussi attribuer les termes de transversale et longitudinale à ces ondes, lequel attribue-t-on à chaque onde ?

Commenter l'évolution de la vitesse des ondes P et S dans le manteau du globe terrestre.

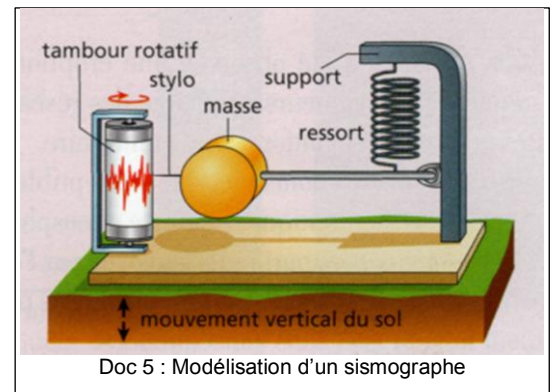
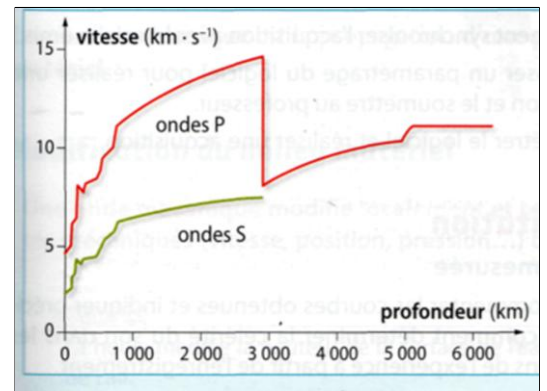
Expliquer pourquoi la vitesse des ondes S s'annule dès 2900 km de profondeur.

Sachant que les ondes mécaniques suivent les mêmes lois de propagation que la lumière, expliquer, à l'aide des documents 3 et 4, pourquoi à l'intérieur du globe terrestre les ondes :

- Ne se propagent pas en ligne droite
- Sont réfléchies et réfractées.

Le sismographe modélisé sur le schéma 5 permet d'enregistrer quel type d'onde ? Expliquer.

Parmi les enregistrements présentés sur le document 1, lequel pourrait correspondre à ce type de sismographe ?



Doc 5 : Modélisation d'un sismographe