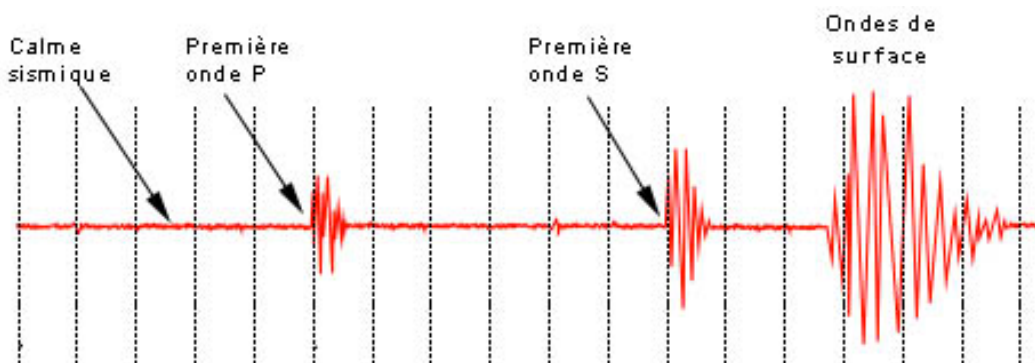


Compétences	Utiliser des outils et mobiliser des méthodes pour apprendre Pratiquer des démarches scientifiques
Capacités	Traiter des données sismologiques

**Il s'agissait de rappeler les bases de la sismologie et à montrer l'intérêt de la sismologie pour connaître la structure interne du globe terrestre.**

La **sismologie** est l'étude des séismes et de la propagation des ondes sismiques. Un **séisme** est une secousse dans l'écorce terrestre correspondant à la rupture de roches le long d'une fracture ou faille. La rupture est provoquée le plus souvent par l'accumulation de tensions ; plus rarement elle est due à une activité volcanique ou une explosion artificielle. L'énergie est brutalement libérée à partir d'un point appelé **foyer**. L'**épïcéntré** est le point de la surface terrestre qui se trouve à la verticale du foyer. L'énergie est transportée à partir du foyer dans toutes les directions sur de grandes distances par les vibrations élastiques du sol ou **ondes sismiques**.

On peut enregistrer l'arrivée de ces ondes sismiques à une station à l'aide d'un **sismographe** : appareil de mesure des ondes sismiques. L'enregistrement, appelé **sismogramme**, permet de distinguer trois types d'ondes sismiques P, S et L. Dans les cas les plus simples, on enregistre en effet trois « paquets d'ondes ».



Exemple de sismogramme (simplifié)


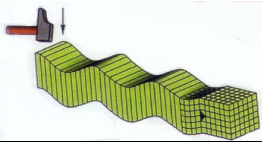
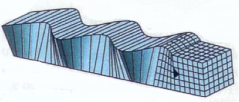
Type d'onde sismique		caractéristiques	milieu de propagation
ondes de volume (se propagent en profondeur)	ondes P	ondes de compression (P pour <i>pression</i> ) 	solides, fluides (dont l'atmosphère)
	ondes S	ondes de cisaillement (S pour <i>shear</i> ) 	solides seulement
ondes de surface (ondes L)		mouvement complexe du type houle de mer (L pour <i>Love</i> , du nom de son inventeur) 	couches superficielles du globe

Tableau simplifié des différents types d'ondes sismiques

La vitesse des ondes sismique ne dépend que des propriétés du matériau dans lequel elles se propagent. Plus le matériau est rigide et/ou compact (dense) plus la vitesse des ondes est élevée.

Plus la station se trouve loin du foyer, plus le trajet des ondes jusqu'à la station est long et plus l'intervalle de temps entre le moment du séisme et l'arrivée des ondes à la station est grand.

Pour un séisme donné, il est possible de reporter sur un graphique la durée de trajet des ondes P, S et L en fonction de la distance entre la station d'enregistrement et le foyer. La courbe reliant les points des différentes stations est appelée l'**hodochrone**.

On peut donc tracer un hodochrone pour chaque type d'ondes P, S et L à partir d'un seul séisme enregistré par plusieurs stations.

1. En vous fondant sur l'allure des hodochrones fournis, **préciser** comment évolue la vitesse moyenne des ondes P, S et L à mesure que l'on s'éloigne du foyer et que la distance parcourue par ces ondes est plus grande. (aucun calcul n'est attendu).

On rappelle que la vitesse moyenne  $v$  des ondes est donnée par l'équation  $v = d/t$  où  $d$  est la distance au foyer (à l'épicentre) et  $t$  est la durée du trajet.

**Je vois que** pour les ondes P et S, plus la distance à l'épicentre est grande, plus la pente de l'hodochrone est faible. La pente de l'hodochrone correspond à un rapport  $t/d$ .

**Or je sais que**  $v = d/t$  dont la pente de l'hodochrone correspond à l'inverse de la vitesse des ondes.

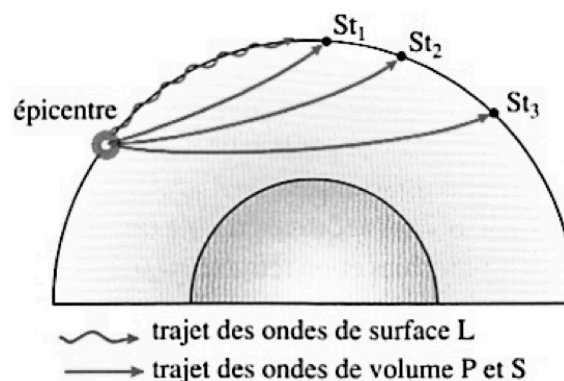
**J'en déduis que** plus on s'éloigne de l'épicentre du séisme, plus la vitesse des ondes P et S est grande. Ce n'est pas le cas des ondes de surface (ondes L) pour lesquelles la vitesse reste inchangée quelle que soit la distance au foyer.

2. Si les trois types d'ondes circulaient en ligne droite dans un milieu homogène, leur vitesse serait constante. **Précisez** en vous justifiant quel aspect auraient alors les hodochrones des trois types d'ondes.

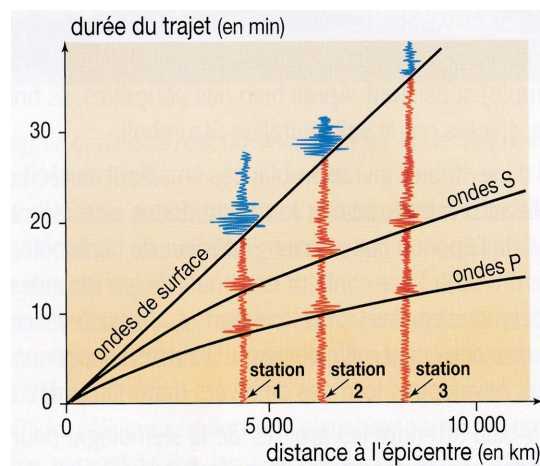
La vitesse des ondes ne dépend que du matériau dans lequel elles se propagent donc si les ondes P et S se propageaient dans un milieu homogène, leurs vitesses seraient constantes et donc leurs hodochrones seraient des droites comme celui des ondes L.

3. **Proposez** une hypothèse pour expliquer l'allure des hodochrones réels. **Proposez** une expérience réalisable pour tester votre hypothèse.

- Sur le schéma du trajet des ondes, **je vois que** plus la station d'enregistrement est éloignée de l'épicentre, plus la trajectoire des ondes P et S pénètre en profondeur dans le globe terrestre. **Or je sais que** plus les matériaux sont rigides et/ou denses, plus la vitesse des ondes sismiques



Trajet des ondes  
(le foyer et l'épicentre sont confondus pour simplifier le schéma)



Hodochrones du séisme étudié

est élevée. Je peux donc proposer qu'en pénétrant plus en profondeur, les ondes traversent des matériaux plus rigides et/ou plus compacts dans lesquels leur propagation est plus rapide qu'en surface. Cela expliquerait pourquoi sur l'hodochrone, plus on s'éloigne de l'épicentre, plus la vitesse (inverse de la pente de la courbe) est grande.

- Pour tester cette hypothèse, il est possible de réaliser un modèle réduit de Terre homogène et un modèle réduit de Terre dans lequel les matériaux profonds sont plus rigides/plus denses, et de réaliser des hodochrones avec ce modèle. On s'attend alors à ce que les hodochrones du second modèle ressemblent davantage aux enregistrements réels que ceux du modèle témoin homogène.

4. À partir des données et de vos réponses précédentes, **montrez** que les données sismiques fournissent certaines informations utiles pour connaître la structure interne du globe terrestre.

D'après ce qui précède et si notre hypothèse est correcte, la réalisation des hodochrones à partir des ondes issues de différents séismes fournit des renseignements sur les propriétés des roches profondes dans lesquelles les ondes sismiques P et L se propagent : densité et/ou rigidité. Cela donne donc accès à la structure profonde du globe terrestre, qui n'est pas accessible directement.