

## Musée de Sismologie et Magnétisme Terrestre

### ***Localisation de l'épicentre d'un séisme à l'aide des données du RéNaSS***

Notice à l'attention du professeur

- Public visé par l'activité : Lycéens et collégiens
- Disciplines concernées : S.V.T., Sciences Physiques, Mathématiques
- Lieu pour l'activité : En classe
- Durée de l'activité : Environ 2 heures (cela dépend du niveau des élèves)
- Nature de l'activité : Exploiter les données fournies sur le site web du RéNaSS concernant un séisme récent et amener les élèves à localiser l'épicentre du séisme par une méthode géométrique simple.
- Contenu du dossier : Fiche élève  
Cartes des réseaux de surveillance sismique  
Carte de sismicité de la France
- Proposition de correction sur demande émanant d'une adresse académique de préférence et adressée à l'un des contacts indiqués ci-dessous.

Déroulement possible de l'activité :

Cette activité est transdisciplinaire et peut faire l'objet d'une séance en co-intervention animée par les professeurs des trois disciplines. Les cartes des différents réseaux sismiques permettent d'adapter l'activité au contexte local.

Il est possible de se passer d'une connexion à internet en fournissant les données nécessaires à l'activité aux élèves. Par ailleurs, il convient de choisir un séisme dont la magnitude est supérieure à 3,5 afin que le fichier de données contienne suffisamment de stations ayant pointé les temps d'arrivée des ondes. Une autre activité intitulée ***Vitesses des ondes P et S dans la croûte terrestre*** est proposée ; on y établit la relation entre les célérités des ondes P et S à partir de données du RéNaSS.

Contacts :

Pierre-André Labolle, Lycée des Pontonniers : [plabolle@ac-strasbourg.fr](mailto:plabolle@ac-strasbourg.fr)  
Valérie Ansel, EOST : [valerie.ansel@unistra.fr](mailto:valerie.ansel@unistra.fr)

## **Localisation de l'épicentre d'un séisme à l'aide des données du RéNaSS**

*Le but de cette activité est de voir comment, à l'aide de données issues de sismogrammes et disponibles en ligne, il est possible de localiser simplement l'épicentre d'un séisme.*

### **I/. Principe de la méthode et approximations**

La méthode proposée est appelée "méthode des cercles". Elle se base sur la différence entre le temps d'arrivée des ondes S et celui des ondes P en trois stations d'enregistrement différentes.

Pour mettre en œuvre cette méthode, trois approximations vont être faites : la première consiste à considérer que les ondes se propagent en ligne droite. La deuxième, consiste à négliger la profondeur du foyer du séisme devant les distances séparant les stations de l'épicentre, situé à la surface de la Terre. La troisième consiste à admettre la relation suivante entre la vitesse  $V_P$  des ondes P la vitesse  $V_S$  des ondes S dans la croûte terrestre :  $\frac{1}{V_S} - \frac{1}{V_P} = \frac{1}{8}$  où les vitesses sont exprimées **en  $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$** .

Soit  $t_0$  la date à laquelle le séisme a eu lieu, appelée temps origine et soit  $D$  la distance qui sépare la station de l'épicentre du séisme. On peut alors exprimer :

- la durée  $\Delta t_P$  mise par les ondes P pour arriver à la station :  $\Delta t_P = \frac{D}{V_P}$  ;
- la durée  $\Delta t_S$  mise par les ondes S pour arriver à la station :  $\Delta t_S = \frac{D}{V_S}$  ;
- le temps d'arrivée des ondes P à la station :  $t_P = t_0 + \Delta t_P = t_0 + \frac{D}{V_P}$  ;
- le temps d'arrivée des ondes S à la station :  $t_S = t_0 + \Delta t_S = t_0 + \frac{D}{V_S}$  .

On s'intéresse à la différence entre les temps d'arrivée des ondes S et des ondes P à la station, ce qui nous permet de ne pas utiliser la date  $t_0$  à laquelle le séisme a eu lieu. Cette différence entre  $t_S$  et  $t_P$  s'exprime par :

$$t_S - t_P = \left( t_0 + \frac{D}{V_S} \right) - \left( t_0 + \frac{D}{V_P} \right) = \frac{D}{V_S} - \frac{D}{V_P} = D \cdot \left( \frac{1}{V_S} - \frac{1}{V_P} \right) = \frac{D}{8}$$

La distance  $D$  **en km** séparant la station de l'épicentre est donc donnée par la relation :  $D = 8 \cdot (t_S - t_P)$ . On peut trouver les temps d'arrivée des ondes S et P sur les sismogrammes enregistrés en France. Les fichiers de dépouillement correspondants, établis par les opérateurs du RéNaSS, contiennent toutes les mesures utiles.

Cette relation nous indique la valeur de la distance séparant la station de l'épicentre. Or le lieu géométrique des points situés à égale distance de la station est un cercle ayant pour centre la station. Pour déterminer la position de l'épicentre, il faut donc au moins trois stations de sorte que les trois cercles obtenus à partir des trois stations se coupent en un point qui correspond à l'épicentre du séisme.

Cette méthode fonctionne bien si les trois approximations faites sont raisonnables et en particulier si la profondeur du foyer est négligeable devant les distances séparant les stations de l'épicentre. Si le foyer est en profondeur, les trois cercles ne se coupent pas exactement en un seul point mais définissent une zone dans laquelle se trouve l'épicentre. Il faut alors apporter des corrections par rapport à nos approximations pour localiser plus précisément l'épicentre.

## **II/. Un exemple concret**

On se propose, pour illustrer la méthode des S-P expliquée ci-dessus, de l'appliquer au séisme datant du \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_ ressenti en \_\_\_\_\_ notamment. Toutes les informations utiles sur les temps d'arrivée des ondes S et P se trouvent en ligne sur le site du RéNaSS (Réseau National de Surveillance Sismique) :

- se connecter à l'adresse suivante : <http://renass.u-strasbg.fr> ;
- dans **Liens directs** dans le menu de gauche, choisir **Derniers séismes localisés** et utiliser soit l'un des derniers séismes présentés, soit le moteur de recherche pour rechercher un séisme en particulier ;
- nous utilisons le moteur de recherche pour atteindre le fichier de dépouillement du séisme du \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_ (modifier les dates entre le \_\_ et le \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_ et la magnitude entre \_\_ et \_\_) : le seul séisme proposé est celui qui nous intéresse ;
- en cliquant sur l'icône du sismogramme, on visualise les sismogrammes enregistrés aux différentes stations et en cliquant sur le lien bleu à droite, on accède au fichier de dépouillement dans lequel on ne s'intéressera qu'aux ondes notées PG et SG qui correspondent aux ondes directes (les autres ont subi une réfraction) ;
- les trois colonnes représentent respectivement : les initiales de la station, le type d'onde pointé sur le sismogramme et la date d'arrivée de ces ondes à la station ;
- au bas de cette liste se trouve un lien **format brut** qui donne accès à la même liste mais avec les noms des stations, ce qui permet de les identifier ;
- choisir trois stations assez éloignées les unes des autres, qui ne soient pas alignées et pour lesquelles les données SG et PG sont fournies. Rechercher les noms des stations ;
- relever les dates d'arrivée des ondes P et S dans ces trois stations et effectuer les calculs nécessaires, développés ci-dessus, pour remplir le tableau figurant sur la page suivante ;
- il suffit à présent de tracer les trois cercles centrés respectivement sur les trois stations et dont les rayons valent les distances épicentrales calculées. Pour ce faire, utiliser la carte du réseau \_\_\_\_\_ et considérer que 1° correspond à 111 km ;
- calculer les rayons des cercles centrés respectivement sur les trois stations en tenant compte de l'échelle du document et compléter le tableau figurant sur la page suivante ;

- ces trois cercles se coupent dans la région de \_\_\_\_\_ . Rechercher sur le site du RéNaSS les coordonnées précises de l'épicentre et les comparer à votre résultat. Si le séisme est récent, rechercher la localisation du séisme à l'aide des cartes de la page d'accueil du RéNaSS ;
- rechercher sur le site du RéNaSS une carte représentant la sismicité en France durant ces dernières décennies et commenter la localisation du séisme étudié.

Station	_____	_____	_____
Arrivée des ondes P	__ h __ min ____ s	__ h __ min ____ s	__ h __ min ____ s
Arrivée des ondes S	__ h __ min ____ s	__ h __ min ____ s	__ h __ min ____ s
Durée ( $t_s - t_p$ )	_____ s	_____ s	_____ s
Distance épicentrale D	_____ km	_____ km	_____ km
Rayon du cercle à l'échelle du document	_____ cm	_____ cm	_____ cm