

## > SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Approfondir ses connaissances

La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement

# Séismes - Risques pour les populations

### PRÉAMBULE

Cette ressource est destinée à l'actualisation des connaissances des enseignants. Les savoirs présentés ici ne sont en aucune manière des objectifs de connaissances ou de compétences pour des élèves de cycle 3.

Au cycle 3, il s'agit d'amener les élèves à découvrir ce que sont les séismes, à partir des risques qu'ils font courir aux populations, et à considérer l'activité sismique comme un ensemble de phénomènes traduisant une activité interne de notre planète.

## Références au programme et au socle commun

### ATTENDUS DE FIN DE CYCLE

- Situer la Terre dans le système solaire et caractériser les conditions de la vie terrestre.
- Identifier des enjeux liés à l'environnement.

### CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES

Relier certains phénomènes naturels (tempêtes, inondations, tremblements de terre) à des risques pour les populations :

- phénomènes géologiques traduisant l'activité interne de la Terre (volcanisme, tremblements de terre, etc.).

## Qu'est-ce qu'un séisme ?

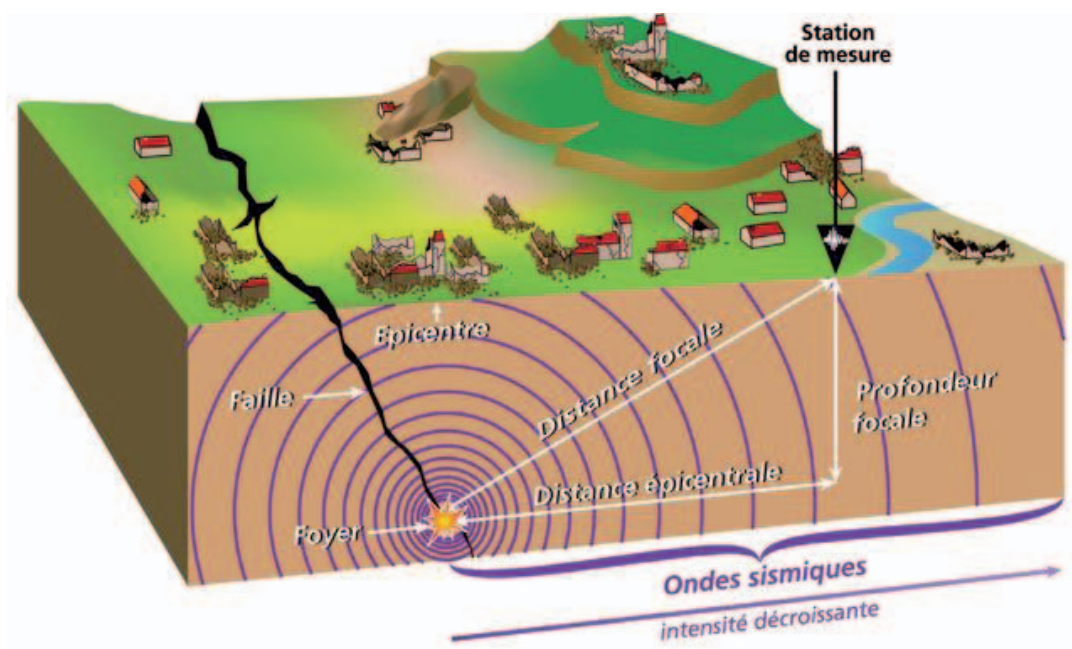
**Un séisme est un ébranlement du sol lié à l'arrivée d'ondes élastiques issues d'un foyer ou hypocentre.**

Une secousse peut être précédée d'éléments précurseurs et est généralement suivie de répliques.

**Son origine** correspond au brusque mouvement d'une faille qui coïncide avec un relâchement d'un état de contrainte. Il y a un dégagement d'énergie sous forme de chaleur (70-80 %) et d'ondes élastiques (20-30 %).

Le **foyer** ou hypocentre est un point de rupture de roches dont la profondeur est inférieure à 700 km, dans la lithosphère.

**L'épicentre** est la projection de ce foyer à la surface ; il est donc situé à la verticale du foyer.



Source : site du [BRGM](http://BRGM).

Retrouvez Éduscol sur



## Intensité et magnitude d'un séisme

L'**intensité d'un séisme** est estimée à partir des effets produits, observés ou ressentis, appelés effets macrosismiques. Elle dépend donc du lieu d'observation, du comportement des roches mais est souvent plus forte au niveau de l'épicentre. Elle est estimée après enquête.

Informations utiles à ce sujet sur le [site France Séisme](#).

Elle se mesure à l'aide de l'échelle M.S.K (nom des trois sismologues européens Medvedev, Sponheuer et Karnik) ou de la nouvelle échelle EMS98 (European Microseismic Scale).

Cliquer sur le lien pour obtenir la [version complète de l'échelle EMS98](#).

Après un séisme, il est possible de déterminer des lignes isoséistes (d'égale intensité sismique) qui entourent l'épicentre macrosismique (voir figure ci-après).

L'étude de témoignages lors de séismes passés permet de constituer une base de données de sismicité historique et de caractériser le risque sismique actuel en un lieu donné.



Carte d'intensités internet issue de 36 témoignages (Date de création : 03/04/2016 15:13 T.U.)

### Echelle d'intensités macrosismiques (EMS-98)

Intensités EMS98	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
Dégâts potentiels bâtiments vulnérables	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	modérés	quelques effondrements partiels	nombreux effondrements partiels	nombreux effondrements	effondrements généralisés
Dégâts potentiels bâtiments peu vulnérables	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	modérés	effondrements partiels	nombreux effondrements
Perception humaine	non ressent	très faible	faible	modéré	forte	brutale	très brutale	sévère	violente	extrême

★ Localisation du séisme  
○ Intensité moyenne par témoignages internet

○ Intensités attendues sur la zone (modélisation BCSF)

Source des données sismologiques : BCSF (CNRS-Univ. de Strasbourg) / LDG (CEA-DASE)

### • Carte d'intensités issue des témoignages internet

Retrouvez Éduscol sur



Source : [franceseisme.fr](http://franceseisme.fr).

**La magnitude** d'un séisme est une quantification de l'énergie libérée au cours d'un séisme, selon une échelle logarithmique (communément - mais improprement - appelée échelle de Richter ou échelle ouverte de Richter). Une augmentation d'une unité de magnitude correspond à une multiplication de l'énergie du séisme par un facteur proche de 30.

Cette énergie est estimée à partir de l'amplitude des mouvements constatés et mesurés à l'aide de sismographes.

Les appareils les plus sensibles permettent de déceler un séisme de magnitude -2 (énergie dégagée de l'ordre de 10 joules). Le séisme de plus grande magnitude connue (Chili, 1960) avait une magnitude de 9,5 (environ  $2 \times 10^{19}$  joules).

## Sismographes

Cliquer sur le lien pour voir la vidéo « [Le sismographe et sa composante verticale](#) ».

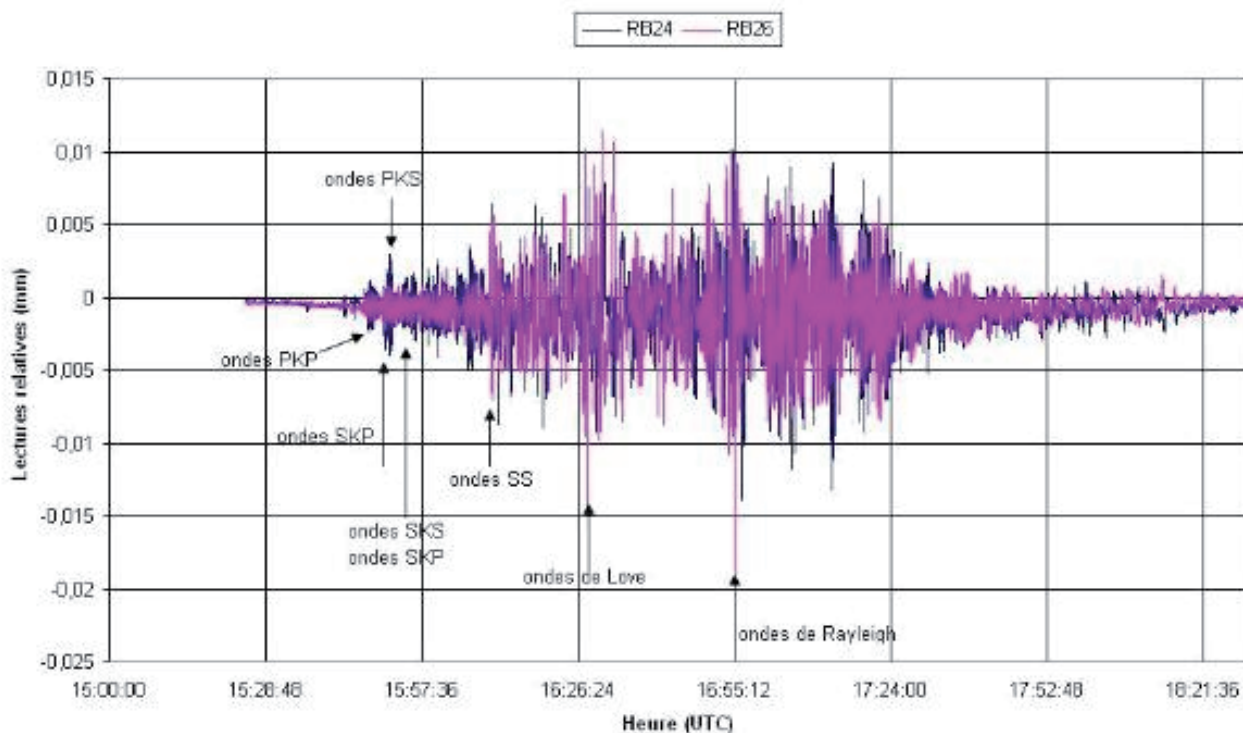


Un sismographe est constitué d'un bâti, solidaire du sol et d'un pendule de très grande masse. Le déplacement relatif du bâti et du pendule en fonction du temps est enregistré : cet enregistrement est appelé sismogramme. Il faut trois sismographes pour obtenir une représentation tridimensionnelle des mouvements du sol (N-S, E-W, verticale).

### Les différents types d'ondes sismiques

#### Des enregistrements complexes

Les sismogrammes sont complexes et mettent en évidence l'existence de plusieurs types d'ondes que l'on peut regrouper, pour simplifier, en trois catégories principales : ondes P, S et L.

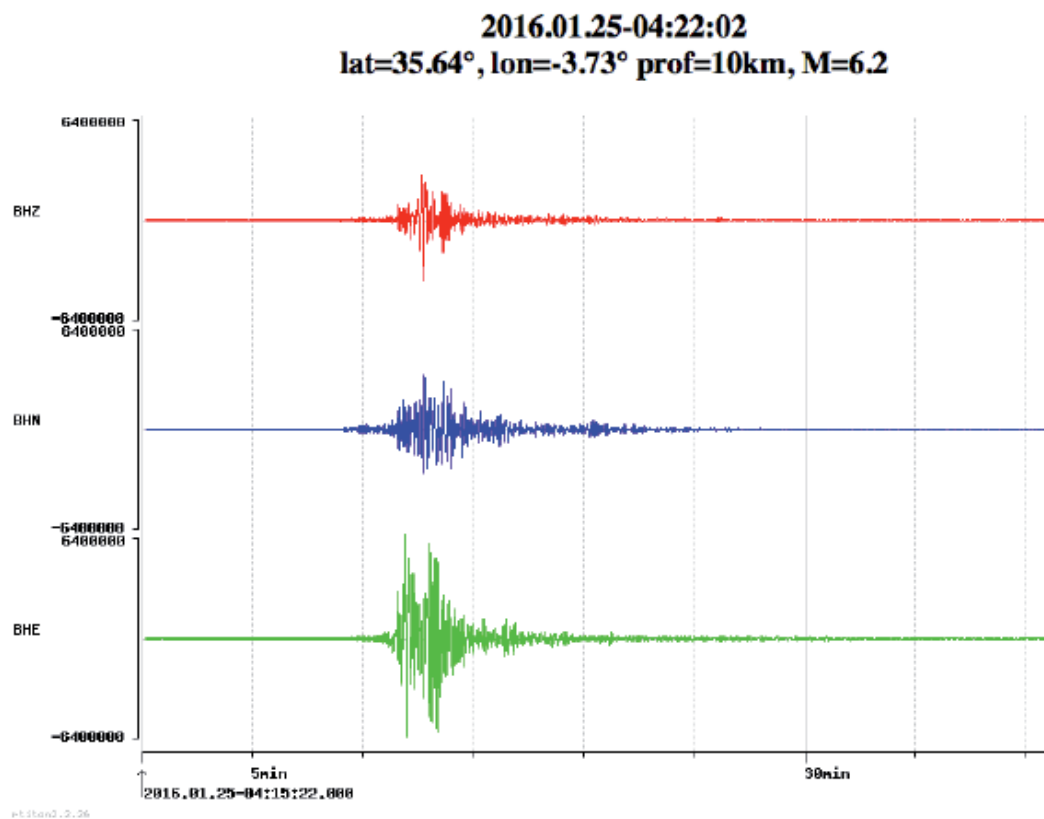


Source : Institut national des sciences appliquées de Strasbourg

Retrouvez Éduscol sur



### Un exemple de sismogramme enregistré par une station implantée dans un lycée Le séisme du 25 janvier 2016 en mer Méditerranée



*Le sismogramme enregistré par le sismographe du lycée Fermat (matériel de la société Agcodagis).*

BHZ : enregistrement selon l'axe Z soit un déplacement vertical,

BHN : enregistrement horizontal vers le Nord,

BHE : enregistrement horizontal vers l'Est,

M : magnitude selon l'échelle ouverte de Richter. Elle traduit l'énergie dégagée par le séisme. Sa valeur dépend de l'amplitude des ondes P, premières ondes sismiques enregistrées.

Les tracés se lisent de gauche à droite. Ils montrent des ondes de faible amplitude mais de fréquence importante (pics très serrés) : ce sont les ondes P. Leur font suite des ondes de plus grande amplitude et de fréquence plus faible (pics plus espacés) qui sont les ondes S puis les ondes L. Ce sont ces dernières qui sont les plus destructrices.

Retrouvez Éduscol sur



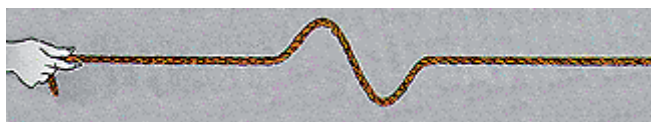
### Des ondes de volume et des ondes de surface

- Les ondes de volume (P et S)

**Les ondes P** (ondes primaires) sont des ondes de compression ou ondes longitudinales, semblables aux ondes de compression d'un ressort, ou aux ondes sonores dans l'air. Les ondes P se propagent dans tous les milieux. Lorsqu'elles se propagent dans le manteau, ces ondes sont désignées par la lettre P ; dans le noyau externe, par la lettre K et dans le noyau interne, par la lettre I.



**Les ondes S** (ondes secondaires) sont des ondes de cisaillement ou ondes transversales analogues aux ondes de déformation transversale d'une corde. Ces ondes se propagent dans les solides mais pas dans les liquides (ni dans les gaz) : elles ne se propagent donc pas dans le noyau externe liquide de la terre. Leur vitesse de propagation est plus faible que celle des ondes P. Dans le manteau, on les désigne par la lettre S ; dans le noyau interne par la lettre J.



Ces ondes peuvent être réfléchies ou réfractées, c'est-à-dire déviées au passage par un changement de milieu (par exemple aux discontinuités entre les couches internes de la Terre) et peuvent générer d'autres ondes P et S. On obtient ainsi des ondes PP PS SP SS..., ou d'autres situations plus complexes PKP SKS SKP... PKIKP SKIKS SKIKP... PKJKS, selon la succession des milieux rencontrés.

Les ondes sismiques peuvent suivre des trajets très complexes à l'intérieur de la Terre. Leur temps de parcours dépend de la longueur du trajet et de la vitesse locale de propagation ; en conséquence lorsqu'elles sont émises par un séisme quasi ponctuel, elles n'arrivent pas toutes en même temps en un endroit donné.

La connaissance des temps d'arrivée des ondes P et S permet, connaissant leur vitesse, de donner une indication sur la position du séisme.

- Les ondes de surface (ondes L)

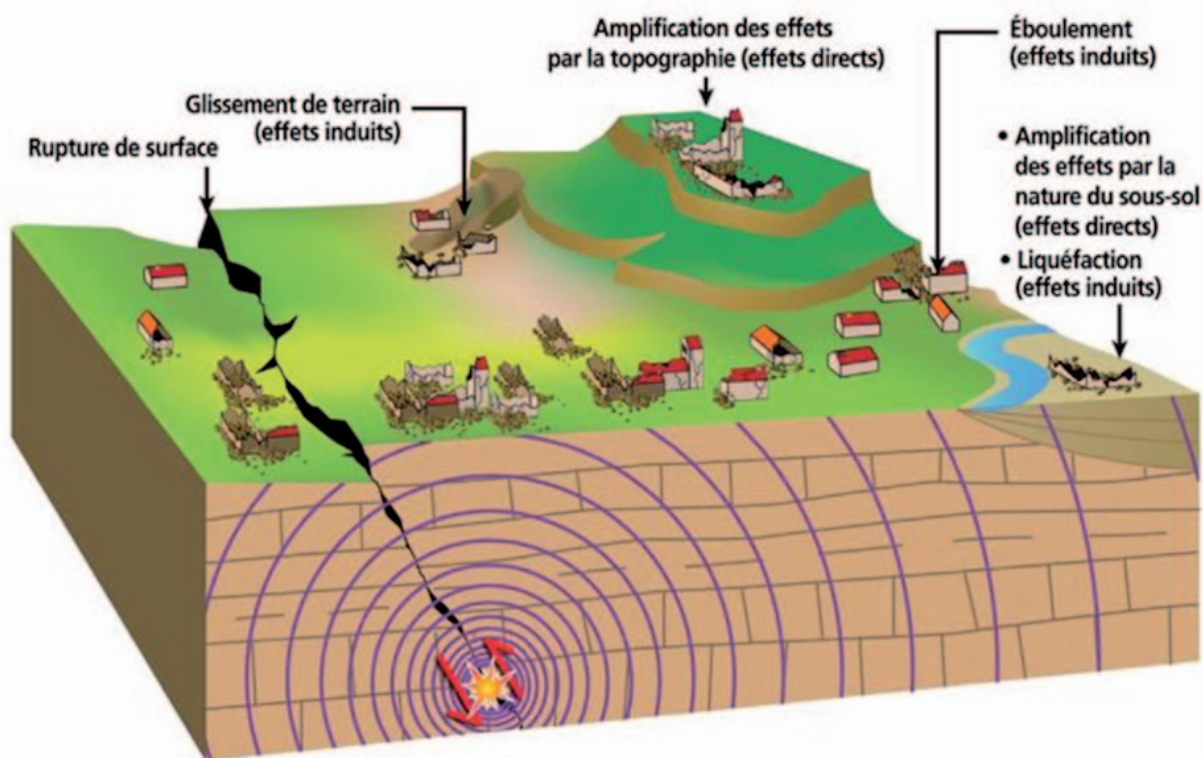
Ce sont des ondes qui créent des perturbations localisées au voisinage de la surface de la Terre. Elles sont moins rapides que les ondes de volume mais leur amplitude est généralement plus forte. Ce sont essentiellement ces ondes qui causent les dégâts de surface.

## Les enseignements apportés par la sismologie

- **La localisation de l'épicentre** : voir le site « [Musée de Sismologie et collections de Géophysique - Jardins de l'Université - Strasbourg](#) ».
- **La connaissance de la structure interne de la planète Terre** : l'analyse des sismogrammes et l'étude de la propagation des ondes sismiques a permis d'établir un modèle de structure interne de la Terre en couches concentriques. Ainsi, au xxe siècle, la sismologie a conduit à la construction d'un modèle (Modèle PREM, Preliminary Reference Earth Model) qui comprend trois discontinuités principales : la discontinuité de Mohorovicic (MOHO), qui sépare la croûte terrestre et le manteau ; la discontinuité de Gutenberg, entre le manteau et le noyau ; et la discontinuité de Lehmann, qui sépare noyau interne et noyau externe.
- **La tectonique des plaques**.

Voir « [De la dérive des continents à la tectonique des plaques](#) ».

## Aléas et risques sismiques



Source : site du [BRGM](#).

### L'aléa sismique

Il s'estime à partir des données historiques (voir plus haut le paragraphe **intensité d'un séisme**) et dépend d'effets de site : le mouvement du sol peut varier localement (augmentation ou réduction) en raison de la topographie locale ou de la constitution du sous-sol.

### L'enjeu d'un séisme

Les victimes directes et indirectes (tsunami, éboulement, rupture de canalisation, etc.), les dégâts matériels et l'impact environnemental (bouleversement de paysages, etc.) d'un séisme en constituent l'**enjeu**.

Retrouvez Éduscol sur



### Le risque sismique

Le risque sismique en une zone géographique donnée est déterminé en considérant à la fois l'aléa sismique local (phénomène naturel dangereux) et les enjeux liés à un éventuel séisme (humains, économiques ou environnementaux).

## Sitographie

- [Sismicité historique de la France Métropole](#)
- [Actions de recherche et de développement en géosciences par des approches couplées Terre-Océan-Espace](#)
- [Le Bureau Central Sismologique Français - le Réseau National de Surveillance Sismique](#)
- [Analyse et gestion des risques](#) - Université Virtuelle Environnement et Développement Durable (UVED)

Retrouvez Éduscol sur

