

Savoirs savants

Sciences Les séismes

*Auteurs: Stéphane Correas, Professeur des écoles, Maître-formateur - Stéphane Bretheau, Maître-formateur - David Wilgenbus, Astrophysicien et formateur
En collaboration avec Salomon Céus (DEF), Johnny Antoine (DCQ), Cirta Jean-François, Normil Emilor (EFACAP de Kenscoff), Muguette Joseph Lubin (EFACAP de Thomazeau), Junior Philippe (EFACAP de Fond des Nègres), Jean Elsoy Casimir (EFACAP de L'Asile) et Eneste Jean-Baptiste (Ecoles communales de Port-au-Prince)*

Contenus sur les séismes à l'attention de l'enseignant

Mythes et légendes

Depuis toujours, les tremblements de terre ont inspiré de la crainte. La méconnaissance de ces phénomènes naturels, associée à l'ampleur des catastrophes sur les sociétés humaines, en a fait l'objet de mythes et de légendes.

Au Japon par exemple, un mythe très populaire raconte que l'archipel repose sur le dos d'un poisson chat géant, nommé Namazu. Celui-ci est surveillé par le dieu Kashima Daimyoin, le seul capable de le maîtriser. Lorsque le dieu relâche son attention, le poisson chat en profite pour bouger dans tous les sens, ce qui cause des tremblements de terre et occasionne de nombreuses destructions.

Aujourd'hui encore, l'image du poisson chat est utilisée au Japon dans les alertes retentissant sur les téléphones portables, les ordinateurs et à la télévision, ainsi que sur certains panneaux routiers signalant des routes fermées en cas de risque majeur de tremblement de terre.

La Terre, une planète active

L'activité de notre planète vient du fait que la température à sa surface n'est pas la même qu'en profondeur. Ce déséquilibre crée des mouvements de convection : la matière est mise en mouvement, de la même manière que, dans une casserole, l'eau chauffée par le bas remonte à la surface où elle se refroidit avant de replonger.

Ces mouvements ont pour effet de craqueler la croûte terrestre pour former des plaques, qu'on appelle plaques tectoniques. Ces plaques bougent les unes par rapport aux autres, avec des vitesses allant de 1 à 20 cm par an.

Contenus sur les séismes à l'attention de l'enseignant

L'origine des séismes

Le mouvement des plaques les unes par rapport aux autres ne se fait pas sans heurts : il génère d'intenses frottements et impose de fortes contraintes de part et d'autre des frontières entre les plaques.

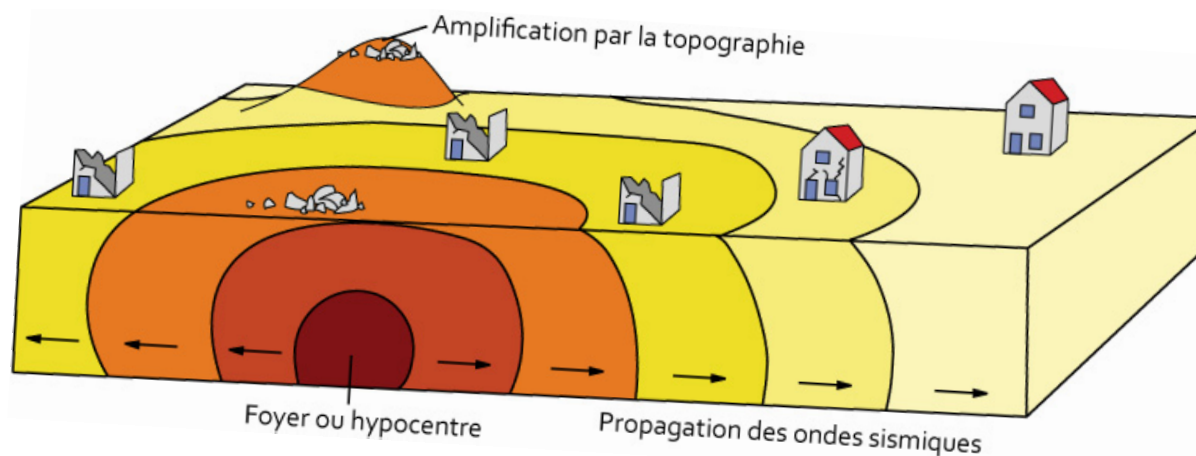
Les roches, en profondeur, se déforment alors progressivement et les contraintes s'accumulent ainsi pendant des années, voire des siècles, jusqu'à ce qu'une rupture brutale se produise. L'énergie accumulée est soudainement libérée et se propage sous la forme d'ondes, appelées ondes sismiques. Tout se passe exactement comme lorsqu'on tend un élastique, tout doucement, jusqu'à la rupture.

Les ondes sismiques

Les ondes sismiques se propagent dans toutes les directions, vers la surface comme vers le centre de la Terre, formant des sphères concentriques. Lorsqu'on s'éloigne du centre, l'énergie évacuée est donc « diluée » dans un volume de plus en plus grand. C'est pour cela que les dégâts causés par un séisme décroissent très vite dès lors qu'on s'éloigne du foyer (l'endroit, sur la faille, d'où partent les ondes)... ou de l'épicentre si l'on s'intéresse à ce qui se passe en surface. L'épicentre est situé à la verticale du foyer (le foyer, est lui-même appelé « hypocentre » par les scientifiques).

Contenus sur les séismes à l'attention de l'enseignant

A la surface, les ondes sismiques forment donc des cercles concentriques autour de l'épicentre. En réalité, ces cercles et les sphères ne sont pas parfaits, car la vitesse de propagation des ondes sismiques dépend de la nature du sol et du relief.

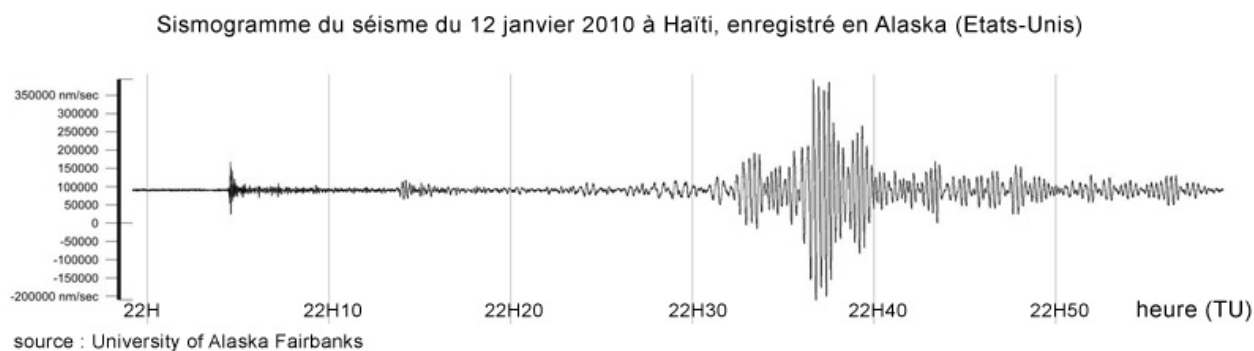


Contenus sur les séismes à l'attention de l'enseignant

La détection des séismes

Il y a près de 2000 ans, les chinois ont trouvé le moyen de détecter les tremblements de terre. Depuis Zhang Heng, qui construisit le premier sismographe, ces instruments se sont perfectionnés et informatisés. Le principe est simple : une bobine est fixée à un bras suspendu, isolée de toute vibration et plongée dans un aimant qui, lui, est solidaire du sol. Lorsque le sol tremble, l'aimant bouge autour de la bobine qui perçoit une variation du champ magnétique. Ces variations créent dans la bobine un courant électrique (proportionnel à la vitesse du sol) qui est transmis à un centre de surveillance.

Le graphique obtenu s'appelle un sismogramme.

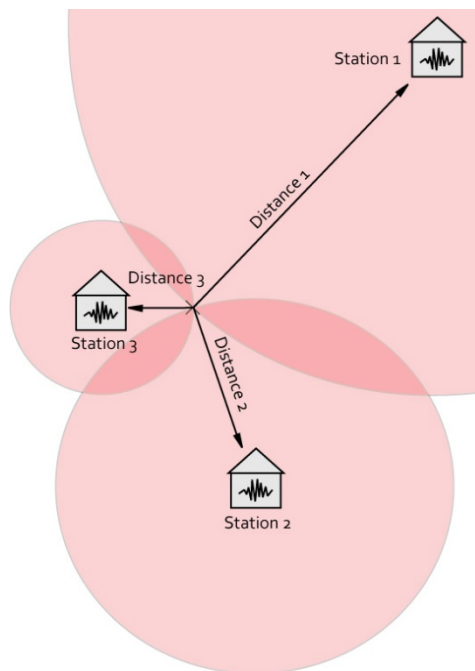


Les ondes sismiques ne voyagent pas à la même vitesse, elles ne sont donc pas enregistrées au même moment. Ces temps de retard permettent de calculer la distance du foyer par rapport à la station de mesure (c'est exactement ce qu'on fait pour connaître la distance qui nous sépare d'un orage, en mesurant l'écart de temps entre l'éclair, qui voyage à la vitesse de la lumière, et le tonnerre, qui voyage à la vitesse du son).

Contenus sur les séismes à l'attention de l'enseignant

En utilisant des temps de retard mesurés en différents endroits, on localise le foyer, à l'intersection des sphères (le rayon de chaque sphère étant la distance entre le foyer et la station).

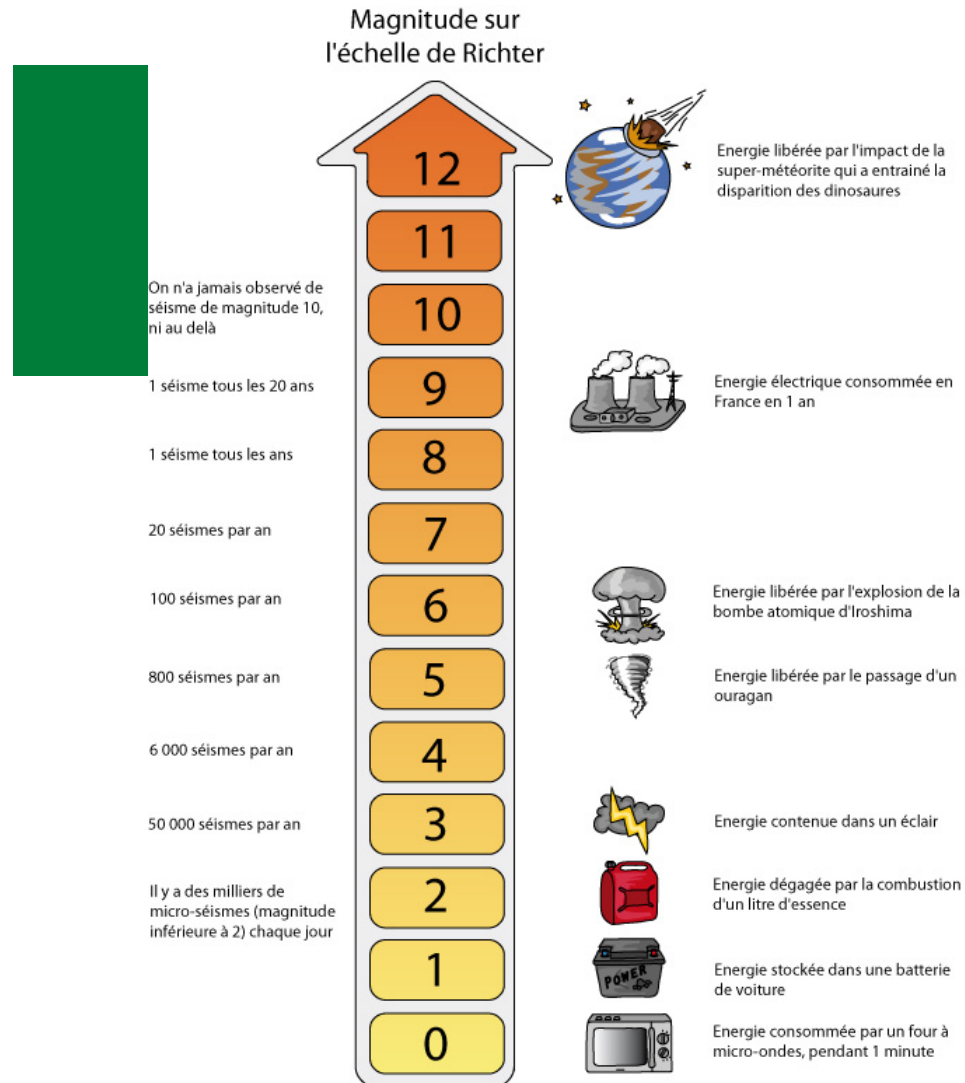
Depuis que les stations ont été informatisées, ces données sont calculées en temps réel avec une grande précision, en raison du grand nombre de stations déployées.



Contenus sur les séismes à l'attention de l'enseignant

Magnitude, intensité

Les oscillations que l'on peut lire sur les sismogrammes proviennent de l'énergie libérée par le séisme. Cette grandeur s'appelle la magnitude, et se mesure sur l'échelle de Richter, du nom de son inventeur. L'échelle de Richter est une échelle dite « logarithmique » : augmenter la magnitude d'un degré revient à multiplier l'énergie libérée par 32. Un séisme de magnitude 8 libère donc 32 fois plus d'énergie qu'un séisme de magnitude 7, et environ 1000 (32*32) fois plus qu'un séisme de magnitude 6. Sur Terre, on enregistre des millions de séismes chaque année, mais la plupart passent inaperçus car trop faibles ou se produisant dans des régions inhabitées. Le plus important séisme jamais détecté est celui qui a frappé le Chili le 22 mai 1960, avec une magnitude de 9,5.



Contenus sur les séismes à l'attention de l'enseignant

Bien sûr, un séisme de grande magnitude a plus de chance de faire des dégâts... Mais ça n'est pas systématique, car d'autres paramètres entrent en ligne de compte : la profondeur du foyer (plus elle est grande, moins les effets sont importants), et le peuplement de la zone (en zone urbaine dense ou en plein désert, les dégâts ne sont pas les mêmes).

Pour cette raison, on utilise une autre quantité afin d'estimer les dégâts occasionnés par un tremblement de terre : l'intensité. L'intensité se mesure sur l'échelle MSK ou échelle de Mercalli. Cette échelle comporte 12 niveaux (numérotés de I à XII, en chiffres romains pour ne pas les confondre avec la magnitude).

Intensité MSK	Dégâts
I	Les habitants ne sentent rien, le séisme n'est détecté que par les instruments les plus sensibles.
II	Seules quelques personnes éveillées ressentent de faibles vibrations.
III	Les vitres et la vaisselle tintent, les lustres se balancent.
IV	Toutes les personnes éveillées ressentent fortement les secousses.
V	Tous les dormeurs se réveillent, des objets tombent.
VI	Les meubles lourds se déplacent. De nombreuses personnes ont peur. Des tuiles tombent des toitures.
VII	Quelques lézards apparaissent dans les édifices.
VIII	Les bâtiments subissent d'importants dégâts, les cheminées tombent.
IX	Les constructions les plus fragiles, en particulier les maisons, s'écroulent. Les canalisations souterraines sont cassées. Les routes subissent d'importants dégâts.
X	Les ponts et les digues s'écroulent. Les rails de chemin de fer sont tordus.
XI	Panique générale. Toutes les constructions, même les plus solides, sont détruites.
XII	Les villes sont rasées et les paysages modifiés (crevasses dans le sol, rivières déplacées...)

Contenus sur les séismes à l'attention de l'enseignant

Dans la pratique, aujourd'hui, on ne distingue plus les dégâts au-delà de X. Alors qu'un séisme n'a qu'une seule magnitude, il possède plusieurs intensités, puisque cette quantité mesure les dégâts en un endroit donné. Sur une carte, on peut relier entre eux les lieux d'égale intensité par une courbe. Comme nous l'avons vu plus haut, ces courbes sont approximativement circulaires, l'intensité décroissant quand on s'éloigne de l'épicentre.

Le séisme du 12 janvier 2010, en Haïti

Le séisme qui a frappé Haïti le 12 janvier 2010 n'était pas exceptionnellement fort : d'une magnitude de 7, sur l'échelle de Richter (plusieurs milliers de fois moins fort que le séisme de 1960 au Chili, qui fit 3 000 morts). Chaque année, dans le monde, on enregistre une vingtaine de séismes de même magnitude. En revanche, les dégâts occasionnés par ce tremblement de terre ont été exceptionnels, toutes les constructions ayant été rasées près de l'épicentre. Le bilan humain fut très lourd, avec plus de 300 000 morts.

Contenus sur les séismes à l'attention de l'enseignant

Se protéger des séismes

Chaque année, on enregistre plusieurs millions de séismes dans le monde, dont 150 de magnitude supérieure à 6 et susceptibles de faire des dégâts importants. S'il est impossible de prédire l'arrivée d'un séisme afin d'évacuer les populations, il est possible de connaître le niveau de risque d'une région du monde. La prévention du risque sismique passe alors essentiellement par deux facteurs : la construction de bâtiments adaptés et la préparation des populations.

Principe de base de la construction parasismique

Le danger, lors d'un séisme, n'est pas le tremblement en lui-même, mais l'effondrement des bâtiments sur ses occupants. Une construction parasismique doit être adaptée au niveau du risque de la région dans laquelle elle se trouve. Pour un séisme « normal » dans cette région, elle peut subir d'importants dégâts, mais ne doit pas s'effondrer.

Les règles de base de la construction parasismique sont :

- Au niveau de l'implantation:
 - se protéger des risques d'éboulement et de glissement de terrain (s'éloigner des bords des falaises...);
 - tenir compte de la nature du sol : sur un sol rigide, préférer des bâtiments souples et élancés ; sur un sol meuble, préférer des bâtiments rigides et massifs.
- Au niveau de la conception:
 - préférer des formes simples et compactes;
 - mettre en place des contreventements (ou chaînages) horizontaux et verticaux.
- Au niveau de la réalisation:
 - utiliser des matériaux de qualité (béton armé, acier, bois);
 - fixer les éléments non structuraux pour prévenir les chutes (éclairages, plafonds suspendus...).

Contenus sur les séismes à l'attention de l'enseignant

Sensibilisation des populations

La préparation des populations est un aspect essentiel, qui nécessite d'une part un effort d'éducation (des enfants, à l'école, mais aussi du grand public), afin que chacun ait conscience du risque, et d'autre part des exercices répétés de simulation et d'évacuation.

Les consignes, en cas de tremblement de terre sont :

- Rester où l'on est:
 - * si l'on se trouve à l'intérieur d'un bâtiment : se mettre près d'un mur, dans l'encadrement d'une porte, ou sous une table. S'éloigner des fenêtres.
 - * si l'on se trouve à l'extérieur : s'éloigner des fils électriques ou tout ce qui peut s'effondrer (toitures...).
 - * si l'on se trouve en voiture : s'arrêter et ne pas descendre avant la fin des secousses.
- Se protéger la tête avec les bras.
- Ne pas allumer de flamme.
- Dès que les secousses sont terminées :
 - * s'informer (par la radio).
 - * ne surtout pas téléphoner, pour ne pas encombrer les réseaux nécessaires aux secours.
 - * apporter une première aide aux voisins et se mettre à la disposition des secours.
 - * S'éloigner des zones côtières, pour se protéger d'un éventuel tsunami.