

Les séismes : détection et échelles (Richter, MSK)

CE2 et cycle 3

Une séquence du projet *Quand la Terre gronde*

Résumé

Les élèves conçoivent et fabriquent un sismographe. Ils découvrent ensuite que l'ampleur de la vibration créée au foyer d'un séisme se mesure sur l'échelle de Richter. On parle de magnitude. Son intensité, sur l'échelle MSK, mesure les dégâts subis localement.

Séance 2-6: Comment détecter un séisme ? Fabriquons un sismographe

durée 	1 h 45, en 2 fois
matériel 	Pour chaque élève : • une photocopie de la fiche 24 (page 201) Pour chaque groupe : • matériel nécessaire à la fabrication du sismographe (voir exemples ci-dessous)
objectifs 	Les vibrations du sol peuvent être mesurées à l'aide d'un sismographe
compétences 	• Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter • Exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant le vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral • Repérer dans un texte des informations explicites
dominante	Sciences, technologie
lexique	Sismographe, sismogramme

Cette séance se déroule en deux moments distincts, de façon à pouvoir rassembler le matériel demandé par les élèves :

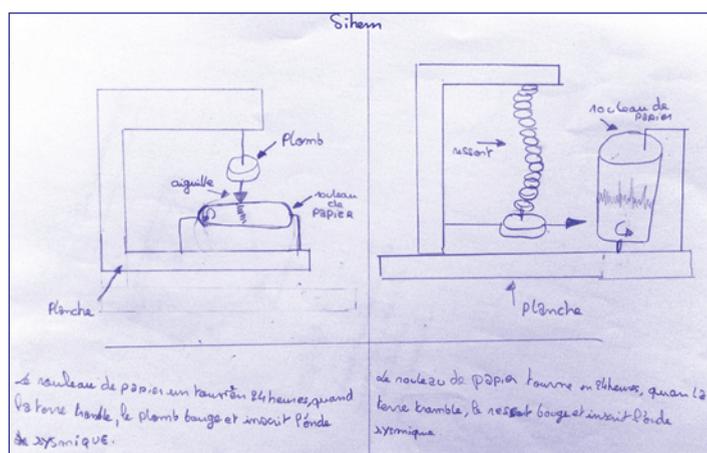
- 1^{re} partie: Conception du sismographe, liste du matériel nécessaire
- 2^e partie: Fabrication et test du sismographe, puis étude documentaire

L'enseignant peut mener les deux parties l'une à la suite de l'autre, à condition d'avoir prévu beaucoup de matériel pour répondre aux demandes, très variées, des élèves.

Question initiale

Après avoir fait rappeler ce qui a été vu précédemment (un séisme est créé par un mouvement brutal des plaques tectoniques, cette vibration se propage et peut provoquer des dégâts), le maître demande aux élèves comment on peut détecter un séisme, ou, plus simplement, comment on peut savoir qu'un séisme a lieu. Il peut les questionner sur les sens mis en jeu (on sent avec son corps, on voit des objets qui bougent ou qui tombent, on entend ces objets qui bougent ou vibrent).

Les élèves réfléchissent ensuite, en petits groupes, à un dispositif expérimental permettant de détecter un séisme. Il s'agit donc de concevoir et fabriquer un sismographe.



Classe de CM2 d'Anne-Marie Lebrun (Bourg-la-Reine)

Les élèves doivent fournir un schéma illustrant le fonctionnement de leur sismographe, ainsi que la liste du matériel nécessaire pour le réaliser.

Notes pédagogiques

- Pour le moment, l'enseignant ne précise pas s'il s'agit simplement de détecter qu'un séisme a eu lieu, ou s'il s'agit également d'en mesurer la « force », ou encore s'il s'agit d'en garder une trace (par exemple, écrite). Ces différents aspects seront discutés lorsque l'on comparera les propositions des différents groupes.
- Afin de ne pas brider la créativité des élèves en orientant leurs réalisations, il est important de ne pas leur montrer le matériel disponible (si celui-ci a déjà été rassemblé) mais, au contraire, de leur expliquer qu'ils ont le droit d'imaginer n'importe quel dispositif, à condition qu'on puisse se procurer le matériel facilement (disponibilité et coût). Si certaines propositions sont trop fantaisistes ou irréalisables, elles seront corrigées *a posteriori*.

Mise en commun

Les différentes propositions sont affichées et comparées. Les élèves peuvent proposer des dispositifs très variés. Leur point commun est qu'il doit toujours y avoir quelque chose de mobile (suspendu, en équilibre...) susceptible de se déplacer lors d'une vibration. Les dispositifs les plus simples permettent de détecter qu'un séisme a eu lieu, mais n'en garde pas de trace pérenne. Certains dispositifs, à peine plus complexes, permettent d'en garder une trace, voire de mesurer la force et la direction de l'oscillation (cf. exemples de réalisations plus bas).

On discute du matériel nécessaire. Si celui-ci n'est pas disponible et ne peut être rassemblé pour la prochaine fois, on modifie le sismographe de façon à s'adapter au matériel disponible.

Fabrication

Chaque groupe d'élèves reçoit le matériel nécessaire à la réalisation de son sismographe, et le fabrique, puis le teste.

Les propositions étant très variables d'une classe à l'autre, et d'un groupe à l'autre, nous donnons ici quelques exemples de réalisations avec des dominantes (équilibre, aimants, eau...), sachant que, pour chaque dominante, il existe de très nombreuses variations.

Autour de l'équilibre



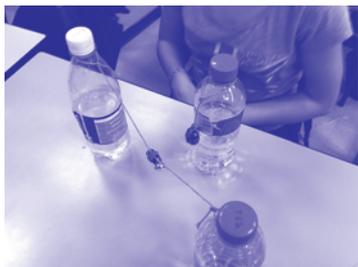
Classe de CM1/CM2 de Francis Bachelet et Corinne Dauchart (Rosheim)

Des objets sont placés en équilibre, et tombent lorsque la table est secouée.

Autour de l'eau

Classe de CM2 d'Anne-Marie Lebrun
(Bourg-la-Reine)

Un seau est rempli d'eau. Des trous sont percés juste au-dessus de la surface de l'eau, tout autour du seau. La secousse crée une vague, ce qui fait tomber de l'eau dans les trous. L'eau est recueillie dans des récipients (un récipient pour chaque trou). On peut même en déduire la direction de l'oscillation (en observant, après coup, quels sont les récipients inondés).

Autour des aimants

Classe de CM2 d'Anne-Marie Lebrun
(Bourg-la-Reine)

Deux aimants sont suspendus à deux ficelles, à une distance telle qu'ils viennent se coller l'un à l'autre dès que la table est soumise à une secousse.

Autour d'une trace écrite

Classe de CM2 d'Anne-Marie Lebrun
(Bourg-la-Reine)

Un feutre est suspendu à une potence et marque une feuille de papier. En cas de secousse, on visualise une trace en forme de zigzag. Ce dispositif peut être très facilement amélioré (en lestant le feutre pour qu'il soit toujours en contact avec la feuille, en utilisant un rouleau de papier qui tourne, plutôt qu'une feuille...).

Note pédagogique

On peut imaginer bien d'autres dispositifs, comme par exemple :

- un objet suspendu à un ressort (ce ressort va se mettre à osciller);
- des clochettes suspendues à une ficelle (qui vont tinter);
- on peut aussi mesurer la force de la secousse uniquement avec des billes et des planches trouées (avec des trous plus ou moins larges) : si la secousse est faible, seules les billes reposant sur un trou de très faible diamètre vont tomber, si la secousse est forte, toutes les billes tomberont;
- une tige métallique mobile qui, soumise à une secousse, va entrer en contact avec un circuit électrique, et fermer le circuit (une ampoule s'allume, un buzzer sonne...).

Étude documentaire

Le maître distribue la fiche 24 décrivant le premier sismographe, inventé en Chine en 132 après J.-C. (dynastie Han).

Après une lecture individuelle de cette fiche, l'enseignant anime une discussion collective destinée à s'assurer que les élèves ont bien compris le principe de fonctionnement de ce sismographe. La classe peut alors chercher les similitudes et les différences entre ce dispositif et ceux réalisés au cours de cette séance.

Le seau d'eau percé est assez semblable au sismographe chinois, mais l'inconvénient de l'eau est double :

- Elle ne fait pas de bruit, contrairement aux billes métalliques (il faut donc regarder le sismographe en permanence pour voir s'il a enregistré quelque chose).
- Elle s'évapore si l'on attend longtemps, rendant le sismographe inefficace.

La fin de cette fiche documentaire montre à quoi ressemble un sismogramme moderne (enregistrement réalisé par un sismographe). Cette partie peut déjà faire l'objet d'une discussion, mais sera étudiée à nouveau lors de la prochaine séance.

Traces écrites

Chaque élève décrit son sismographe dans son cahier d'expériences.

Prolongement

La classe peut visiter un musée du type « art et métiers » afin d'observer différents types de sismographes.

Séance 2-7 : Magnitude et intensité, comparaison des échelles de Richter et MSK

durée 	1 h 15
matériel 	Pour chaque élève : <ul style="list-style-type: none"> • la fiche 24 (page 201), déjà utilisée lors de la précédente séance • une photocopie de la fiche 25 (page 202) Pour la classe : <ul style="list-style-type: none"> • salle informatique
objectifs 	<ul style="list-style-type: none"> • L'ampleur de la vibration créée au foyer se mesure sur l'échelle de Richter. On parle de magnitude • L'échelle de Richter est une échelle ouverte, mais on n'a jamais vu de séisme de magnitude 10 ou supérieure
compétences 	<ul style="list-style-type: none"> • Exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant le vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral • Lire un document numérique
dominante	Sciences
lexique	Magnitude, échelle de Richter

Note pédagogique

Cette séance sert à la fois à introduire l'échelle de Richter et à faire un bilan d'étape. À cette fin, l'animation multimédia « les séismes » est très utile, car elle aide à comprendre la différence entre magnitude et intensité.

Question initiale

La fiche documentaire utilisée lors de la précédente séance montre un sismogramme (enregistrement d'un sismographe) particulier, celui du séisme survenu en Haïti le 12 janvier 2010.

Le maître demande aux élèves à quoi correspondent les différentes amplitudes des oscillations enregistrées.

Elles correspondent à l'amplitude des secousses elles-mêmes, c'est-à-dire à l'énergie libérée pendant le séisme : un séisme de faible énergie provoque de faibles secousses (et des traces de faible amplitude sur le sismogramme), tandis qu'un séisme de forte énergie provoque des secousses importantes, qui se manifestent par de fortes oscillations sur le sismogramme.

L'enseignant explique que l'énergie libérée par un séisme s'appelle la magnitude... et que celle-ci se mesure sur une autre échelle que celle vue précédemment : l'échelle de Richter.

Note pédagogique

- On trouve de nombreux sismogrammes sur le site <http://www.edusismo.org>
- L'analyse de ce sismogramme permet de constater qu'un séisme donne lieu à plusieurs secousses. Certaines sont très rapides (traits serrés, à gauche) et d'autres plus lentes : ce constat sera utile lors de la séance 2-10.

Recherche documentaire

Chaque élève reçoit une photocopie de la fiche 25, qui présente l'échelle de Richter et compare l'énergie libérée des séismes de différentes magnitudes à d'autres phénomènes (explosion d'une bombe atomique par exemple).

Mise en commun

Après quelques minutes de lecture, l'enseignant questionne, collectivement, les élèves :

- À quoi correspond la magnitude d'un séisme ?
- Est-ce qu'un séisme peut avoir plusieurs magnitudes ? (les documents de la séance 2-1 nous aident à répondre qu'un séisme n'a qu'une seule magnitude)

Il veille à ce que chacun comprenne qu'il y a une énorme différence entre un séisme de magnitude N et un autre de magnitude N+1. Un écart de 1 magnitude signifie un facteur 32 dans l'énergie mise en jeu ; un écart de 2 magnitudes signifie un facteur 1 000 !

Par exemple, le maître peut s'intéresser à la magnitude 6, très parlante pour les enfants (l'énergie libérée est la même que lors de l'explosion de la bombe d'Hiroshima). Il demande à quoi correspond la magnitude 7. La réponse est : 32 bombes atomiques. Il demande ensuite à quoi correspond la magnitude 8 (réponse : $32 \times 32 = 1\,024$ bombes atomiques), puis la magnitude 9...

Il s'assure que les élèves font bien la différence entre la magnitude (échelle de Richter), qui est absolue et mesure l'énergie « brute » du séisme, et l'intensité (échelle MSK), qui mesure l'ampleur des dégâts et dépend du lieu d'observation.

Pour ne pas les confondre, on note ces deux quantités de façons différentes :

- la magnitude (Richter) est notée en chiffres arabes ;
- l'intensité (MSK) est notée en chiffres romains.

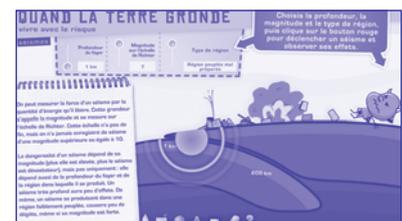
Animation multimédia : bilan d'étape

La fin de cette séance s'appuie sur une animation multimédia, conçue par *La main à la pâte* et Universcience, qui peut être téléchargée depuis l'espace « élève » du site Internet dédié au projet (voir page 171).

Les élèves sont répartis par petits groupes, idéalement par binômes, chaque groupe ayant un ordinateur à sa disposition, avec l'animation chargée à l'écran.

L'animation interactive se déroule en plusieurs phases :

- Dans un premier temps, l'élève peut faire varier 3 paramètres (profondeur du foyer, magnitude sur l'échelle de Richter et zone géographique).
- Ensuite, il peut déclencher un séisme et visualiser les dégâts occasionnés.
- Enfin, il reçoit des informations sur la conduite à tenir en cas de séisme.



Animation « Les séismes »

Note pédagogique

On peut faire comprendre aux élèves qu'un séisme n'est jamais « seul », mais suivi de plusieurs répliques, certaines arrivant quelques minutes après le séisme principal, d'autres plusieurs jours plus tard. Pour cela, on peut visionner une animation relative au séisme survenu au Japon en mars 2011. Ce séisme a eu, en quelques semaines, plusieurs centaines de répliques. Le site <http://www.japanquakemap.com/> permet de voir défiler les répliques (conseil : accélérer le déroulement du temps).

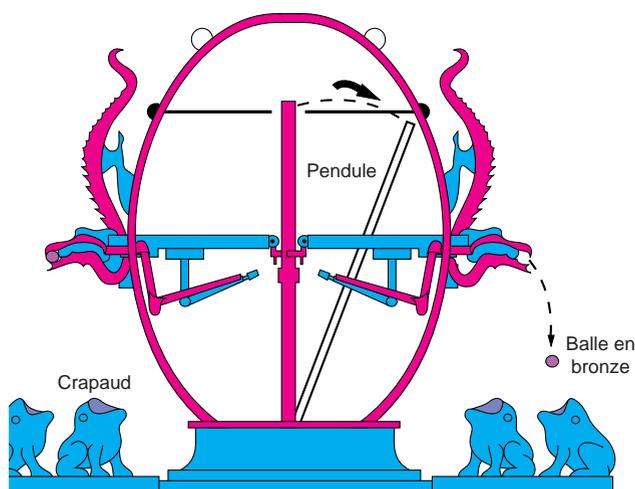
Après avoir utilisé l'animation, la classe revient sur ce qui a été vu depuis le début de la séance : ce qu'est un séisme, comment il se crée et se propage, comment on le mesure...

Conclusion

La classe élabore une conclusion collective, qui est notée dans les cahiers d'expériences. Par exemple :
Un séisme peut être décrit par deux grandeurs. Sa magnitude, sur l'échelle de Richter, mesure l'énergie libérée par le séisme. Son intensité, sur l'échelle MSK, mesure les dégâts subis localement.
Il y a des milliers de séismes chaque jour. Mais les séismes de magnitude supérieure à 8 sont rares. Au-delà de 9, ils sont exceptionnels.

L'invention du sismographe

De l'an 92 à l'an 126, la Chine a connu un certain nombre de séismes ayant occasionné beaucoup de dégâts et de morts. En 132, le mathématicien et philosophe chinois Zhang Heng inventa un instrument destiné à détecter les séismes et à lui permettre de les étudier. Zhang Heng venait de construire le premier sismographe.



Cet instrument ressemble à un gros vase en bronze de 1,83 m de diamètre. Sur la partie supérieure, à l'extérieur, huit dragons tiennent chacun une bille dans leur bouche. Ils sont orientés selon les huit directions cardinales principales (nord, sud, est, ouest, nord-ouest, nord-est, sud-ouest et sud-est). Sous chaque tête de dragon se trouve une grenouille en bronze dont la bouche est ouverte.

Comment fonctionne ce sismographe ?

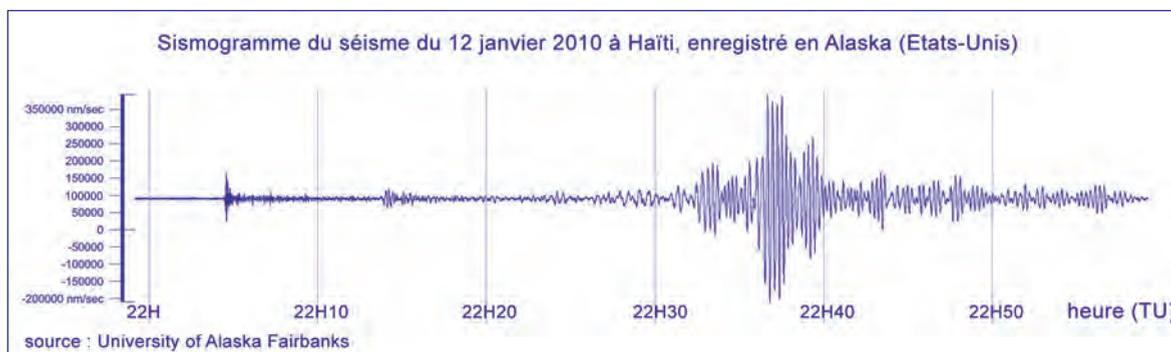
Lors d'un séisme, un balancier placé à l'intérieur du vase se met à osciller et pousse un levier qui provoque l'ouverture de la bouche d'une des têtes de dragon : ce dragon relâche ainsi sa bille en cuivre. La bille tombe alors dans la grenouille située en dessous.

Le son produit par la bille en métal indique qu'une vibration a eu lieu... et le dragon qui a perdu sa bille indique la direction de propagation de l'onde sismique. En revanche, ce sismographe ne permet pas de déterminer la distance ni l'intensité du séisme.

En l'an 138, le sismographe de Zhang Heng aurait permis de détecter, depuis la ville de Luoyang où était situé l'instrument, le séisme qui détruisit la ville de Longxi, distante de 500 km.

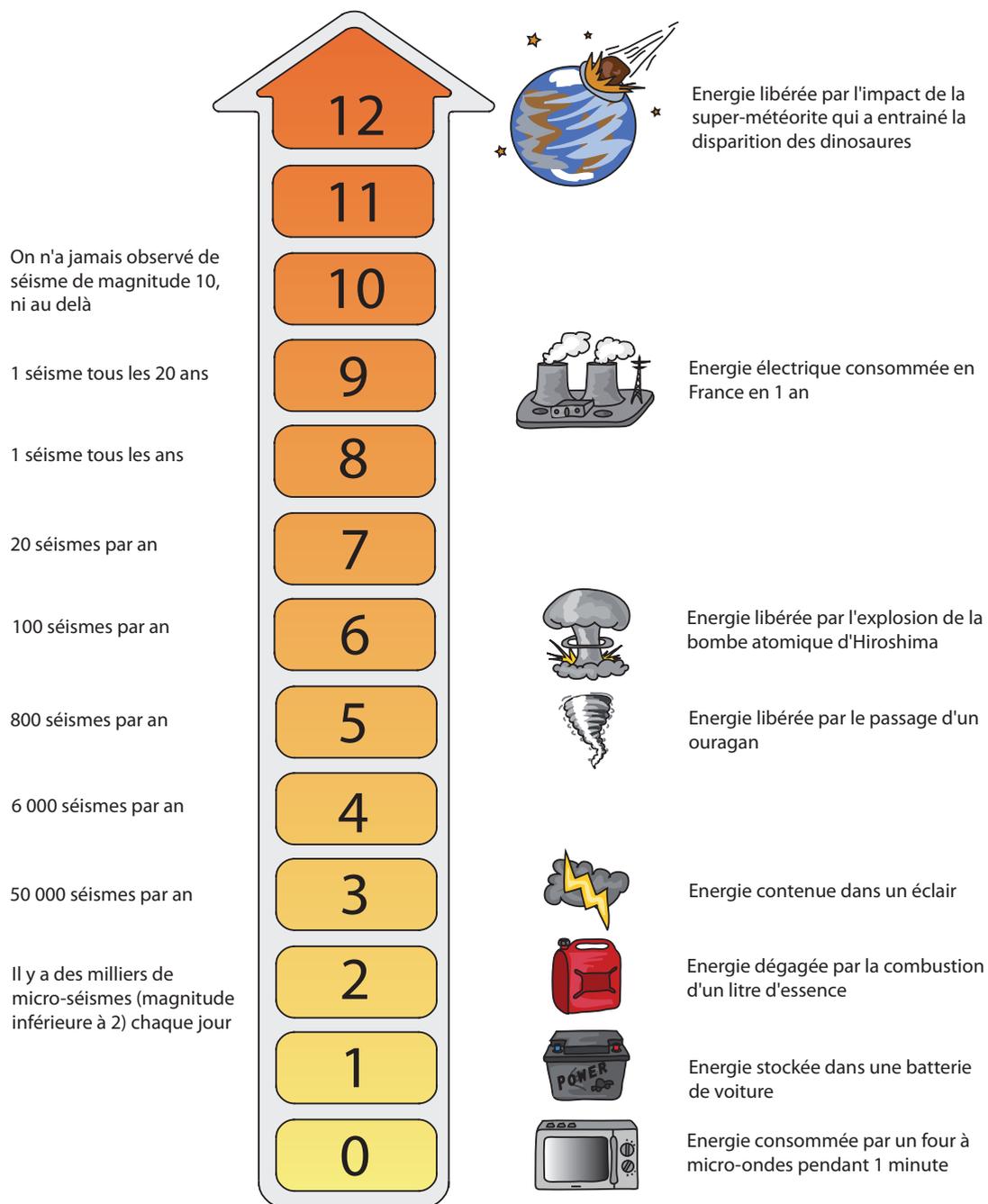
Et maintenant ?

Aujourd'hui, dans le monde entier, les scientifiques utilisent des sismographes électroniques qui enregistrent les vibrations sur ordinateur. Les enregistrements permettent de calculer l'énergie libérée par le séisme (sa « magnitude ») et, si on en combine plusieurs réalisés à des endroits différents, de le localiser très précisément.



Chaque degré de magnitude signifie 32 fois plus d'énergie que le degré précédent. Un séisme de magnitude 9 est 32 fois plus énergétique qu'un séisme de magnitude 8... et environ 1 000 fois plus énergétique qu'un séisme de magnitude 7.

Magnitude sur l'échelle de Richter



Cette ressource est issue du projet thématique *Quand la Terre gronde*, paru aux Éditions Le Pommier.



Un projet novateur d'éducation au développement durable (EDD)
L'explosion démographique et la colonisation de nouveaux espaces ont considérablement augmenté l'exposition des populations aux aléas naturels. La prolifération de mégapoles à l'urbanisme souvent mal maîtrisé a dans le même temps accru la vulnérabilité de nos sociétés face à la catastrophe. Bien qu'encore peu représentée, l'éducation aux risques est une composante indiscutable de l'éducation au développement durable. Elle consiste à apprendre aux enfants à vivre avec les risques de la façon la plus responsable possible, à leur donner une culture du risque et une compréhension des aléas et des enjeux, afin qu'ils puissent adopter un comportement adapté.

Un projet clés en main
Ce guide pédagogique se propose d'initier les élèves de cycle 3 aux risques naturels et à leur prévention au travers d'une démarche pluridisciplinaire qui comporte une large part de sciences et épouse la philosophie éducative de *La main à la pâte*. Il peut s'agir du risque lié aux volcans, aux séismes ou aux tsunamis, des phénomènes souvent très médiatisés mais peu étudiés à l'école. Il peut aussi s'agir d'un risque plus ancré localement (inondations, tempêtes, feux de forêt...) et donc *a fortiori* plus ancré dans le quotidien des élèves. Les deux approches sont complémentaires. Le projet comporte :
– Un module d'activités de classe (4 séquences indépendantes + des fiches documentaires à exploiter en classe),
– Des éclairages pédagogique et scientifique pour le maître,
– Des situations d'évaluation par compétences pour chacune des séquences proposées. Un site Internet dédié (www.quand-la-terre-gronde.fr) propose de nombreuses ressources documentaires complémentaires.

Les auteurs
David Wilgenbus (coord.) est membre de l'équipe *La main à la pâte*, dont il coordonne la production et la diffusion des ressources pédagogiques auprès des enseignants. Professeur des écoles, formateur, Cédric Faure est responsable du centre pilote *La main à la pâte* de Pamiers (Ariège). Expert de la prévention des risques, Olivier Schick dirige l'association Prévention 2000.

la main à la pâte®

Lancée en 1996 par Georges Charpak, prix Nobel de physique, avec le soutien de l'Académie des sciences et du ministère de l'Éducation nationale, *La main à la pâte* vise à promouvoir à l'école primaire un enseignement de science et de technologie de qualité : <http://www.lamap.fr>

Avec le soutien de :

ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse
FONDATION *La main à la pâte*
casden BANQUES POPULAIRES
esa universcience Prévention2000

imprimé sur du papier certifié FSC

090602 19 €
9 782749 50602C
Dulicaou Belin

Retrouvez l'intégralité de ce projet sur : <https://www.fondation-lamap.org/projets-thematiques>.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes
75006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

 FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE