

Les tsunamis et leurs risques





CE2 et cycle 3

Une séquence du projet *Quand la Terre gronde*

Résumé

Cette séquence commence par une étude documentaire permettant de définir ce qu'est un tsunami. Suivent plusieurs séances expérimentales et une animation multimédia permettant de comprendre les différents mécanismes donnant naissance à des vagues et pourquoi un tsunami ralentit et prend de l'amplitude en approchant des côtes. La classe étudie ensuite la localisation des tsunamis pour connaître les zones à risque (en particulier sur le littoral français) et les conduites à tenir.

Séance 3-1 : Qu'est-ce qu'un tsunami ?

durée 	1 heure
matériel 	Pour chaque élève : <ul style="list-style-type: none">• une photocopie de la fiche 34 (page 211)• une photocopie de la fiche 35 (page 212)• un planisphère Pour la classe : <ul style="list-style-type: none">• (facultatif) : un vidéoprojecteur
objectifs 	<ul style="list-style-type: none">• Un tsunami est un ensemble de vagues de grande hauteur qui déferlent sur les côtes• Un tsunami cause d'importants dégâts près des côtes
compétences 	<ul style="list-style-type: none">• Connaître les principaux caractères géographiques physiques, les repérer sur des cartes à différentes échelles• Lire et utiliser des cartes• Pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner• Exprimer et exploiter les résultats d'une recherche en utilisant le vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral• Repérer dans un texte des informations explicites• Inférer des informations nouvelles (implicites)
dominante	Géographie
lexique	Inondation, raz de marée, tsunami, déferler

Situation déclenchante

L'enseignant distribue à chaque élève une photocopie de la fiche 34 qui montre deux images satellites, avant et après l'arrivée du tsunami en Indonésie en 2004.

S'il dispose d'un vidéoprojecteur, il projette cette fiche en couleurs¹³.

Les élèves, individuellement, doivent décrire ce qu'ils voient et ensuite décrire ce qui a pu se passer.

Notes pédagogiques

- Le site du SERTIT propose de nombreux documents de grande qualité, issus des cartographies du satellite SPOT, et relatifs à de très nombreuses catastrophes naturelles (cartes de référence, cartes d'impacts...) : <http://sertit.u-strasbg.fr/> (cliquer sur « service de cartographie rapide »)
- Une autre situation déclenchante possible (plus proche dans le temps que le tsunami de 2004), concerne le tsunami survenu au Japon en mars 2011. Une très belle animation, sur ce site, permet de comparer des images avant-après (faire glisser le curseur de gauche à droite pour voir l'évolution) : <http://www.nytimes.com/interactive/2011/03/13/world/asia/satellite-photos-japan-before-and-after-tsunami.html>

13. Les fiches documentaires sont disponibles, en couleurs, sur le site Internet du projet (voir page 174).

Mise en commun

L'enseignant recueille les réponses des élèves au tableau. Il veille à ce que chacun explicite le sens du vocabulaire qu'il emploie: inondation, raz de marée, tsunami.

Le maître pose quelques questions afin de faire s'exprimer les élèves sur un début d'explication du phénomène: Qu'est-ce que c'est? Comment la mer a-t-elle pu monter?

Certains élèves ayant déjà eu l'expérience des marées peuvent penser qu'il s'agit d'un phénomène « normal », quotidien.

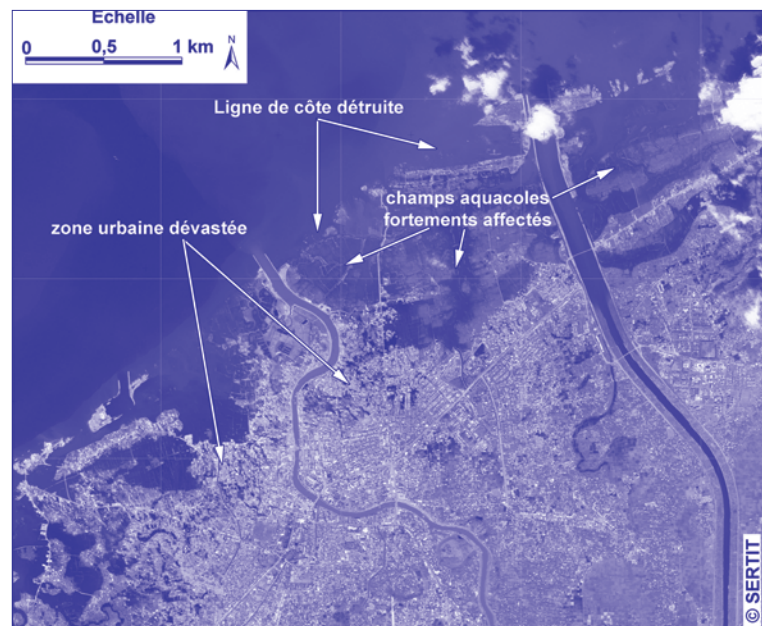
Ci-dessous nous montrons quelles sont les régions touchées:



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

Note pédagogique

En raison de la médiatisation du tsunami de mars 2011 (Japon), les élèves ont acquis du vocabulaire spécifique (tsunami, magnitude, épicentre)... mais n'en maîtrisent pas le sens. À ce stade, ils confondent très souvent un tsunami et une tempête.



Recherche (étude documentaire)

Le maître distribue un second document (fiche 35), qui consiste en un témoignage et un article relatant l'arrivée du tsunami ayant frappé l'Asie le 26 décembre 2004, et ses conséquences.

Le travail consiste dans un premier temps en une lecture libre du texte, puis les élèves sont invités à surligner les mots difficiles.

Note pédagogique

Le tsunami de 2004 a été particulièrement meurtrier. De nombreux témoignages (textes, photos et vidéos) sont disponibles sur Internet. Une sélection de ces vidéos est en ligne sur le site Internet du projet (voir page 171).

Mise en commun et conclusion

L'enseignant demande à quelques élèves de commenter leur lecture de ce document. Qu'ont-ils appris? Y a-t-il des mots qu'ils n'ont pas compris?

Que s'est-il passé exactement?

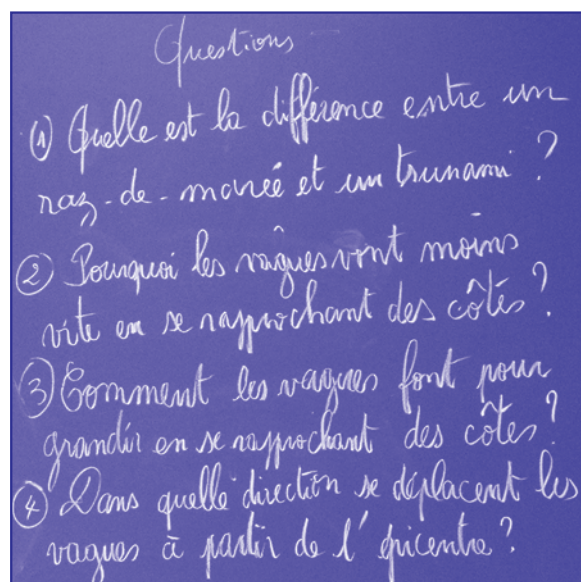
Il anime ensuite une discussion collective destinée à caractériser le phénomène décrit. Le maître veille en particulier à ce que les points suivants soient évoqués:

- Un tsunami prend sa source en un endroit précis, mais peut avoir des effets à grande échelle et toucher des côtes très lointaines.
- Au large, un tsunami n'est pas perceptible (on reviendra sur cet aspect à la séance 3-4).
- Le tsunami se propage très rapidement, ce qui rend très difficile l'alerte des populations (la vitesse de propagation sera étudiée à la séance 3-3, on ne rentre pas dans le détail ici).

La classe discute des effets dévastateurs que peuvent avoir les tsunamis, et rédige une définition de ce phénomène. Un exemple de définition peut être : *Un tsunami est un ensemble de vagues de grande hauteur qui déferlent sur les côtes. Un tsunami cause d'importants dégâts près des côtes : inondations, destructions, morts...*

L'enseignant incite alors les élèves à expliciter les questions qu'ils se posent à propos des tsunamis (exemple de questions posées : quelle est la différence entre un tsunami et un raz de marée ? dans quelle direction se déplace la vague ? pourquoi la vague ralentit-elle en approchant des côtes ? etc.). Ces questions sont notées sur une affiche sur laquelle des réponses seront proposées au fur et à mesure des séances suivantes.

Si la question de l'origine des tsunamis n'a pas été posée, il la pose : comment de telles vagues peuvent-elles se former ?



Classe de CE2/CM1/CM2 de Marc Rudeau (Serres-sur-Arget)

Notes scientifiques

- **Tsunami ou raz de marée ?** Le terme de « raz de marée » n'est plus utilisé par les scientifiques aujourd'hui, car il est trop imprécis : il faisait référence non seulement à des inondations dues à de très fortes marées, mais aussi à des tempêtes ou autres phénomènes météo. Le terme de tsunami fait référence à une onde (dite « de gravité »... ayant une grande longueur d'onde, cf. remarque ci-dessous) qui, quasiment invisible au large, prend de la hauteur et déferle sur les côtes, causant d'importants dégâts. Les causes d'un tsunami sont le plus souvent un séisme sous-marin ou un important mouvement de terrain (créé, par exemple, par l'effondrement d'une partie d'un volcan qui tombe dans l'océan, lors d'une éruption).

- **Tsunami ou tempête ?** Ce qui distingue fondamentalement un tsunami d'une grosse vague de houle (créée lors d'une tempête... ou sur un spot de surf), c'est la longueur d'onde... c'est-à-dire la distance entre deux crêtes ou deux creux de l'onde. On peut également raisonner sur la période de l'onde (le temps qui sépare l'arrivée de deux crêtes ou de deux creux).

- Une très grande vague de houle a une période d'environ 10 secondes ou, dit autrement, une longueur d'onde de quelques dizaines de mètres (100 mètres pour une tempête). Le déferlement de cette vague transporte un « petit » volume d'eau. Cette eau pénètre dans les terres sur une distance à peu près égale à sa longueur d'onde (si le terrain est plat)... donc quelques dizaines de mètres.

- Un tsunami a une période de 20 minutes, ou une longueur d'onde de 10 km. La quantité d'eau contenue dans la vague est donc gigantesque. Rien ne peut arrêter cette eau quand elle déferle. Elle va pénétrer dans les terres, sur une distance de plusieurs kilomètres !







Prolongement multimédia

La première animation multimédia créée pour ce projet s'intitule « Vivre avec le risque ». Il s'agit d'un film d'animation racontant l'histoire des catastrophes naturelles passées, et les moyens qu'ont trouvés les hommes pour s'en protéger. On y accède via le site Internet du projet (voir page 171).



Séance 3-2 : Comment créer une vague ?

durée 	1 heure
matériel 	Pour chaque groupe : <ul style="list-style-type: none"> • de l'eau • des serpillières • une bassine ou un aquarium (de grande dimension si possible) • des petits objets (balles de ping-pong par exemple) Pour la classe : <ul style="list-style-type: none"> • un moule en silicone (ou une grande barquette alimentaire en aluminium)
objectifs 	<ul style="list-style-type: none"> • Un tsunami peut être causé par un séisme, une éruption volcanique ou un important glissement de terrain dans la mer • Un tsunami n'est pas une vague isolée, mais un ensemble de vagues
compétences 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipuler, expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter • Exprimer, exploiter les résultats d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral • Mettre à l'essai plusieurs pistes de solution
dominante	Sciences

Notes scientifiques

- Pour créer un tsunami, il faut une perturbation dont la dimension soit comparable avec la profondeur de l'eau. Rapporté aux dimensions de l'océan, il faut une perturbation de l'ordre du kilomètre. Un séisme sous-marin de magnitude > 6,5 crée une déformation verticale de plusieurs dizaines de cm (voire plusieurs mètres)... étendue sur une distance de plusieurs kilomètres : cette dimension étant comparable, voire supérieure à la profondeur de l'océan, cela engendre un tsunami. D'importants mouvements de terrain (sous-marins, ou à la suite d'une éruption volcanique) peuvent avoir le même effet.
- Il est difficile de modéliser exactement un tsunami avec de petits dispositifs expérimentaux. Certes (voir ci-dessus), la perturbation doit être du même ordre de grandeur que la profondeur... Mais lancer un caillou dans un aquarium ne suffit pas. Un tsunami est une « onde de gravité » qui met en mouvement l'ensemble du liquide, et pas seulement sa surface. Pour créer un tsunami dans un aquarium, il faut que le récipient ait une longueur suffisante (quelques mètres) pour permettre à la gravité de jouer son rôle. Un bac de quelques dizaines de centimètres ne permet pas d'y créer un tsunami... mais uniquement une vague « de surface », analogue à la houle. Ce n'est pas un problème dans cette séance... mais cela limite la pertinence des analogies que l'on peut faire (voir, notamment, les deux séances suivantes).

Question initiale

L'enseignant rappelle le questionnement issu de la séance précédente et explique qu'avant de comprendre comment créer un tsunami, on pourrait déjà essayer de comprendre comment créer une vague.

Cette question est très facile et peut être rapidement traitée en classe entière, les élèves ayant l'habitude de créer des vagues (piscine, bain...). Plusieurs mécanismes peuvent être évoqués, comme par exemple :

- Lâcher un objet dans l'eau
- Retirer un objet hors de l'eau
- Faire des mouvements dans l'eau
- Souffler à la surface de l'eau
- Secouer le récipient...

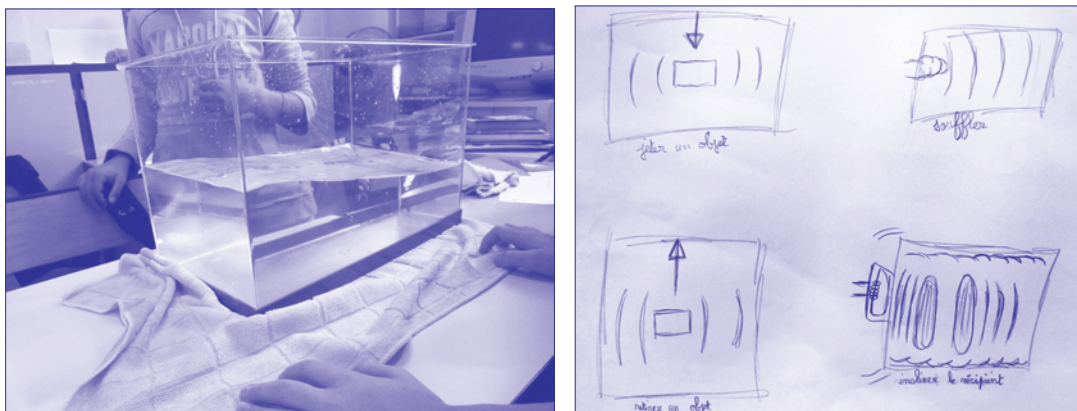
Recherche (expérimentation)

Les élèves, répartis en groupes, réalisent quelques expériences pour créer des vagues, selon les mécanismes identifiés plus haut.

Si possible, il est préférable de réaliser ces expériences à l'extérieur (projections d'eau...).

Afin de rendre l'expérience plus intéressante, on peut demander aux élèves de trouver, pour chaque mécanisme, un moyen de mesurer la vitesse des vagues, ou un moyen de créer plusieurs fois de suite des vagues identiques. Les élèves doivent également observer la forme des vagues créées. Pour les y inciter, on peut leur demander, au préalable, de dessiner les vagues qu'ils vont obtenir (et confronter ces dessins avec ceux obtenus après les manips).

- Lancer un objet dans l'eau :
 - Jouer sur la masse de l'objet ou la hauteur de chute (il est préférable de « lâcher » plutôt que « lancer » l'objet, afin de ne pas avoir un autre paramètre à prendre en compte, et difficile à contrôler : la force avec laquelle on l'a lancé).
 - Vagues concentriques.
- Retirer un objet hors de l'eau (une balle par exemple) :
 - Idem.
- Faire des mouvements dans l'eau :
 - Jouer sur la taille de l'objet en mouvement, sur l'amplitude et la vitesse des mouvements.
 - On peut obtenir des vagues « rectilignes ».
- Souffler à la surface de l'eau :
 - Jouer sur la « force » du souffle (plusieurs personnes peuvent souffler).
 - Attention ! Ne pas brancher d'appareil électrique (sèche-cheveux, ventilateur...) : avec l'eau, c'est dangereux !
 - On peut obtenir des vagues « rectilignes » si tout le monde souffle dans la même direction.
- Secouer le récipient :
 - Jouer sur le nombre des secousses, leur amplitude, leur direction, etc.
 - On peut obtenir des vagues « rectilignes » très faciles à suivre en inclinant le récipient puis en le reposant (c'est l'idéal pour mesurer des vitesses).



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

Note pédagogique

Une telle activité peut facilement inciter les élèves à se dissiper, surtout si le travail leur semble trivial. D'où l'intérêt des dessins avant-après (qui les obligent à bien observer) et de la mesure de la vitesse (qui les oblige, entre autre, à ne pas faire de trop grosses vagues, sinon ils ne voient plus rien).

Mise en commun

La mise en commun permet de relier ces expériences aux vagues que l'on peut observer dans la nature :

- Le premier constat est qu'on ne crée jamais UNE vague... mais plusieurs.

Le rôle du vent est évoqué comme cause des vagues présentes sur les grandes surfaces (lacs, mers, océans).

- L'expérience avec la chute d'un objet montre que plus l'objet est gros, plus les vagues créées sont hautes.
- Le maître fait un petit bilan de ce qui a été vu jusqu'à présent : « On a vu que des vagues pouvaient être créées par une chute d'objet, un mouvement d'air, ou des mouvements dans l'eau. D'après vous, qu'est-ce qui peut créer un tsunami ? »

L'objectif est de constater que deux phénomènes peuvent en être à l'origine : la chute d'un corps (très massif, comme un morceau de montagne, suite à un mouvement de terrain ou une éruption volcanique) ou un déplacement brutal de roches (séisme sous-marin, modifiant le fond de l'océan). L'idée du séisme comme précurseur d'un tsunami émerge sans difficulté, en raison de l'étude documentaire réalisée lors de la séance précédente. En revanche, on ne sait pas encore comment un séisme peut causer un tsunami.

L'expérience ci-dessous permet de modéliser le phénomène.

Note scientifique

L'impact d'une météorite, même s'il est très peu probable, peut également causer un grand tsunami. L'impact qui a eu lieu il y a 65 millions d'années au Mexique (Yucatan) a créé un méga-tsunami inondant toute l'Amérique du Nord. Les dinosaures nord-américains sont morts noyés !

Note pédagogique

Il est possible que certains élèves ne fassent pas la différence entre une vague « normale » (créée par le vent sur la mer) et un tsunami (créé par un mouvement de terrain ou un séisme), ou qu'ils ne soient pas convaincus du rôle joué par le vent sur les océans. Le maître peut alors rapporter plusieurs bulletins météo. On constate que chaque fois que la mer est agitée, il y a des vents violents au large.

Recherche (expérimentation)





Pour modéliser la formation d'un tsunami suite à un séisme sous-marin (qui modifie la géométrie du fond de l'océan), il faut utiliser un récipient dont on puisse modifier la forme. Un moule à gâteau en silicone (ou une barquette alimentaire en aluminium) est parfait pour cela.

La classe réalise l'expérience collectivement. Après avoir versé de l'eau dans le moule (et avoir attendu que l'eau s'immobilise), un élève donne un petit coup par en dessous (pour cela, poser le récipient sur une table percée, ou entre deux tables). Le fond se déforme, ce qui génère une vague.

Conclusion

Une conclusion est rédigée collectivement et notée dans les cahiers d'expériences. Exemple de conclusion : *Lorsque le fond marin est modifié (par un séisme sous-marin) ou lorsqu'une grande masse tombe dans l'océan (lors d'une éruption volcanique ou d'un mouvement de terrain), cela peut créer un tsunami.*

Séance 3-3: Relation entre la vitesse d'une vague et la profondeur de l'eau

durée 	2 heures
matériel 	Pour chaque groupe : <ul style="list-style-type: none"> • de l'eau • un récipient rectangulaire (le plus grand et large possible; hauteur minimale : 10 cm) • un chronomètre Pour la classe : <ul style="list-style-type: none"> • un ordinateur connecté à Internet, ou la photocopie de la fiche 36 (page 213)
objectifs 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus la profondeur est grande, plus les vagues se propagent rapidement • Un tsunami se propage très vite au large (environ 900 km/h) et ralentit en s'approchant des côtes (30-40 km/h)
compétences 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipuler, expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter • Exprimer, exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral • Mettre à l'essai plusieurs pistes de solution • Lire, interpréter et construire quelques représentations simples: tableaux, graphiques • Savoir organiser des informations numériques, justifier et apprécier la vraisemblance d'un résultat
dominante	Sciences

Question initiale

Le maître demande à la classe de reprendre les témoignages étudiés à la séance 3-1, en s'intéressant à la rapidité du phénomène.

À quelle vitesse cela va-t-il ?

Les élèves mettent en évidence une contradiction : le premier témoignage semble dire que les vagues ont déferlé sur la côte à 40 km/h, tandis que l'article parle d'une vitesse bien plus rapide (800 km/h : la vitesse d'un avion!) au large.

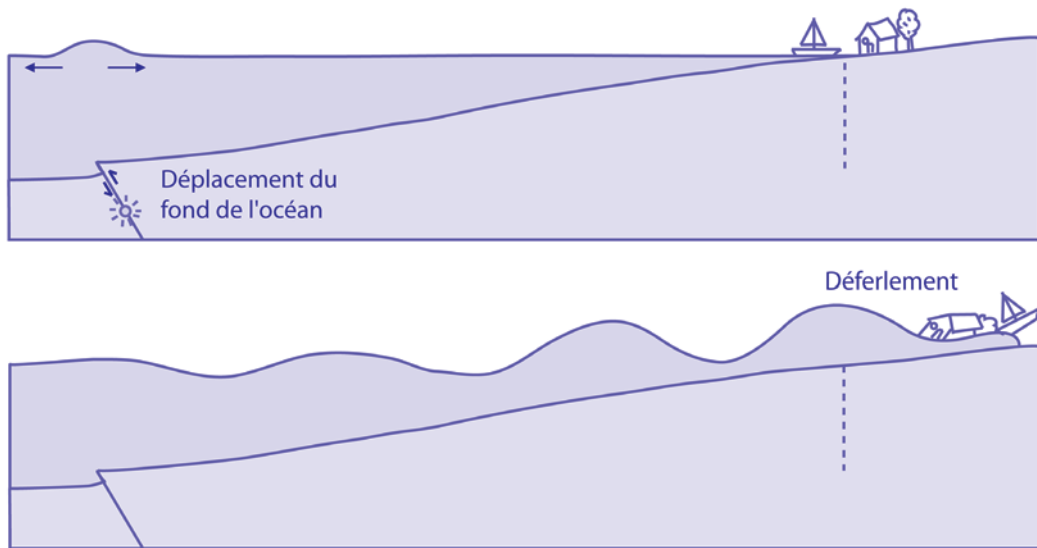
Mise en commun

Au tableau, le maître réalise un schéma comme celui page suivante, sur lequel il reporte les vitesses évoquées plus haut.

L'enseignant demande alors aux élèves, collectivement, pourquoi ces vagues ont ralenti. Deux hypothèses émergent en général :

- la profondeur (« en arrivant près des côtes, il y a moins d'eau, alors la vague est gênée et ralentit »);
- une perte d'élan (« quand on s'éloigne de l'épicentre, la vague perd son élan et ralentit »).

Les élèves doivent alors trouver un moyen de tester ces deux hypothèses. Pour la première, il s'agit de concevoir une expérience qui permet de voir si la profondeur de l'eau joue un rôle sur la vitesse de



propagation des vagues. Pour la seconde, il faudrait, par exemple, regarder l'évolution de la vitesse d'un tsunami quand il s'éloigne de l'épicentre, mais en allant vers le large plutôt que vers la côte (on y revient en fin de séance).

Recherche (expérimentation)

Les élèves sont répartis par groupes et testent le rôle de la profondeur.

Une expérience possible consiste à prendre un grand récipient plat dans lequel on met un fond d'eau (quelques millimètres).

On crée des vagues dont on mesure la vitesse. Pour cela, il suffit d'en suivre une et de mesurer le temps qu'elle met pour faire quelques allers-retours (toujours le même nombre), car cette vague va se réfléchir sur les parois.

On recommence cette manip. avec 0,5 cm d'eau, puis avec 1 cm, 2 cm, 4 cm, etc.

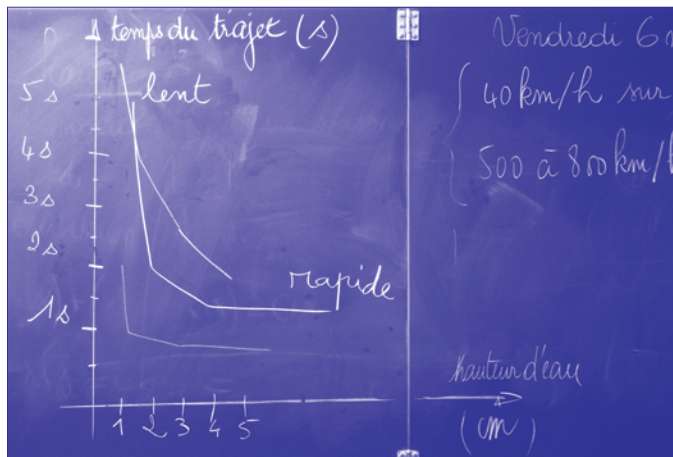
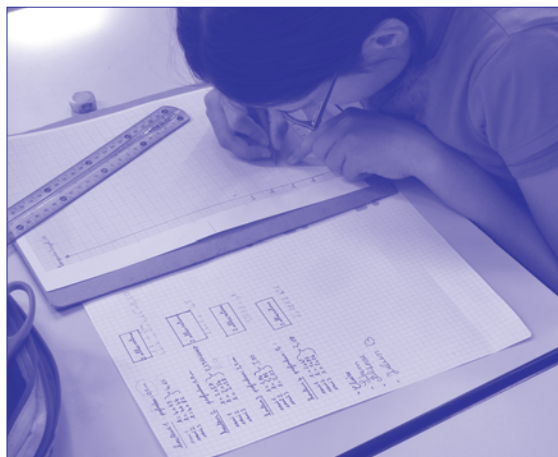
Notes scientifiques

- Prendre de préférence un récipient rectangulaire (lèchefrite ou quelque chose de similaire et de plus profond si possible), et incliner puis reposer le récipient : on obtient ainsi une vague rectiligne facile à suivre et à mesurer dans ce récipient. Avec une vague circulaire, c'est bien plus difficile.
- Une vidéo de cette expérience est disponible sur le site Internet du projet (page 170).

Plusieurs mesures sont nécessaires pour chaque profondeur (afin d'éviter d'éventuelles erreurs). Il peut être utile de préparer un tableau à l'avance, que les élèves n'auront plus qu'à remplir, afin de gagner du temps.

Profondeur	Temps de trajet		Moyenne du temps de trajet
0,5 cm	Mesure 1		
	Mesure 2		
	Mesure 3		
1 cm	Mesure 1		
	Mesure 2		
	Mesure 3		
...			

L'enseignant demande aux élèves de reporter ces mesures sur un graphique, et distribue du papier millimétré. La classe discute collectivement du choix des axes et des échelles. On peut soit placer tous les points sur le graphique, soit décider de ne placer qu'une valeur pour chaque profondeur. Dans ce cas, l'enseignant demande quelle valeur placer et, si les élèves n'en ont pas l'idée, propose de calculer la valeur moyenne des différentes mesures, et de ne placer que les moyennes sur le graphique.



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

Note pédagogique

Cette partie de la séance (calcul des moyennes, représentation graphique) s'apparente donc davantage à un travail mathématique. On peut aller encore plus loin dans ce sens et calculer la vitesse, en km/h, des vagues produites (prévoir ½ heure de plus dans la durée de la séance). Ce calcul est difficile, même pour une classe de CM2. Une méthode permettant d'y arriver consiste à :

- 1/ calculer la distance parcourue en 1 seconde (en cm)
- 2/ convertir cette distance en km (ce qui nous donne une vitesse en km/s)
- 3/ multiplier par 3 600 pour obtenir la vitesse en km/h

Plus la profondeur augmente, plus le temps de parcours diminue, ce qui signifie que la vitesse augmente.

Mise en commun

Chaque groupe désigne un représentant qui vient exposer les résultats de son expérience. Le constat est : plus la profondeur de l'eau augmente, plus les vagues se propagent rapidement.

Recherche (étude documentaire)

La seconde hypothèse évoquée plus haut (un tsunami ralentit car il « perd son élan ») est facile à révoquer. On peut le faire en étudiant la propagation à grande échelle d'un tsunami, soit en visionnant une vidéo (en ligne sur le site Internet du projet, voir page 171), soit en utilisant la fiche 36, qui montre la progression d'un tsunami à travers les océans Indien et Pacifique.

Cette activité peut être effectuée collectivement ou par groupes.

Dans les deux cas (vidéo ou document), on constate qu'un tsunami ne ralentit pas au large... il ne ralentit qu'à l'approche d'une côte. C'est donc la profondeur qui joue, et non pas l'éloignement de l'épicentre.





Conclusion

Un tsunami se propage très rapidement au large et ralentit en approchant des côtes car la profondeur diminue.

Notes scientifiques

- Le fait que la vitesse d'une vague dépende de la profondeur n'est pas propre aux tsunamis. C'est le cas pour toute vague, à condition que la profondeur soit faible comparée à la longueur d'onde de la vague. Pour un tsunami (longueur d'onde: 10 km ou plus), c'est toujours le cas, même au large. Pour une vague de houle « normale » (longueur d'onde: quelques mètres ou dizaines de mètres), ce phénomène n'apparaît que tout près de la côte, lorsque la profondeur est très faible.
- Le ralentissement d'un tsunami à l'approche des côtes entraîne une diminution de sa longueur d'onde, qui passe de quelques centaines de kilomètres, au large, à quelques dizaines de kilomètres, sur la côte. Ce facteur 10, ou plus, a une conséquence sur la hauteur de la vague : cette hauteur augmente en proportion. Un tsunami, au large, est une vague d'à peine 1 mètre de haut... mais cette vague peut facilement mesurer 10 mètres sur la côte !
- Malgré la diminution de la vitesse du tsunami à l'approche des côtes, la période de l'onde reste constante. Vingt minutes, environ, séparent deux vagues successives.

Séance 3-5 : Comment se protéger ?

durée 	1 heure
matériel 	Pour chaque élève : <ul style="list-style-type: none"> • une photocopie de la fiche 37 (page 214)
objectifs 	<ul style="list-style-type: none"> • Les tsunamis ne sont pas localisés dans des endroits particuliers : toutes les côtes peuvent en connaître • On peut prévoir un tsunami lorsque l'événement provocateur a été décelé (séisme, éruption volcanique, mouvement de terrain), mais seulement quelques heures à l'avance • En cas de tsunami, il faut : se mettre à l'abri en hauteur (collines, bâtiments), y rester plusieurs heures (plusieurs vagues), prendre de l'eau, prendre un radio
compétences 	<ul style="list-style-type: none"> • Formuler une hypothèse, argumenter • Mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents
dominante	Sciences

Question initiale

L'enseignant demande aux élèves quelles sont, d'après eux, les zones soumises au risque de tsunami. Bien entendu, il s'agit des régions côtières... et plus particulièrement celles situées dans des régions sismiques (voir séance 2-8). Cependant, comme nous avons vu qu'un tsunami peut se propager sur des milliers de kilomètres, on peut sans peine imaginer que même les régions non sismiques peuvent être touchées par des tsunamis créés ailleurs.

L'enseignant distribue à chaque groupe d'élèves une photocopie de la fiche 37, présentant des tsunamis survenus récemment sur les côtes françaises.

Il anime une discussion collective ayant pour but de constater qu'en France, on peut s'attendre à quelques tsunamis, en général de faible ampleur. Certaines régions, cependant, sont plus exposées (Réunion, Guadeloupe, Martinique), en raison de leur activité sismique ou volcanique et de leur caractère insulaire. Le seul territoire français possédant un Plan de secours spécialisé (PSS) tsunami est la Polynésie française.

Ce constat est noté dans le cahier d'expériences.

Note pédagogique

Tout comme pour les séismes, il existe deux échelles, l'une de magnitude, l'autre d'intensité, permettant de quantifier la « force » d'un tsunami (directement liée à la hauteur de la vague atteignant la côte), ou sa gravité en termes de dégâts et pertes humaines provoqués. Ces échelles sont peu connues, comparées à celles de Richter ou MSK pour les séismes, et ne nous semblent pas indispensables pour un projet d'école primaire. Cependant, si le maître souhaite les mentionner, il peut trouver des informations ici : http://www.prevention2000.org/cat_nat/risques/tsunami/accueil_tsunami.htm

Le maître pose alors la question : « Si l'on vit dans une région à risque, comment peut-on se protéger ? » Les élèves travaillent par binômes et écrivent leurs idées sur leurs cahiers d'expériences.

Mise en commun

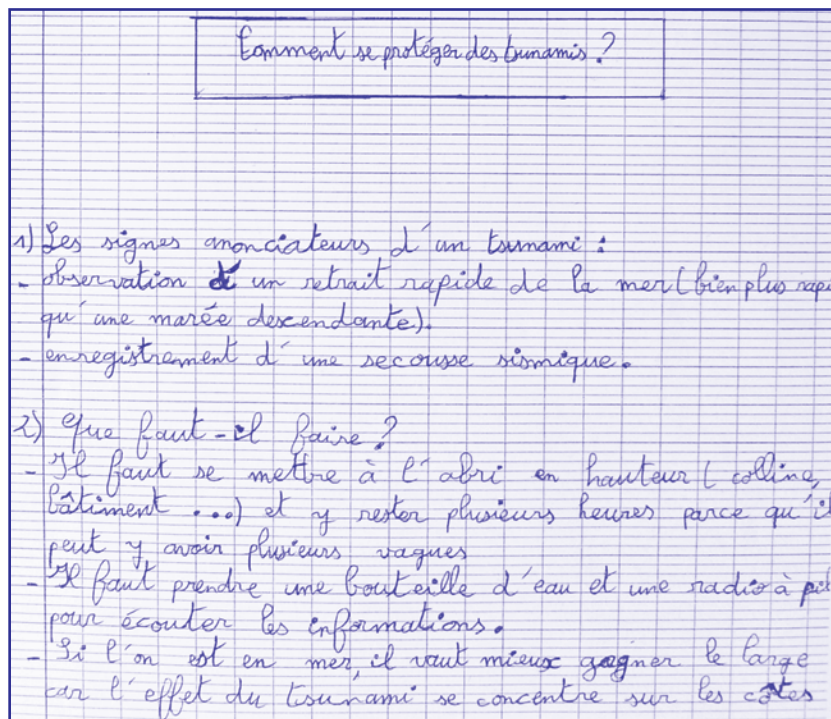
La discussion collective permet de dégager trois pistes principales :

- Reconnaître les signes annonciateurs d'un tsunami.
- Comment se comporter (avant, pendant, après).
- Construire des structures adaptées (digues, bâtiments sur les hauteurs...).

Reconnaître les signes annonciateurs a déjà été évoqué précédemment :

- Enregistrer une secousse sismique sous-marine ou côtière (voir la séquence 2).
- Observer un retrait rapide de la mer (bien plus rapide qu'une marée descendante).

Il faut se maintenir informé de différentes façons (radio, annonces publiques), ou observer les comportements animaux (envol massif d'oiseaux, fuite d'animaux domestiques ou sauvages...).



Classe de CE2/CM1/CM2 de Marc Rudeau (Serres-sur-Arget)

La conduite à tenir en cas de tsunami est discutée collectivement : que faut-il faire ? pourquoi est-ce une bonne (ou mauvaise) idée ?

- Si l'on est en mer (en bateau) : on a plutôt intérêt à gagner le large, car l'effet du tsunami se concentre sur la côte.
- Si l'on est à terre, il faut gagner les hauteurs pour ne pas être submergé : collines, toits des bâtiments...
- Et il faut y rester plusieurs heures (le tsunami est composé de plusieurs vagues, qui vont arriver toutes les 10 à 30 minutes : la première n'est souvent pas la plus forte!).
- Emporter de l'eau et une radio (à piles, évidemment).

Notes pédagogiques

- La notion d'urgence est différemment partagée chez les élèves : pour certains, il est très important d'emporter de l'argent, des objets précieux, des papiers d'identité, tandis que pour d'autres, il est plus important de partir rapidement. On peut animer ce débat en comparant cette situation avec une autre que les élèves connaissent bien (car l'école organise plusieurs fois par an des exercices d'alerte) : l'incendie. En cas d'alerte incendie, tout le monde sort, tout de suite, en laissant ses affaires.

- Un autre point sur lequel il peut être difficile d'obtenir un consensus est la nécessité ou non d'appeler les secours. Pour certains, c'est indispensable, tandis que pour d'autres, c'est à éviter car cela pose problème si tout le monde appelle en même temps, et aussi car « les secours ont autre chose à faire que rester au téléphone ».
- Certains élèves peuvent faire des propositions fantaisistes sur la façon dont on peut se protéger d'un tsunami (porter des gilets de sauvetage, rester chez soi en fermant les portes...), montrant qu'ils ont du mal à se représenter la violence d'un tsunami. On peut dans ce cas projeter quelques vidéos en ligne sur le site Internet du projet (voir page 171). Bien que ces vidéos aient été choisies pour ne pas montrer d'images choquantes (cadavres), elles sont suffisamment frappantes pour qu'on imagine très bien l'ampleur des dégâts.

Trace écrite et conclusion

La classe réalise alors une affiche collective, illustrée, sur la façon de se protéger d'un tsunami.



Prolongement multimédia

La dernière animation multimédia créée pour ce projet est un quiz, dont certaines questions traitent des tsunamis. On y accède via le site Internet du projet (voir page 171).



Fiche 34 – Séance 3-1

Consigne: Ces images montrent une même région (Banda Aceh, Sumatra), à deux moments différents. Que s'est-il passé? Quelles sont les zones les plus touchées? Où pourrait-on loger les réfugiés?



Témoignage d'Imane, en vacances au Sri Lanka le 26 décembre 2004

Le dimanche matin, à 9 h 25 exactement, ma tante frappe très fort à ma porte et hurle : « Cours ! La mer est en train de submerger l'hôtel ! ». En quelques instants, l'hôtel est inondé. Il n'y a eu aucun bruit, aucun signe annonciateur, aucune alerte. Quelques minutes après, l'eau s'était retirée et le personnel de l'hôtel s'est mis à tout nettoyer.

Nous sommes allés sur la terrasse, et la mer était très loin, c'était comme irréel. Puis la mer est remontée, très vite, et encore plus haut. En une minute, l'eau a tout inondé et tout ravagé jusqu'au 2^e étage. Puis la mer s'est à nouveau retirée et, 20 minutes plus tard, une troisième vague est arrivée, encore plus haute. Nous, on a eu de la chance d'être en hauteur. Tous ceux qui étaient dehors sont morts. La mer montait trop vite pour pouvoir fuir. J'ai entendu dire que les vagues arrivaient à 40 km/h !



Retrait de la mer avant l'arrivée de la troisième vague du tsunami du 26/12/2004.

Retour sur le raz de marée du 26 décembre 2004 (Planète science, 17/01/2005)

Dernier bilan de la catastrophe qui a touché l'Asie du Sud après le séisme et le raz de marée qui l'a suivi dans l'océan Indien : au moins 280 000 victimes...

Le 26 décembre 2004, à 0 h 58 en temps universel (7 h 58 heure locale), l'Institut géologique américain détecte dans l'océan Indien un séisme d'une magnitude exceptionnelle, 9 sur l'échelle de Richter. Son épicentre se situe au large de l'île de Sumatra, à 250 km au sud-sud-est de la ville de Banda Aceh.

Des vagues très rapides (500 à 800 km/h), mais peu élevées, se sont formées à la surface. Pour de nombreux bateaux naviguant en pleine mer, le phénomène est passé complètement inaperçu. C'est seulement en se rapprochant des côtes que le tsunami s'est formé : la hauteur des vagues a augmenté subitement, atteignant jusqu'à 15 m dans certaines régions. Selon les derniers bilans, le nombre des morts ou disparus dépasse les 280 000 personnes.

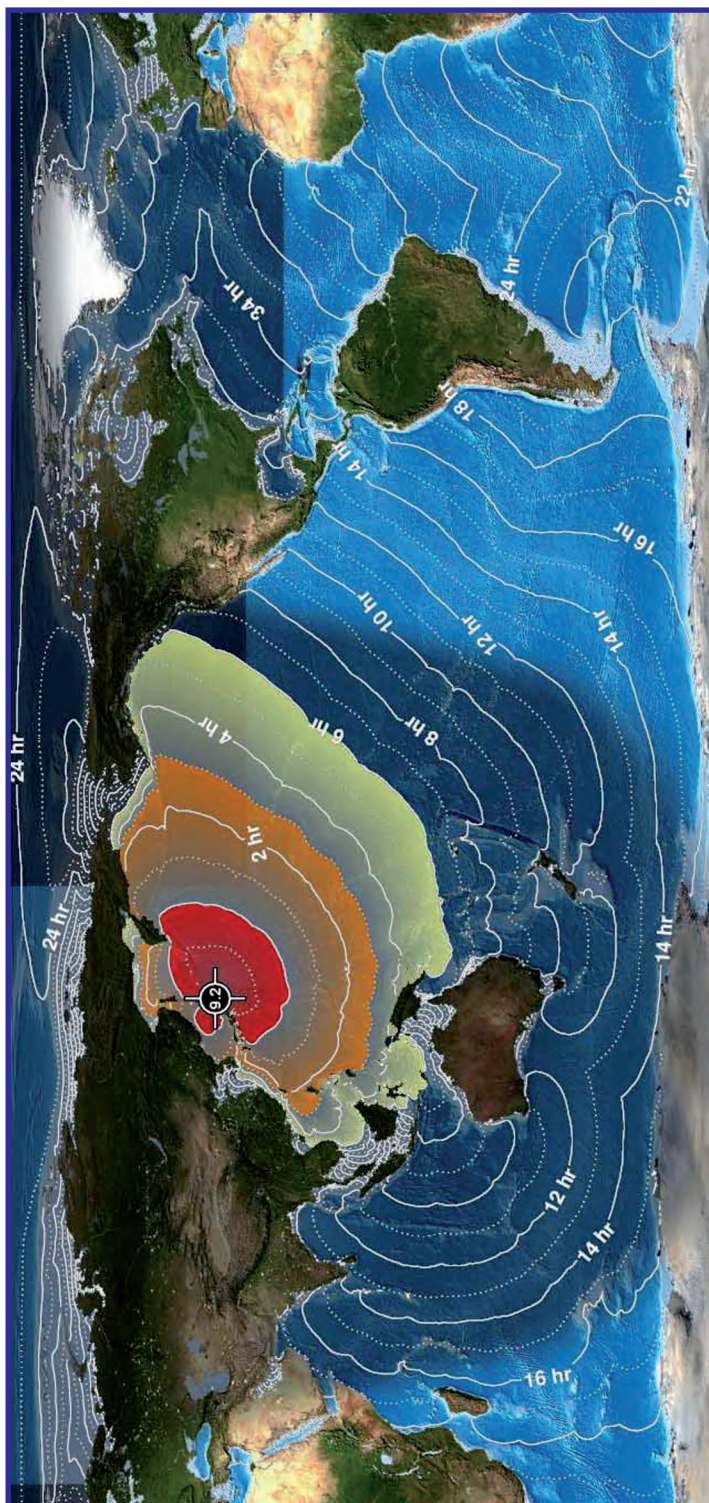
Onze pays autour de l'océan Indien ont été touchés par le raz de marée. A 1 h 38 TU, les premières vagues se sont abattues sur les côtes de Sumatra et, peu de temps après, sur la Malaisie.

Une heure plus tard, la Thaïlande, la Birmanie et le Sri Lanka ont été frappés à leur tour et, vers 3 h 28 TU, le tsunami a atteint les côtes du nord de l'Inde et celles du Bangladesh.



Consigne: Le document ci-dessous montre la propagation du tsunami créé le 24 octobre 2008 par un séisme de magnitude 9,2 au Japon. Les indications en blanc (2 hr, 4 hr...) sont les heures écoulées depuis le moment où le tsunami a été créé.

- Dirais-tu qu'un tsunami est un phénomène local ou qu'il concerne une large région ?
- Est-ce que le tsunami a ralenti lors de sa traversée de l'océan Pacifique ?
- Certaines personnes pensent qu'un tsunami ralentit en s'éloignant vers le large, comme s'il perdait son élan. Qu'en penses-tu ?

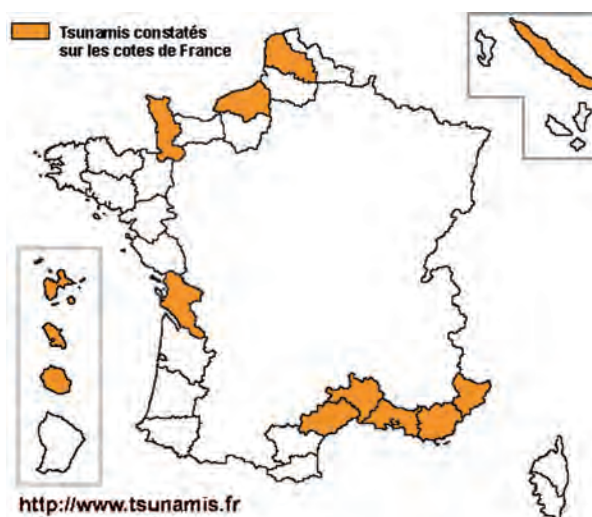


Fiche 37 – Séance 3-5

Les côtes françaises (métropole, DOM-TOM) sont régulièrement frappées par des tsunamis. Depuis le XVIII^e siècle, on en a compté une soixantaine, dont voici quelques exemples :

Département ou territoire	Date	Dommmages	Appellation
Nouvelle-Calédonie	1 ^{er} avril 2007	Dommmages sévères	Séisme de Guadalcanal
Guadeloupe	20 mai 2006	Sans dommmage	Éruption de la Soufrière Hills de Montserrat
Réunion	26 décembre 2004	Dommmages sévères	Séisme de Banda Aceh (Sumatra)
Alpes-Maritimes	16 octobre 1979	Dommmages modérés	Glissement sous-marin (Nice, baie des Anges)
Charente-Maritime	7 septembre 1972	Sans dommmage	Séisme d'Oléron
Var	15 juin 1909	Sans dommmage	Côte provençale et côte varoise (Marseille, Toulon)
Martinique	20 mai 1902	Dommmages modérés	Montagne Pelée : lahar de la rivière Carbet
Gard	20 août 1890	Dommmages légers	Le Grau-du-Roi
Bouches-du-Rhône	23 février 1887	Dommmages modérés	Séisme de la Riviera italienne
Pas-de-Calais et Seine-Maritime	5 juin 1858	Dommmages légers	Normandie, Kent, détroit de Calais
Hérault	17 juillet 1841	Dommmages légers	Baie de Sète (le port)
Manche	24 janvier 1838	Dommmages légers	Baie de Cherbourg (le port)

Source: BRGM (www.tsunamis.fr)



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