



FONDATION

La main à la pâte

Centre pilote
La main à la pâte
de Metz-Montigny



Parcours ...

Volcans et Séismes

Cycle III

SOMMAIRE

<u>Séance 1 à l'école : L'histoire du Dieu Vulcain</u>	p. 3
<u>Séance 2 à l'école : Qu'est-ce qu'une éruption volcanique</u>	p. 5
<u>Séance 3 au CPMAP</u>	
<u>Activité 1 : Classons les volcans du monde</u>	p. 8
<u>Activité 2 : L'origine du cône volcanique</u>	p. 10
<u>Activité 3 : Forme du volcan et viscosité du magma</u>	p. 13
<u>Activité 4 : Construction d'une maquette de volcan</u>	p. 16
<u>Séance 4 à l'école : Anatomie d'un volcan</u>	p. 19
<u>Séance 5 à l'école : Où sont situés les volcans ?</u>	p. 20
<u>Séance 6 : intervenant extérieur</u>	p. 22
<u>Séance 7 : Qu'est-ce qu'un séisme ?</u>	p.24
<u>Séance 8 au CPMAP</u>	
<u>Activité 1 : Comment une secousse se propage-t-elle ?</u>	p.25
<u>Activité 2 : Fabriquons un sismographe</u>	p. 27
<u>Activité 3 : Comment construire des bâtiments résistants ?</u>	p. 30
<u>Activité 4 : Comment construire des bâtiments résistants ?</u>	p.32
<u>Annexe</u>	p. 31

Domaine : la planète Terre

Ouverture vers d'autres disciplines : Arts visuels, Géographie, Géologie

Partenaires : Les carrières de Jaumont

SEANCE 1 à l'école

L'HISTOIRE DU DIEU VULCAIN

Objectifs	✓ Savoir que le mot « volcan » vient du nom du dieu Vulcain ✓ Recueillir les représentations des élèves sur les volcans
Compétence envisageable	❖ Repérer dans un texte les informations explicites ❖ Inférer des informations nouvelles (implicites)
Matériel	○ Photocopie de la fiche 1 ○ Annexe 1
Phases de déroulement de la séance	Question initiale L'enseignant demande aux élèves, collectivement, ce qu'est la mythologie, dans le but d'en trouver une définition. Les réponses attendues sont du type « Ce sont des histoires, des légendes, ça parle des dieux... ». Il peut guider la recherche en les questionnant : « Qu'est-ce qu'une légende ? Quand ces histoires ont-elles été écrites ? Pourquoi les a-t-on écrites ? »... Cette discussion aboutit à une définition collective, qui peut être, par exemple : La mythologie regroupe des légendes écrites par les Grecs et les Romains au cours de l'Antiquité. Ils ont inventé ces histoires pour expliquer leurs croyances et certains phénomènes qu'ils ne comprenaient pas. Le maître distribue alors à chaque élève une photocopie de la fiche 1, relatant l'histoire du dieu Vulcain. Après une phase de lecture individuelle, au cours de laquelle le maître s'est assuré que le vocabulaire ne pose pas de problème, les élèves sont répartis par binômes et doivent répondre à la question suivante : « à quoi vous font penser les colères de Vulcain ? Identifiez, dans le texte, les mots qui vous y font penser. » Mise en commun L'enseignant organise une mise en commun au cours de laquelle les volcans sont évoqués. Il demande alors à la classe d'expliquer quelles sont les différences entre ce que savaient les Romains et ce que l'on sait aujourd'hui des volcans. En cas de difficulté, il peut leur demander à quoi ils pensent quand on parle de volcan. Il ne s'agit pas forcément d'utiliser les mots écrits dans le texte de la fiche 1, mais de s'exprimer avec spontanéité. Les réponses sont recueillies au tableau (éruption, catastrophe, destruction, lave, magma, montagne, endormi...), en prenant soin de discuter chaque mot de façon à en identifier les différents sens possibles (on cherche ici à relever les définitions

	des élèves, pas à établir une définition de la classe). Les désaccords sont pointés (par exemple sur une affiche) et seront résolus plus tard. L'enseignant encourage un travail oral autour des mots de la même famille que Vulcain (volcan, volcanologie, vulcanologie...). Conclusion L'enseignant demande à la classe de faire le point sur « les questions que l'on se pose au sujet des volcans ». Exemple de questions : « Un volcan peut-il se réveiller ? Peut-on prévoir une éruption ? Comment un volcan se forme-t-il ? Y-a-t-il des volcans sous l'eau ? » (etc.) Ces questions sont notées sur une affiche collective, ainsi que dans les cahiers d'expériences.
Note scientifique	Les termes « volcanologue » et « vulcanologue » sont souvent considérés, à tort, comme synonymes. Si le premier est un scientifique qui étudie les volcans, le second est un ingénieur qui fabrique des pneumatiques ! La vulcanisation est en effet un procédé chimique qui consiste à injecter du soufre à l'intérieur du caoutchouc, permettant ainsi d'améliorer l'élasticité du matériau. La trace écrite précédente peut alors être complétée par un texte du type : Lorsqu'ils assistaient à une éruption volcanique, les Romains avaient très peur. Comme ils ne comprenaient pas ce phénomène, ils l'attribuaient à un dieu : Vulcain. Aujourd'hui, les volcanologues étudient les volcans, on en sait davantage sur ce phénomène et on n'a plus besoin de recourir à la colère des dieux pour l'expliquer.
Prolongement	Cette séance peut être prolongée par un travail en arts plastiques, par exemple en proposant aux élèves d'illustrer l'histoire de Vulcain, avec des consignes ouvertes comme « représente la chaleur du volcan », « représente la colère du dieu Vulcain » (travailler sur les matières, les couleurs, les expressions)...
Durée	45 minutes.

SEANCE 2 à l'école

QU'EST-CE QU'UNE ERUPTION VOLCANIQUE ?

Objectifs	✓ Savoir qu'un volcan est un point à la surface du globe, ou sous les océans, duquel sort de la lave lors d'une éruption ✓ Savoir qu'il existe deux catégories d'éruptions volcaniques, les éruptions effusives (volcans « rouges »), calmes et relativement peu dangereuses, et les éruptions explosives, violentes et dangereuses (volcans « gris »)
Compétence envisageable	❖ Repérer dans un texte les informations explicites ❖ Inférer des informations nouvelles (implicites)
Matériel	Pour chaque binôme ○ une photocopie, au choix, de la fiche 2 ou de la fiche 3.
Phases de déroulement de la séance	Question initiale L'enseignant reprend l'affiche réalisée lors de la précédente séance et annonce qu'au fil des prochaines séances la classe va étudier ce qu'est un volcan. Recherche (étude documentaire) Les élèves sont répartis en binôme, chaque binôme recevant, au choix, une photocopie de la fiche 2 ou de la fiche 3. Chaque fiche décrit deux éruptions « historiques », l'une éruptive, l'autre explosive (voir plus loin pour la signification de ces termes), l'une en France, l'autre à l'étranger. Les éruptions étudiées sont fiche 2 : - Kilauea (Hawaï : une éruption « effusive », continue depuis près de 30 ans... soit bien avant la naissance des élèves !) - Montagne Pelée (Martinique : une éruption « explosive », meurtrière, en 1902) fiche 3 : - Le piton de la Fournaise (La Réunion : une éruption « effusive » a lieu presque tous les ans !) - Le mont Saint Helens (États-Unis, une éruption « explosive », dévastatrice, en 1980) Dans un premier temps, on repère collectivement les quatre volcans sur le planisphère de la classe. Les élèves doivent ensuite surligner les mots qui décrivent l'éruption de chaque volcan. Le vocabulaire qui pose problème est expliqué collectivement (effusion, précurseur, nuée ardente, lahar...). En cas de difficulté, le maître peut les guider par des questions comme « Comment débute l'éruption ? Que s'échappe-t-il du volcan ? à quelle vitesse coule la lave ? Quelles sont les conséquences de l'éruption ? » Enfin, l'enseignant donne la consigne suivante : « Chacun d'entre vous doit dessiner une des deux éruptions présentées sur votre fiche. Soyez le plus précis possible : on doit pouvoir reconnaître quelle est l'éruption que vous avez

dessinée. N'hésitez pas à revenir sur le texte afin de retrouver les caractéristiques du volcan ou de l'éruption. Sur votre dessin, vous ajouterez une légende avec tous les mots que vous avez surlignés dans le texte. »

Note pédagogique

Cette consigne a pour objectif de forcer les élèves à être le plus précis possible. Dans le cas contraire, les élèves dessinent ce qu'ils savent (ou croient savoir) des volcans, sans aucun rapport avec ce qui est décrit dans le texte, et tous les dessins se ressemblent (alors que les éruptions décrites sont très différentes). Volontairement, on ne met pas de titre à ce dessin, car celui-ci est censé être assez précis pour qu'on puisse reconnaître de quelle éruption il s'agit.

Mise en commun

Les dessins sont affichés au tableau et regroupés (on place côte à côte les dessins des mêmes éruptions). Afin de vérifier la fidélité des dessins aux textes, on commence par relire chaque texte et par écrire au tableau les caractéristiques visibles de chaque éruption (ce qu'on doit voir sur chaque dessin).

Piton de la Fournaise	Mont Saint Helens	Kilauea	Montagne Pelée
- Fissures au sommet et à basse altitude - Fontaines de lave (jets de lave) - Coulées de lave (lave liquide)	- Colonne de fumée - Explosion de cendres et de vapeur - Nuage de cendre - Avalanche rocheuse - Pentes abruptes - Nuée ardente - Coulée de boue	- Fissures - Lave très liquide - Fontaines de lave - Lac de lave - Effusion continue de lave - Pentes douces	- Fumeroles et fumée noire - Cendres - Explosions : projection de bombes - Nuée ardente

Tableau réalisé dans la classe de CM2 de Christine Blaisot (Le Mesnil-Esnard)

La classe évalue chaque dessin en tenant compte de la forme du volcan, la présence ou l'absence de lave liquide, de cendre, de projection de roches...

Cette analyse permet de faire des regroupements. On constate qu'on peut définir deux groupes :

- 1er groupe : éruptions peu violentes, dites rouges ou effusives (essentiellement de la lave qui coule) : Kilauea et piton de la Fournaise ;

- 2e groupe : éruptions violentes, dites grises ou explosives (des projectiles, cendres, poussières, nuées ardentes...) : montagne Pelée et mont Saint Helens. Le tableau peut alors être complété par tous les éléments qui avaient été ignorés car non visibles (gaz toxiques, petits tremblements de terre...).

Conclusion - traces écrites

La conclusion de la classe est élaborée collectivement (sous la dictée des élèves). Un exemple de conclusion est :

Il existe deux grandes catégories d'éruptions volcaniques, les effusives (volcans rouges) et les explosives (volcans gris), plus dangereuses.

Cette conclusion est ensuite notée dans le cahier d'expériences, tout comme le tableau réalisé lors de la mise en commun.

Le maître veille à ce que les différents termes utilisés par les élèves, ou présents sur les fiches documentaires, soient définis par la classe, collectivement.

Phases de déroulement de la séance	Quelques exemples de définition : - Lave = roche en fusion qui sort à la surface - Volcan = endroit à la surface de la Terre d'où sort parfois de la lave, lors d'une éruption (à ce stade, on ne cherche pas à connaître la structure d'un volcan : cône, chambre magmatique, etc.) - Bombe = projectile rocheux (morceau de lave) éjecté par un volcan lors d'une éruption - Cendre = poudre très fine de roche volcanique - Nuée ardente = mélange de gaz brûlants, de cendres et de roches qui se déplace à grande vitesse - Cratère = orifice situé au sommet ou sur les flancs du volcan, par lequel sort la lave et les projections Ces définitions sont notées dans le cahier d'expériences. 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.
Durée	Une heure 15.

SEANCE 3 au CPMAP

Quatre activités :

Activité : Classons les volcans du monde

Activité : L'origine du cône volcanique

Activité : forme du volcan et viscosité du magma

Activité : construction d'une maquette de volcan

ACTIVITE 1	Classons les volcans du monde
Objectif	✓ Revenir sur la classification des volcans rouges / gris ✓ Savoir qu'un volcan a une forme à peu près conique et que ce cône est très étalé (pente faible) chez les volcans rouges, et plus pentu et accidenté chez les volcans gris
Compétences attendues	❖ Pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner ❖ Mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents
Matériel	Pour chaque élève : - une photocopie de la <u>fiche 4</u>, si possible en couleur - des photos plastifiées des différentes éruptions volcaniques Pour la classe : - une version agrandie (et une vidéoprojection) de cette fiche 4
Phases de déroulement de l'activité	<i>Question initiale</i> La séance commence par un rappel de la classification établie précédemment : il y a deux types d'éruptions : les effusives et les explosives... ou, dit autrement, il y a deux types de volcans, les rouges et les gris.
Notes scientifiques	- La classification en deux types de volcans (rouges / gris) est simplifiée à l'extrême, mais nous semble cependant préférable pour cette séance et les suivantes, car elle est facilement interprétable par les élèves, notamment à travers les activités expérimentales qui vont suivre cette séance. Une classification plus fine (en cinq types : hawaïen, strombolien, vulcanien, péléen, plinien) est abordée dans l'animation multimédia « Les volcans » que nous avons développée avec Universcience pour ce projet. - Par ailleurs, certains volcans peuvent évoluer sur le long terme et passer progressivement du type « rouge » au type « gris ». Ceci peut éventuellement être mentionné aux élèves afin de nuancer la classification élaborée, mais ne doit pas faire l'objet d'une étude spécifique.

Phases de déroulement de l'activité	L'animateur demande aux élèves : « D'après-vous, à quoi ressemble un volcan rouge, et à quoi ressemble un volcan gris ? » Il s'agit cette fois de décrire, non pas l'éruption, mais la forme du volcan « au repos ». Cette discussion est menée collectivement, les élèves ayant peu d'indices leur permettant de répondre avec précision. Quelques indices peuvent être trouvés dans le descriptif de leurs éruptions (voir cahier d'expériences) : pentes douces ou abruptes, montagne décapitée...
Phases de déroulement de l'activité	Recherche (étude documentaire) Les élèves sont répartis par binômes et reçoivent des photos de volcans rouges ou gris, en éruption ou non. A partir de ces photos, ils tentent de reconstruire une classification. Peuvent-ils reconnaître les rouges et les gris ? Les deux photos de volcans en éruption sont facilement reconnaissables (d'un côté, un nuage de cendres et de poussières... de l'autre, une coulée de lave). On peut deviner la forme des volcans (pente raide pour le premier, douce pour le second) et extrapoler aux autres photos. S'ils n'arrivent pas à faire ce lien spontanément, peuvent-ils trouver un autre critère de classement ? (par exemple : pente raide, pente douce) Mise en commun Lors de la mise en commun, différents groupes viennent exposer leur classification. Elle permet de se rendre compte que les caractéristiques morphologiques d'un volcan « trahissent » le type de ses éruptions. Un volcan rouge aura une forme conique à très faible pente, tandis qu'un volcan gris aura une pente plus importante, et portera la marque d'explosions (effondrements). En Annexe, le « corrige », avec le nom et le type de chaque volcan. Conclusion Un volcan a une forme à peu près conique. Cette forme dépend du type de ses éruptions : pour les volcans « rouges », le cône est très étalé et la pente est faible ; pour les volcans « gris », le cône est moins étalé et la pente est raide, le cône est également plus accidenté. De ce constat, on peut se poser deux questions : - D'où vient cette forme en cône ? - Qu'est-ce qui fait que certains cônes sont plus aplatis que d'autres ?
Note scientifique	La faible pente d'un volcan rouge est due à une lave très fluide, qui s'écoule facilement, tandis que la pente plus marquée d'un volcan gris est due à une lave plus visqueuse, qui s'écoule moins facilement. La viscosité et son influence sur la forme des volcans, ainsi que l'origine de la forme conique seront étudiées dans les séances suivantes.
Durée	45 minutes

ACTIVITE 2	L'origine du cône volcanique
Objectifs	✓ Comprendre l'origine du cône volcanique (accumulation de matériaux émis lors des éruptions)
Compétence attendue	❖ Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter ❖ Exprimer et exploiter les résultats d'une recherche en utilisant le vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral ❖ Inférer des informations nouvelles (implicites)
Matériel	Pour chaque groupe : ○ une paille coudée ou un tuyau flexible ○ un récipient cylindrique (gobelet, pot à yaourt...) ○ un carton ○ de la semoule fine ○ une vrille (pour percer le récipient) Pour chaque élève : ○ une photocopie de la fiche 5
Phases de déroulement de l'activité	Question initiale L'animateur revient sur la forme du cône du volcan : « On a vu qu'un volcan avait une forme de cône plus ou moins aplati : comment se forme ce cône ? » Mise en commun L'animateur recueille les différentes hypothèses émises par les élèves. Par exemple : - le volcan s'est formé à partir d'une montagne préexistante ou d'un amoncellement de pierres emportées par le vent ; - le cône volcanique résulte d'une déformation du sol sous l'effet d'une poussée exercée vers le haut (confusion avec la formation d'une chaîne de montagnes) ; - le cône volcanique s'est formé progressivement, par l'accumulation et le refroidissement des matières éjectées lors de l'éruption. Il encourage les élèves à argumenter pour justifier leurs réponses, et prend à partie le reste de la classe (est-ce possible ? qu'en pensez-vous ? qui est d'accord ?). Recherche (étude documentaire) Lecture par l'animateur de la fiche 5, qui décrit la formation du volcan Parícutín (1943, Mexique). Ce texte raconte comment un fermier mexicain a vu naître un volcan sur ses terres, avec d'abord quelques fumeroles, puis des éjections de cendres et de pierres. C'est l'un des seuls volcans du monde dont on a pu suivre en direct la formation. Les élèves cherchent des indices permettant de répondre à la question posée en début de séance (« Comment se forme le cône volcanique ? »). Mise en commun L'histoire du Parícutín montre que le cône volcanique se forme par l'accumulation des pierres, laves et cendres rejetées par le volcan. L'animateur demande aux élèves d'imaginer une expérience permettant de vérifier que des matériaux éjectés forment un cône en retombant. Plusieurs pistes sont proposées ; on cherche collectivement un matériau qui pourrait convenir (il faut qu'il soit solide, mais aussi qu'il puisse s'écouler).

	Rapidement, les élèves proposent du sable, du sucre, de la semoule (on se met d'accord sur la semoule, puisqu'on en dispose dans la salle)... En général, les élèves proposent deux types d'expérience : - dans la première, il suffit de lâcher la semoule d'une certaine hauteur et d'observer la forme obtenue : c'est un cône ; - dans la seconde, il faut faire sortir la semoule « par en dessous » pour mieux représenter ce qui se passe dans un vrai volcan. Il suffit, pour cela, de souffler dans une paille pour éjecter la semoule. Ci-dessous, on décrit cette seconde expérience. Au cas où les élèves n'auraient pas d'idée, il suffit de leur présenter le matériel disponible : très rapidement, la seconde expérience est proposée Modélisation (par groupe) Le récipient est percé afin d'y introduire la paille. Attention ! il faut le percer « sur le côté, vers le bas », mais pas « en dessous », car sinon la paille se bouche. Un trou est réalisé sur le carton posé dessus (diamètre : 1 cm). Le pot est rempli de semoule fine, à ras bord ou presque. En soufflant dans la paille, on fait sortir la semoule par le trou du couvercle. En retombant sur le carton, la semoule forme un édifice conique (avec, au centre, un « cratère »).
	Conclusion L'histoire du Paricutín et la modélisation réalisée par les élèves montrent toutes deux qu'un cône volcanique se forme par l'accumulation des matériaux éjectés par le volcan. Cette conclusion est rédigée collectivement, et notée dans les cahiers d'expériences. La modélisation effectuée avec la semoule permet de poser les questions suivantes : « Dans la nature, comment ces matériaux sont-ils éjectés ? Qu'est-ce qui souffle ? ». Par ailleurs, la typologie des volcans mise en évidence précédemment pose une autre question : comment expliquer que certains cônes sont très étalés, et d'autres pas ? Ces deux questions vont guider les prochaines séances portant sur le rôle des gaz dissous dans le magma, et sur la viscosité de celui-ci. <u>Elles sont donc écrites sur une affiche afin que l'on puisse s'y référer à nouveau plus tard.</u>
Prolongement en classe	Pour certains élèves, le fait d'utiliser de la semoule dans l'expérimentation peut poser problème (ils pensent à la lave, liquide). On peut alors proposer une autre expérience, très parlante (et qui plaît beaucoup !) : fabriquer un volcan en chocolat. L'introduction de cette expérience est très simple, il suffit de demander aux élèves quel matériau, qu'ils connaissent bien, est liquide quand il est chaud et devient solide en refroidissant. Le chocolat est proposé immédiatement. L'expérience peut être menée collectivement, en utilisant une poche ou un sac en plastique qu'on presse pour faire monter le chocolat « par en dessous » (plutôt que le faire couler en le versant par le dessus).

Avant de réaliser une coulée, il est nécessaire de laisser refroidir la coulée précédente (1 heure au réfrigérateur). Il est tout à fait envisageable d'effectuer la manipulation en laissant refroidir les coulées à température ambiante ; il suffit alors de l'étaler sur deux journées.

On peut faire varier la viscosité du chocolat en lui ajoutant plus ou moins d'eau. Il faut compter sur une tablette de chocolat par coulée.



Classe de CM1-CM2 de Virginie Ligère(Antony)

Cette expérience permet non seulement de modéliser la formation d'un volcan par superposition de coulées successives, mais également d'approcher la notion de viscosité.

Elle modélise très bien la solidification de la lave. En revanche, elle ne permet pas d'évoquer le rôle des gaz, contrairement à la précédente (où l'on souffle dans la paille).

Cette expérience avec le chocolat peut donc s'ajouter à la première, mais pas la remplacer. à la place du chocolat, on peut aussi utiliser de la paraffine.

Durée

Une heure

ACTIVITE 3	Forme du volcan et viscosité du magma.
Objectif	✓ Comprendre que la différence de forme des volcans rouges et gris s'explique par une différence dans la viscosité de la lave (les volcans rouges émettent une lave moins visqueuse que les volcans gris) ✓ Savoir qu'il existe des liquides plus ou moins visqueux (c-à-d. qui s'écoulent plus ou moins facilement)
Compétence attendue	❖ Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter ❖ Exprimer et exploiter les résultats d'une recherche en utilisant le vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral
Matériel	Pour chaque groupe : ○ les liquides suivants : eau, shampoing, miel ○ ces mêmes liquides mélangés à de la semoule ○ d'autres liquides éventuellement ○ une planche en mélaminé, éventuellement percée pour certains groupes Pour certains groupes : ○ un chronomètre ○ une grosse seringue
Phases de déroulement de l'activité	Question initiale L'animateur fait un bilan provisoire : « Nous comprenons l'origine de la forme conique du volcan. Parmi les questions que l'on s'était posées, il y a : pourquoi certains cônes sont plus pentus que d'autres ? ». Cette question est posée collectivement, et donne lieu à une discussion de toute la classe. Les idées qui émergent le plus souvent sont : - Plus le volcan émet une grande quantité de lave, plus son cône est pentu. - Plus la lave coule sur une grande distance, plus le cône est étalé (moins il est pentu). - 1ère hypothèse : en s'inspirant de la manip réalisée à l'atelier précédent, il leur montre un cône formé avec de la semoule, et leur demande si le cône sera plus pentu en rajoutant de la semoule. Il leur demande également comment faire pour mesurer cet angle (par exemple, on peut utiliser des « chapeaux chinois »). Cette expérience, très simple et très rapide, sera menée collectivement. Cette hypothèse donne lieu à une expérience très rapide, qui permet de constater que l'angle du cône reste toujours le même, quelle que soit la quantité de semoule utilisée. La conclusion est alors que la pente du volcan ne dépend pas de la quantité de lave émise. - 2nde hypothèse : il leur demande s'ils connaissent des liquides qui s'écoulent très facilement (comme l'eau par exemple), ou plus difficilement (comme le miel). Il leur demande ensuite de réfléchir à une expérience qui pourrait mettre en évidence le fait que certains liquides s'écoulent facilement, et d'autres non. L'animateur leur présente plusieurs liquides de viscosités différentes (au moins : eau, shampoing, miel... auxquels on peut ajouter d'autres liquides comme : ketchup, huile, peinture, sirop, liquide vaisselle, lait concentré...) ainsi que certains de ces liquides mélangés à de la semoule.

Il leur demande de les classer selon la facilité avec laquelle ils coulent. Ce classement est noté dans le cahier d'expériences, et sera confronté aux résultats, en fin de séance.

Expérimentation

Les élèves sont répartis en petits groupes. Chaque groupe réalise une expérience permettant de tester la viscosité des produits.

Dans l'un, on verse un peu de liquide en haut d'un plan légèrement incliné (30° par exemple), et on mesure la distance parcourue par ce liquide en un temps donné (5 secondes par exemple).

Cette expérience n'est pas toujours très concluante, car certains liquides s'étalent sur la planche mais ne coulent pas véritablement. Néanmoins, elle est systématiquement proposée par les enfants et mérite d'être testée.

"LAVES" GROUPES	Miel liquide	Shampooing	Crème hydratante	eau	Liquide vaisselle	Miel épais
1 pente = 45°	21,56	14,17	25,75	27 ms	5,80	1 m 30
2 pente = 45°	19,22	37,94	1 m 30	47	3,567	1 m 30
3 pente = 30°	35,12	17,13	1 m 30		2,00	plus 1 m 30
4 pente = 30°	32,0		+ de 1 m 30	17 ms		
5 pente = 30°	36,0					

Classe de CE2/CM1 de Kévin Faix (Le Kremlin-Bicêtre)

- Dans une autre expérience (qui donne de meilleurs résultats), on verse une quantité (fixe) de liquide sur une surface horizontale, et on observe l'étalement de ce liquide sur la surface : quel est celui qui s'étale le plus ?

- Dans une autre, enfin, on modélise la formation d'un volcan en injectant par le bas un liquide à travers une surface horizontale (percée). C'est l'équivalent de la manip de l'atelier précédent, mais en remplaçant la semoule par le liquide étudié.

Le liquide est « poussé » vers le haut par une seringue. Suivant le liquide employé, on va former un cône plus ou moins étalé. Cette expérience est sans doute celle qui donne les meilleurs résultats, et qui a l'avantage de permettre une conclusion immédiate, grâce à sa ressemblance avec un vrai volcan.

Note pédagogique

Comme dans toute expérience, il faut ici ne faire varier qu'un seul paramètre (la nature du liquide), tous les autres étant identiques, en particulier la quantité du liquide versé. **On préparera à l'avance des petites « fioles » de même quantité pour les différents liquides étudiés, et ce pour chaque groupe.**

Note scientifique	Il est important de prendre des matériaux non poreux en guise de surface (horizontale ou plan incliné) pour ne pas que le liquide pénètre : il doit couler. Le même matériau doit être utilisé pour les différents liquides (variation d'un seul paramètre à la fois). Un bon matériau : une planche en mélaminé (bois recouvert d'une couche plastique).
Phases de déroulement de l'activité	Mise en commun Chaque groupe désigne un rapporteur qui vient présenter son expérience ainsi que les résultats obtenus. Rappel : la première expérience (cône de semoule) montre que l'angle d'un tas ne dépend pas de la quantité de grains. De la même manière, ça n'est pas la quantité de lave qui explique la forme des cônes volcaniques - L'expérience du plan incliné montre que certains liquides coulent moins vite que d'autres : on dit qu'ils sont visqueux quand ils s'écoulent lentement. Le miel est plus visqueux que le shampoing, lui-même plus visqueux que l'eau. En ajoutant de la semoule au miel ou au shampoing, on augmente encore la viscosité. - L'expérience du plan horizontal montre que les liquides les plus visqueux sont également ceux qui s'étalent le moins. On remarque que les liquides peu étalés forment un édifice plus haut que ceux qui se sont étalés. - L'expérience du plan horizontal et de la seringue montre que les liquides plus visqueux donnent naissance à un cône plus pentu. Faire le parallèle avec les pentes du volcan : les volcans explosifs (gris) émettent une lave plus visqueuse que les volcans effusifs (rouges). Conclusion La classe élabore collectivement une conclusion en forme de synthèse, comme par exemple : <i>Une lave est dite visqueuse quand elle s'écoule lentement. Les volcans rouges émettent une lave moins visqueuse que les volcans gris. Cette lave s'écoule plus facilement, ce qui explique la forme plus « étalée » des volcans rouges.</i>
Prolongement	Le prolongement de la séance précédente (fabriquer un volcan en chocolat) peut tout aussi bien être mené ici, après cette séance sur la viscosité. Il suffit de demander aux élèves s'ils connaissent un ingrédient qui peut être plus ou moins visqueux en fonction de la température (la température est un paramètre que nous avons ignoré dans cette séance, par souci de simplicité... mais on peut le rajouter sans problème, cela rendra la comparaison avec la lave plus « naturelle »). Le chocolat est immédiatement proposé. On peut réaliser plusieurs petits volcans avec des chocolats de viscosités différentes (en jouant sur la température et la quantité d'eau).
Durée	Une heure

ACTIVITE 4	Construction d'une maquette de volcan
Objectifs	✓ Savoir qu'un volcan contient une cheminée et une chambre magmatique. ✓ Comprendre que la pression des gaz est le moteur principal d'une éruption volcanique ✓ Comprendre que plus la pression des gaz est élevée, plus l'éruption est explosive
Compétence attendue	❖ Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter ❖ Exprimer et exploiter les résultats d'une recherche en utilisant le vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral ❖ Mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents
Matériel	Pour la classe : - un verre transparent - du vinaigre blanc - du liquide vaisselle - du bicarbonate de sodium Pour chaque groupe : Pour fabriquer le cône volcanique : une assiette en plastique, du plâtre, une cuillère à soupe, de l'eau Pour modéliser l'éruption : de l'eau, 100 ml de vinaigre de vin, 50 g de bicarbonate de soude, 30 ml de produit vaisselle, une cuillère à café, un verre, une bouteille vide de 25 cl, un entonnoir
	Question initiale L'animateur revient sur les travaux précédents : « Nous avons montré que le cône volcanique était formé par l'accumulation des matériaux éjectés lors de l'éruption (et, ensuite, que la viscosité de la lave expliquait l'étalement plus ou moins prononcé de ce cône). Pour faire fonctionner notre modèle, nous avons soufflé dans une paille : c'est donc l'air soufflé qui a poussé la semoule. » « Et dans la réalité : y a-t-il de l'air, ou d'autres gaz, émis par le volcan ? » La classe revient collectivement sur la description des éruptions, et on constate qu'en effet des gaz sont émis, et sortent par le même endroit que la lave (le cratère). Est-il possible que ces gaz « poussent » la lave vers l'extérieur ? Afin de permettre une investigation expérimentale, on s'intéresse à des gaz et liquides plus accessibles : « Connaissez-vous des cas où des gaz sont "mélangés" à des liquides ? » On parle des boissons gazeuses. L'animateur demande ce qui se passe quand on secoue une bouteille de boisson gazeuse avant de l'ouvrir. Il demande des précisions : « Qu'est-ce qui déborde ? du gaz ? du liquide ? les deux ? »

Note pédagogique	Cette expérience est triviale (tous les enfants savent ce qui va se passer)... on peut donc se contenter d'en parler, sans la faire. La discussion permet de s'accorder sur le fait qu'il y a des bulles et que ces bulles, une fois répandues sur la table (ou les vêtements...), vont mouiller cette table. Cela signifie que du liquide a été éjecté : le gaz est capable d'entraîner le liquide vers le haut. L'animateur veille à ce que tous les élèves fassent bien le parallèle avec le volcan : le gaz est capable de pousser la lave à l'extérieur. Il faut beaucoup de gaz pour faire sortir ces tonnes de lave.
Phases de déroulement de l'activité	Fabrication de la maquette du volcan Fabrication du cône volcanique à l'aide de plâtre, dans une assiette jetable en plastique. Commencer par noter le nom des élèves au marqueur sous l'assiette. Distribuer deux gobelets de plâtre dans chaque assiette. Verser ensuite un peu d'eau pour commencer et mélanger. Former un cône de volcan, choisir la pente si c'est possible. Placer un gobelet en plastique au milieu pour faire la cheminée, remonter les pentes du volcan sur le gobelet (comme avec de la purée). Pendant que le plâtre sèche, décorer le cône avec de la terre, du sable, de l'herbe sèche... Prévoir un volcan explosif (on aura laissé un passage pour une paille dans le cône du volcan). Quand c'est sec, déclenchement de l'éruption Il faut d'abord préparer la lave : seul le vinaigre doit être ajouté à la fin. On mélange 50 ml d'eau tiède à 50 g de bicarbonate de soude. On ajoute 30 ml de liquide vaisselle, et on mélange légèrement (sans faire mousser). A l'aide de l'entonnoir, on verse ce mélange dans les volcans. Quand tout est prêt, on verse du vinaigre dans le volcan : l'éruption commence ! Trace écrite et conclusion Les élèves dessinent leur maquette dans le cahier d'expériences, et en expliquent le fonctionnement. L'animateur veille à ce que les élèves fassent bien le rapport entre le modèle et la réalité. La discussion collective permet de conclure que plus la quantité de gaz est importante, plus l'éruption est explosive. Si l'on ajoute la conclusion de la séance précédente (sur la viscosité de la lave), on peut conclure : <i>Une éruption est d'autant plus explosive que la lave est visqueuse et qu'elle contient beaucoup de gaz.</i> Cette conclusion est notée dans les cahiers d'expériences.

Note pédagogique	- On peut enrichir cette séance et comparer différents mélanges, modélisant ainsi des éruptions plutôt effusives ou plutôt explosives. Pour cela, on peut jouer sur deux paramètres : * La quantité de liquide vaisselle (30 ml, 60 ml, 90 ml) : plus on en verse, plus la lave est visqueuse. * La quantité de bicarbonate de soude (50 g, 100 g) : plus on met de bicarbonate, plus le dégazage est important.
Phases de déroulement de l'activité	On peut aussi imaginer qu'un des volcans soit surmonté d'un bouchon, qui sautera en raison de la pression des gaz (surtout si l'on a mis beaucoup de bicarbonate de soude). Avec une « lave » très fluide, on n'a pas le temps de placer le bouchon. En revanche, on peut le faire avec une lave plus visqueuse (grande quantité de liquide vaisselle). Dans ce cas, il y a une accumulation préalable de pression qui donne un caractère explosif à l'éruption.
Durée	Une heure

SEANCE 4 à l'école

ANATOMIE D'UN VOLCAN

Objectifs	✓ Connaître l'anatomie d'un volcan : cône, cheminée, chambre magmatique
Compétence envisageable	❖ Exprimer, exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral
Matériel	
Phases de déroulement de la séance	Question initiale L'enseignant explique que la maquette réalisée précédemment avait pour but de reproduire une éruption. La classe n'a pas cherché à représenter fidèlement l'intérieur du volcan. Les élèves, individuellement, réalisent donc un schéma en coupe de volcan, tel qu'ils se le représentent. Mise en commun L'enseignant compile les différents schémas au tableau, et demande aux élèves de les comparer (points communs et différences). Cette comparaison permet de mettre en évidence les éléments qui doivent être présents sur un schéma de volcan (cf. ci-après). Il reproduit au tableau le schéma de la maquette réalisée lors de la séance précédente et dessine, à côté, un volcan en coupe, en nommant ses différents éléments : cône, cratère, cheminée, chambre magmatique, magma, lave, cendres... Une fois ce schéma terminé, la classe retrace le déroulement d'une éruption. Pour faire ce bilan récapitulatif, le maître guide les élèves par des questions du type : - D'où vient la lave ? - Comment sort-elle ? - Par où sort-elle ? - Que devient la lave qui est sortie ? - Comment se forme le cône volcanique ?
Durée	45 minutes.

SEANCE 5 à l'école

OU SONT SITUES LES VOLCANS ?

Objectifs	✓ Savoir que la croûte terrestre est constituée de plaques en mouvement les unes par rapport aux autres, et que la plupart des volcans sont situés aux frontières de ces plaques ✓ Savoir qu'on trouve aussi quelques volcans qui ne sont pas situés sur ces lignes. On les appelle alors des volcans de « point chaud ». Ce sont des volcans rouges ✓ Savoir qu'il existe aussi des volcans sous-marins (conséquences du fonctionnement des dorsales océaniques)
Compétence envisageable	❖ Exprimer et exploiter les résultats d'une recherche en utilisant le vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral ❖ Connaître les principaux caractères géographiques physiques, les repérer sur des cartes à différentes échelles ❖ Lire et utiliser des cartes
Matériel	○ Au choix : - une salle informatique reliée à Internet (1 ordinateur par binôme) - ou, pour toute la classe : un ordinateur + un vidéoprojecteur - ou, s'il n'y a pas d'équipement informatique, pour chaque binôme, la photocopie des fiches 6, 7 et 8, ainsi qu'un planisphère
Notes pédagogiques préalables	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. Elle peut être menée en autonomie (un binôme par écran), ou de façon collective, à l'aide d'un vidéoprojecteur. - Si les élèves sont devant l'écran, ils auront besoin d'un cadrage fort (dans le cas contraire, ils « jouent » avec le multimédia, sans être réellement attentifs, et sans rien apprendre). - Si la séance est menée collectivement, il convient de bien l'animer, de s'arrêter souvent, de demander aux élèves d'anticiper (« à votre avis, que va-t-il se passer si... ») de façon à ce qu'ils ne soient pas passifs. - Une variante est proposée plus bas (sous forme d'étude documentaire) dans le cas où l'utilisation du multimédia n'est pas possible. Les deux variantes ne sont pas exclusives.
Phases de déroulement de la séance	Mise en place et déroulement de la séance Avant de démarrer l'animation, l'enseignant demande aux élèves où sont situés les volcans, et recueille leurs réponses. Les élèves sont répartis en petits groupes, idéalement en binômes, chaque groupe ayant un ordinateur à sa disposition, avec l'animation à l'écran. L'animation interactive se compose de plusieurs éléments permettant de visualiser : - Les couches internes de la Terre ; - les plaques tectoniques (on peut, en particulier, suivre leur déplacement depuis la Pangée) ; - la localisation des séismes sur Terre (à ce stade du projet, on peut sauter cette partie, qui sera étudiée dans la séquence 2) ; - la localisation des volcans, que l'on peut comparer avec le tracé des plaques tectoniques.



Mise en commun et conclusion

Après avoir utilisé l'animation, les élèves mettent en commun ce qu'ils ont appris:

- La croûte terrestre est constituée de plaques en mouvement les unes par rapport aux autres.
- On trouve la plupart des volcans aux frontières de ces plaques : ce sont les volcans gris ou rouges.
- Cependant, il existe aussi des volcans qui ne sont pas situés sur ces lignes. On les appelle alors des volcans de « point chaud ». Ce sont des volcans rouges.
- Il existe aussi des volcans sous-marins (conséquences du fonctionnement des dorsales océaniques). Ce sont des volcans rouges.

Si cette animation multimédia ne peut être utilisée en classe par manque d'équipement, une séance similaire peut être menée en utilisant des cartes ([fiche 6](#), [fiche 7](#), [fiche 8](#)) ainsi qu'un planisphère.

L'étude de la fiche 6 montre que les volcans ne sont pas répartis n'importe où : la plupart sont sur des « lignes ».

En s'interrogeant sur la signification de ces lignes, on introduit la 2^{de} carte (fiche 7, qui montre les plaques tectoniques)... et on constate que ces lignes correspondent aux frontières entre les plaques tectoniques.

Variante

On demande alors aux élèves de décalquer les contours de l'Amérique du Sud sur un planisphère, puis de placer ce calque sur un planisphère en essayant d'accoler l'Amérique du Sud à l'Afrique. Les élèves remarquent que les deux continents « s'emboîtent » puis formulent des hypothèses pour rendre compte de ce constat. Une explication possible est que ces plaques se déplacent, et qu'à une certaine époque les deux continents n'en formaient qu'un. Le même travail peut être fait avec l'Arabie et l'Afrique pour arriver à un constat et des hypothèses identiques.

L'enseignant introduit alors la fiche 8, qui explique la dérive des continents, et propose aux élèves de remettre dans l'ordre différentes étapes depuis la Pangée. Pour plus de facilité, on peut commencer par colorier les continents (afin de mieux les suivre).

Durée

45 minutes.

SEANCE 6

Intervenant extérieur : CARRIERE DE JAUMONT

Objectifs	✓ Collecter des informations géologiques d'un exemple local à partir d'observations de terrain
Compétence envisageable	❖ Inférer ❖ Connaître
Site	http://www.jaumont.fr/patrimoine-carriere.asp
	Située au Nord-est de la France, dans le département de la Moselle, la carrière de Jaumont s'étend sur 200 hectares au niveau des bancs de Roncourt, Saint-Privat-la-Montagne, Malancourt-la-Montagne et Marange-Silvange. Annuellement, plus de 2 millions de tonnes de calcaire sont extraites grâce à des moyens modernes et des installations dimensionnées. La production de pierre de taille constitue un secteur d'activité de référence. Utilisée depuis le Moyen-âge, cette pierre a particulièrement façonné la région messine : La Cathédrale de Metz en est le plus parfait exemple. La carrière de Roncourt est la dernière en France à proposer ce produit de prestige. Destinée principalement à la restauration d'édifices régionaux, la Pierre de Jaumont continue aussi d'être exportée et utilisée pour l'édification de bâtiments en Europe et à travers le monde. La carrière est ouverte dans l'"oolithe de Jaumont" ou "Pierre de Jaumont". Du fait de sa couleur jaune ocre à ocre beige, elle a est encore nommée "Pierre de Soleil". C'est aussi de cette couleur que vient le nom Jaumont, à l'origine "Mont jaune". La couleur jaune qui lui donne sa spécificité est due à la présence d'oxydes de fer. Péetrographie. Il s'agit d'un calcaire oolithique, déposé en mer peu profonde au début du Bajocien supérieur (il y a environ 170 Ma). Il contient aussi de nombreux fossiles. Exploitation - Utilisation. Ces calcaires étaient exploités dès l'époque gallo-romaine, comme en témoignent les nombreux sarcophages et stèles découverts dans les chantiers archéologiques de Metz ou les sculptures exposées dans les musées de Luxembourg et Arlon. Plus tard, ces roches ont été utilisées pour la construction de grands édifices religieux tels que la cathédrale de Metz. La Pierre de Jaumont caractérise la ville de Metz : outre la cathédrale, elle est visible dans les fortifications de la ville, la Porte des Allemands, le Théâtre, le Palais du Gouverneur (devenu Palais de Justice), dans de nombreuses habitations et dans des bâtiments contemporains comme les archives départementales et autres constructions récentes. De nombreux autres édifices lorrains sont aussi faits avec cette pierre, comme le Château de Malbrouck.

SEANCE 7 à l'école

QU'EST-CE QU'UN SEISME ?

Objectifs	✓ Un séisme est un tremblement de terre : il se manifeste par des secousses qui peuvent provoquer des effondrements et des mouvements de terrain ✓ La durée d'un séisme varie de quelques secondes à quelques minutes ✓ Un séisme peut causer de nombreux dégâts et faire de nombreuses victimes ✓ Un séisme peut, parfois, causer des tsunamis
Compétence envisageable	❖ Repérer dans un texte des informations explicites ❖ Inférer des informations nouvelles (implicites) ❖ Pratiquer une démarche d'investigation : questionner
Matériel	Pour chaque binôme : - au choix, une photocopie de la fiche 17 ou de la fiche 18
Phases de déroulement de la séance	Question initiale Le maître demande aux élèves ce qu'ils savent à propos des séismes (en commençant par l'utilisation du vocabulaire : séisme, tremblement de terre...). A ce stade, on ne cherche pas à définir précisément ces termes, mais seulement à relever ce que savent les élèves.
Notes scientifiques	- Bien souvent, les élèves font appel à un vocabulaire très précis (séisme, magnitude, noyau, plaques, tsunami...), qui leur est connu en raison de la forte médiatisation de certains événements, mais sans pour autant que les concepts associés soient maîtrisés. Pour certains, un séisme est un tremblement de toute la planète, pour d'autres, c'est un phénomène local, voire, plus rarement, associé à des phénomènes météorologiques (« il y a des ondes, ça peut provoquer des ouragans »). - Le plus souvent, le mot « plaque » utilisé par les élèves désigne en fait un continent. - Pour la plupart des élèves, un tremblement de terre est un phénomène très violent, au cours duquel la terre s'ouvre littéralement en deux (le risque pour la population est alors de tomber dans les crevasses). Ces représentations erronées seront corrigées au fur et à mesure de l'avancement de cette séquence.
Phases de déroulement de la séance	Recherche (étude documentaire) Les élèves sont répartis par binômes, la moitié d'entre eux reçoit une photocopie de la fiche 17, et l'autre moitié une photocopie de la fiche 18. Ces deux fiches comportent des articles de presse relatifs à des séismes survenus récemment, en France ou à l'étranger, bénins ou dramatiques selon leur ampleur et selon le degré de préparation des populations. Mise en commun Après la lecture de ces textes, le maître anime une discussion collective permettant d'arriver à une définition opérationnelle d'un séisme : C'est un tremblement de terre qui se manifeste par des secousses pouvant provoquer des effondrements et des mouvements de terrain. Un séisme est un phénomène très bref (quelques secondes à quelques minutes), mais pouvant être très violent. Un séisme peut aussi créer un tsunami : un ensemble de vagues de grande hauteur qui peut provoquer d'importants dégâts. Les documents montrent que la France (y compris métropolitaine) est soumise au risque sismique.

	La mise en commun permet aussi de se rendre compte que le principal risque lié à un séisme (hors tsunami) est l'effondrement des bâtiments (et pas la terre qui s'ouvre en deux comme le pensent beaucoup d'enfants). On constate aussi qu'il y a des pays mieux préparés que d'autres, avec des constructions adaptées.
Note pédagogique : utilisation du tableau numérique interactif	Le séisme survenu en mars 2011 au Japon illustre bien cet aspect : le séisme lui-même n'a causé que très peu de dégâts (c'est le tsunami qui a eu des conséquences catastrophiques). La plupart des bâtiments ont bien résisté aux secousses, comme le montre cette vidéo très spectaculaire, où l'on voit des immeubles qui tanguent... mais ne s'effondrent pas. Le visionnage de cette vidéo peut être un bon prolongement de cette séance.
Phases de déroulement de la séance	Conclusion – traces écrites La classe élabore une conclusion collective qui est notée dans les cahiers d'expériences. Voici un exemple de conclusion: <i>Lors d'un séisme (ou tremblement de terre), des secousses, très brèves mais pouvant être très violentes, peuvent provoquer l'effondrement des bâtiments. Un séisme peut également provoquer un tsunami.</i> L'enseignant demande aux élèves d'explicitier les questions qu'ils se posent au sujet des séismes, et les recueille sur une affiche (on y répondra au fur et à mesure des séances suivantes). Une question est posée : « Comment se propage un séisme ? ». Les représentations initiales des élèves sont notées sur une affiche qui sera amenée au centre pilote pour la séance 8.
Prolongement	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. Prolongement Outre le prolongement évoqué dans la note scientifique plus haut (visionner une vidéo montrant des immeubles tanguer), cette séance peut être complétée par une exploration des mythes et légendes entourant les tremblements de terre : dragon en Chine, poisson-chat au Japon, tortue chez les Indiens d'Amérique...
Durée	45 minutes.

SEANCE 8 au CPMAP

Quatre activités :

- 1- Activité : Comment une secousse se propage-t-elle ?
- 2- Activité : Fabriquons un sismographe
- 3- Activité : Comment construire des bâtiments résistants ?
- 4- Activité : Comment construire des bâtiments résistants ?

ACTIVITE 1	Comment une secousse se propage-t-elle ?
Objectif	✓ Un séisme se propage de façon concentrique ✓ Plus on s'éloigne de l'épicentre, plus les dégâts sont faibles
Compétences attendues	❖ 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
Matériel	Pour chaque groupe : - des pâtes alimentaires colorées (ou autres petits objets, légers, de taille et poids identiques, mais de couleurs différentes) - un maillet - une feuille A3 Pour la classe : - un caméscope numérique
Phases de déroulement de l'activité	Question initiale L'animateur pose la question suivante aux élèves : Comment se propage un séisme ? L'affiche faite en classe est lue par les élèves. L'animateur demande alors aux élèves d'imaginer une expérience permettant de le vérifier. Certains élèves peuvent proposer, par exemple, de jeter un objet dans l'eau et d'observer la forme des vagues (cercles concentriques). Cette expérience peut être réalisée collectivement, mais l'animateur doit bien veiller à ce que les élèves comprennent qu'il s'agit ici d'une analogie. Il les encourage à réaliser une expérience qui mette en jeu des vibrations de même nature que dans un séisme. « Il faudrait faire vibrer quelque chose de solide. » Assez facilement, les élèves proposent alors de se servir de leur table, et de disposer des objets en cercle (« On bouge la table, ça fait tomber les objets, on regarde quels cercles tombent plus facilement. ») La question du choc est débattue : faut-il frapper la table par-dessus ou par-dessous, ou cogner deux tables ? La dernière proposition (cogner deux tables) peut facilement être écartée, car on n'aurait pas, dans ce cas, d'épicentre localisé. Pour être plus réaliste (un séisme vient du sous-sol), on décide alors de faire un choc sous la table, en son milieu.
	Recherche (expérimentation) Les élèves sont répartis en groupes et réalisent leur expérience.

Par exemple, ils placent des repères colorés (pâtes de couleur, morceaux de sucre, dominos...) sur les cercles concentriques (une couleur par cercle) tracés sur une feuille A3 posée sur une table.

En donnant un coup sec sous la table à l'aide d'un maillet (sous le centre des cercles, qui représente l'épicentre), on crée une vibration qui va se propager dans la table. Les repères colorés se sont déplacés et leur déplacement s'est effectué dans toutes les directions de l'espace : dans le plan de la feuille mais aussi verticalement.

Plus on s'éloigne du point d'impact, moins les repères colorés ont été déplacés.



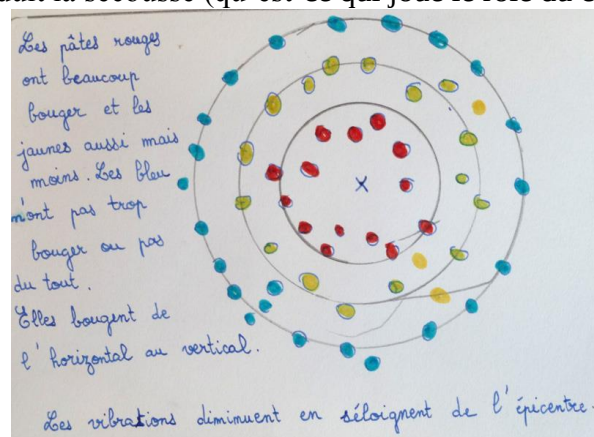
Mise en commun et conclusion

Cette expérience montre qu'une secousse se propage bien selon des cercles concentriques. Plus on s'éloigne de l'épicentre, plus les vibrations s'atténuent, et plus les dégâts sont faibles.

Ce résultat est noté dans les cahiers d'expériences en guise de conclusion.

Cette activité permet d'introduire un nouveau questionnement : dans la réalité, qu'est-ce qui produit la secousse (qu'est-ce qui joue le rôle du coup de maillet) ?

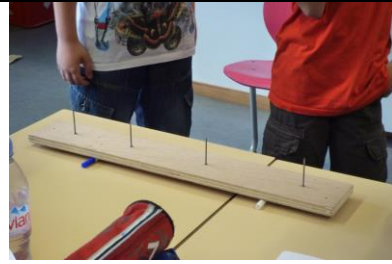
Phases de déroulement de l'activité



ACTIVITE 2	Fabriquons un sismographe
Objectifs	○ Les vibrations du sol peuvent être mesurées à l'aide d'un sismographe
Compétence attendue	❖ 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
Matériel	Pour chaque élève : - une photocopie de la fiche 24 Pour chaque groupe : - matériel nécessaire à la fabrication du sismographe (voir exemples ci-dessous)
Phases de déroulement de l'activité	Question initiale Après avoir fait rappeler ce qui a été vu précédemment (un séisme est une vibration qui se propage et peut provoquer des dégâts), l'animateur 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. Les élèves doivent fournir un schéma illustrant le fonctionnement de leur sismographe, ainsi que la liste du matériel nécessaire pour le réaliser.
	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 (<i>cf.</i> exemples de réalisations plus bas). On discute du matériel nécessaire. Si celui-ci n'est pas disponible et ne peut être rassemblé, 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...).

Prolongement	Visionner la vidéo L'incroyable naissance du premier sismographe https://www.youtube.com/watch?v=UUoG7KmqozY Regarder les photos Sismographe chinois Après le visionnage de cette vidéo, l'animateur anime une discussion collective destinée à s'assurer que les élèves ont bien compris le principe de fonctionnement de ce sismographe. Le groupe 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. Regarder les photos Sismographe moderne Tracé sismographe Les photos montrent à quoi ressemble un sismogramme moderne (enregistrement réalisé par un sismographe).
Durée	Une heure

ACTIVITE 3	Comment construire des bâtiments résistants ?
Objectifs	✓ On peut construire des bâtiments qui résistent bien aux séismes ✓ La hauteur d'un bâtiment n'est pas un paramètre déterminant
Compétence attendue	❖ 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
Matériel	Pour chaque groupe : ○ une plaque de polystyrène épaisse (au moins 4 cm) ○ des « tiges » de différentes longueurs, d'un même matériau, au choix : – carton épais (par exemple un grand calendrier découpé en lanières) – tiges en bois (du type « pic à brochette ») – cagette à légume – en métal (réglets ou tiges filetées)
Phases de déroulement de l'activité	Question initiale Comment peut-on se protéger en cas de séisme ? L'animateur demande aux élèves de réfléchir aux propriétés que devrait avoir un bâtiment pour résister. Les élèves font des propositions diverses : - Utiliser des matériaux très solides (durs)... ou au contraire plutôt souples. - Construire des bâtiments de faible hauteur. - Placer des bâtiments sur des amortisseurs... Nous proposons de commencer cette investigation par le paramètre « hauteur ». Car presque tous les enfants (et beaucoup d'adultes) pensent, à tort, qu'il est préférable de construire des bâtiments de faible hauteur. Le groupe réfléchit collectivement à une expérience qui permettrait de savoir si la hauteur d'un bâtiment joue un rôle dans sa résistance aux secousses sismiques. Les élèves peuvent proposer des manip's simples, à partir d'empilements (type kapla, dominos...). Le défaut de ces propositions est que de tels bâtiments ne sont pas solides : plutôt que divers éléments empilés (qui peuvent glisser facilement), il faudrait un élément unique. On peut par exemple prendre des tiges de différentes hauteurs, plantées verticalement sur un support qu'on fait bouger horizontalement. On regarde alors quelles sont les tiges qui oscillent le plus.
Phases de déroulement de l'activité	Recherche (expérimentation) Les élèves sont répartis par groupe et réalisent l'expérience conçue précédemment (chaque groupe peut avoir un matériel différent : des tiges en bois, en métal, en carton...).



On peut demander aux élèves de chercher d'abord à faire osciller les plus grandes tiges, puis les plus courtes.

Petit à petit, ils se rendent compte que la vitesse de l'oscillation (on ne parle pas de fréquence à l'école primaire) est importante : si l'on fait osciller la planche le plus lentement possible, on observe que c'est la tige la plus haute qui oscille le plus fortement.

Si au contraire on provoque des oscillations très rapides, c'est la plus petite qui va osciller le plus. En tâtonnant, on trouve la fréquence qui permet de faire osciller les tiges intermédiaires.

Mise en commun et conclusion

Collectivement, on constate que la vitesse de la vibration joue un rôle important. Les secousses rapides font osciller les tiges les plus petites, et les secousses lentes les tiges les plus hautes.

La classe fait le lien avec la réalité et en conclut qu'un bâtiment de faible hauteur n'est pas forcément plus sûr qu'un bâtiment élevé. Tout dépend de la vitesse de la vibration du séisme.

Le maître informe les élèves qu'en général, un séisme comporte plusieurs vibrations : certaines lentes, d'autres plus rapides. Cette conclusion est notée dans les cahiers d'expériences.

Phases de déroulement de l'activité

Prolongement en classe

Pour certains élèves, le fait d'utiliser de la semoule dans l'expérimentation peut poser problème (ils pensent à la lave, liquide). On peut alors proposer une autre expérience, très parlante (et qui plaît beaucoup !) : fabriquer un volcan en chocolat.

Durée

Une heure

ACTIVITE 4	Comment construire des bâtiments résistants ?
Objectifs	✓ On peut construire des bâtiments qui résistent bien aux séismes ✓ Le chaînage des bâtiments est efficace ✓ Sur un sol meuble, il faut construire de profondes fondations pour que le bâtiment résiste
Compétence attendue	❖ 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
Matériel	Pour chaque élève : - une photocopie de la fiche 28 - une photocopie de la fiche 29 Pour chaque groupe : - des supports (planches, cartons...) - au choix : – des cubes, des élastiques – du sable, une bassine, des grosses boîtes ou chevrons en bois, des tiges métalliques – des bouteilles en verre ou canettes de soda (ou n'importe quel autre objet cylindrique qui roule bien), - des cubes
Phases de déroulement de l'activité	Question initiale L'animateur projette la fiche 28 montrant deux immeubles ayant subi d'importants dégâts suite à un tremblement de terre. Il anime une discussion collective destinée à évoquer ce qui a pu se passer pour chacun des deux bâtiments. Le premier s'est enfoncé dans le sol (problème de fondations), tandis que le second s'est brisé (problème de cohésion du bâtiment). Il demande alors aux élèves comment on pourrait concevoir des bâtiments qui résistent mieux aux séismes, au regard des deux problèmes évoqués plus haut. Plusieurs pistes se dessinent, dont les principales sont : - Construire des fondations profondes si le bâtiment est posé sur un sol meuble. - Lier entre eux les différents éléments du bâtiment, de façon à éviter que les murs se déplacent les uns par rapport aux autres (ce qui entraîne l'effondrement du bâtiment). Les élèves proposent par exemple d'entourer les bâtiments par des câbles très solides. - Poser le bâtiment sur un système amortisseur (ressorts, roues...). Collectivement, la classe cherche comment tester ces propositions à l'aide d'expériences. Recherche (expérimentation) Les élèves sont répartis en plusieurs groupes. Chaque groupe teste une seule proposition. Manip « fondation » Le groupe travaillant sur les fondations prend deux objets identiques (même taille, même masse), chacun représentant un bâtiment, posés sur une bassine remplie de sable (sol meuble). Ces objets peuvent par exemple être deux cales en bois, ou deux pots de confiture (remplis avec de l'eau ou du sable pour les lester).

Sous l'un des deux objets, on fixe (colle à prise rapide, clous, vis...) des tiges qui représentent des fondations. Un des « bâtiments » repose donc sur un sol meuble, tandis que l'autre repose sur un sol dur (les fondations touchent le fond de la bassine).

Lorsqu'on secoue la bassine, le bâtiment n'ayant pas de fondations s'enfonce dans le sable.



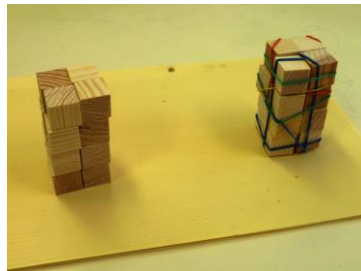
Manip « chaînage »

Ce groupe peut réaliser une expérience très simple, avec des kaplas, dominos, cubes en bois (voire des éléments plus grands comme des boîtes de mouchoirs)... et quelques élastiques.

On construit deux bâtiments en empilant ces éléments. L'un des bâtiments est entouré d'élastiques (le chaînage, ou contreventement).

Lorsqu'on exerce une secousse sur le support, le bâtiment non chaîné s'effondre très facilement.

On peut tester différents types de chaînage (horizontal, vertical, transverse...).



Manip « amortisseurs »

Les élèves proposent différents types de dispositifs permettant d'isoler le bâtiment des secousses sismiques : des amortisseurs, des roues... Une expérience facile à réaliser consiste à placer des immeubles sur un support lui-même posé sur des cylindres (des bouteilles par exemple). Lorsqu'une secousse est appliquée, le support se déplace dans son ensemble, et les bâtiments vibrent moins que s'ils étaient posés directement sur le sol.



	Mise en commun et conclusion Après avoir organisé la mise en commun des résultats des différentes expériences, le maître distribue aux élèves la fiche 29, qui décrit quelques règles élémentaires de construction parasismique.
Prolongement multimédia	 The screenshot shows a multimedia quiz interface. At the top, a pink banner reads 'QUAND LA TERRE GRONDE' with the subtitle 'vivre avec le risque'. Below it, a 'Quiz' button is visible. A question is displayed on a notepad-like background: '4 Depuis que la Pangée a commencé à se séparer en plusieurs continents, l'océan Atlantique...'. Below the question, a text box explains: 'Depuis que la Pangée a commencé à se séparer en plusieurs continents, il y a 160 millions d'années, l'océan Atlantique continue de s'ouvrir, éloignant ainsi l'Amérique de l'Europe et de l'Afrique.' To the right, a list of options is shown with checkboxes: 'continue de s'ouvrir' (checked), 'continue de se fermer', and 'ne change pas'. A 'Suite' button is at the bottom right. A blue speech bubble in the top right corner says 'Bravo ! C'est bien ça.' A cartoon character is at the bottom right. La dernière animation multimédia créée pour ce projet est un quiz, dont certaines questions traitent du risque sismique.
Durée	Une heure

Annexe 1 : Fiche 1

Fiche 1 – Séance 1-1

L'histoire de Vulcain

Selon la mythologie romaine, Jupiter, le roi des dieux, épousa sa sœur Junon. Ils eurent un fils du nom de Vulcain, qui était si laid qu'il fut chassé du ciel par sa mère et obligé de se cacher sous terre. Très doué pour travailler le métal, il installa d'immenses forges sous l'Etna et, avec l'aide des Cyclopes, fabriqua l'armure invincible d'Hercule, le trident de Neptune, la foudre de Jupiter, ainsi que de nombreuses armes et bijoux pour les autres dieux et déesses.

Il devint ainsi le dieu du feu et du métal et fut reconnu par tous. Vulcain, le plus laid de tous les dieux, difforme et boiteux, reçut en mariage Vénus, la plus belle des déesses. Celle-ci n'avait que faire d'un tel mari et le trompait souvent. Alors Vulcain entraînait dans de terribles colères, provoquant de violentes explosions de l'Etna, envoyant dans les airs de grandes gerbes enflammées et des nuages de cendres brûlantes, et déversant des torrents de roches en fusion.

De nos jours, Vulcain est le patron des forgerons.

Annexe 2a : Fiche 2

Fiche 2 – Séance 1-2

Kilauea (Hawaï: une éruption continue depuis près de 30 ans!)

Le Kilauea est un volcan situé sur l'île d'Hawaï, dans l'océan Pacifique. Il est considéré comme le volcan le plus actif du monde. Sa dernière grande éruption a commencé en 1983, et ne s'est toujours pas terminée!

En janvier 1983, des fissures s'ouvrent sur les flancs du volcan, laissant s'échapper de la lave très liquide. Quelques mois plus tard, un lac de lave se forme et, pendant 3 ans, on assiste à un spectacle grandiose de fontaines de lave montant à des centaines de mètres de hauteur.

Petit à petit, ces fontaines s'arrêtent, et sont remplacées par une effusion continue de lave. Cette lave forme de véritables fleuves qui s'écoulent à 50 km/h le long des pentes douces du volcan, et qui rejoignent l'océan. Depuis 1989, la plupart des écoulements de lave se font dans des tunnels souterrains, mais, de temps en temps, une coulée refait surface.

En arrivant dans l'océan, la lave, jusqu'alors chauffée à plus de 1 000 °C, se refroidit brutalement et forme de gros blocs. Cette nouvelle roche, gagnée sur l'océan, agrandit l'île d'Hawaï petit à petit. Depuis le début de l'éruption, l'île s'est agrandie de 220 hectares, tandis que la lave a recouvert plus de 110 km² de terrain, détruisant des centaines de constructions. Heureusement, les populations ont le temps d'être prévenues et ne courent pas de grands dangers.

Montagne Pelée (Martinique: une éruption meurtrière en 1902)

La montagne Pelée est le seul volcan actif de l'île de la Martinique, tristement célèbre pour avoir causé la mort de 29 000 personnes lors de son éruption commencée le 25 avril 1902.

Il y avait pourtant eu des signes précurseurs! Deux mois plus tôt, en février, quelques fumerolles étaient apparues à son sommet, mais personne ne s'en était inquiété, car c'était souvent arrivé dans le passé sans pour autant annoncer d'éruption.

Le 23 avril, quelques cendres tombent sur le volcan, et des grondements sourds se font entendre. Le 25 avril, une explosion projette de nombreuses bombes (projectiles rocheux) et laisse échapper un immense nuage de cendres, sans faire d'importants dégâts. Dans les jours qui suivent, les cendres recouvrent les environs de Saint-Pierre, mais personne ne s'inquiète! Des curieux vont même jusqu'à escalader les parois abruptes du volcan pour l'observer de plus près. Du 2 au 7 mai, de violentes explosions résonnent dans la ville et se font même parfois entendre jusqu'à la Guadeloupe, 150 km plus loin! Un panache de fumée noire s'élève du volcan. Les habitants commencent à s'inquiéter, les bateaux n'osent plus approcher du port.

C'est le 8 mai que le drame se déclenche. À 8 h 02, une nuée ardente, formée de cendres, de poussières et de gaz brûlants (chauffés à plus de 1 000 °C!), dévale les pentes du volcan à plus de 500 km/h. En une minute, toute la ville est submergée et consumée. Vingt-huit mille personnes meurent instantanément. Seules deux personnes ont survécu : Louis-Auguste Cyparis, un prisonnier à l'abri entre les murs de son cachot souterrain (qui fut malgré tout gravement brûlé), et Léon Compère-Léandre, un cordonnier qui vivait à l'extérieur de la ville.

L'éruption de la montagne Pelée a duré plusieurs mois, avec de nouvelles explosions et de nouvelles nuées ardentes, tuant encore 1 000 personnes au Morne-Rouge, à 6 km de la ville de Saint-Pierre déjà sinistrée.

Il s'agit de la plus grave catastrophe volcanique du XX^e siècle. Ce volcan se réveillera sûrement à nouveau, c'est pourquoi il est aujourd'hui l'un des volcans les plus surveillés et les plus étudiés au monde.

Annexe 2b : Fiche 3

Fiche 3 – Séance 1-2

Le piton de la Fournaise (Réunion: une éruption presque tous les ans!)

Le piton de la Fournaise, situé sur l'île de la Réunion, dans l'océan Indien, est le volcan français le plus actif: il entre en éruption environ une fois par an! Cependant, ce n'est pas le plus dangereux, car ces éruptions sont assez «tranquilles».

En avril 2007, le piton de la Fournaise a connu une éruption particulièrement intense. Depuis plusieurs mois, quelques fissures étaient apparues au sommet, causant des mini-séismes et laissant s'échapper de la lave.

Le 2 avril, à 10 heures, l'éruption proprement dite débute par une fissure qui apparaît à basse altitude, émettant de spectaculaires fontaines de lave: la roche fondue, portée à très haute température (plus de 1 000 °C), est éjectée à plus de 100 mètres de hauteur.

Les habitants du village du Tremblet craignent que la lave ne coule vers eux, mais sont rapidement rassurés: la coulée a pris une autre direction (quelques jours plus tard, ils seront évacués en prévision d'une nouvelle coulée, mais, là encore, il s'agira d'une fausse alerte). Cette lave extrêmement fluide dévale les pentes du volcan et avance parfois à 60 km/h.

La route nationale (RN2) a été coupée sur plus de 1 km de long... recouverte par endroit par 40 mètres d'épaisseur de lave. En atteignant l'océan, la lave s'est solidifiée et a formé une plate-forme de plus de 200 m de large, agrandissant ainsi l'île de la Réunion de 45 hectares.

L'éruption, qui s'est poursuivie jusqu'au 28 avril, n'a pas fait de victime, mais seulement quelques blessés, notamment des adolescents hospitalisés à cause des gaz toxiques émis par le volcan.

Le mont Saint Helens (États-Unis, une éruption dévastatrice en 1980)

Le mont Saint Helens, aux États-Unis, était surnommé «la montagne de feu» par les Indiens. Il a connu une explosion dévastatrice le 18 mai 1980.

Après plus d'un siècle de repos, le 27 mars 1980, le mont Saint Helens se réveille: une colonne de fumée s'échappe du sommet. Un petit cratère se forme, quelques explosions de cendres et de vapeurs débutent le 22 avril, tandis qu'on enregistre des petits tremblements de terre. Ces phénomènes, qui se répéteront pendant plusieurs jours, attirent les curieux, alors même que les autorités ont ordonné l'évacuation. Une soixantaine de personnes, voulant coûte que coûte observer de près la naissance d'une nouvelle éruption, le paieront de leur vie.

Le 18 mai 1980, à 8 h 32, le mont Saint Helens entre violemment en éruption. En quelques secondes, tout le flanc nord du volcan explose dans un énorme nuage de cendre. Une véritable avalanche rocheuse dévale les pentes abruptes à près de 250 km/h. Le volcan est décapité: son altitude passe de 2 950 mètres à 2 549 mètres en un instant, laissant un immense cratère en forme de fer à cheval.

La quantité de cendres est telle que des villes situées à 150 km du volcan sont plongées dans la nuit. Des millions d'arbres sont couchés sur le sol, soufflés par l'onde de choc (par endroit, les vents ont dépassé 1 000 km/h!) et carbonisés par la nuée ardente formée de cendres, de poussières et de gaz brûlants. Par ailleurs, l'intense chaleur dégagée par l'éruption fait fondre la neige présente au sommet du volcan. Cette eau, mélangée à la cendre, provoque d'importantes coulées de boue, les lahars, qui achèvent de tout détruire.

L'éruption, qui a duré 9 heures, fut très spectaculaire mais ne causa que peu de victimes, en raison des mesures d'évacuation qui avaient été prises.

Annexe 3 :

Fiche 4 – Séance 1-3



1



2



3



4



5



6



7



8

Annexe 4 : On remarque qu'un même volcan est présenté deux fois, une fois en éruption, une fois au repos (Mayon). Cette redondance permet de s'assurer que l'éruption explosive correspond à une pente abrupte

Fiche 4 – Séance 1-3



Mayon (gris)



Piton de la Fournaise (rouge)



Kilauea (rouge)



Mont St Helens (gris)



Mayon (gris)



Mona Loa (rouge)



Maui (rouge)



Stromboli (gris)

Annexe 5 : La naissance d'un volcan : le Paricutin

Fiche 5 – Séance 1-4

La naissance d'un volcan : le Paricutin

Dioniso Pulido était un paysan mexicain, propriétaire d'un champ situé non loin du village de Paricutin, à environ 320 kilomètres à l'ouest de Mexico.

Un beau jour de l'été 1942, alors qu'il cultivait du maïs, il découvrit dans son champ un gros trou d'un mètre cinquante de profondeur. Malgré la surprise, Dioniso ne s'inquiéta pas pour autant et poursuivit son activité.

Dioniso continua ainsi de travailler ses terres jusqu'au 20 février 1943, où, après avoir entendu des grondements provenant de la terre, il aperçut au milieu de ses sillons une fissure longue de quelques dizaines de mètres qui laissait s'échapper de la cendre. Les habitants du village voisin de San Juan Parangaricutiro avaient eux aussi ressenti ces grondements ainsi que des petits tremblements de terre.

En arrivant dans son champ le lendemain matin, Dioniso Pulido découvrit un cône d'une dizaine de mètres de hauteur. Quelques heures plus tard, après de nombreuses explosions, le cône mesurait près de 30 mètres de haut et de la lave commençait à couler de ce nouveau volcan qui venait de naître, à qui fut donné le nom du village voisin : Paricutin.

Les jours suivants, le volcan continua de croître : 106 mètres en une semaine, 148 mètres en un mois, 190 mètres en trois mois, pour atteindre 336 mètres au bout d'un an.

Pendant ce temps, le Paricutin rejetait des cendres et des coulées de lave.

En juillet 1944, l'une d'elles détruisit le village de San Juan Parangaricutiro en recouvrant toutes les maisons. Seule une partie de l'église fut épargnée. Les personnes furent évacuées, y compris en septembre 1944, lorsque le village de Paricutin fut enseveli par les cendres et la lave.

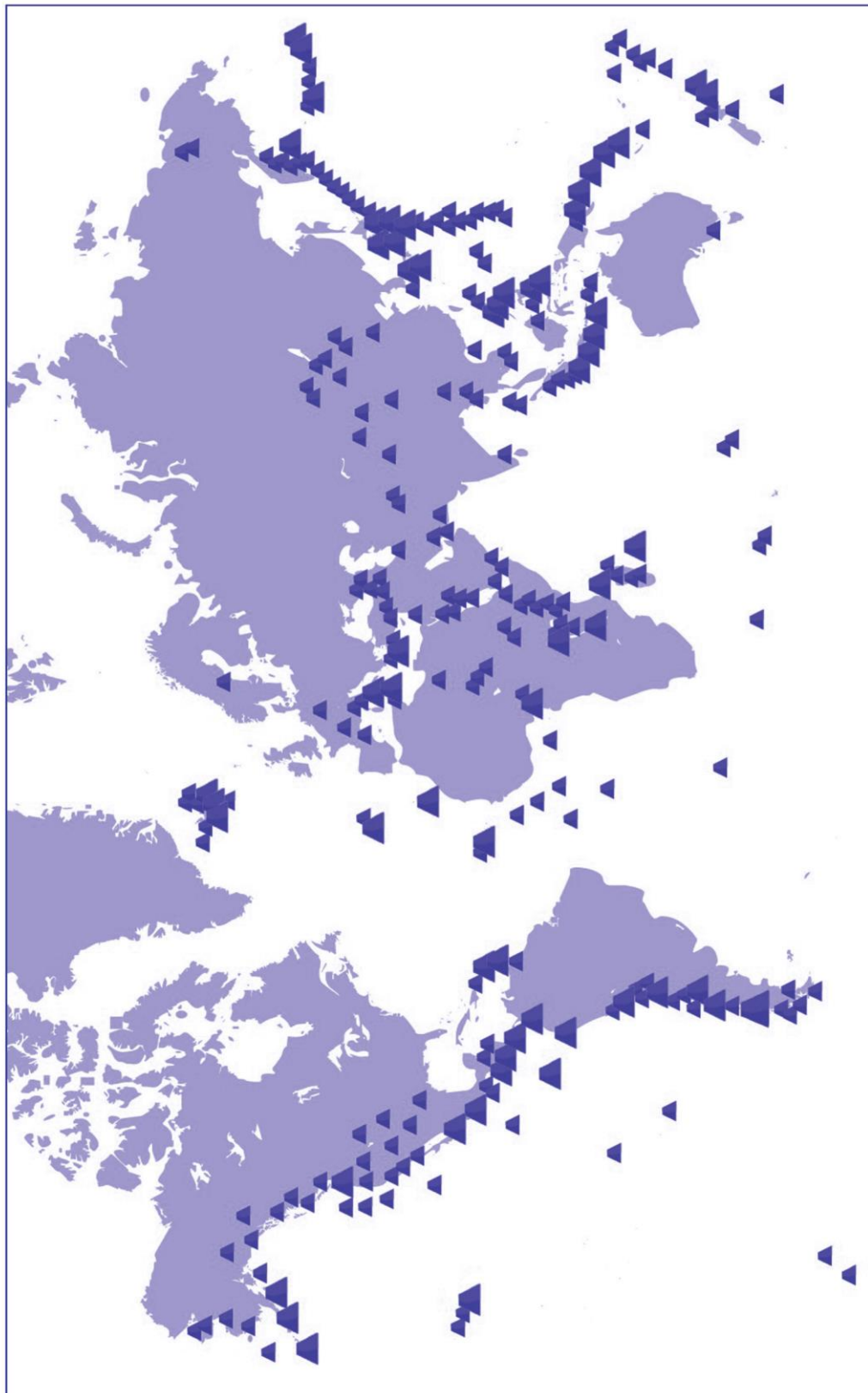


Les éruptions se sont poursuivies pendant encore huit ans. En mars 1952, après neuf années d'éruption, le cône du Parícutin mesurait alors 424 mètres.

Annexe 6 : Les volcans actifs sur Terre.

Fiche 6 – Séance 1-8

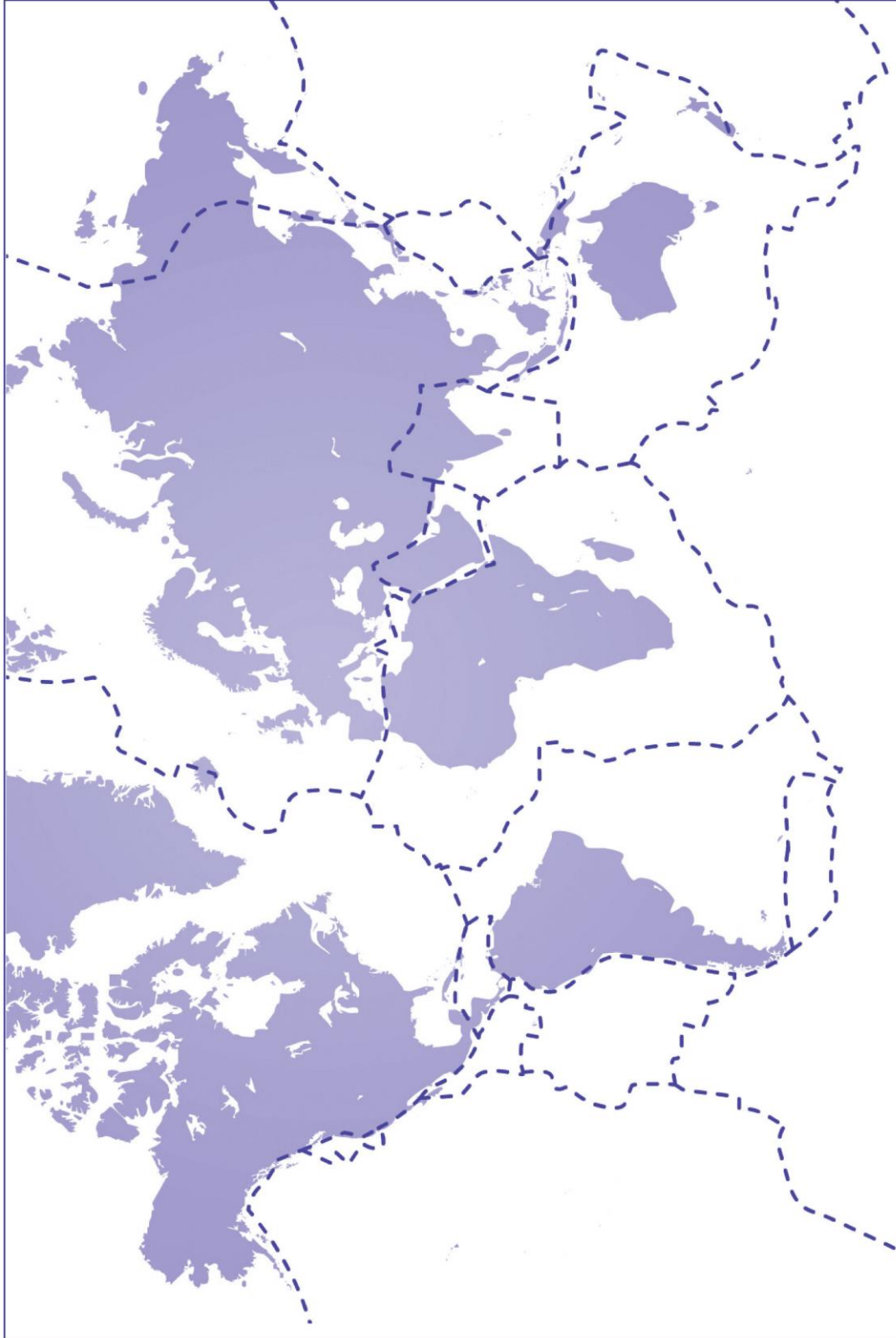
Consigne: Cette carte montre les volcans actuellement actifs sur Terre. Comment sont-ils répartis ?



Annexe 7 : Les plaques tectoniques.

Fiche 7 – Séance 1-8

Cette carte montre les frontières des principales «plaques» qui composent la croûte terrestre.



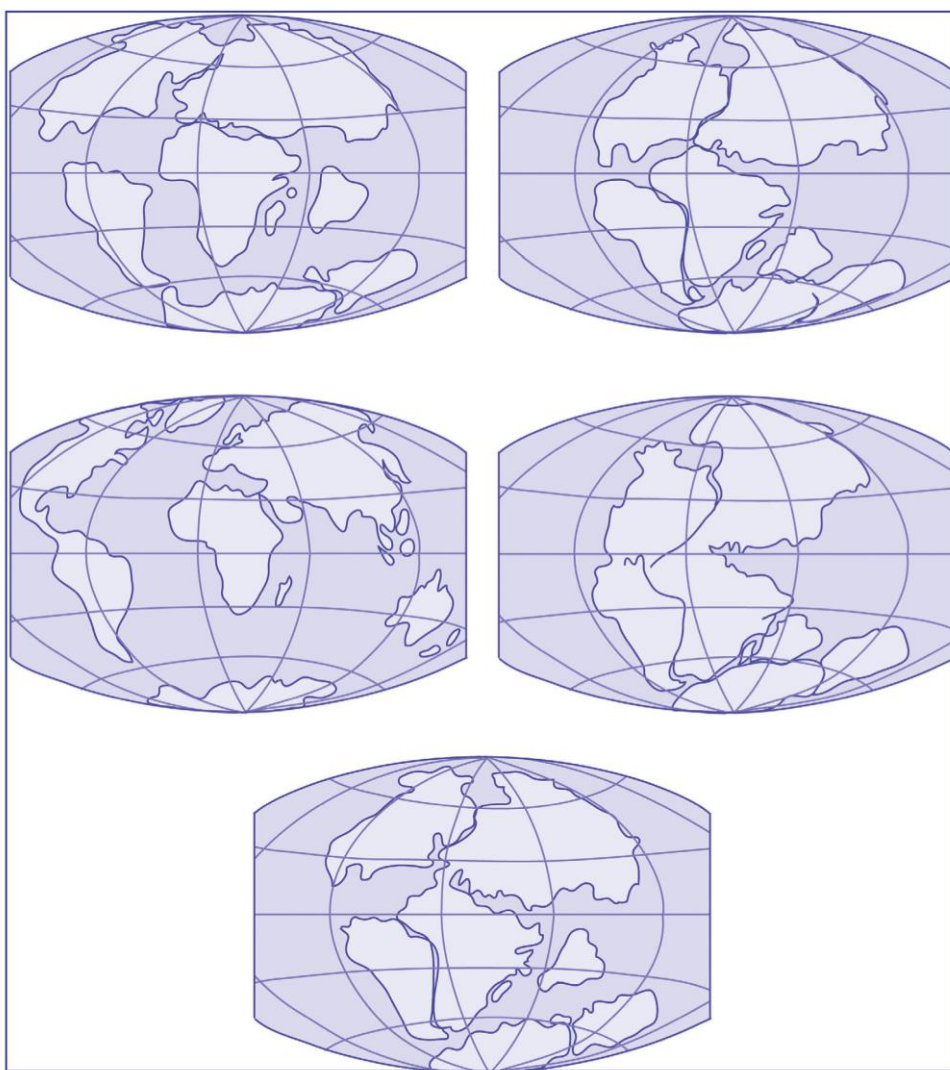
Annexe 8 : La dérive des continents.

Fiche 8 – Séance 1-8

Consigne:

La croûte terrestre est divisée en plaques qui se déplacent les unes par rapport aux autres. Il y a 270 millions d'années, tous les continents étaient rassemblés en un «supercontinent» appelé la Pangée. Depuis, ces continents «dérivent» lentement (à une vitesse de quelques centimètres par an).

Les dessins ci-dessous représentent la Terre à différentes époques: –270 millions d'années, –200 millions d'années, –135 millions d'années, –65 millions d'année (époque de la disparition des dinosaures) et aujourd'hui. Ils ont été placés dans le désordre: remets-les dans l'ordre!



Fiche 17 – Séance 2-1

Consignes : Lis les documents ci-dessous et réponds aux questions suivantes :

- Combien de temps dure un séisme ?
- Quelles sont les conséquences d'un séisme ?
- Quels sont les principaux risques pour la population ?

DOSSIER DU MOIS

URGENCE À HAÏTI

Haïti dévastée par un tremblement de terre



Le 12 janvier, un violent tremblement de terre a secoué Haïti, un des pays les plus pauvres du monde.

Le 12 janvier, la terre a tremblé violemment à Port-au-Prince, la capitale d'Haïti. Ce pays se situe sur la partie ouest de l'île d'Hispaniola, dans la mer des Caraïbes (entre l'Amérique du Sud et l'Amérique du Nord).

La magnitude (force) de ce séisme (tremblement de terre) a été mesurée 7,3 sur une échelle, appelée échelle de Richter, qui est graduée de 1 à 9. Lorsqu'il y a un tremblement de terre, on ressent plus fort les secousses à l'épicentre (le lieu situé au-dessus du point où a commencé le tremblement). À Haïti, l'épicentre se trouvait à 15 km de la capitale Port-au-Prince.

Suite au séisme, un tiers des bâtiments de la ville se sont effondrés. D'autres villes haïtiennes ont été touchées. Environ 90 % des bâtiments de la ville de Léogâne (ville située à 30 km au sud-ouest de Port-au-Prince) sont détruits. Il pourrait y avoir 170 000 à 200 000 morts et plus de 250 000 blessés. Comme tout est



en ruine, plus d'un million et demi de personnes sont sans abri (sans maison).

UNE TERRIBLE CATASTROPHE

■ Les villes haïtiennes les plus touchées par le séisme du 12 janvier sont la capitale Port-au-Prince, Jacmel et Léogâne.

■ Des experts estiment que la capitale devra être reconstruite à 75 % (trois quarts).

■ Des centaines de milliers d'Haïtiens sont morts ou ont été blessés suite au tremblement de terre (voir article ci-contre). Au total, 133 personnes ont quand même été dégagées vivantes des décombres (ruines) par les équipes de sauveteurs étrangers.

■ Depuis le 12 janvier, en l'espace de 2 semaines, Port-au-Prince a connu une cinquantaine de répliques (autres séismes moins forts). Ces répliques sont dures à supporter pour la population.



paru le : Vendredi 1 Avril 2005
journaliste : Y. Pigenet
expert : E. Jeanvoine

Des bâtiments qui résistent aux séismes

Lors d'un tremblement de terre, c'est d'abord l'écroulement des bâtiments qui fait le plus de victimes. Comprendre le comportement des ouvrages pendant un séisme, c'est apprendre à construire des édifices qui ne s'effondrent pas : une mission assurée depuis 1968 par le laboratoire d'Études de Mécanique Sismique (CEA Saclay).

Le 17 octobre 1989, la Californie subissait les effets d'un séisme d'une magnitude équivalente à celle enregistrée en Arménie un an auparavant. Cependant, les conséquences des deux catastrophes furent bien différentes. En effet, on dénombra 72 morts en Californie pour plus de 25 000 en Arménie. La généralisation des constructions parasismiques à San Francisco et leur quasi-absence en Arménie expliquent en grande partie cet écart considérable entre les bilans humains.

Fiche 18 – Séance 2-1

Consignes : Lis les documents ci-dessous et réponds aux questions suivantes :

- Combien de temps dure un séisme ?
- Quelles sont les conséquences d'un séisme ?
- Quels sont les principaux risques pour la population ?

Le Japon frappé de plein fouet



Un tremblement de terre extrêmement puissant a frappé le Japon, entraînant un raz-de-marée qui a tout balayé sur son passage dans le nord-est du pays. L'alerte est maximale dans l'océan Pacifique. C'était le milieu de l'après-midi au Japon, le petit matin en France. La terre s'est mise à violemment trembler pendant plus de deux minutes. Une éternité. La secousse est la plus violente jamais ressentie depuis plus de 140 ans au Japon. Elle est mesurée à 8,9 sur l'échelle de Richter.

Si la ville de Tokyo semble avoir bien résisté aux terribles secousses, plusieurs villes de la côte est du pays ont été, dans les heures qui ont suivi, submergées par des vagues de plus de 10 mètres.

Le tremblement de terre, situé sous la mer à 300 km des côtes, a provoqué un énorme tsunami (raz-de-marée).

Les images très impressionnantes des vagues frappant les côtes et emportant tout sur leur passage ont été diffusées à la télévision, montrant l'ampleur de la catastrophe.

A 15h30, le bilan s'élève à 288 morts et 350 disparus, selon les chiffres communiqués par la police. Il va probablement s'alourdir.

Dans les heures qui viennent, le tsunami devrait frapper les côtes de plusieurs autres pays, de l'Indonésie à l'Amérique du Sud en passant par l'Australie, qui ont lancé des alertes pour évacuer leurs populations de côtes.

Publié le : 11/03/11 à 11:19

Annecy en tremble encore

La Haute-Savoie a subi, dans la nuit de dimanche à lundi, une secousse tellurique de magnitude 5,2, l'une des plus importantes depuis une trentaine d'années dans la région. Le séisme, survenu à 2 h 13, a été ressenti jusqu'à Grenoble, Besançon, Belfort et Lyon. L'épicentre était situé à une trentaine de kilomètres au nord-est d'Annecy. Des répliques ont été enregistrées et il pourrait s'en produire d'autres.

■ En Société
17.06.1996



A Annecy et dans les environs, outre un blessé très léger, on déplore de nombreux dégâts matériels : cheminées effondrées, bris de verre, toitures et véhicules endommagés.

Annexe 11 : Fiche 19

Fiche 19 – Séance 2-2

Consignes : Replace dans l'ordre (du moins grave au plus grave) les effets que peut avoir un séisme.



Quelques lézardes apparaissent dans les édifices.

Tous les dormeurs se réveillent, des objets tombent.

Les vitres et la vaisselle tintent, les lustres se balancent.

Seules quelques personnes éveillées ressentent de faibles vibrations.

Les habitants ne sentent rien. Le séisme n'est détecté que par les instruments les plus sensibles.

Les villes sont rasées et les paysages modifiés (crevasses dans le sol, rivières déplacées, ...).

Les bâtiments subissent d'importants dégâts. Les cheminées tombent.

Toutes les personnes éveillées ressentent fortement les secousses.

Panique générale. Toutes les constructions, même les plus solides, sont détruites.

Les constructions les plus fragiles, en particulier les maisons, s'écroulent. Les canalisations souterraines sont cassées. Les routes subissent d'importants dégâts.

Les ponts et les digues s'écroulent. Les rails de chemin de fer sont tordus.

Les meubles lourds se déplacent. De nombreuses personnes ont peur. Des tuiles tombent des toitures.

Annexe 12 : Fiche 20

Fiche 20 – Séance 2-2	
Intensité mesurée sur l'échelle MSK	Dégâts
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	
VII	
VIII	
IX	
X	
XI	
XII	

Annexe 13 : Fiche 21

Fiche 21 – Séance 2-2

Consigne: Un séisme s'est produit près de Laffrey (Isère) le 11 janvier 1999. Le lendemain, les habitants de différentes communes ont été interrogés sur ce qu'ils avaient ressenti.

- Lis les différents témoignages et détermine l'intensité du séisme dans chaque commune (en t'aidant du tableau de l'échelle MSK).
- Place ces intensités sur la carte de la fiche suivante, et relie entre elles les communes où le séisme a eu la même intensité.
- Les courbes ainsi dessinées s'appellent des courbes « isoséistes ». Quelle forme ont-elles ?
- D'après toi, où le séisme a-t-il été ressenti le plus intensément ?

À Saint-Martin-d'Hères

« La secousse m'a réveillé, mais pas ma femme. C'est surtout le tremblement des vitres que j'ai remarqué. Je me suis vraiment demandé ce qui arrivait... »

Mêmes observations aux alentours (Saint-Martin-d'Uriage, Seyssinet-Pariset), dans quelques communes plus au sud (Château-Bernard, Corrençon-en-Vercors et Villard-de-Lans), dans la région de La Mure (La Mure, Nantes-en-Rattier), à Monestier-de-Clermont et dans le massif du Taillefer (Livet-et-Gavet, Ornon, Oulles).

À Méaudre

« J'étais déjà réveillée et je somnolais dans mon lit, lorsque j'ai entendu un bruit très sourd, comme cela se produit quand la neige tombe du toit. J'ai eu aussi très vaguement la sensation d'une oscillation. Sur le coup, je n'ai pas pensé à un tremblement de terre. Ce n'est qu'en écoutant la radio le matin que j'ai fait le rapprochement... »

Quelques personnes ont ressenti le séisme dans des conditions analogues à Engins, Sassenage, Sainte-Agnès, Allemont, Le Perrier et Valbonnais.

À Champagnier

« Je n'étais pas encore couché. J'étais dans la cuisine lorsque tout d'un coup il y a eu un bruit sourd et la porte qui donne sur le séjour s'est ouverte. Le lustre s'est mis à osciller et le poste de radio s'est cassé la figure. J'ai compris tout de suite que c'était un tremblement de terre parce que, quand j'étais gosse, au début des années soixante, on en avait ressenti plusieurs et ça m'avait marqué. Ça a réveillé ma femme et mes gosses qui ont cru que c'était moi qui avait fait tout ce barouf... »

Mêmes observations à Jarrie, Séchilienne, Vaulnaveys-le-Bas, Vif, ainsi qu'à La Motte-d'Aveillans et Monteynard.

Au Sappey-en-Chartreuse

Personne n'a ressenti le séisme.

À Saint-Georges-de-Commiers

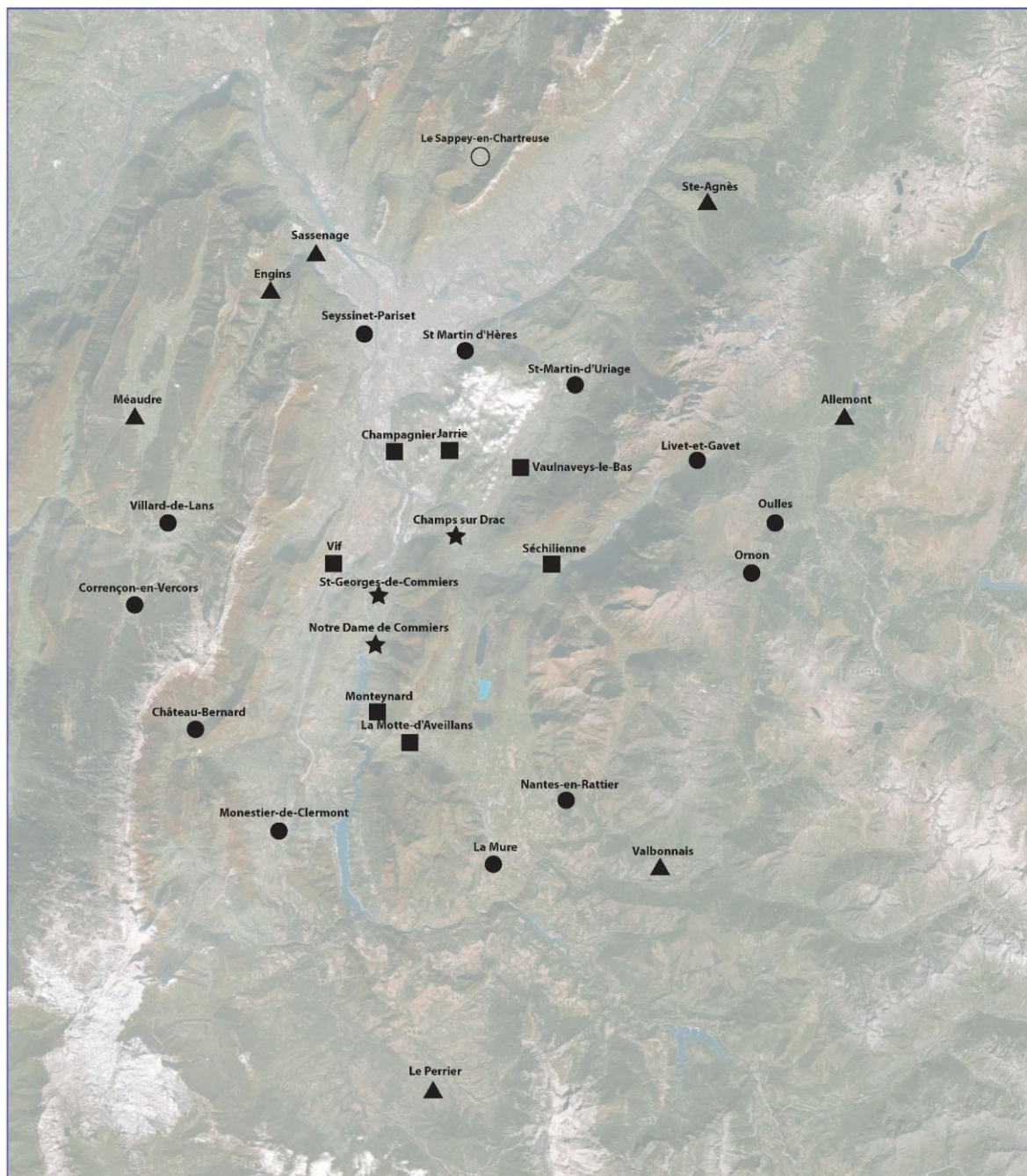
« On a vraiment eu la trouille ! Dans le village, il y en a pas mal qui sont sortis de chez eux pour voir ce qui se passait. Ça a fait un bruit terrible, comme un coup de canon, très sourd. Tout a tremblé. Chez moi, l'armoire de la chambre est tombée et il y a eu de petites fissures dans un mur que je venais de refaire. Mon voisin, au-dessus de la route, a retrouvé, sur les couvertures du lit, des petits morceaux de plâtre qui étaient tombés du plafond... »

Mêmes observations à Champ-sur-Drac et Notre-Dame-de-Commiers.

Source : François Thouvenot, du Réseau sismologique des Alpes, d'après une enquête réalisée par le Bureau central sismologique français.

Annexe 14 : Fiche 22

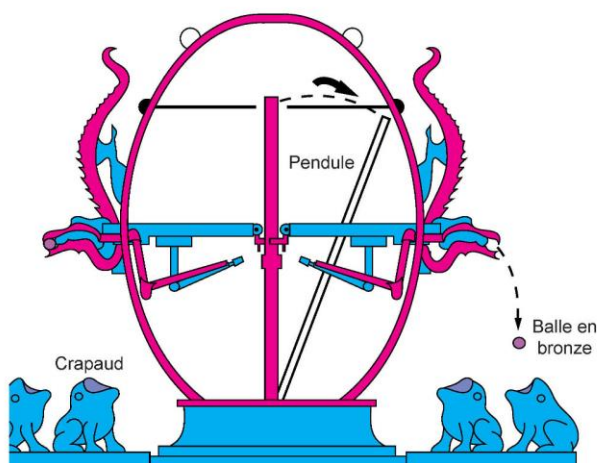
Fiche 22 – Séance 2-2



Fiche 24 – Séance 2-6

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 ?

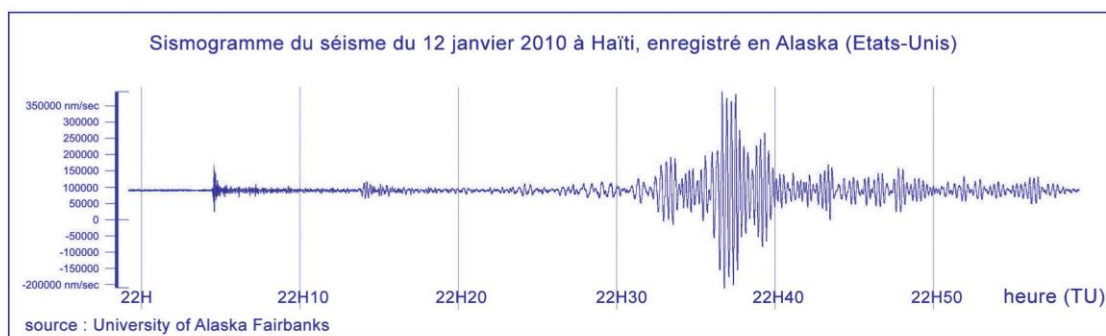
Lors d'un séisme, un balancier placé à l'intérieur du vase se met à osciller et pousse un levier qui provoque l'ouverture de la bouche d'une des têtes de dragon : ce dragon relâche ainsi sa bille en cuivre. La bille tombe alors dans la grenouille située en dessous.

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.



Fiche 28 – Séance 2-11

Consigne:

- Qu'a-t-il pu se passer pour ces bâtiments ?
- Ont-ils subi le même genre de dégâts ?
- Comment construire des bâtiments plus résistants ?



Fiche 29 – Séance 2-11

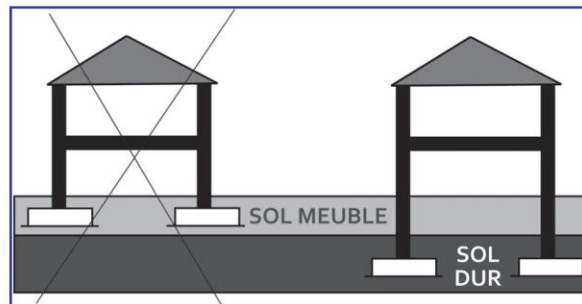
Les constructions parasismiques

La difficulté de prévoir avec certitude les séismes amène les architectes à construire des bâtiments capables de leur résister. Ce type de construction est appelé « construction parasismique » et doit répondre à un ensemble de règles appelées « normes parasismiques ». La sévérité de ces normes dépend du niveau de risque sismique dans la zone où l'on souhaite construire.

Les bâtiments sont construits en béton armé, avec un système de « chaînage » (ou « contreventement »), qui permet d'éviter le déplacement des murs... et donc l'effondrement.



Il est important que le bâtiment repose sur un sol stable, pour ne pas s'enfoncer, voire basculer, en cas de séisme. Parfois, il faut construire des fondations profondes pour trouver un sol bien stable.



La forme des bâtiments doit être la plus simple et la plus compacte possible, afin d'éviter des dissymétries qui pourraient amplifier les secousses. Il faut également éviter de construire des rez-de-chaussée (ou même des étages) flexibles, car ce sont des zones particulièrement fragiles.



Bâtiment avec un rez-de-chaussée flexible (Izmit, Turquie, 1999)

