

Les éruptions volcaniques





CE2 et cycle 3

Une séquence du projet *Quand la Terre gronde*

Résumé

Après avoir compris ce qu'est une forme volcanique et constaté l'existence de deux types de volcans – rouges et gris –, les élèves mènent une activité de modélisation pour comprendre que la pression des gaz est le moteur principal d'une éruption volcanique : plus la pression des gaz est élevée, plus l'éruption est explosive. Par un travail de mathématique sur base documentaire, ils découvrent qu'une éruption peut durer quelques heures à plusieurs années, puis que l'on dit qu'un volcan est éteint au-delà de 10 000 ans sans éruption.

Séance 1-2 : Qu'est-ce qu'une éruption volcanique ?

durée 	1 h 15
matériel 	Pour chaque binôme : <ul style="list-style-type: none"> • une photocopie, au choix, de la fiche 2 (page 179) ou de la fiche 3 (page 180)
objectifs 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 »)
compétences 	<ul style="list-style-type: none"> • Repérer dans un texte les informations explicites • Inférer des informations nouvelles (implicites)
dominante	Sciences
lexique	Lave, volcan, bombe, cendre, nuée ardente, cratère, explosif, effusif

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.



Classe de CM1 de Michel Fautrel (Livry-Gargan)

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
<ul style="list-style-type: none"> • Fissures au sommet et à basse altitude • Fontaines de lave (jets de lave) • Coulées de lave (lave liquide) 	<ul style="list-style-type: none"> • Colonne de fumée • Explosion de cendres et de vapeur • Nuage de cendre • Avalanche rocheuse • Pentes abruptes • Nuée ardente • Coulée de boue 	<ul style="list-style-type: none"> • Fissures • Lave très liquide • Fontaines de lave • Lac de lave • Effusion continue de lave • Pentes douces 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 :

- 1^{er} groupe : éruptions peu violentes, dites rouges ou effusives (essentiellement de la lave qui coule) : Kilauea et piton de la Fournaise ;
- 2^e 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. 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. On y accède via le site Internet du projet (voir page 171).



Séance 1-6 : Le rôle des gaz, construction d'une maquette de volcan

<p>durée</p> 	<p>2 heures (en 2 fois 1 heure)</p>
<p>matériel</p> 	<p>Pour la classe :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un verre transparent • du vinaigre blanc • du liquide vaisselle • du bicarbonate de sodium <p>Pour chaque groupe :</p> <ul style="list-style-type: none"> • pour fabriquer le cône volcanique <ul style="list-style-type: none"> – au choix : de la terre, du papier mâché... ou le matériel suivant : <ul style="list-style-type: none"> > 1 kg de farine blanche > 500 g de sel > de l'eau > 4 cuillères à soupe d'huile végétale > du colorant vert (ou de la peinture à l'eau) • pour modéliser l'éruption <ul style="list-style-type: none"> – de l'eau – du colorant rouge (ou de la peinture à l'eau) – 100 ml de vinaigre – 50 g de bicarbonate de soude – 30 ml de produit vaisselle – un saladier – une cuillère à soupe – une cuillère à café – un verre – un support (grand plat, carton, plateau, planche...) – une bouteille vide de 25 cl – un entonnoir
<p>objectifs</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 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
<p>compétences</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • 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
<p>dominante</p>	<p>Sciences</p>
<p>lexique</p>	<p>Pression</p>

Question initiale

L'enseignant 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 de la séance 1-2, et on constate qu'en effet des gaz sont émis, et sortent par le même endroit que la lave (le cratère). Ce qui nous permet de nous interroger sur le rôle de ces gaz : 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 "mêlés" à des liquides ? »

On parle des boissons gazeuses. L'enseignant 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.
- Pour ce travail, nous n'avons pas besoin d'approfondir le concept de dissolution, ni celui de pression : la connaissance empirique des élèves est parfaitement suffisante.

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'enseignant 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.

Recherche (expérimentation)

Le maître annonce qu'il existe un moyen de faire beaucoup plus de bulles avec du vinaigre et du bicarbonate de sodium. Il prépare une expérience avec :

- un gobelet ou un verre transparent, rempli (à 1/4 environ) par du vinaigre ;
- une coupelle avec 1 cuillère à soupe de bicarbonate de sodium.

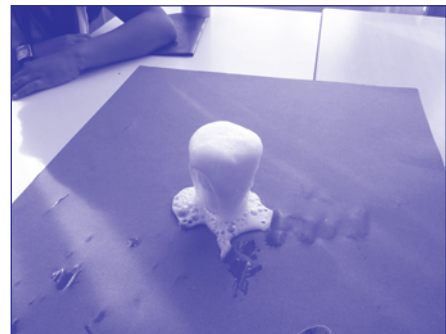
L'expérience est réalisée collectivement (il s'agit plus d'une démonstration que d'une expérience) : lorsqu'on verse le bicarbonate de sodium dans le verre, les élèves observent ce qui se passe : fort dégazage (on entend l'effervescence), formation de grosses bulles... Après un premier essai, les élèves sont interrogés sur le type d'éruption représentée ; ils parlent d'éruption effusive puis réfléchissent sur ce qui pourrait permettre de la rendre explosive. « Il faudrait plus de gaz », « plus de pression ».

L'expérience est alors renouvelée en ajoutant plus de vinaigre, plus de bicarbonate.

Note pédagogique

- Une vidéo de cette expérience est disponible sur le site Internet du projet (voir page 171).
Si on a pris un pot à moutarde plutôt qu'un verre, on peut ajouter un couvercle et constater que le couvercle saute jusqu'au plafond (excitation des élèves garantie).

Cette expérience permet de montrer que pour faire sortir un magma visqueux il faut beaucoup de gaz, et que cela entraîne des éruptions plus explosives.



Classe de CM1-CM2 de Virginie Ligère (Antony)

Chacun écrit un compte rendu sur son cahier d'expériences, ainsi que la conclusion élaborée ensemble : « C'est le gaz contenu dans le magma qui le fait sortir. »

Note scientifique

Le gaz produit par cette réaction est le CO_2 , le même gaz que celui contenu dans les boissons gazeuses. C'est aussi un des principaux gaz émis lors des éruptions volcaniques.

Le maître demande ensuite aux élèves d'utiliser ce qu'ils ont appris pour concevoir une maquette de volcan. Les élèves travaillent par groupes, et dessinent leur maquette dans leur cahier d'expériences.

Fabrication de la maquette du volcan

Les différentes propositions sont comparées au tableau.

Voici un exemple de maquette. La lave sera produite comme dans l'expérience précédente, mais à l'intérieur d'une bouteille. Autour de cette bouteille, on construit un cône volcanique (soit en empilant de la terre, du papier mâché... soit en fabriquant une sorte de « pâte à modeler », comme décrit ci-dessous).

1 - fabrication de la pâte pour le cône volcanique

On mélange 1 kg de farine, 500 g de sel, 4 cuillères à soupe d'huile végétale dans un saladier. À part, on mélange 30 cl d'eau, un peu de colorant ou de peinture pour obtenir une teinte marron vert. On ajoute ensuite cette eau colorée au mélange précédent. On mélange le tout à la main, jusqu'à ce que la pâte obtenue ne soit plus collante. Si la pâte est encore trop collante au bout de quelques minutes, il suffit de rajouter un peu de farine.

Note pédagogique

- L'enseignant qui souhaite gagner du temps peut préparer cette pâte à l'avance. Si elle est préparée la veille, elle gardera une bonne souplesse le lendemain (malléabilité plus proche de la pâte à modeler que de la pâte à sel).
- Si l'on réalise le cône en terre plutôt qu'en pâte à modeler, on peut mélanger un peu de plâtre à cette terre, et l'humidifier, pour la rendre plus solide.



Classe de CM1 de Michel Fautrel
(Livry-Gargan)

2 - fabrication du cône volcanique

La bouteille est posée sur un support qui permettra de transporter la maquette. On entoure la bouteille avec la pâte obtenue, de façon à former un cône pas trop pentu (au besoin, on peut augmenter la quantité de pâte nécessaire, ou d'abord faire un cône en papier, qu'on recouvre de pâte). Seul le goulot de la bouteille doit affleurer.

La maquette est prête : il faut la laisser sécher une nuit avant de provoquer l'éruption.

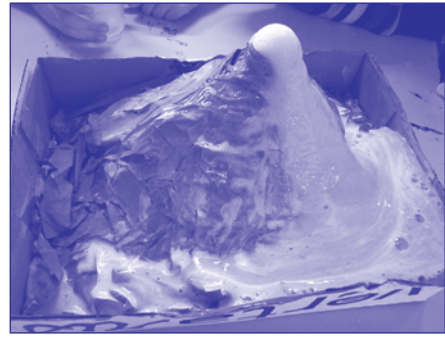
Le lendemain : déclenchement de l'éruption

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 quelques gouttes de colorant rouge, ainsi que 30 ml de liquide vaisselle, et on mélange légèrement (sans faire mousser).

À l'aide de l'entonnoir, on verse ce mélange dans le volcan.

Quand tout est prêt, on verse 100 ml de vinaigre dans le volcan : l'éruption commence !

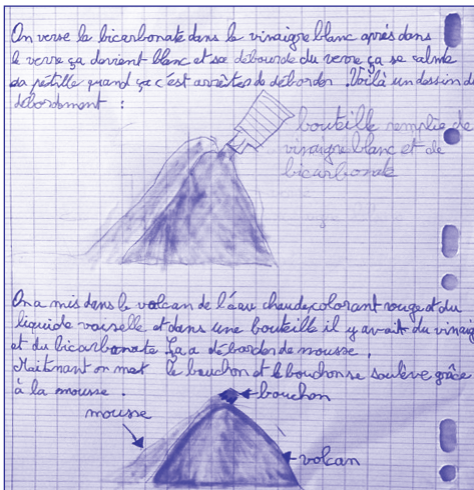


Classe de CE2/CM1 de Kévin Faix
(Le Kremlin-Bicêtre)

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.
- 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.

Trace écrite et conclusion



Classe de CM1-CM2 de Virginie Lièvre (Antony)

Les élèves dessinent leur maquette dans le cahier d'expériences, et en expliquent le fonctionnement.

L'enseignant 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 : *Une éruption est d'autant plus explosive que la lave est visqueuse et qu'elle contient beaucoup de gaz.*

Cette conclusion est notée dans les cahiers d'expériences.





Note pédagogique

Cette séance est riche... et longue. Si l'on n'a pas le temps de réaliser la trace écrite et la conclusion, ça n'est pas grave, on peut le faire lors de la séance suivante, très courte. On comparera alors le schéma de la maquette que l'on a réalisée avec le schéma d'un «vrai» volcan.

Prolongements

Si possible, étudier des échantillons de différentes roches volcaniques. Comparer des scories et basaltes pleins de cavités (petites bulles contenues au départ dans le magma) à des échantillons plus massifs (rhyolites, obsidiennes). Le ramassage de ces échantillons peut faire l'objet d'une classe de découverte dans le Massif central par exemple...

Séance 1-10 : Combien de temps dure une éruption ?

durée 	1 heure
matériel 	Pour chaque binôme : • une photocopie de la fiche 10 (page 187)
objectifs 	Savoir qu'une éruption peut durer quelques heures à plusieurs années
compétences 	<ul style="list-style-type: none"> • Organisation et gestion de données : <ul style="list-style-type: none"> – lire, interpréter et construire quelques représentations simples : tableaux, graphiques – savoir organiser des informations numériques ou géométriques, justifier et apprécier la vraisemblance d'un résultat
dominante	Mathématiques
lexique	Variabilité, moyenne

Note pédagogique

Cette séance s'adresse plutôt aux élèves de CM2, voire de collège, et se veut une initiation (très basique) au « mode de pensée statistique dans le regard scientifique sur le monde »⁹. Ce regard, indissociable de la démarche expérimentale, aide à l'analyse et à la synthèse des données de l'observation.

Bien souvent, enfants comme adultes ont le même réflexe quand ils sont confrontés à un grand nombre de données qu'il faut synthétiser : ils calculent une valeur moyenne. Cette moyenne est en général très pertinente... mais pas toujours. En particulier, quand on est confronté à des données très « dispersées », la moyenne ne veut pas dire grand-chose. C'est le cas ici : la moyenne de la durée des éruptions volcaniques n'a pas beaucoup de sens.

C'est le but de cette séance que de s'en rendre compte, et de trouver une façon alternative de répondre à la question « Combien de temps dure une éruption volcanique ? ». On verra qu'une façon pertinente d'y répondre (autre que « ça dépend » !) est : la moitié des éruptions durent moins de XXX jours. Cette notion, en statistique, s'appelle la médiane. On approche cette notion, sans toutefois la nommer ni expliquer comment elle se calcule (heureusement, il existe un moyen très simple de la définir, sans calcul !).

Question initiale

Le maître demande aux élèves combien de temps dure une éruption volcanique. Ces derniers sont invités à relire les documents étudiés lors de la séance 1.2 (fiche 2 et fiche 3). On y trouve des éruptions de durées variées : 9 heures, 26 jours, 2 mois... et 29 ans (cette dernière durée, 29 ans, n'est qu'indicative : l'éruption n'est toujours pas terminée !).

9. Ceci fait l'objet d'un thème de convergence du collège. Ici, pour l'école primaire, on se limite à une approche « à petits pas ».

Recherche (étude documentaire)

Les élèves sont répartis en binômes et reçoivent une photocopie de la fiche 10, qui liste différentes éruptions de différents volcans (et, pour certains volcans, plusieurs éruptions différentes afin de voir la variabilité entre les volcans... mais aussi, pour un même volcan, entre les éruptions).

La consigne, pourtant très simple (« Combien de temps dure une éruption ? ») n'est pas sans difficulté. L'intérêt de cette consigne réside surtout dans le fait que les élèves doivent chercher comment répondre. Il y a plusieurs stratégies possibles :

- « ça dépend des volcans » ;
- « ça dépend des volcans et des éruptions » ;
- « la durée moyenne d'une éruption est de ... » (calcul de la moyenne) ;
- « une éruption peut durer entre ... et ... jours » ;
- etc.

Mise en commun

L'enseignant recueille au tableau les réponses des élèves. Certains ont peut-être pensé à calculer la moyenne : dans ce cas, l'enseignant demande pourquoi avoir fait ce calcul, et ce qu'il signifie.

Il invite les élèves à calculer la durée moyenne d'une éruption, ce qui nécessite, d'abord, d'avoir traduit les durées dans une même unité. Par exemple, en jours. Cette conversion peut être faite collectivement pour gagner du temps.

Le calcul donne une durée moyenne de 493 jours.

L'enseignant demande alors : « Combien d'éruptions ont une durée proche de cette valeur moyenne ? » Une seule... toutes les autres en sont très éloignées (d'un facteur 2, 10, 100 ou plus !).

Notes scientifiques

- Le calcul d'une valeur moyenne est très sensible aux valeurs extrêmes. Ici, la durée de l'éruption du Kilauea, 29 ans, soit environ 10 585 jours, « tire » complètement la moyenne des 25 données vers le haut.
- On notera aussi qu'une valeur extrême influe d'autant plus sur la moyenne qu'il y a peu de données : d'une manière générale, il est toujours préférable de préciser de combien de données on a calculé la moyenne.
- Lorsque la moyenne n'est pas une valeur autour de laquelle se regroupent de nombreuses données de la série, cette moyenne n'est pas un indicateur pertinent pour décrire la série. Il est préférable de calculer une autre grandeur, comme la médiane par exemple. C'est le but de l'activité qui suit.
- La moyenne, comme la médiane, ne rendent pas compte de l'ampleur de la variabilité des données dont on dispose. Il convient donc d'accompagner la moyenne ou la médiane d'un indicateur qui rende compte de la variabilité : il y a de nombreux choix que l'on peut faire pour parler d'une série de nombres, mais il est important de donner à la fois une mesure de « tendance centrale » (médiane ou moyenne par exemple) et un indicateur de variabilité. La manière la plus simple de parler de la variabilité consiste à donner la plus petite et la plus grande valeur observées, et leur différence (appelée l'étendue de la série).

L'enseignant veille à ce que tous les élèves aient conscience du peu d'« utilité » qu'a cette valeur moyenne ici. Il leur demande alors comment on peut répondre à la question.

Si aucun élève ne pense à répondre « on pourrait dire que la moitié des éruptions dure moins de xxx jours », le maître introduit cette idée. Il peut dire, par exemple : « Est-ce qu'on pourrait répartir les éruptions en deux groupes équitables ? »

Recherche (détermination de la médiane)

Pour savoir quelle est la durée qui sépare les éruptions en deux (la moitié des éruptions sont plus courtes, l'autre moitié des éruptions sont plus longues), il faut d'abord classer les éruptions dans l'ordre de leur durée (de la plus courte à la plus longue).

La valeur médiane est celle qui se trouve alors au milieu du tableau. On trouve : 17 jours.

Mise en commun

Le maître, après avoir recueilli les résultats des élèves, discute avec eux du sens de cette valeur. Cela signifie que la moitié des éruptions étudiées sont plus longues que 17 jours et l'autre moitié sont plus courtes. Cette information, même si elle reste imprécise, a néanmoins plus de sens que la moyenne pour ce type de données.

Notes pédagogiques

- Le plus souvent, la durée d'une éruption volcanique varie de quelques heures à quelques jours.
- On ne cherche pas, ici, à définir mathématiquement la médiane (ce qui est largement hors programme), mais simplement à approcher intuitivement cette notion.
- Il est préférable de ne pas chercher à représenter graphiquement les données, car un tel graphique supposerait des échelles logarithmiques (à moins de tasser toutes les données d'un côté du graphique, pour un seul point à l'autre extrémité), en raison de la grande dispersion des durées. Une telle forme de représentation est difficile à interpréter par des élèves de cycle 3. Le tableau est, par ailleurs, largement suffisant.

Conclusion

La conclusion de cette séance est double :





- Quand on a beaucoup de données, on ne peut pas toujours répondre par un chiffre unique. Parfois, la moyenne est une bonne indication, parfois non.
- La durée d'une éruption volcanique est très variable. Une éruption peut durer quelques heures, quelques jours, quelques mois... ou même plusieurs années.

Prolongement

Cette séance peut être prolongée par une exploration plus systématique des notions de moyenne et de médiane à travers l'étude de différentes données (dans tous les cas, il faut le plus grand nombre de données possible, et au moins plusieurs dizaines) :

- Cas où la moyenne et la médiane devraient être sensiblement identiques :
 - Mesurer la distance parcourue en 10 pas de marche naturelle par différents élèves.
 - Demander aux élèves de couper « à l'œil » un bout de ficelle de 20 cm après avoir observé une règle de 20 cm, puis mesurer les longueurs obtenues.
- Cas où la moyenne et la médiane devraient être différentes :
 - Mesurer le temps pris par les élèves pour remplir une grille de sudoku.
 - Mesurer le temps d'attente d'un autobus, d'une rame de métro...

Séance 1-9 : Quand peut-on dire qu'un volcan est éteint ?

durée 	1 heure
matériel 	Pour chaque binôme : <ul style="list-style-type: none"> • une photocopie de la fiche 9 (page 186)
objectifs 	Un volcan peut être en activité ou non. Au-delà de 10 000 ans sans éruption, on dit que le volcan est inactif ou éteint
compétences 	<ul style="list-style-type: none"> • Organisation et gestion de données : <ul style="list-style-type: none"> – lire, interpréter et construire quelques représentations simples : tableaux, graphiques – savoir organiser des informations numériques ou géométriques, justifier et apprécier la vraisemblance d'un résultat
dominante	Mathématiques

Question initiale

La classe, jusqu'à présent, s'est interrogée sur les différents types d'éruption volcanique, ainsi que sur la répartition des volcans. Mais tous les volcans ne sont pas actifs. Plusieurs types de questions sont possibles :

- Est-ce qu'un volcan est toujours en éruption ?
- Combien de temps y a-t-il entre différentes éruptions ?
- On entend parfois dire que certains volcans sont éteints, ou endormis : qu'est-ce que cela veut dire ?
- Les volcans d'Auvergne peuvent-ils entrer en éruption ?

Les réponses des élèves sont notées au tableau. Certains pensent qu'un volcan « éteint » peut à nouveau entrer en éruption, d'autres qu'un volcan éteint est un volcan qui a été actif mais que cette activité est définitivement terminée ; d'autres encore pensent qu'on ne peut pas le savoir.

La durée qui doit séparer différentes éruptions fait l'objet, elle aussi, d'un désaccord (1 an, 1 siècle, 1 000 ans, « ça dépend des volcans »...).

Recherche (étude documentaire)

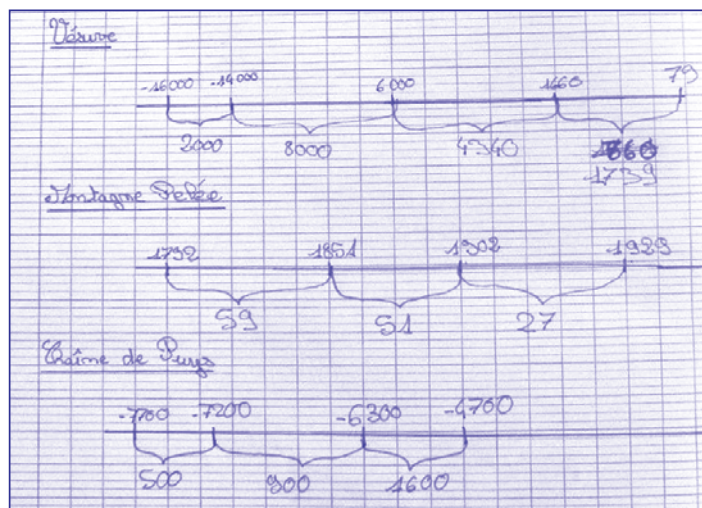
Les élèves sont répartis en binômes et reçoivent une photocopie de la fiche 9. Ce document contient les données suivantes :

- Dates d'éruption du Vésuve, en Italie, avant l'Antiquité.
- Dates des dernières éruptions de la montagne Pelée, en Martinique (cf. étude documentaire de la séance 1-2).
- Date des dernières éruptions de la chaîne des Puys, en Auvergne.

La consigne donnée dans le document les guide pas à pas dans l'analyse de ces données.

Notes pédagogiques

- Le calcul des intervalles de temps peut poser problème, en particulier avec certaines dates « négatives ». Cette difficulté peut se résoudre à l'aide d'une frise chronologique (qu'on peut distribuer aux élèves ou leur faire construire). Après avoir placé les dates sur la frise, on s'aperçoit que, pour calculer l'écart entre l'an -1660 et l'an $+79$, il faut d'abord calculer l'écart entre -1660 et 0 (1660 ans), et entre 0 et 79 (79 ans). L'écart total est la somme des deux : $1660 + 79 = 1739$ ans. On procède de même pour l'écart entre -4700 et aujourd'hui.
- On peut aussi demander aux élèves de calculer des valeurs approchées, car ce qui nous intéresse ici ce sont des ordres de grandeur.
- On peut aussi étudier d'autres données, comme par exemple les dates des éruptions de l'Etna entre l'Antiquité et le 17^e siècle : 252, 812, 1329, 1536, 1610 et 1614. Ce qui donne des écarts de 560, 517, 207, 74 et 4 ans.



Classe de CM1 de Michel Fautrel (Livry-Gargan)

Mise en commun

L'enseignant recueille les résultats des élèves, et les fait discuter par toute la classe. La première question montre que l'intervalle séparant deux éruptions successives du Vésuve peut aller jusqu'à 8 000 ans. Ce qui signifie que, même si un volcan n'a pas connu d'éruption pendant des siècles ou des millénaires, il peut à nouveau entrer en éruption.

La seconde question montre que la montagne Pelée n'a pas connu d'éruption depuis un peu plus de 80 ans : il est quasi certain qu'elle entrera en éruption à nouveau (cf. résultat précédent). C'est d'ailleurs la raison pour laquelle elle fait l'objet d'une intense surveillance.

La troisième question montre que la dernière éruption constatée dans la chaîne des Puys date de près de 7 000 ans. Peuvent-ils entrer à nouveau en éruption ? C'est possible (mais nettement moins certain que pour la montagne Pelée).

Le maître explique alors que, pour les volcanologues, un volcan est considéré comme éteint (c.-à-d. qu'il n'entrera plus en éruption) si sa dernière éruption date de plus de 10 000 ans. Ce critère est arbitraire (on aurait pu prendre 50 000 ou 200 000 ans !), mais pratique car compatible avec ce que l'on sait des éruptions passées : il est très rare que deux éruptions successives d'un volcan aient été espacées de plus de 10 000 ans.

Par opposition, un volcan qui n'est pas éteint est dit « actif ». Il peut alors être en éruption ou en « sommeil » (c.-à-d. entre deux éruptions).

Le maître demande aux élèves de déterminer si les volcans de la chaîne des Puys, en Auvergne, peuvent être considérés comme éteints ou non. La réponse est qu'ils sont en sommeil... ce qui veut dire qu'ils pourraient, peut-être, se réveiller.

Note scientifique

Nous avons choisi d'étudier non pas «un» volcan d'Auvergne en particulier, mais une chaîne (la chaîne des Puys). La raison est que, dans cette région, on a souvent affaire à des volcans «mono-éruptifs» : ils ne connaissent qu'une éruption. Mais la région reste active : l'éruption suivante se déroule quelques kilomètres plus loin et forme un nouveau volcan.

Conclusion et traces écrites

La classe rédige une conclusion collective, qui peut ressembler à :

Un volcan est considéré comme éteint s'il n'a pas eu d'éruption depuis 10 000 ans. Sinon, on dit qu'il est en sommeil... ce qui veut dire qu'il peut se réveiller.

Prolongement

On peut prolonger cette séance par une recherche documentaire : Quels sont les volcans présents en France ? Sont-ils éteints (comme le massif du Cantal ou le Mont-Dore en métropole, ou le piton des Neiges à la Réunion) ou actifs (chaîne des Puys, et de nombreux exemples en Martinique, Guadeloupe et à la Réunion) ?

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.

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.

Fiche 10 – Séance 1-10

Consigne:

- Combien de temps dure une éruption volcanique?
- Comment peux-tu répondre à cette question?

Nom du volcan	Date d'éruption	Durée de l'éruption
Piton de la Fournaise (La Réunion)	9 décembre 2010	15 heures
	14 octobre 2010	17 jours
	14 décembre 2009	7 heures
	30 mars 2007	26 jours
	30 août 2006	125 jours
	30 mai 2003	226 jours
	7 novembre 1963	15 jours
	27 août 1992	28 jours
	3 février 1981	92 jours
	11 mars 1959	149 jours
	6 juillet 1955	254 jours
	29 avril 1917	1 jour
	14 juillet 1787	58 jours
Etna (Italie)	1991-1993	473 jours
	1983	132 jours
Montagne Pelée (Martinique)	8 mai 1902	2 mois
Vésuve (Italie)	1631	11 heures
	79	19 heures
Laki (Islande)	1783	245 jours
Tambora (Indonésie)	1815	7 jours
Krakatoa (Indonésie)	1883	23 heures
Santa Maria (Guatemala)	1902	35 heures
Pinatubo (Philippines)	1991	9 heures
Mont Saint Helens (États-Unis)	1980	9 heures
Kilauea (États-Unis)	1983	29 ans (pas encore terminée)

Fiche 9 – Séance 1-9

Consigne :

1. Observe les grandes éruptions du Vésuve jusqu'à l'Antiquité. Calcule combien de temps s'est écoulé entre deux éruptions successives.
2. Observe les dernières éruptions de la montagne Pelée (Martinique).
 - Calcule combien de temps s'est écoulé entre deux éruptions successives.
 - Depuis combien de temps le volcan n'est-il pas entré en éruption ?
 - Pourrait-il se réveiller ?
3. Observe les dernières éruptions de la chaîne des Puys (Auvergne).
 - Calcule combien de temps s'est écoulé entre deux éruptions successives.
 - Depuis combien de temps n'y a-t-il pas eu d'éruption ?
 - Pourrions-nous connaître à nouveau des éruptions en Auvergne ?

Nom du volcan	Date d'éruption
Vésuve (Italie)	– 16 000
	– 14 000
	– 6 000
	– 1660
	79 (destruction de Pompéi)
Montagne Pelée (Martinique)	1792
	1851
	1902
	1929
Chaîne des Puys (Auvergne)	– 7700 (puy de Dôme)
	– 7200 (puy Pariou)
	– 6300 (puys de la Vache et Lassolas)
	– 4700 (lac Pavin)

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



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

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

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

la main à la pâte®

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

Avec le soutien de :

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

imprimé sur du papier certifié FSC

090602 19 €
9 782749 50602C
Dulicaou Belin

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

Fondation *La main à la pâte*

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

Site : www.fondation-lamap.org

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