



NATIONAL  
GEOGRAPHIC™



## ATTENTION!



Ne convient pas aux enfants de moins de trois ans. À utiliser sous la surveillance d'un adulte. Risque d'étouffement - Des petites pièces peuvent être ingérées ou inhalées. Contient bords tranchants et des pointes. Les instructions pour les parents ou autres personnes responsables sont incluses et doivent être suivies. Tenez les jeunes enfants et les animaux à l'écart tout pendant les expériences. Gardez le set d'expériences hors de portée des enfants de moins de 3 ans. Conservez l'emballage et le manuel, car ils contiennent des informations importantes!

MANUEL D'INFORMATIONS ÉDUCATIVES AVEC  
DES EXPÉRIENCES PASSIONNANTS

KIT VOLCAN  
VOLCANO SET



## General Warnings

- Lire les instructions avant d'utiliser, suivre les mêmes, et les garder les mêmes pour future référence.
- Maintenir les enfants petits et les animaux loin de la zone d'utilisation du jouet.
- Garder le jouet de chimie loin des enfants d'âge en dessous de 8 ans.
- Laver tout l'équipement et la zone d'expériences après l'utilisation.
- Fermer tous les récipients après leur utilisation et respecter les conditions de stockage des mêmes.
- Respecter les règles d'élimination des récipients.
- Laver bien les mains après chaque expérience.
- Ne pas utiliser d'équipement qui n'est pas fourni avec le kit ou qui ne soit pas indiqué sur les instructions.
- Ne pas boire ou manger dans la zone d'expériences.
- Ne pas permettre que les produits chimiques entrent en contact avec la bouche ou les yeux.
- Ne pas remplacer les aliments utilisés dans les expériences dans les récipients originaux. Éliminez-les immédiatement.

## Informations générales de premiers secours

**En cas de contact avec les yeux :** Bien laver avec de l'eau, tout en maintenant les yeux ouverts. Chercher immédiatement un médecin.

**En cas d'ingestion :** Bien laver la bouche avec de l'eau, et boire un peu d'eau fraîche. Ne pas vomir. Chercher immédiatement un médecin.

**En cas d'inhalation :** Aller dans un local bien aéré (par exemple une division avec les fenêtres ouvertes).

**En cas de contact avec la peau :** laver la zone pendant 10 minutes avec beaucoup d'eau. Recouvrir la brûlure avec un bandage. Ne pas appliquer d'huiles ou poudres sur la blessure. En cas de brûlures graves chercher immédiatement un médecin.

En cas de doute chercher immédiatement un médecin : présenter le produit chimique en question.

Écrivez le numéro de téléphone du centre anti-venins ou de l'hôpital de la zone ci dessous. Ils seront capables de vous donner plus d'informations en cas de poison.

## Déclaration de conformité CE



Bresser GmbH a émis une « déclaration de conformité » conformément aux lignes directrices applicables et aux normes correspondantes. Celle-ci peut être consultée à tout moment sur demande.

## ELIMINATION



Lors de l'élimination de l'appareil, veuillez respecter les lois applicables en la matière. Pour plus d'informations concernant l'élimination des déchets dans le respect des lois et réglementations applicables, veuillez vous adresser aux services communaux en charge de la gestion des déchets.

**General disclaimer.** Bresser GmbH has used their best endeavors to ensure that the Information in this book is correct and current at the time of publication but takes no responsibility for any error, omission or defect therein.

**All rights reserved.** No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise.



## Obtenez de nouvelles expériences exclusives - uniquement disponible en ligne !

### Infos produit

Le code QR / lien ci-dessous vous permet d'accéder à d'autres médias (expériences, notices, etc.) via notre site web BRESSER\*.



<http://www.bresser.de/download/9130200>

\* Offre en fonction de la disponibilité des médias.

Ecrire sur l'espace en dessous les numéros de téléphone du centre antipoison ou de l'hôpital local. Ils devront fournir l'information nécessaire en cas d'intoxication.

**En cas d'urgence, contactez  
immédiatement :**

**112 ou 18 Pompiers  
ou 15 SAMU**



## Garantie et extension de la durée de la garantie

La durée de la garantie est de 2 ans et elle commence au jour de l'achat. Le ticket de caisse doit être conservé comme preuve d'achat. Afin de pouvoir profiter d'une extension à **5 ans** facultative de la garantie, il vous suffit de vous enregistrer sur notre site Internet sous le lien suivant [www.bresser.de/warranty](http://www.bresser.de/warranty) et de répondre à quelques questions. Pour pouvoir profiter de cette garantie, vous devez vous enregistrer dans les 3 mois qui suivent l'achat (date mentionnée sur votre ticket de caisse). Après ce délai, vous perdez votre droit à une extension de la garantie.

Si vous avez des problèmes avec votre appareil, veuillez contacter d'abord notre service client - S'il vous plaît, **NE JAMAIS ENVOYER** les produits sans nous consulter au préalable par téléphone. En général, de nombreux problèmes peuvent être résolus par téléphone. Si le problème survient après la période de garantie ou que le problème ne soit pas couvert par nos conditions de garantie, vous recevrez un devis gratuit de notre part sur les coûts de réparation.

Service Hotline: +49 (0) 2872 - 80 74-210

### Important pour les retours :

Assurez-vous de retourner l'appareil soigneusement emballé dans l'emballage d'origine pour éviter tout dommage de transport. S'il vous plaît, veuillez également joindre le reçu de caisse (ou une copie) et une description de la panne constatée. Cette garantie ne comporte aucune restriction de vos droits légaux.

Votre revendeur spécialisé : ..... Art. No. : .....

Description du problème : .....

Nom : ..... Téléphone : .....

Rue : ..... Date d'achat : .....

Code postale / lieu : ..... Signature : .....

## Index

<b>RÈGLES DE SÉCURITÉ</b>	3
<b>INFORMATIONS GÉNÉRALES DE PREMIERS SECOURS</b>	3
<b>LISTE DE SUBSTANCES CHIMIQUES FOURNIES</b>	4
<b>ÉLIMINATION DES SUBSTANCES CHIMIQUES</b>	4
<b>RECOMMANDATIONS POUR LES ADULTES SURVEILLANTS</b>	4
<b>CONTENU DU KIT</b>	5
<b>1. Introduction</b>	6
<b>2. Pourquoi étudier les volcans ?</b>	6
<b>3. La Terre</b>	7
<b>3.1. La structure de la Terre</b>	8
<b>3.2. Les plaques tectoniques</b>	9
<b>3.3. L'énergie géothermique : l'exploitation de la bête intérieure de la Terre</b>	11
<b>3.4. Volcanisme</b>	12
<b>4. Volcans</b>	13
<b>4.1. Définition de volcan</b>	13
<b>4.2. Structure d'un volcan modèle</b>	14
<b>4.3. Les matériaux expulsés</b>	14
<b>4.4. Types de volcans et autres structures volcaniques</b>	16
<b>4.5. Comment les volcans sont étudiés ?</b>	21
<b>4.6. Quelques éruptions importantes</b>	23
<b>5. Expériences</b>	25
<b>Expérience 1. Construis ton volcan du Jurassique</b>	25
<b>Expérience 2. L'éruption d'un volcan</b>	26
<b>Expérience 3. Volcan</b>	27
<b>Expérience 4. Une autre forme de faire un volcan</b>	28
<b>Expérience 5. Bouteille volcan</b>	29
<b>Expérience 6. Geyser</b>	30
<b>Expérience 7. Une autre forme de faire un geyser</b>	31

## LISTE DE SUBSTANCES CHIMIQUES FOURNIES:

Substance chimique	Formule Moléculaire	Numéro CAS
Bicarbonate de sodium	NaHCO <sub>3</sub>	144-55-8

## ÉLIMINATION DES SUBSTANCES CHIMIQUES

Quand il sera temps d'éliminer les substances chimiques, il est nécessaire s'informer au centre national ou régional. En tout cas, il est fortement défendu d'éliminer les substances chimiques avec les déchets domestiques ou à travers les égouts domestiques. Pour en savoir plus, contacter les autorités. Pour l'élimination des emballages utiliser les points de collecte collectifs.



## RECOMMANDATIONS POUR LES ADULTES:

Lisez et suivez ces instructions, les règles de sécurité et les informations de premiers secours, et gardez-les pour référence future. L'incorrecte utilisation des substances chimiques peut affecter la santé. Réalisez seulement les expériences qui sont décrites dans le manuel d'instructions. Ce jouet de chimie est destiné aux enfants âgés de plus de 8 ans. Les adultes doivent analyser quelles expériences sont appropriés à chaque enfant, car dans un même âge, leurs capacités peuvent varier beaucoup. Les instructions permettent cette analyse de la part des adultes. Les adultes doivent analyser les mentions de danger et les informations de sécurité avec les enfants, avant de commencer les expériences. La zone de l'expérience doit être libre d'obstacles et d'endroits de stockage d'aliments. La zone doit être bien illuminée, ventilée, et proche d'une source d'eau. La table utilisée doit être solide, avec une surface résistante à la chaleur.

## CONTENU DU KIT



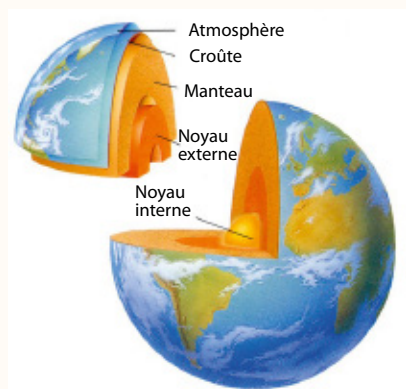
### Description :

1. Moule de volcan ,	_____	1
2. Rouleau à pâtisserie,	_____	1
3. Verre à mesurer taille grande ,	_____	1
4. Colorants alimentaires,	_____	1
5. Bicarbonate de sodium ,	_____	1
6. Pâte à modeler ,	_____	2
7. Spatule en bois ,	_____	1
8. Pipette pasteur ,	_____	1
9. Spatule en plastique ,	_____	1
10. Entonnoir ,	_____	1
11. Lunettes de protection ,	_____	1
12. Tube à essai avec bouchon ,	_____	1

### Quantité :

## 1. Introduction

Le mot géologie vient du grec *geo* qui signifie terre, et *logos* qui signifie science.



**Figure 1.** Structure interne de la Terre.

La géologie est la science qui étudie la planète Terre et l'interaction entre les différents systèmes terrestres. Elle rassemble de nombreuses aires d'études.

La géologie a été indispensable comme science, en aidant à mieux comprendre la planète que l'on habite et toutes ses fonctions.

C'est grâce à la géologie que l'on connaît la structure interne de la Terre, comment se forme une montagne ou un désert, qu'est-ce qui déclenche un tremblement de terre, une éruption volcanique et comment fonctionnent les drifts continentaux.

La géologie étudie aussi d'autres procès et phénomènes, comme la formation et les changements des roches, le cycle de l'eau, la formation des sols, météores, cristaux, fossiles et l'origine des planètes et du système solaire.

Cette science aide aussi l'économie globale en découvrant et en gérant les ressources naturelles comme les combustibles fossiles, minéraux, roches pour construction.

Le monde de la géologie est utilisé premièrement par Jean-André Deluc en 1778, et est définitivement introduit par Horace-Bénédict de Saussure en 1779. La défense de la Nature et de l'environnement permet la croissance durable de la société.

## 2. Pourquoi étudier les volcans ?

Un volcan actif est un des éléments les plus imposants de la nature. Il représente le pouvoir de la terre, et tous les volcans nous disent quelque chose de la planète où on habite. Les volcans ont été essentiels à l'évolution de la planète car ils ont été la source d'eau et de gaz. Ils ont donné origine aux océans et à l'atmosphère (éléments fondamentaux à la vie). Les volcans intègrent le paysage terrestre, et ont la capacité de le transformer.

Ils peuvent aussi agir comme barrière topographique, définir le climat, favoriser l'apparition de sols fertiles et agir comme réserve de minéraux et ressources naturelles. Étudier les volcans nous permet de vivre en harmonie avec eux, en essayant de prévoir leurs éruptions, et nous préparant ainsi à ces événements.

Les volcans, comme les séismes et les drifts continentaux, ont origine dans les échanges qui se passent en grande profondeur dans la planète à cause de la libération de la chaleur intérieure. Cette chaleur est distribuée par convection à l'intérieur de la Terre.

Un courant de matériel chaud vient de l'intérieur de la planète et monte vers la surface. Ainsi, il refroidit et descend à nouveau, en créant les mouvements de convection. Ce

mouvement peut être comparé aux courants chauds et froids d'air de l'atmosphère ou même à quand tu chauffes un liquide dans un récipient.

La convection est un des plusieurs types de distribution de chaleur et qui a lieu uniquement avec les fluides – liquides et gaz.



Pour mieux comprendre les volcans, nous avons besoin de comprendre la base d'où ils viennent :

## LA TERRE.

### 3. La Terre

Notre planète est vieille... très vieille : les scientifiques estiment que son âge est d'environ 4,500 millions d'années, ce qui représente beaucoup de temps.

L'Histoire de la formation de notre planète est liée aux débuts de la formation du système solaire. Ceci ce passe après la formation de l'Univers, de laquelle nous allons maintenant parler.

Il est aujourd'hui accepté que l'Univers a commencé grâce au Big Bang. La théorie du Big Bang affirme que l'Univers est apparu il y a 13.7 milliards d'années d'une énorme explosion. Dans une fraction de seconde, quand le temps et l'espace ont apparu, l'Univers et toute sa matière s'étendent, en donnant origine aux galaxies et aux étoiles. C'est un procès qui continue aujourd'hui.

Notre système solaire remonte à un grand nuage tournant de gaz et poussières (surtout d'hydrogène et d'hélium). Grâce à la rotation et à la force de gravité, la matière commence à s'accumuler au centre du nuage, formant un proto-soleil.

Comprimée par son propre poids, la matière dans le proto-soleil devient plus dense et plus chaude. La température monte ainsi jusqu'à beaucoup de millions de degrés et la fusion nucléaire commence, naissant ainsi notre soleil. La grande majorité de la matière était concentrée dans le centre de ce proto-soleil, mais une petite quantité continuait à tourner autour de lui.

Ces gaz et poussières se sont condensés en petits grains qui entraînent en collision les uns avec les autres.



Figure 2. Rosette Nebula.

Comment est-ce qu'une masse de roches devient une planète vivante avec des continents, océans, et l'atmosphère que l'on voit aujourd'hui ? La réponse à cette question est la **différentiation**.

La différenciation est le procès à travers lequel un agrégat de matière devient un corps avec un intérieur structuré en couche concentriques, dotées de différentes propriétés physiques et chimiques.

Ceci s'est passé au début de l'Histoire de la Terre, quand elle est devenue suffisamment chaude pour fondre. L'impact d'un météore libère une grande quantité d'énergie, et une partie de cette énergie est libérée en forme de chaleur.

Au début de sa vie, la Terre était bombardée par des météores et des planétésimaux, qui libéraient de l'énergie avec l'impact et chauffaient la planète.

Un événement décisif se passe environ 20 millions d'années après la formation de la Terre, quand une planète de la taille de Mars souffre une collision avec la nôtre, en libérant une énergie suffisante à sa fusion (cette collision lance aussi un nuage de débris d'où vient notre Lune). Avec cette fusion, le procès de différenciation commence.

Avant la fusion, la Terre était une masse de matière relativement homogène. Avec la fusion, des matériaux plus lourds, comme le fer, commencent à descendre vers de centre de la Terre.

Les substances plus légères, comme l'oxygène et la silicium, flottent vers la surface. Le mouvement de ce matériel plus léger vers la surface a aussi aidé à dissiper la chaleur vers l'espace, ce qui permet à la planète de refroidir et solidifier. Comme conséquence, la Terre devient une planète différenciée : divisée en différentes couches.

Nous allons maintenant voir la structure de notre planète en plus grand détail.

### 3.1. La structure de la Terre

Quelle est la première chose que tu fais quand tu as une boîte fermée et que tu ne sais pas ce qui est dedans ? La plus part des personnes l'agite et essaye d'entendre le son qui vient, et après essaye de deviner ce qui est dans la boîte. Avec la Terre, on peut faire quelque chose similaire.

Même si on ne peut pas les entendre, les séismes envoient des ondes qui se comportent de la même manière que les ondes du son. En étudiant ses ondes, et leurs parcours dans la planète, on peut avoir plein de théories sur ce qui se passe sous nos pieds.

L'étude de ses ondes a permis aux scientifiques de séparer la Terre en plusieurs couches, chacune

avec ses caractéristiques et propriétés. Comme on peut le voir en dessous, il y a deux modèles de la structure interne de la Terre.

#### a) Le modèle géostatique

Il sépare les couches selon leur composition :

**Croûte** : la couche extérieure, composée de roche solide. Son épaisseur peut varier entre 20km et 80km.

**Manteau** : son épaisseur est d'environ 2,900km (environ 45% de rayon de la Terre) et elle est séparée de la croûte par la **discontinuité de Mohorovicic**. Elle est composée de roche de moyenne densité : oxygène avec du magnésium, fer et silicium. Grâce aux hautes températures et pressions, ce matériel a un comportement plastique. Il est divisé en manteau supérieur et manteau inférieur.

**Noyau** : son rayon est d'environ 3,400km. Il est composé de fer et de nickel. Il est responsable par le champ magnétique de la Terre.

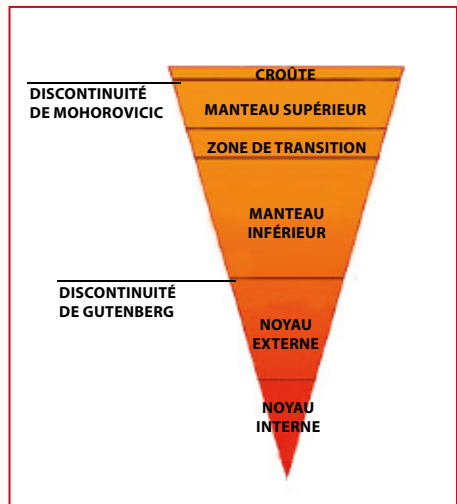


Figure 3. Modèle géostatique.



## b) Modèle géodynamique

Ce modèle sépare les couches en fonction de ses propriétés physiques :

**Lithosphère** : c'est la couche extérieure. Elle a un comportement élastique et son épaisseur est d'environ 250km, regroupant ainsi la croûte et le manteau supérieur. Elle est formée par des matériaux solides et rigides - ce sont les plaques lithosphériques.

**Asthénosphère** : c'est la portion liquide du manteau. Les ondes sismiques perdent leur vitesse dans cette couche. C'est aussi dans cette couche que les plaques lithosphériques bougent.

**Mésosphère** : celle-ci correspond au manteau inférieur. Elle commence à une profondeur de 700km où les minéraux sont plus denses mais maintiennent leur composition chimique. Elle est composée de roches solides et très chaudes, avec une certaine plasticité.

**Couche D** : celle-ci coïncide avec la discontinuité de Gutenberg et représente la transition entre la mésosphère et le noyau. Ici les roches peuvent être suffisamment chaudes et monter à la lithosphère, en formant un volcan.

**Noyau**: comme dans le modèle géostatique, il est formé par une couche externe et une couche interne. La couche externe liquide est où les fluctuations et les courants sont créés, et la couche interne est solide et très dense.

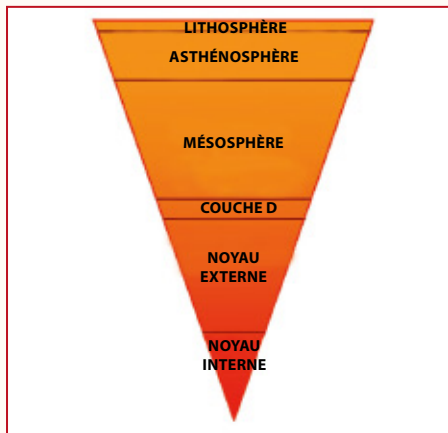


Figure 4. Modèle géodynamique.

## 3.2. Les plaques tectoniques

Le mot tectonique vient du grec *téktōn*, qui signifie "qui construit". Cette théorie explique le mouvement des plaques qui montent vers la croûte terrestre pendant plus de centaines de millions d'années.

Ce phénomène se passe grâce aux mouvements de convection dans le manteau, et est aussi responsable par le constant remodelage de la lithosphère. Ce modèle explique l'échange de chaleur entre la croûte et le manteau.

Selon les plaques tectoniques, les premiers 100kms de la surface de la planète, qui forment la lithosphère, sont composés d'un matériel rigide, friable et que n'est pas très dense. Ce n'est pas une couche uniforme, au contraire, elle se divise en différentes plaques ou blocs, comme les pièces d'un puzzle, et qui se mouvementent à une vitesse de 2,5 cm par an.

Les plaques interagissent les unes avec les autres dans ces deux extrémités, ce qui peut conduire à des grandes déformations de la croûte et de la lithosphère. Ceci peut conduire à une grande chaîne de montagnes, comme l'Himalaya, ou en grandes lignes de faille, comme la faille de San Andreas aux Etats-Unis.

Le contact entre les bords des plaques et aussi responsable par la majorité des séismes.

La théorie des plaques tectoniques explique aussi pourquoi l'activité des volcans se concentre dans certaines régions de la planète (par exemple l'anneau autour de l'océan Pacifique). Ces régions coïncident normalement avec les extrémités des plaques. La théorie peut aussi expliquer la localisation des rifts océaniques.

La direction du mouvement et la composition des plaques déterminent les caractéristiques des régions qui contactent avec elle. Ces régions peuvent être de quatre différents types :



Figure 5. Les principales plaques tectoniques et leurs mouvements.

**a) Zones divergentes :** zones où les plaques s'éloignent l'une de l'autre. Ce sont des zones de formation de nouvelle croûte. Les formes les plus fréquentes sont des rifts au milieu des océans, qui sont des systèmes montagneux sous l'eau.

Ce sont de zones de volcanisme primaire, où le magma est composé de matériaux qui viennent des grandes profondeurs du manteau. L'un des meilleurs exemples d'une zone divergente est le rift Atlantique qui s'étend en 11,300km. Son point le plus haut est l'île Pico aux Açores. Un autre exemple est la grande vallée du rift africain.

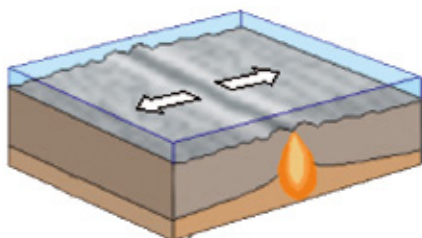


Figure 6. Zone divergente.



**b) Zone convergente :** zones où les plaques s'approchent l'une de l'autre. Quand deux plaques de la lithosphère convergent (deux plaques océaniques ou une plaque océanique et une plaque continentale), elles forment une zone de subduction (où une plaque plonge au dessous de l'autre).

Quand deux plaques continentales convergent, elles peuvent former une zone métamorphique.

Les zones de subduction donnent origine normalement à des fosses comme la fosse des Mariannes. Les zones de convergence donnent origine à des grandes montagnes comme l'Himalaya ou les Andes. Ces zones sont des zones de grande activité sismique et volcanique (le magma est composé de matériel fondu de la plaque qui plonge sous l'autre).

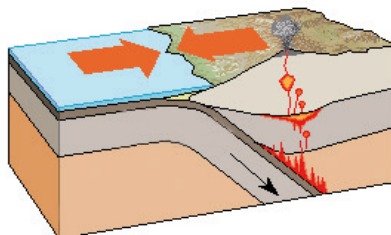


Figure 7. Zone convergente.

**c) Zones de décrochement :** ce sont des zones où les plaques contactent sans aucune force de compression ou distension. Les plaques glissent latéralement dans les zones de décrochement. Il y a beaucoup de friction dans ses zones et même de l'écrasement entre les plaques. Ce sont des zones associées à des séismes de surface, et quelques volcans. Un exemple de zone de décrochement est la faille de San Andreas en Californie.

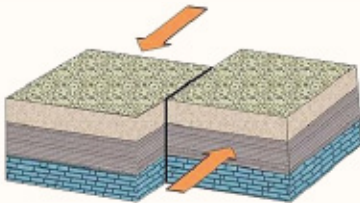


Figure 8. Zone de décrochement.

**d) Hots Spots (points chauds) :** ce sont des zones qui ne sont pas associées à une partie spécifique des plaques tectoniques. Ces zones correspondent à des régions très chaudes du manteau inférieur. Les hots spots sont ainsi des communications de ce matériel très chaud avec la surface, ce qui crée des volcans. Comme ce sont des zones fixes et elles sont indépendantes du mouvement des plaques, elles restent au même endroit au fur et à mesure que les plaques bougent. Elles forment une chaîne de volcans, comme l'Hawaii. Pour mieux visualiser ceci, imagine ce qui se passe quand tu passes lentement un papier sur une bougie allumée.

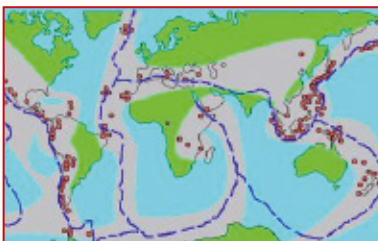


Figure 9. Distribution des hots spots sur la Terre.

### 3.3. Énergie géothermique : l'exploitation de la bête intérieure de la Terre

L'énergie géothermique vient de l'intérieur de la planète. Elle est une des énergies alternatives que l'on utilise aujourd'hui. La chaleur vient :

- De la désintégration d'éléments radioactifs ;
- Chauffer des restes de la formation de la planète.

Cette énergie se manifeste sous la forme de volcanisme qui vient de procès géologiques, comme les geysers, et les conduits hydrothermale.

Les stations géothermiques utilisent des turbines à vapeur qui sont activées par la vapeur d'eau chauffée par la terre et conduite à haute pression par des tuyaux vers ces turbines, ce qui produit de l'électricité.

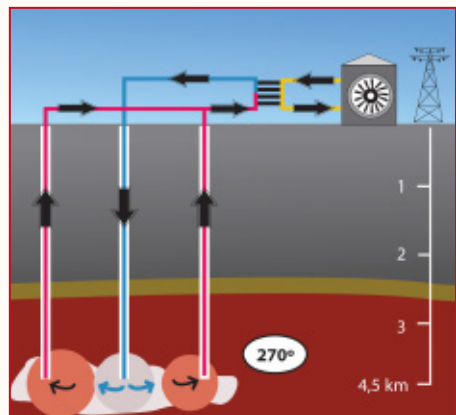


Figure 10. Station géothermique.

Cette énergie peut aussi être utilisée comme chauffage central, ou comme chauffage de l'eau.

L'eau des sources hydrothermale peut aussi être industrialisée pour extraire des minéraux (cette eau est très riche en minéraux), comme le sulfure, ammoniac, et le sel d'acide sulfurique.

### Utilisation :

- Spas : sources thermales avec des applications dans le domaine de la santé ;
- Radiateurs et eau chaude ;
- Extraction de minéraux ;
- Agriculture et aquaculture : pour les serres et la production de poissons.

### Inconvénients :

Cette source d'énergie est très amie de l'environnement et crée peu de déchets en comparaison avec les combustibles fossiles, cependant, son application n'est pas plus grande car :

- Elle libère du sulfite d'hydrogène dans l'atmosphère ;
- Elle libère du dioxyde de carbone et a ainsi les conséquences associées ;
- Elle peut contaminer les cours d'eau ou l'eau de sol avec des substances dangereuses ;
- Elle est limitée à de zones d'activité volcanique ;
- Elle peut nuire le paysage.

## 3.4. Volcanisme

Les éruptions volcaniques sont causées par des montées de magma à la surface de la Terre. Elles sont plus fréquentes dans les zones de contact entre les plaques :

**a) Dans les rifts**, le volcanisme est décrit comme partie du procès de la formation de la nouvelle croûte. Dans ces zones, grâce à la séparation des plaques, la lithosphère océanique est de plus en plus fine.

La pression du matériel profond a l'énergie suffisante à casser cette couche fine et monter vers la surface. La majorité du volcanisme se passe sous l'eau, et peut former des larges chaînes de volcans au fond de la mer.

Dans certains cas, ces volcans sont suffisamment grands pour monter à la surface et former des îles, comme les Azores ou l'Islande.



Figure 11. Volcan sous-marin.

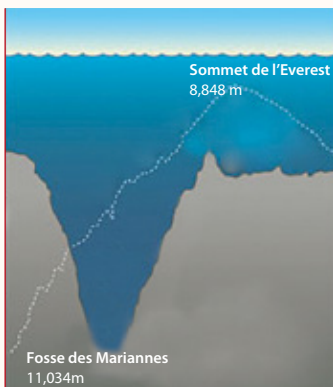
**b) Dans des zones de subduction**, le volcanisme est associé à la forme de glissement d'une plaque lithosphérique dans le manteau.

Comme exemple de volcanisme actif dans une zone de subduction nous avons l'anneau de feu autour de l'océan Pacifique. Ici, la zone de subduction forme de grandes fosses océaniques, comme la fosse des Mariannes (image 12).

À 11km, la fosse des Mariannes est l'endroit le plus bas de la Terre. Dans ces fosses, le matériel introduit dans le manteau fond et peut retourner à la surface. Ceci crée une zone de volcanisme au derrière la zone de subduction.

Le matériel qui remonte à la surface est composé de restes moins denses fondus de la plaque qui plonge, qui ont le point d'ébullition le plus bas. Si la zone de subduction est entre deux plaques océaniques, elle peut donner origine des îles volcaniques dans l'océan, comme dans la côte ouest de l'océan Pacifique.

Un cas de volcanisme d'une zone de subduction entre une plaque continentale et une plaque océanique est la cordillère des Andes en Amérique du Sud.



**Figure 12.** Comparaison entre la profondeur de la fosse des Mariannes et la hauteur de l'Everest.

c) Le volcanisme apparaît aussi loin des points de contact entre les plaques, c'est le cas des **hots spots**. Un autre type de volcanisme forme des îles volcaniques près de la côte Africaine, comme les Canaries. Beaucoup de ces volcans sont associés aux hots spots.

Le mouvement des plaques associé aux hots spots laisse une chaîne de volcans, dans laquelle seulement les plus récents sont actifs. Exemples de ce type de volcanisme sont les îles de l'Hawaii, qui sont pratiquement au milieu de la plaque du Pacifique.



**Figure 13.** Archipel de l'Hawaii : des îles formées par des éruptions volcaniques.

## Il y a aujourd'hui cinq zones où l'activité volcanique est très marquée:

### Ce sont :

**1. Le cercle de la zone Pacifique:** Aussi connu comme l'anneau de feu, il s'étend au long de l'océan Pacifique, de la côte américaine, de l'Asie et de l'Océanie. Elle couvre des structures comme les Andes, les Montagnes Rocheuses, et e nombreuses îles. Les volcans les plus actifs dans cette zone sont en Hawaii, Alaska, Japon, Pérou et Philippines.

**2. Zone Asiatique-méditerranéenne :** elle s'étend de l'Atlantique au Pacifique, de l'Ouest, vers l'Est. Les volcans les plus actifs se situent en Italie, Turquie et en Indonésie.

**3. Zone Indique :** cette zone entoure l'océan Indique, et connecte le cercle Pacifique avec les îles Sumatra et Java. Il y a beaucoup d'îles et de montagnes subaquatiques qui sont des volcans actifs de cette zone indique, comme la Réunion et les Comores.

**4. Zone Atlantique :** cette zone traverse l'océan Atlantique de nord au sud sur sa zone centrale. Les volcans les plus importants se situent en Islande, dans les îles de l'Ascension, St. Héléne, Azores et Canaries.

**5. Zone Africaine :** volcans comme le Kilimandjaro ressortent dans cette zone.

## 4. Volcans

### 4.1. Définition de volcan

Les volcans sont des formations géologiques qui consistent à des ouvertures de la croûte de la Terre. Elles laissent des poches de magma atteindre la surface. Elles sont appelées centrales ou fissures selon la lave monte par de grande ouvertures ou petites fissures.

Les volcans centraux donnent normalement origine à un cône volcanique, au sommet duquel il y a une dépression ou une cratère. Il y a un conduit central qui connecte la surface à l'intérieur de la Terre. L'étude des volcans et des phénomènes volcaniques s'appelle la vulcanologie.

### SAVAIS-TU...

Le mot volcan vient de Vulcan ? C'était le nom du dieu romain du feu.



Figure 14. Dieu du feu.

### 4.2. Structure d'un volcan modèle

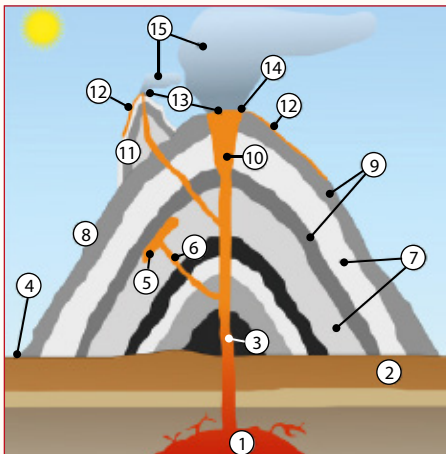


Figure 15. Structure d'un volcan.

**1. Chambre magmatique** : c'est où le magma s'accumule avant d'être expulsé. Elle se situe à beaucoup de kilomètre au dessous de la surface, et peut avoir des centaines de kilomètres carrés de taille. Elle peut être presque vide après une éruption. Dans ce cas, la chambre magmatique peut se fermer et affecter l'intégrité du volcan.

**2. Fondations**

**3. Conduit** : c'est où le magma passe pour atteindre la surface.

**4. Base**

**5. Seuil**

**6. Gorge secondaire**

**7. Couches de cendres émises par le volcan**

**8. Cône** : la partie visible du volcan, formée par les matériaux libérés.

**9. Couches de lava émises par le volcan.**

**10. Gorge**

**11. Cône secondaire**

**12. Cours de lava**

**13. Cheminée**

**14. Cratère** : la zone de sortie du matériel expulsé par le volcan. Elle se situe au sommet du volcan avec le conduit à sa base. Elle peut être petite ou très grande. Quand une partie du cône collapse, la cratère devient plus grande, et on l'appelle caldera.

**15. Nuages de cendres et fumée**

### 4.3. Les matériaux expulsés

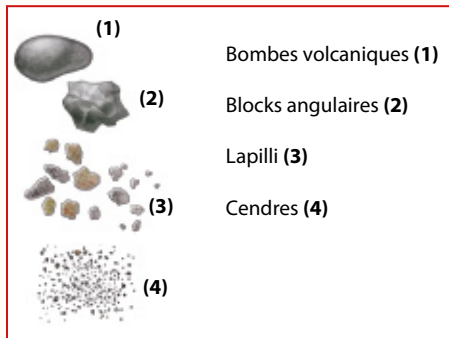
Le matériel expulsé par les volcans peut être de différents types :

#### a) Solides

Les matériaux solides peuvent être classifiés par rapport à leur taille :

- **Blocks volcaniques et bombes** : ceux-ci peuvent avoir un diamètre de plusieurs mètres et on les retrouve très près de la cratère volcanique. Normalement ils sont ronds car ils ont un mouvement de rotation quand ils tombent (et refroidissent).

- **Lapilli** : matériaux expulsés de 2-20 mm de diamètre.
- **Cendres** : particules plus petites que 2 mm. Elles sont normalement en suspension dans l'air pendant beaucoup de temps après l'éruption et peuvent traverser plusieurs centaines de kilomètres.
- **Débris d'avalanches** : une chute partielle du flanc d'un volcan cause de grandes avalanches. Elle peut être déclenchée par l'instabilité de certains matériaux des flancs, qui sont mal supportés et peuvent se casser et de détacher grâce à la force de la gravité. Elle peut aussi être causée par la pression du magma à l'intérieur ou par un séisme.



**Figure 16.** Types de matériel solide : bombes volcaniques (1), blocks angulaires (2), lapilli (3), cendres (4).

### b) Liquides

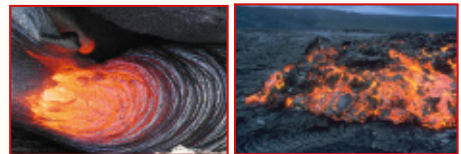
Dès le moment où le magma monte à la surface, il perd certains de ces composants, surtout des gaz, et devient de la lave. La lave est de la roche fondue expulsée par le volcan. L'épaisseur de la lave dépend de sa composition chimique : la lave riche en fer et magnésium est moins visqueuse que la lave riche en silicium. La viscosité de la lave dépend aussi de sa quantité d'eau et de la température. La lave peut être formée à l'air libre ou sous-marine.

#### Il y a trois types de lave formée à l'air libre:

- **Pahoehoe** : c'est une lave très fluide. Elle est formée par la solidification d'une fine couche superficielle, sous laquelle la lave continue

à couler. Ceci cause un relief ondulant sur la couche superficielle.

- **Aa** : le nom vient du son que les personnes faisant lorsqu'elles marchaient sans chaussures sur les dépôts solides de ce type de lave. Elle a une forme irrégulière et des bords pointus. C'est une lave qui refroidit et se casse en morceaux à cause de la pression exercée par les restes de lave qui continuent à couler.



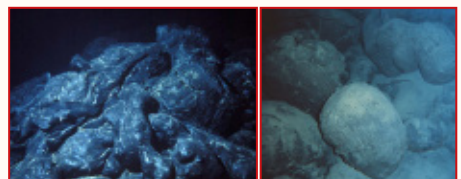
**Figure 17.** Pahoehoe lava. **Figure 18.** Aa lava.

- **Lave lisse de surface** : elle est différente des autres deux types. Elle est moins dense et très fluide.



**Figure 19.** Lave lisse de surface.

- **Lave sous-marine (ou lave en coussins)** : ce type de lave refroidit très rapidement grâce à son contact avec l'eau, et qui lui donne un aspect très particulier qui ressemble à un coussin.



**Figure 20.** Lave coussin.

### c) Gaz

La portion de gaz du magma varie entre 1% et 5% de son poids total. De ces gaz environ 70-90% est de la vapeur.

Les autres gaz sont le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), azote ( $\text{N}_2$ ), hydrogène ( $\text{H}_2$ ), monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ), soufre (S), argon (Ar), chlore (Cl), et Fluor (F). Ces gaz peuvent se combiner avec l'eau ou l'hydrogène pour former de nombreux toxiques comme le chlorure d'hydrogène (HCl), fluorure d'hydrogène (HF), l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) et le sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ).



Figure 21. Emission d'acide sulfurique.

### d) Débris boueux

**Les débris boueux** sont faits d'un mélange d'eau et de matériaux rocheux d'origine volcanique (roches, pierres ponce et cendres).

Elles peuvent parcourir de grandes collines à une grande vitesse. Les débris boueux sont un phénomène commun dans les zones où il y a beaucoup d'eau.

Ceci peut être grâce à la fusion de la glace et des masses de neige, pluie, ou si les débris rocheux contactent avec un lac ou une rivière.

Le danger associé dépend de la quantité d'eau disponible, la quantité et la taille des débris rocheux et de la topographie de la zone.

## 4.4. Types de volcans et autres structures volcaniques

### a) Classification par la forme

**1. Stratovolcan :** forme de cône avec un cratère central. Le cône est formé par les couches successives de lave, scories et cendres, comme résultat des éruptions. La plupart des volcans du Guatemala ont cette forme.



Figure 22. Mont Teide (Tenerife) Espagne.

**2. Calderas :** ce sont le résultat de grandes éruptions, ou il y a un partial ou total collapse de la structure volcanique, laissant un cratère énorme.

Les cratères de diamètre supérieur à un kilomètre sont appelés calderas. Il y a au moins 138 calderas de diamètre supérieur à 5km dans la planète. Certaines calderas sont si grandes que l'on peut seulement les observer entièrement de l'espace.

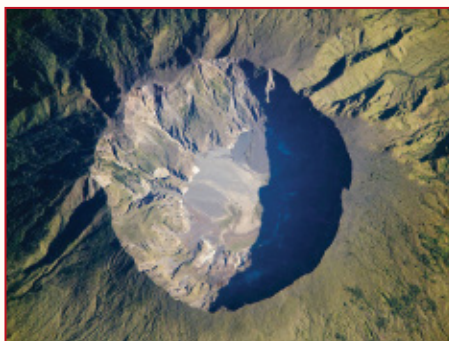


Figure 23. Caldera de Tambora (Île de Sumbawa) Indonésie.



**3. Volcan bouclier :** c'est un type de volcan avec une structure conique basse. Ces volcans sont faits de couches successives d'une lave très fluide. C'est un type de volcan commun à l'Hawaïi.



Figure 24. Volcan Kilauea (Hawaïi).

**4. Dômes de lave :** structures qui émergent d'un conduit d'un volcan, formées par une lave qui est si visqueuse qu'elle ne coule pas. Un exemple est le dôme de Santiaguito au Sud-Ouest du volcan de Santa Maria au Guatemala.

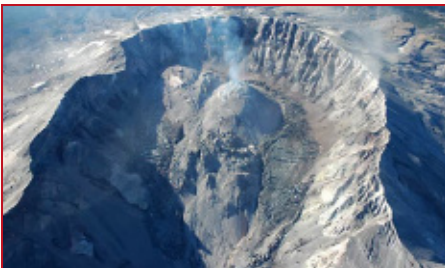


Figure 25. Dôme de Santa Maria (Guatemala).

**5. Cônes de cendres ou de scorie :** ceux-ci sont des cônes relativement petits, et comme on le voit par leur nom, ils sont formés par l'accumulation de cendres et de scories. Exemples de ce type de volcans sont les collines de la faille de Jalpatagua, et la large dépression à côté du volcan Ipala au Guatemala.



Figure 26. Parc National de Haleakala (Hawaïi).

**6. Sources chaudes et geysers :** ces sources émettent de l'eau et la vapeur à haute températures. Elles sont habituellement en forme de jets causés par l'échauffement de l'eau des dépôts souterrains. La chaleur augmente la pression jusqu'à ce qu'elle soit suffisante à faire monter l'eau à la surface, où elle est expulsée avec violence. Les meilleurs geysers sont au Parc National Yellowstone aux Etats-Unis.

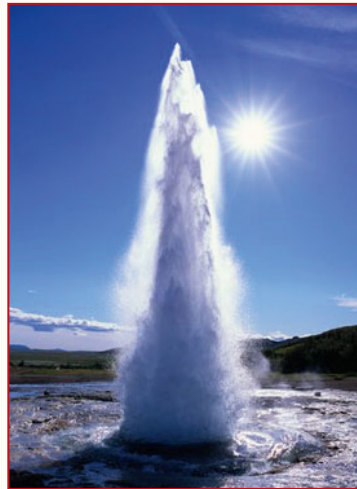


Figure 27. Geyser (Etats-Unis).

**7. Fumerolles :** ouvertures ou fissures de la surface de la planète, autour d'un volcan, où les gaz s'échappent et sont libérés dans l'atmosphère.



Figure 28. Fumerolles, Azores (Portugal).

**8. Geysier d'eau froide :** geysier froids qui libèrent du dioxyde de carbone.



**Figure 29.** Geysier d'eau froide dans un parc naturel en République Tchèque.

**9. Solfatares :** geysers qui libèrent de la vapeur d'eau et de l'acide sulfurique. Leurs températures ne dépassent pas les 100°C.

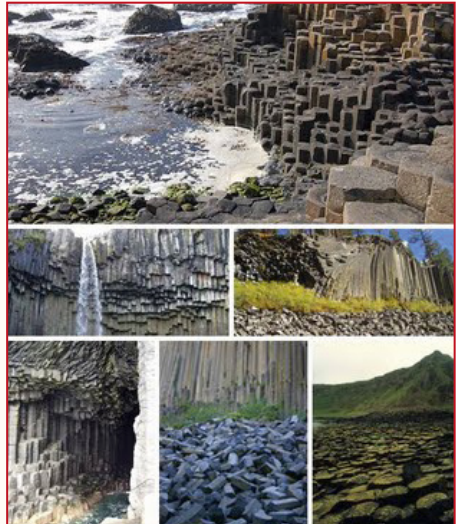


**Figure 30.** Solfatares : les dépôts de cristaux de sulfure (jaune) sont clairement visibles.

**10. Fissures et champs de lave :** la plupart du matériel volcanique est expulsé à travers des fractures dans la croûte qui s'appellent fissures.

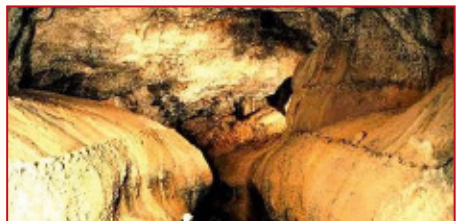
Ces fissures permettent la libération de lave peu visqueuse qui s'étend à de grandes aires. Les éruptions de fissures apportent une lave basaltique fluide. Les couches successives couvrent le terrain pour former les champs de lave.

Ces courants de lave sont appelés cours de basalte. Ce type de lave est plus fréquent sous la mer.



**Figure 31.** Exemples d'éruptions de fissures et de champs de lave.

**11. Canaux :** cavités ou conduits qui présentent des roches volcaniques et sont formés par le cours de lave. Ils sont formés en même temps que les roches qui les entourent et ne sont pas un résultat d'érosion.



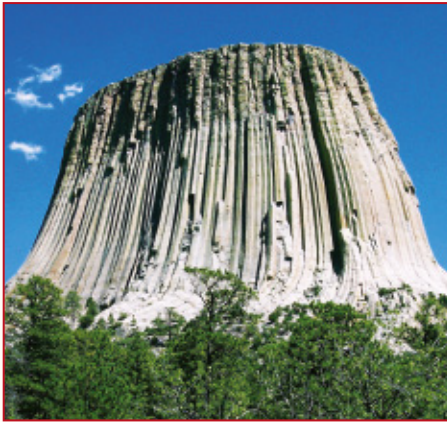
**Figure 32.** Canaux créés par le passage de lave.

**12. Conduits volcaniques :** ceux-ci sont composés de basalte. Ils sont le résultat de la lave qui solidifie à l'intérieur du volcan.

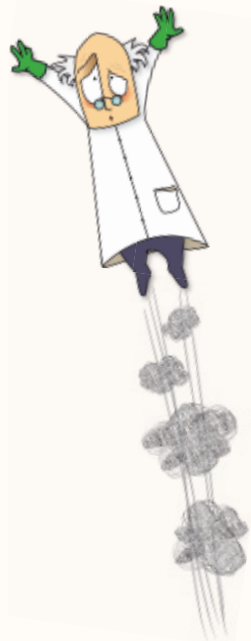
L'érosion détruit et renouvelle la surface de notre planète.

Le cône des volcans, formé par des cendres ou d'autres matériaux moins solides, souffre l'érosion beaucoup plus rapidement que la

roche solide formée par la lave qui solidifie le conduit. Cette roche reste isolée pendant beaucoup de temps. Ces structures ont une forme caractéristique.



**Figure 33.** La tour du Diable, Etats-Unis : les seuls conduits volcaniques exposés par l'érosion.



### SAVAIS-TU...

Le refroidissement du magma donne origine à des différents types de roches selon leur composition chimique et le procès de refroidissement ?

Deux grands groupes se distinguent :

**Roches extrusives** : formées par un refroidissement rapide de la lave superficielle. Elles sont formées de petits cristaux qui sont, quelques fois, difficiles à voir à l'œil nu. Elle sont souvent composées de pyroxène ou olivine et ont un haut pourcentage de fer.

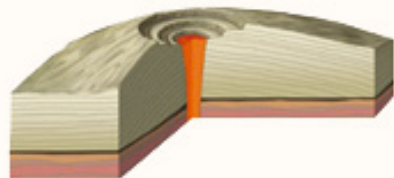
Exemple : basalte

**Roches intrusives** : formées par le refroidissement lent de la lave en profondeur. Elles sont composées de cristaux bien définis, et visibles à l'œil nu. Un exemple de ce type de roches est le granite, qui est formée surtout de quartz, feldspath et mica.

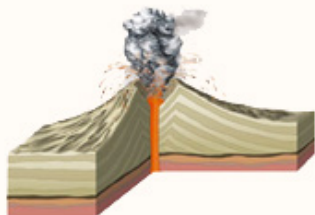
### b) Classification par le type d'éruption

L'activité volcanique peut être classifiée selon la nature effusive ou explosive de son éruption :

**Hawaiienne** : caractérisée par une abondante quantité de magma très fluide, formant des larges lacs et rivière de lave. Comme résultat de la grande fluidité, la quantité de gaz libérée est très petite. Les explosions violentes sont rares, mais l'accumulation de gaz peut conduire à des fontaines de lave qui peuvent atteindre plusieurs mètres en hauteur.

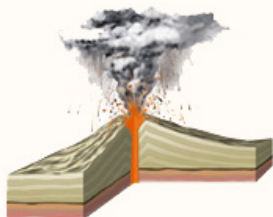


**Strombolienne** : caractérisée par des explosions constantes et régulières qui entraînent de la lave incandescente dans l'air. Les explosions se font accompagner de grandes rivières de lave et d'émissions de gaz. La lave est plus visqueuse que celle du type hawaïien. Les cônes de cendres se forment très vite de couches alternantes de lave et roches pyroclastiques.



**Vulcanienne** : ce sont les moins fréquentes et les éruptions sont plus violentes que celles du type strombolien, surtout à cause du type de lave. La lave est encore plus visqueuse que dans les éruptions stromboliennes et la libération de gaz est plus difficile.

Ce type d'éruption est souvent accompagné de nuages de cendres et gaz qui montent plusieurs kilomètres dans l'atmosphère. Après l'éruption, le conduit central est souvent libre car aucun cours de lave n'est présent.

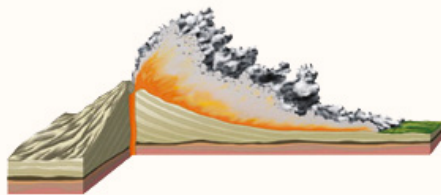


**Plinienne** : les éruptions sont très violentes, elles peuvent projeter du matériel pyroclastique à plusieurs kilomètres de distance et former de grandes colonnes verticales de gaz et cendres.

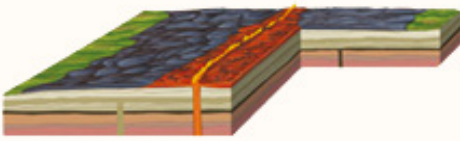
Elles sont souvent accompagnées par le colapso de la partie supérieure du volcan.



**Péléenne** : les éruptions sont très violentes, la lave est très fluide et il y a une grande quantité de gaz libérée. Elles peuvent produire de grands courants de gaz, cendres, roches et du magma pulvérisé, qui descend très rapidement et détruisant tout derrière lui. Ces courants de matériel incandescent sont appelés nuages pyroclastiques et sont très dangereux.



**Islandaise** : celle-ci ne forme pas de cône ou cratère caractéristique comme les autres types. Sa grande caractéristique est la grande émission de lave de fissures. Quelques émissions peuvent former des cours de lave de basse viscosité qui peuvent s'étendre dans de grandes aires.



**Sous-marine ou du type geyser :** elles sont le résultat du contact du magma avec de l'eau du sous-sol. Il n'y a pas d'émission de lave mais l'eau ou la vapeur d'eau est expulsée grâce aux hautes pressions et températures, surtout sur la base ou les descentes du volcan. Dans certains cas, les éruptions peuvent être suffisamment violentes à provoquer un petit cratère.

### c) Classification par l'activité

#### **Volcans actifs**

Volcans qui peuvent avoir une éruption. La plupart des volcans a une éruption de temps en temps et puis devient dormant. Il y a peu de volcans constamment en éruption. La période d'activité peut avoir quelques heures à quelques années, mais les volcans dormants peuvent rester ainsi pendant des mois, années ou même des siècles.

#### **Volcans dormants**

Ce sont ceux qui sont à une phase de repos, qui présentent une évidence sporadique de volcanisme secondaire, comme les geysers ou les fumerolles.

#### **Volcans éteints**

Ce sont des volcans qui ont été actifs mais qui ne présentent plus d'indications qu'ils pourront l'être à nouveau.

Ces volcans sont souvent rencontrés. Rarement, un volcan que l'on pensait être éteint peut être réactivé. Normalement un volcan doit être dormant sans aucun signe de volcanisme pendant plusieurs siècles avant

d'être considéré éteint. L'activité d'éruption est le plus souvent intermittente, avec des périodes d'activité qui s'alternent avec de longues périodes de dormance.



**Figure 34.** Shiprock, Etays-Unis. C'est un conduit d'un volcan éteint.

### 4.5. Comment les volcans sont étudiés ?

L'étude des volcans est très importante car elle nous donne de l'information de processus qui se passent dans la Terre. Comprendre leur fonctionnement nous permet de prévoir des éruptions et éviter les désastres. Environ 10% de la population mondiale vit dans des aires d'activité volcanique. Pour réduire le nombre de morts et de dommages associés à l'activité volcanique, le suivi constant des volcans est mené pour déterminer les plus petits changements.

## Aires d'étude :

### - Géologie

L'étude géologique des volcans ; les dépôts d'anciennes éruptions et du terrain qui l'entoure sont fondamentaux à comprendre l'histoire d'un volcan et à prédire son futur comportement.

### - Thermodynamique

Les volcans se chauffent lorsque le magma monte. Il est très important de suivre la température d'un volcan. Ceci est fait en utilisant :

- des thermomètres.
- des radiomètres.

### - Géochimie

Le volcan libère de la fumée et du gaz dissous dans le magma. Il est ainsi important de mesurer la composition des différents gaz. Ceci est fait avec :

- COSPEC.
- Spectromètre utilisé pour mesurer le flux des substances libérées.
- Analyse locale.

### - Géodésie

Un volcan est déformé par les changements de la pression intérieure, grâce aux épisodes de volcanisme. Ceci signifie que beaucoup peut être appris avec la mesure de l'angle et la distance entre certains points autour et dehors du volcan.

### - Sismologie

La sismologie volcanique est l'étude des ondes sismique qui sont générées par l'activité volcanique dans une aire donnée. Le volcan et l'aire qui l'entoure souffrent des séismes car les changements de la pression intérieure causent des variations dynamiques. Ces oscillations sont mesurées avec un sismomètre. Ils sont souvent à côté du volcan ou dans l'aire qui l'entoure. Six ou plus de sismomètres sont normalement placés pour calculer une vitesse et une directions des ondes sismiques plus précise.

## - Méthodes d'études et techniques

### Gravimètre

- Mesure les variations de la gravité, car le champ gravitationnel change à chaque fois que des matériaux de densités différentes traversent les couches.

### Magnétomètre

- Mesure les variations d'intensité, d'inclinaison, et de déclinaison du champ magnétique causé par l'intrusion de matériel qui a des propriétés magnétiques.

### Electrode

- Mesure la résistance et des différences de potentiel causées par l'intrusion de matériel de différentes propriétés électriques.

### Measuring instruments

#### - Spectrogrammes

Un instrument qui mesure l'intensité du son.

#### - Méthode RSAM (Mesure de l'amplitude sismique en temps réel)

La méthode pour mesurer l'amplitude sismique en temps réel. C'est une méthode rapide de quantifier l'activité sismique des volcans. Cette méthode est très utile car elle peu prédire des éruptions, comme celle du Pinatubo et du Mont de St. Hélène.



#### 4.6. Quelques éruptions importantes

**15<sup>ème</sup> siècle avant J-C** : Santorin (Mer Égée). Cette éruption peut être une des causes du déclin et disparition de la culture minoenne.

**76 après J-C** : Vésuve (Italie). Cette éruption a détruit Pompéi et Herculaneum.

**122 après J-C** : Etna (Italie). Atteint la ville de Catane, capitale de la Sicile.

**1783** : Laki (Islande). Des gaz et des roches ont détruit le pays, résultant en 10,000 morts (20% de la population). Elle a aussi causé des morts au Royaume- Uni, et au Nord de l'Europe, affectant aussi le climat de ces régions.

**1812** : Tambora (Indonésie). Les explosions causent environ 12,000 morts.

**1814** : Mayon (Philippines). Les lahars causent environ 1,200 morts.

**1833** : Krakatoa (Indonésie). Une des plus grandes explosions enregistrées, elle a été entendue à plus de 5,000 kms de distance. Les nuages de cendres sont expulsés dans l'atmosphère, affectant le climat de planète pendant des années.

**1902** : Santa Maria (Guatemala). 6,000 victimes.

**1902** : Mount Pele (Martinique). A pyroclastic cloud destroyed the city of St Pierre. 28,000 victims.

**1902** : Soufrière (Saint Vincent). Nuages pyroclastiques causent 1,500 morts.

**1911** : Taal (Philippines). Les explosions causent 1,400 morts.

**1911** : Taal (Philippines). Les explosions causent 1,400 morts.

**1931** : Merapi (Indonésie). Les lahars causent plus de 1,000 morts.

**1951** : Mont Lamington (Nouvelle Guinée). Un nuage pyroclastique cause la mort à plus de 3,000 personnes.

**1963** : Agung (Indonésie). Plus de 1,000 victimes, dont beaucoup se sont refusées à évacuer la zone.

**1976** : Soufrière (Guadeloupe). Un faux alarme provoque l'évacuation de 70,000 personnes.

**1980** : Galunggung (Indonésie). 40,000 personnes sont évacuées.

**1981** : Galunggung (Indonésie). 40,000 personnes ont été évacuées.

**1982** : Chichón (Mexique). L'éruption cause environ 2,000 morts.

**1985** : Ruiz (Colombie). Les lahars provoquent plus de 20,000 morts.

**1986** : Lac Nyos (Cameroun). Nuages de gaz empoisonné provoquent plus de 1,700 morts.

**1991** : Eruptions simultanées aux Philippines et au Japon :

- Mont Unzen (Japon) : Les volcanologues Katia et Maurice Krafft, et Harry Glicken, perdent leur vie, ainsi que 40 autres personnes, surtout des journalistes.

- Pinatubo (Philippines) : Environ 60,000 personnes sont évacuées quelques jours avant l'éruption.

Environ 300 morts résultent de cette éruption. Les cendres libérées dans l'atmosphère arrivent en Malaisie, au Vietnam et en Chine. Elle a eu un grand impact dans l'économie philippine et de grandes répercussions dans le climat de l'hémisphère nord pendant des mois, en provoquant une diminution de la température.

**1993 :** Le volcan Mayon des philippines souffre une éruption à nouveau. 77 personnes meurent et un nuage de cendres est libéré à nouveau.

**2006 :** Éruption du volcan Merapi en Indonésie. Une grande quantité de débris sont lancés à une distance de 4km. Cette éruption provoque aussi une grande libération de cendres, ainsi que des explosions du cratère. La population est évacuée et quelques jours après un séisme dévaste la région.

**2010 :** Le 17 Avril 2010, l'explosion du volcan Eyjafjallajökull, situé dans un glacier avec le même nom, libère des cendres fines et toxiques, qui atteignent plus de 10,000 mètres dans l'atmosphère. Les particules étaient invisibles et ont causé beaucoup de problèmes aux appareils aériens. Cette éruption provoque le chaos aux aéroports européens et des centaines de personnes sont empêchées de voyager pendant beaucoup de jours.

### SAVAIS-TU...

L'Islande est la plus grande portion de terre faite entièrement d'origine volcanique ? Elle est formée par un plateau de lave expulsée par les fractures ou des volcans de cône large.



**Figure 36.** Un glacier volcanique.

Le mécanisme de l'explosion de Eyjafjallajökull, qui a paralysé les transports aériens de l'Europe, ressemble à une grande casserole à pression. Quelques semaines avant éruption, le volcan devient une attraction touristique grâce à ses grandes langues de lave, jusqu'à ce qui explose.

L'eau du glacier entre dans le volcan et s'évapore au contact avec le magma, dont la température est supérieure à 1000°C, et ainsi cause l'explosion volcanique.

En réalité, l'éruption de Eyjafjallajökull n'est pas très forte – l'indice d'explosion volcanique (VEI) va de 0 à 8, et cette explosion n'est pas plus grande 2 ou 3. Cet indice est un indice d'évaluation et non pas un facteur mathématique, comme l'échelle de Richter pour les tremblements de terre.



**Figure 37.** Le nuage de poussière du Eyjafjallajökull.

### SAVAIS-TU...

En Islande il y a plus de 10 volcans actifs ? Ils ont tous des noms féminins.



## 5. Expériences

### ★ Matériel inclus dans le kit.



#### Expérience 1

#### Build your Jurassic volcano

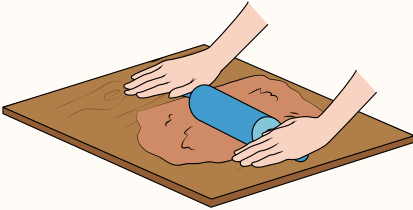
#### Matériel :

- Pâte à modeler ★
- Rouleau à pâtisserie ★
- Verre en plastique
- Pinceau et gouaches
- Planche

#### Procédures :

1. Commence par préparer la zone d'expériences et choisis une table large où tu peux poser tous les éléments dont tu as besoin.

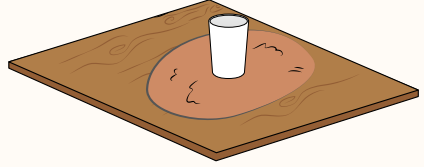
2. Ouvre un des paquets de pâte à modeler et crée la base de ton volcan : place la pâte à modeler sur la planche et rends la lisse et fine avec le rouleau.



3. Assure que la base devient circulaire.

4. Tourne la pâte à l'envers et roule-la à nouveau jusqu'à ce que les deux côtés soient lisses. Si tu vois une imperfection sur la pâte, utilise tes doigts pour faire pression.

5. Place le verre en plastique sur la pâte à modeler. Le verre sera la moule de ton volcan.



6. Maintenant nous allons faire les parois de ton volcan. Ouvre le deuxième paquet de pâte à modeler et à nouveau, donne lui une forme circulaire comme à l'étape numéro 1.

7. Avec le rouleau et tes doigts, rend la pâte complètement lisse.

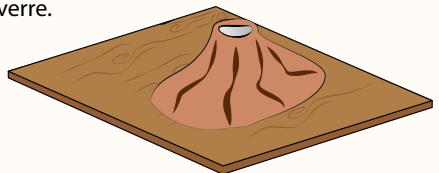
8. Ce cercle que tu es en train de faire doit être plus large que le premier. Dans ce cas la pâte doit couvrir le verre et atteindre la base du volcan, pour créer un cône.

9. Quand le verre est totalement couvert, avec le diamètre correct, attache-le à la base du volcan avec tes doigts.



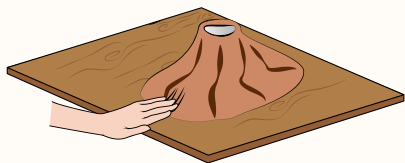
10. Enlève la pâte à modeler du haut du volcan (sur l'ouverture du verre), pour former le cratère.

**Attention :** assure-toi que tu as de la pâte à modeler suffisante pour couvrir le bord du verre.

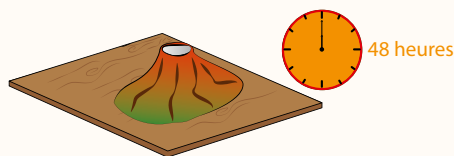


11. Pendant toutes les étapes de la construction de ton volcan, tu dois toujours être sûr que la pâte est régulièrement lisse :

passes tes doigts sur la pâte, entre la base et les parois du volcan. Si tu sens que la pâte commence à devenir sèche, mouille tes doigts et passe les doigts sur la pâte.



**12.** Laisse ton volcan sécher sur la table pendant 48 heures. Maintenant il est temps de le peindre avec les gouaches !



**13.** Quand le volcan est sec, il est prêt à être utilisé !

### Explication :

Quelques matériaux que nous utilisons tous les jours viennent de la nature. La pâte à modeler que nous avons utilisé dans cette expérience vient d'une plante : le bambou.

### SAVAIS-TU...

Le bambou est l'aliment préféré des pandas géants ?



Figure 38. Panda géant en mangeant du bambou.

Bien-sûr que tu as entendu parler d'autres pâtes à modeler, par exemple la pâte du genre play dough ou l'argile.

La pâte du genre *play dough* ne sèche pas. L'argile, par contre, est un matériel riche en eau, et ainsi, très malléable. L'argile devient solide et une structure dure car toute l'eau s'évapore. Cette argile doit être cuisinée dans un four.

Le grand avantage de la pâte à modeler que tu as utilisé dans cette expérience est que le contact à l'air suffit pour qu'elle devienne solide.

En plus, quand elle est sèche, tu peux la mouiller et elle ne perd pas sa forme initiale.



### Expérience 2 L'éruption d'un volcan

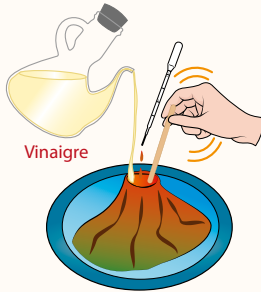
Nous allons maintenant voir une éruption de ton volcan. Peux-tu dire quel type d'éruption est-il ?

#### Matériel :

- Volcan Jurassique (construit à l'expérience 1)
- Pipette pasteur ★
- Colorant alimentaire rouge ★
- Spatule en plastique ★
- Spatule en bois ★
- Bicarbonate de sodium ★
- Verre à mesurer de taille grande ★
- Vinaigre
- Farine de blé
- Grand plat

#### Procédures :

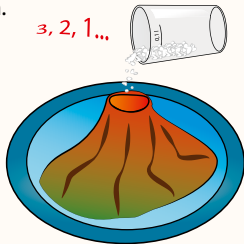
1. Commence par placer le volcan dans le plat.
2. Remplis le volcan avec du vinaigre.
3. Avec la pipette pasteur, additionne quelques gouttes du colorant rouge et avec la spatule en bois mélange bien.



4. Avec la spatule en plastique, additionne 3 cuillères de la farine de blé et mélange bien, jusqu'à ce que la farine soit dissoute dans le vinaigre.

5. Avec la spatule, additionne 5 cuillères du bicarbonate de sodium au verre à mesurer.

6. Commence le comptage pour la verser dans le volcan.



7. Observe ce qui se passe.

**ATTENTION : quand tu as finis, jette tous les produits alimentaires utilisés dans cette expérience.**

#### Explication :

Dans cette expérience tu peux simuler ce qui se passe dans une éruption **effusive** à travers une réaction chimique.

La réaction chimique tu viens d'observer est une réaction **acido-basique**.

Le vinaigre a dans ces composants un acide, **l'acide acétique**. Le bicarbonate de sodium est une base.

Ainsi, quand il est mélangé avec un acide, le bicarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ) se décompose et libère des gaz (dioxyde de carbone), selon la réaction chimique suivante :



Dans cette réaction, nous avons comme produits de réaction du sel (Na-Acide) qui se dissout dans l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), et du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), qui forme des bulles dans le liquide car c'est un gaz.

Dans cette expérience, la farine sert à simuler l'aspect de lave, car elle la rend plus solide.



### Expérience 3 Volcan

Dans cette expérience nous allons voir l'éruption d'un volcan.

#### Matériel :

- Lunette de protection ★
- Bicarbonate de sodium ★
- Moule de volcan ★
- Spatule en plastique ★
- Eau
- Colorant alimentaire rouge ★
- Vinaigre
- Plat grand
- Pipette pasteur ★

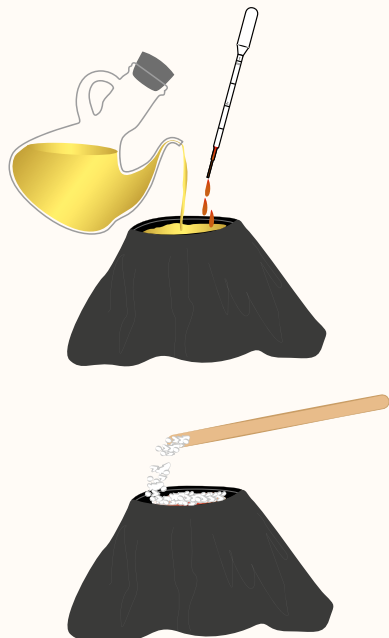
#### Procédures :

1. Place ton volcan modèle sur le plat.
2. Remplis le volcan avec du vinaigre.
3. Additionne 4 gouttes de vinaigre, en utilisant la pipette pasteur.
4. Avec la spatule, mets un peu de bicarbonate de sodium dans le volcan.
5. Observe le volcan en éruption !

### Explication :

À nouveau, cette expérience simule ce qui se passe dans une éruption volcanique, en utilisant une réaction chimique.

Les principes de chimie sont exactement les mêmes que dans l'expérience 2



### Expérience 4

#### Une autre forme de faire un volcan

Nous allons voir une autre manière de créer de la lave volcanique.

#### Matériel :

- Bol ou récipient large
- Bouteille en plastique (330 ou 500 ml)
- Citron
- Bicarbonate de sodium ★
- Liquide vaisselle
- Farine
- Colorant alimentaire rouge ★
- Pâte à modeler ★
- Verre ★
- Cuillère petite

#### Procédures :

**1.** Tu dois commencer par fixer la bouteille au bol. Avec un peu de pâte à modeler fais une base circulaire et presse la sur le bol. Enfin, presse la bouteille contre la pâte à modeler.

**2.** Presse la moitié d'un citron dans la bouteille. Ensuite, avec la pipette pasteur, additionne 2 gouttes de colorant alimentaire rouge.

**3.** Maintenant, choisis quel type de lave tu veux produire :

Si tu veux de la lave avec beaucoup de mousse et très visqueuse, additionne une cuillère de **liquide vaisselle** à la bouteille.

Si tu préfères une lave plus **fluide**, additionne à la bouteille une cuillère de farine.

Tu peux agiter un peu la bouteille, pour bien mélanger les ingrédients. Mais fais attention de ne pas former de la mousse.

**4.** Finalement, dans le verre, mets 2 cuillères de bicarbonate de sodium.

**5.** Maintenant, il est temps de commencer l'éruption volcanique : additionne le bicarbonate de sodium dans la bouteille et observe ce qui se passe !

### Explication :

Dans cette expérience la même réaction chimique se passe : une réaction **acido-basique**.

Le jus de citron contient de **l'acide citrique**. Comme le nom indique, c'est un acide, et mélangé avec le bicarbonate de sodium (base), libère du dioxyde de carbone.

### SAVAIS-TU...

L'acide citrique est présent dans tous les fruits citriques comme le citron, l'orange, et la tangerine ?

Cet acide est responsable par la saveur de tous ces fruits !



Bouteille en plastique vide



Colorant alimentaire



Pâte à modeler



Liquide vaisselle



Citron



Farine



Bol



### Expérience 5

### Bouteille volcan

La première fois que l'on boit une boisson chaude elle semble beaucoup plus brûlante que la deuxième fois. Sais-tu pourquoi ?

Cette expérience très simple avec de l'eau nous montre ce qui se passe quand on mélange des liquides chauds avec des liquides froids. L'eau chaude est expulsée quand elle entre en contact avec l'eau froide, comme un volcan.

### Matériel :

- Petite bouteille en verre
- Grande jarre en verre (deux fois la taille de la bouteille)
- Spatule en bois ★
- Colorant alimentaire rouge ★
- Four ou microondes
- Pipette pasteur ★

### Procédures :

1. Coupe une pièce de ficelle de 30 cm et attache un bout au col de la bouteille.
2. Attache aussi l'autre bout autour du col de la bouteille pour faire une poignée.
3. Remplis la jarre avec de l'eau froide du robinet. Ne remplis pas jusqu'au bout car tu devras avoir l'espace suffisant pour mettre la bouteille dans la jarre.
4. Remplis totalement la bouteille d'eau avec de l'eau chaude.
5. Mets un peu de colorant alimentaire rouge dans la jarre.
6. En tenant la bouteille par la poignée que tu as fais, mets-la doucement dans la jarre, en assurant qu'elle reste droite.



Figure 39. Bouteille volcan.

### Explication :

Quand tu mets la bouteille avec de l'eau chaude dans un récipient avec de l'eau froide, l'eau chaude est expulsée dans l'eau froide comme un volcan.

L'eau chaude monte rapidement au sommet de la jarre. Quand l'eau est chaude, elle dilate, et prend plus de place.

Ceci fait que l'eau chaude soit plus légère (moins dense) que l'eau froide, et ainsi elle monte à la surface de l'eau froide.



### Expérience 6 Geyser

Dans cette expérience tu verras comment fonctionne un geyser.

### Matériel :

- Entonnoir ★
- Bol (plus grand que l'entonnoir)

- Paille
- Eau

### Procédures :

1. Remplis le bol à moitié avec de l'eau.
2. Mets l'entonnoir dans le bol, avec la partie plus large en bas.
3. Incline doucement l'entonnoir et place la paille sur le côté incliné.
4. Souffle dans l'autre bout de la paille. Que se passe-t-il ? Essaie de souffler plus fort.

### Explication :

En soufflant dans l'entonnoir, la différence de pression et densité fait l'air monter rapidement par la partie plus petite. Grâce au changement de vitesse et de pression, l'air fait l'eau monter dans l'entonnoir, en ressemblant à un geyser.

En soufflant plus fort, tu augmentes encore plus la pression dans l'entonnoir, et un effet plus spectaculaire est réussi. Dans les vrais geysers, la pression est due à l'eau bouillante en contact avec l'eau chaude volcanique des roches.





## Expérience 7

### Une autre forme de faire un geyser

Dans cette expérience tu iras témoigner la force spectaculaire d'un geyser.

#### Matériel :

- *Coca-cola*, de préférence *light*
- *Mentos* (bonbons)
- Scotch

#### Procédures :

1. Choisis un espace ouvert et large pour faire cette expérience.
2. Maintenant, tu devras préparer les bonbons pour les mettre tous en même temps dans la bouteille. Attache les bonbons avec du scotch: un par un, attache les au scotch comme un fil. N'oublie pas de mettre du scotch des deux côtés des *mentos*. Quand tu as finit, tu as un cylindre que tu pourras mettre parfaitement dans la bouteille !
3. Prépare-toi, car tu dois être rapide ! Demande de l'aide à un adulte, ouvre la bouteille et mets le cylindre dans la bouteille !
4. Mets la bouteille un peu plus loin et observe ce qui se passe.

#### Explication :

Les boissons pétillantes ont dans sa composition une grande quantité de dioxyde de carbone dissous, en équilibre et sous pression, prêt à sortir quand la pression en surface diminue. Ainsi, quand on ouvre la bouteille le gaz échappe à l'extérieur. C'est aussi l'explication du son caractéristique quand tu ouvres une boisson pétillante.

Quand on laisse un *mentos* tomber dans une boisson pétillante, des bulles de dioxyde de carbone se forment autour des bonbons. Toutes ces bulles se forment si rapidement

qu'elles entraînent toute la boisson hors de la bouteille.

Quand on met les bonbons dans la boisson pétillante, on crée du dioxyde de carbone (qui est dissous) en libérant des points de pression.

En effet, on sait que quand on met un objet poreux quelconque, par exemple du sel, dans un liquide avec du gaz, on observe que le dioxyde de carbone est rapidement libéré.

Si on examine un *mentos* avec une loupe, on voit que sa surface est poreuse et rugueuse, et c'est de ces points irréguliers que le dioxyde de carbone est libéré. L'aspartame du *coca-cola light* diminue la surface de tension de la boisson et permet une réaction plus grande que le coca normal.

Beaucoup de bonbons que l'on mâche, comme les *mentos*, ont du chewing-gum arabe. C'est un produit utilisé largement dans l'industrie alimentaire, surtout grâce à ses propriétés épaississantes (ces bonbons sont très épais grâce au chewing-gum arabe).

Le chewing-gum arabe diminue aussi la tension superficielle des molécules d'eau, qui encourage la libération du dioxyde de carbone. La dilatation du gaz augmente aussi la pression dans la bouteille, et ainsi pousse le liquide dehors.





NATIONAL  
GEOGRAPHIC™

# KIT VOLCAN VOLCANO SET



National Geographic supports  
vital work in conservation, research,  
exploration, and education.

Visit our website: [www.nationalgeographic.com](http://www.nationalgeographic.com)

© 2015 National Geographic Partners LLC.  
All rights reserved. NATIONAL GEOGRAPHIC  
and Yellow Border Design are trademarks of the  
National Geographic Society, used under license.



**Bresser GmbH**

Gutenbergstr. 2 · DE-46414 Rhede  
[www.bresser.de](http://www.bresser.de) · [info@bresser.de](mailto:info@bresser.de)

ANL9130200FR0216NG

Sous réserve d'erreurs et de modifications techniques.  
Errors and technical changes reserved.