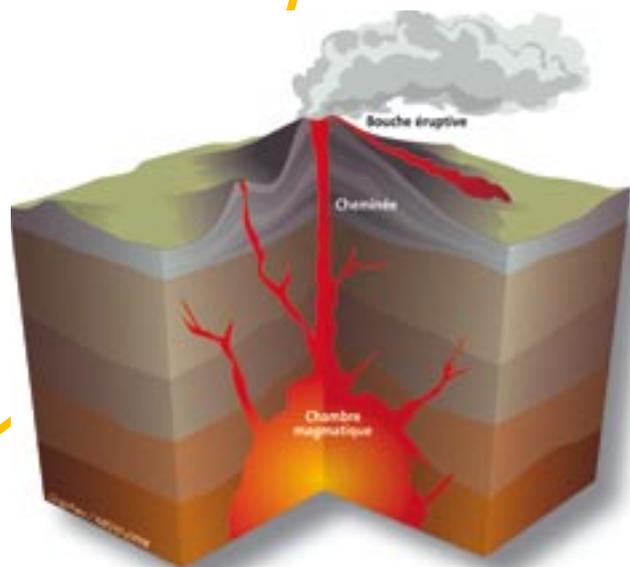


Le volcanisme



DOSSIER D'INFORMATION

risques naturels majeurs



L'éruption du Kelut, en Indonésie, en 1586

Sommaire

Introduction	2
Le phénomène volcanique	
La tectonique des plaques	3
Les volcans	3
Les produits d'une éruption	
L'activité d'un volcan	
La localisation du volcanisme	5
Le volcanisme des dorsales océaniques	
Le volcanisme des zones de subduction	
Le volcanisme intra-plaque	
L'aléa volcanique	
Les différents types d'éruption	7
Les manifestations du volcanisme	7
Les émanations de gaz	
Les coulées de lave	
Les retombées de tephra	
Les nuées ardentes	
Les éruptions phréatomagmatiques	
Les phénomènes annexes	8
Les coulées de boue	
Les glissements de terrain	
Les tsunamis	
Les remontées de gaz carbonique à la surface d'un lac	
Le risque volcanique	
Les conséquences du volcanisme	10
Les préjudices humains	
Les préjudices matériels	
Les effets sur l'environnement	
Les phénomènes historiques	11
Le cas français	13
La Guadeloupe	
La Martinique	
La Réunion	
La Polynésie française	
La métropole	
Les actions de prévention et de secours	
La prévention	17
L'étude du volcan	
L'information préventive	
L'alerte et les consignes	
Les secours	20
L'indemnisation	20
Références	22
Organisme de référence, sites internet consultés et bibliographie	
Glossaire	22

Document d'information édité par
le ministère de l'Écologie et du Développement durable,
direction de la Prévention des pollutions et des risques,
sous-direction de la Prévention des risques majeurs

Conception et réalisation :
Alp'Géorisques [38420 Domène]
Graphies [38240 Meylan]

Septembre 2002

Introduction

Depuis des millénaires, les volcans ont fasciné l'homme par leur puissance et les manifestations de leur activité. Nombre de croyances, divinités et autres dragons en sont nés. Bien qu'aujourd'hui démythifiés pour la plupart des civilisations, l'attraction des volcans est toujours aussi grande, notamment en raison des images spectaculaires et paysages hors du commun qu'ils offrent.

On recense actuellement environ 1 500 volcans actifs. Ils sont situés pour la plupart en limite des plaques lithosphériques. Leur nombre particulièrement important autour de l'océan Pacifique a justifié l'expression « ceinture de feu du Pacifique ».

Depuis le début du XVII^e siècle, on estime à environ 300 000 le nombre de victimes du volcanisme. À l'heure actuelle, cinq cent millions de personnes sont menacées par le risque volcanique, la plupart dans des pays en voie de développement.

Il se produit en moyenne une soixantaine d'éruptions volcaniques terrestres par an, auxquelles s'ajoutent les très nombreuses éruptions sous-marines. On estime en effet que les volcans sous-marins représentent plus de 80 % des édifices volcaniques.

Certains volcans sont en activité éruptive continue, comme le Stromboli en Italie, le Kilauea à Hawaii, la Soufrière de Montserrat, l'Ol Doinyo Lengai en Tanzanie ou l'Erta Alé en Éthiopie.

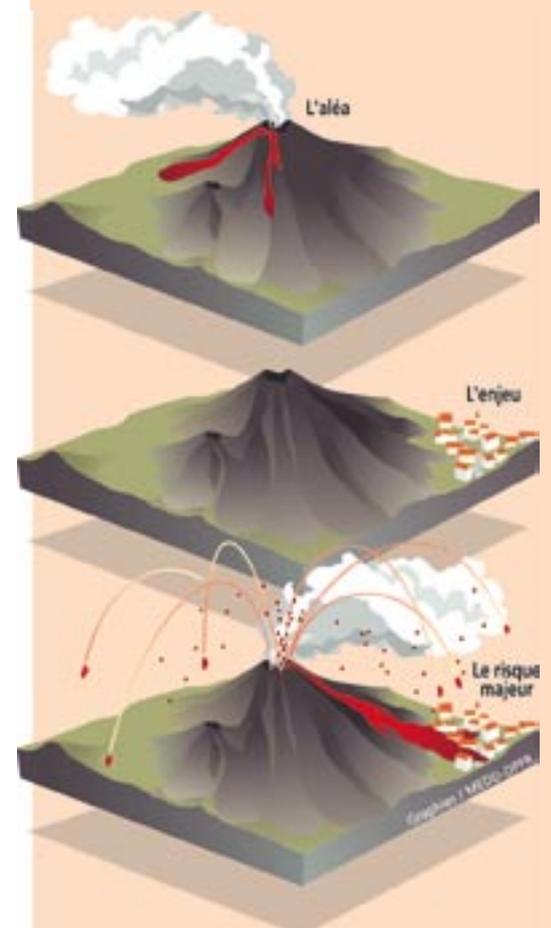
En France, les zones soumises actuellement au risque volcanique se trouvent dans les DOM-TOM, notamment à la Martinique, la Guadeloupe et la Réunion. La Polynésie française et le Massif Central sont également concernés, mais à un degré moindre.

Quelques définitions sont nécessaires à la compréhension de ce document.

L'aléa est la manifestation d'un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données.

L'enjeu est l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

Le risque majeur est la conséquence d'un aléa d'origine naturelle ou humaine, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionner des dégâts importants et dépasser les capacités de réaction des instances directement concernées.



LE PHÉNOMÈNE VOLCANIQUE

On définit un phénomène naturel comme la réalisation d'un événement particulier, sans tenir compte de son intensité ou de sa probabilité d'occurrence.

La tectonique des plaques

La tectonique des plaques, dont le principe est connu depuis la seconde moitié du XX^e siècle, est à l'origine des chaînes de montagne et de phénomènes tels que les séismes et le volcanisme.

La lithosphère (croûte et manteau supérieur) est morcelée en plusieurs fragments, appelés plaques. Sept plaques majeures recouvrent la surface terrestre. En raison des mouvements de convection au sein du manteau, ces plaques sont mobiles les unes par rapport aux autres, avec des vitesses de quelques centimètres par an.

Ces mouvements de plaques peuvent être divergents, convergents ou en coulissage.

Les volcans

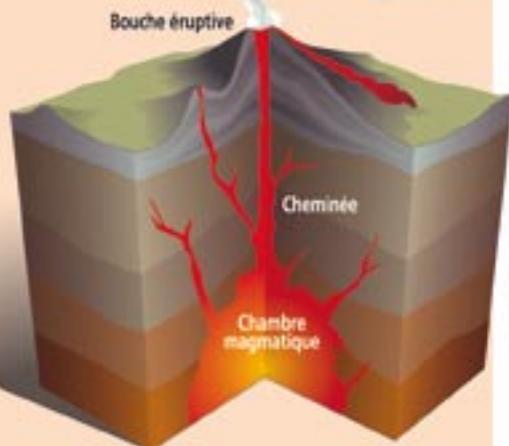
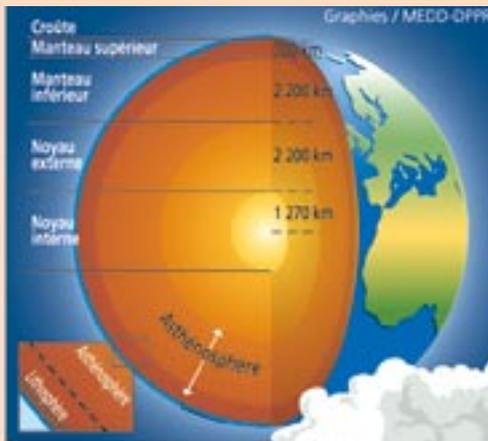
Un volcan est une émission en surface de produits (gazeux, liquides et solides) d'origine magmatique profonde. Il peut être terrestre ou sous-marin.

L'énergie dégagée lors d'une éruption volcanique peut atteindre, voire dépasser pour les événements cataclysmes, 10^{20} joules, soit dix millions de fois la puissance de la bombe lâchée sur Hiroshima en 1945.

■ Les produits d'une éruption

Lorsqu'un magma arrive à proximité de la surface terrestre, il dégage et se transforme alors en plusieurs produits :

- **les gaz** : au cours d'une éruption, un milliard de tonnes de gaz peut être relâché dans l'atmosphère. Leurs compositions varient selon le magma originel, mais aussi selon son degré d'évolution. Les trois principaux gaz émis par les édifices volcaniques sont, par ordre d'importance, la vapeur d'eau (H_2O), le dioxyde de carbone (CO_2) et l'anhydride sulfureux (SO_2). En quantité bien moindre, mais avec des conséquences loin d'être négligeables, on retrouve également le monoxyde de carbone (CO), l'acide chlorhydrique (HCl), l'hydrogène (H_2), l'hydrogène sulfuré (H_2S) et le soufre (S_2) ;



Le magma est le liquide qui se forme par fusion partielle du manteau terrestre (ou, plus rarement, de la croûte superficielle). Ce liquide, plus ou moins riche en gaz dissous, peut atteindre une température de 1 300 °C en profondeur. Ses caractéristiques, et notamment sa viscosité, conditionnent le type d'éruption.

Le magma est stocké dans des cavités, les chambres magmatiques, généralement situées à quelques kilomètres de profondeur. Il rejoint la surface par des cheminées.

Au cours de sa remontée vers la surface, la composition chimique et minéralogique d'un magma varie en fonction des roches qu'il traverse et de son temps de séjour dans les chambres magmatiques.

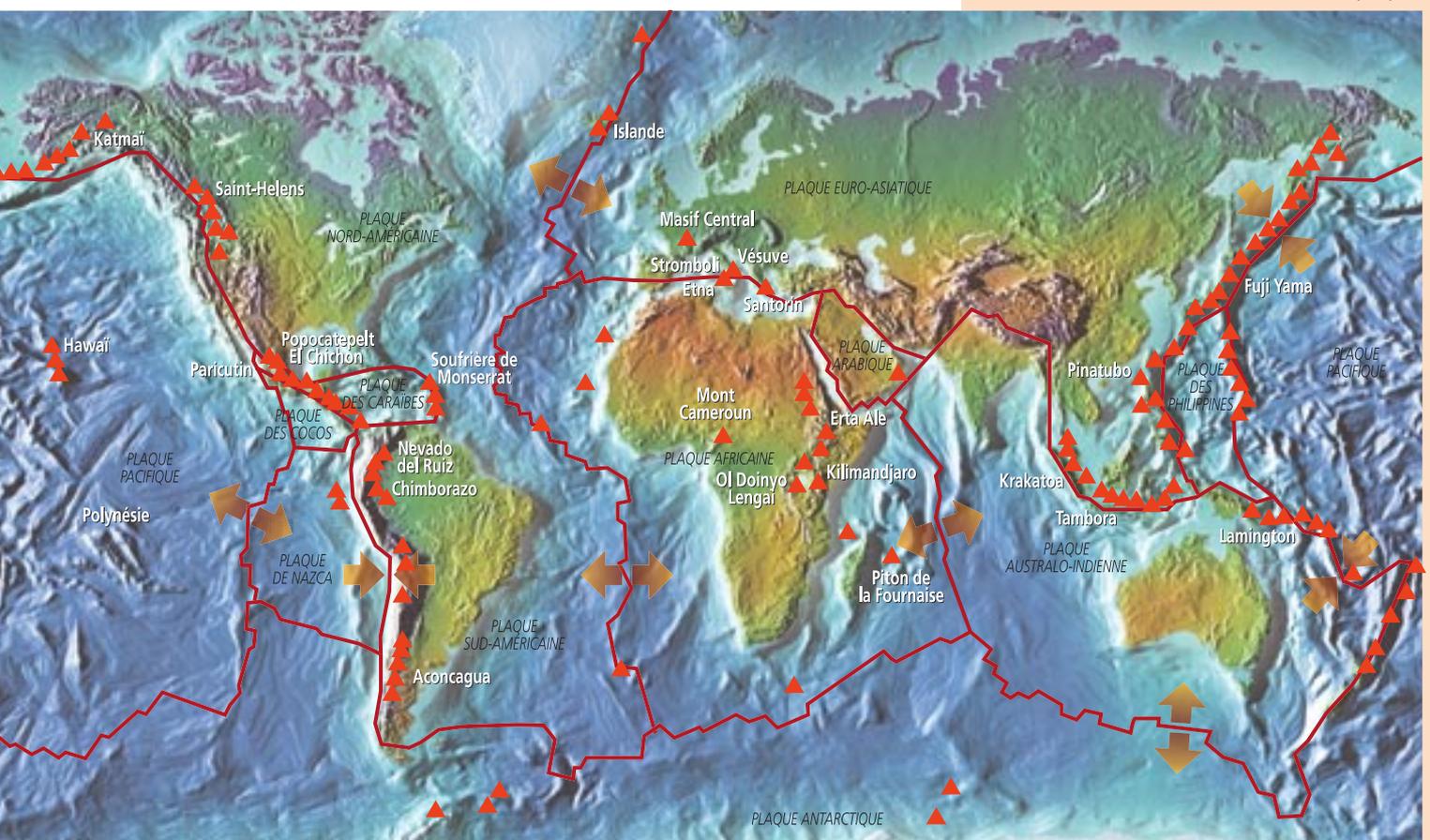
- **les liquides** : le magma, une fois dégazé, peut être émis sous forme de lave et s'épandre en coulées ;
- **les solides** : au sein de cette fraction solide, appelée *tephra* (cendres en grec), on distingue trois familles en fonction de la taille de l'élément : les bombes (plus de 64 mm), les lapillis (de 2 à 64 mm) et les cendres (moins de 2 mm). Ils sont projetés dans l'atmosphère, d'autant plus loin qu'ils sont légers.

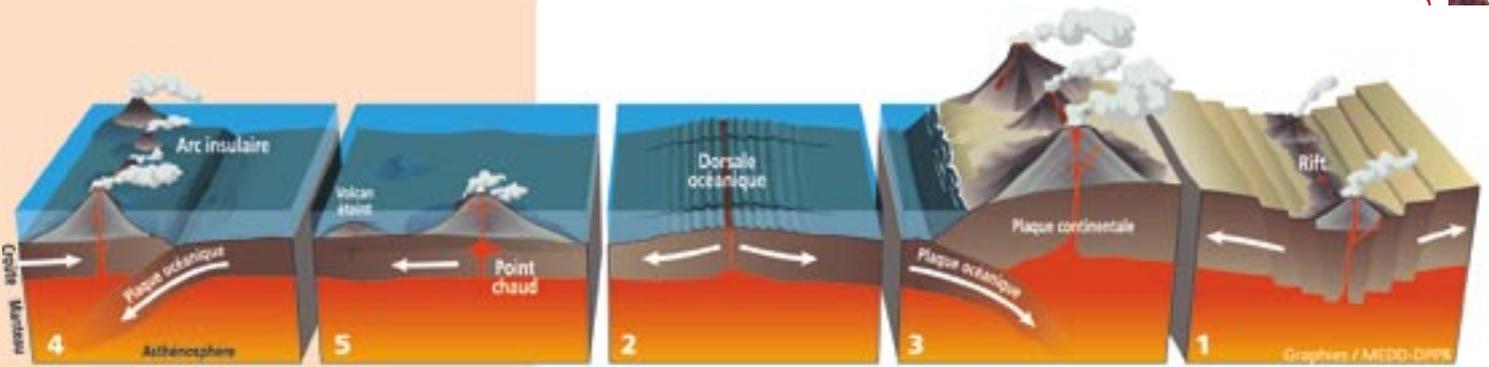
■ L'activité d'un volcan

On caractérise souvent un volcan par son activité : on parle de volcan actif ou de volcan éteint. La distinction entre ces deux termes n'est pas évidente : un volcan actif peut être en activité ou en sommeil ; une période de sommeil prolongée peut laisser à penser que le volcan est éteint, alors qu'une nouvelle éruption est possible à tout moment.

On considère qu'un volcan est éteint si le temps écoulé depuis sa dernière éruption est largement supérieur à la moyenne des périodes de sommeil passées.

La plupart des volcans se situent dans les zones de contact (convergence ou divergence) entre plaques.





On différencie :

- le volcanisme des dorsales océaniques, caractérisé par une remontée de magma au niveau d'un rift [1], qui peut être envahi par les eaux et devenir une dorsale océanique [2], et d'où partent des plaques divergentes ;
- le volcanisme des zones de subduction, caractérisé par la convergence de plaques, la plus dense plongeant sous la plus légère [3]. Lorsqu'il s'agit de deux plaques océaniques, un arc insulaire volcanique se forme [4] ;
- le volcanisme intra-plaque, caractérisé par une montée de magma, formant des points chauds fixes [5].

La localisation du volcanisme

L'activité volcanique étant liée à la tectonique des plaques, il est normal que, dans la majorité des cas, les volcans soient situés en limite de plaques.

■ Le volcanisme des dorsales océaniques

C'est le plus important système volcanique de la Terre, puisqu'il a produit la totalité des fonds océaniques, soit près de 70% de la surface terrestre.

Lorsque une remontée de magma a lieu sous un continent, la croûte continentale s'amincit au niveau d'un rift, puis se rompt, permettant l'arrivée en surface de ce magma. Ce phénomène se met évidemment en place sur une très longue durée (quelques millions d'années).

Si le phénomène se prolonge suffisamment, on passe à une phase océanique : la mer envahit le rift, appelé alors dorsale océanique. Les roches formées à partir de ce magma, au niveau des grandes failles qui caractérisent un rift, constituent la croûte océanique.

Les dorsales marquent la limite entre deux plaques divergentes. La croûte océanique s'éloigne de part et d'autre de l'axe de la dorsale par le jeu de la tectonique des plaques.

Ce type de volcanisme ne concerne pas le territoire français. L'Islande est un exemple d'une dorsale océanique dont le volcanisme émerge, ce qui permet une observation directe du phénomène.

■ Le volcanisme des zones de subduction

La taille de la Terre étant constante, la croûte créée au niveau des dorsales océaniques doit nécessairement disparaître ailleurs.

Cela se passe au niveau des convergences de plaques (océaniques ou continentales). Le long de la ligne de convergence, la plaque la plus dense plonge sous l'autre. On parle alors de subduction.

La subduction s'accompagne généralement d'une fusion partielle de la croûte plongeante ou du manteau alentour, ce qui peut donner lieu à un volcanisme en arrière de la zone de subduction.

Lorsque ce sont deux plaques océaniques qui convergent, un arc insulaire volcanique se forme. Les îles de la Martinique et de la Guadeloupe appartiennent à l'arc insulaire des Petites Antilles.

En cas de convergence d'une plaque océanique et d'une plaque continentale, la première plonge sous la seconde. Il n'y a aucun exemple sur le territoire français de ce type de volcanisme. En Amérique, la cordillère des Andes s'est formée par ce mécanisme.

■ Le volcanisme intra-plaque

Les différents types de volcanisme décrits jusqu'ici se trouvent à la frontière de deux plaques ou dans une région où une plaque se sépare en deux.

Il existe cependant un autre type de volcanisme appelé volcanisme de point chaud. Il se caractérise par une remontée beaucoup plus profonde de magma, vraisemblablement depuis l'interface noyau-manteau, à près de trois mille kilomètres de profondeur. Ces zones de remontées sont fixes par rapport aux plaques lithosphériques en mouvement. Un alignement de volcans se forme alors au fur et à mesure de ce déplacement relatif de la plaque par rapport à la source de magma. Cette succession de volcans (le plus ancien étant le plus éloigné du point chaud) permet de déterminer la vitesse et la direction de déplacement de la plaque.

En France, l'île de la Réunion, la Polynésie française et l'Auvergne appartiennent à ce type de volcanisme.

L'ALÉA VOLCANIQUE

Les différents types d'éruption

On distingue deux grands types d'éruption magmatique en fonction de la composition chimique du magma et de sa teneur en gaz dissous : les éruptions effusives et les éruptions explosives. Une éruption volcanique peut donc prendre plusieurs visages. Certains de ces visages sont communs aux deux types d'éruption, d'autres sont spécifiques de l'une ou de l'autre.

Les manifestations du volcanisme

■ Les émanations de gaz

L'émanation de gaz se produit au cours des deux types d'éruption. Des émanations peuvent également se produire, de manière plus ou moins continue, entre les phases éruptives. Les gaz sont émis au niveau de la gueule du volcan et sous forme de fumerolles sur ses flancs.

Tous les gaz sont toxiques sauf le plus important en volume, la vapeur d'eau. Leur toxicité les rend particulièrement dangereux pour les hommes et les animaux présents sur les flancs du volcan.

■ Les coulées de lave

Les coulées de lave, dont la température moyenne est de 1000 °C, sont caractéristiques des éruptions effusives. Elles s'écoulent à des vitesses relativement faibles (de l'ordre de quelques centaines de mètres par heure). Cette vitesse diminue au fur et à mesure que la lave s'éloigne du lieu d'émission et que sa température baisse.

Les coulées sont ainsi peu meurtrières, puisque les populations ont le temps de fuir les zones menacées. Elles sont par contre très difficiles à arrêter ou même à dévier. Elles peuvent donc causer d'importants dégâts matériels.

■ Les retombées de tephra

Lors d'éruptions explosives, les tephras sont projetés dans l'atmosphère. Les bombes retombent à proximité du volcan, tandis que les cendres peuvent s'élever jusqu'à 30 km d'altitude dans la stratosphère, et ainsi être dispersées très loin du point d'émission.

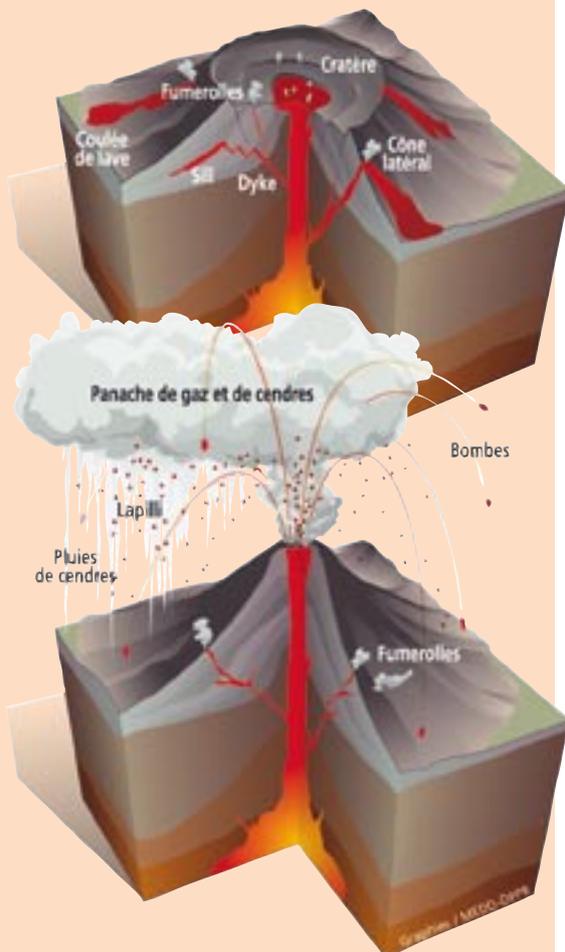
Aux abords du volcan, les couches de cendres déposées peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur. La surcharge causée par ces retombées peut causer l'effondrement des bâtiments. De plus, les

Lorsque le magma est peu visqueux et relativement pauvre en gaz dissous, les éruptions sont effusives, caractérisées par des coulées de lave.

Si le magma est visqueux, la lave ne peut s'écouler et forme alors un dôme au sommet du volcan.

Quand le magma est riche en gaz dissous, les éruptions sont explosives. Elles libèrent des roches déjà solidifiées bien qu'encore très chaudes (plus de 800 °C), les tephras.

En règle générale, un volcan est soit explosif, soit effusif. Cependant, cela peut changer au cours de son histoire, voire au cours d'une même éruption.



cendres les plus fines peuvent être inhalées et obstruer les voies respiratoires des hommes et des animaux.

■ Les nuées ardentes

Une nuée ardente est une émission brutale et dirigée d'un mélange constitué de gaz brûlants et de tephra. La nuée, dont la température atteint 500 °C, dévale les flancs du volcan à des vitesses de 200 à 500 km/h. Comme une avalanche de neige poudreuse, une nuée ardente peut se propager à contre-pente. Ce phénomène est souvent associé à l'édification d'un dôme ou d'une aiguille au sommet du volcan.

■ Les éruptions phréatomagmatiques

Au cours de sa remontée vers la surface, le magma peut entrer en contact avec une nappe souterraine ou une eau superficielle (lac, cours d'eau, etc.). La vaporisation brutale de cette eau produit de fortes explosions, qui peuvent provoquer l'éjection de matériaux de toute taille. On parle alors d'éruption phréatomagmatique quand le magma sort en même temps que l'eau, et d'éruption phréatique lorsque ces explosions sont isolées ou suivies d'éruptions magmatiques. Ce type de phénomène est particulièrement destructeur et dangereux.

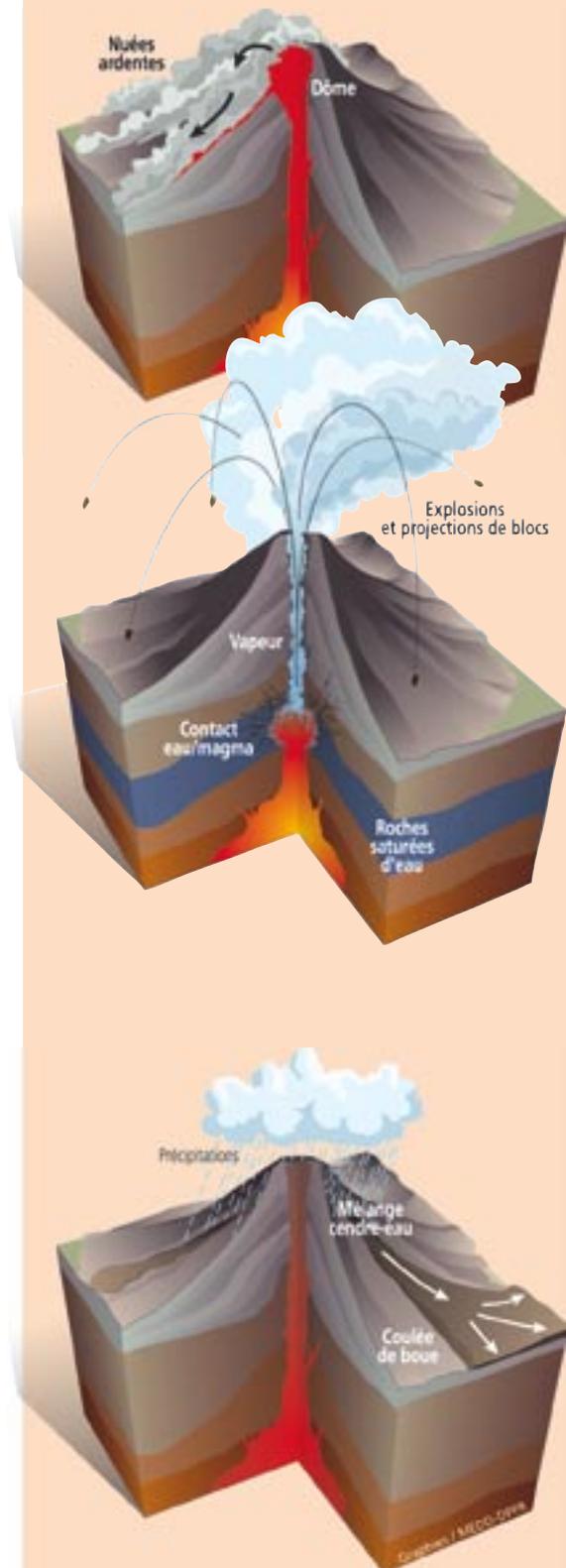
Les phénomènes annexes

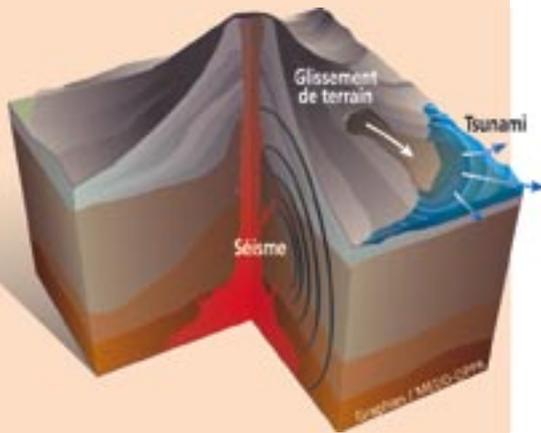
■ Les coulées de boue

Les coulées de boue, également appelées *lahars*, résultent du mélange de deux composants, les cendres et l'eau.

Lorsqu'une grande quantité de cendres déposée sur les flancs du volcan est transformée en boue par un fort apport d'eau (précipitations, rupture d'un lac de cratère ou fonte de neige), la boue dévale alors les pentes sous forme de coulées capables de tout détruire dans un rayon d'une centaine de kilomètres autour du volcan. Un lahar progresse à une vitesse de plusieurs dizaines de kilomètres par heure, et ne laisse, en général, pas le temps aux populations menacées d'évacuer les lieux à temps. Ils ont donc un caractère particulièrement dangereux.

Ces départs de lahars peuvent se produire plusieurs années après l'éruption qui a engendré le dépôt de cendres.





Malgré une vitesse de propagation pouvant atteindre 1 000 km/h, un tsunami n'est pas dangereux dans des eaux profondes car la hauteur de la vague est faible.

Par contre, lorsque elle se propage en eaux peu profondes, la vague est freinée et sa hauteur augmente sensiblement.

Lorsqu'elle atteint la côte, elle s'est transformée en véritable mur d'eau qui écrase tout sur son passage. En fonction de la topographie de la côte, la vague peut pénétrer loin à l'intérieur des terres.

■ Les glissements de terrain

Une éruption volcanique est toujours accompagnée d'une forte activité sismique qui traduit les déformations subies par le volcan. Ces séismes ne sont, en général, pas dangereux, puisque d'une intensité faible. Ils peuvent cependant provoquer des glissements de terrain qui, eux, peuvent avoir de graves conséquences. Le gonflement d'une partie de l'édifice peut aussi être à l'origine de grandes avalanches de débris et d'éboulements.

Ces glissements de terrain et avalanches peuvent avoir des effets directs plus dévastateurs que l'éruption elle-même. De plus, lorsqu'ils concernent un très gros volume de matériaux et qu'ils ont lieu près de la côte ou sous la mer, ils peuvent engendrer des raz-de-marée.

■ Les tsunamis

Les séismes, les éruptions volcaniques sous-marines ou les glissements de terrain s'ils se produisent dans la mer ou à proximité de la côte, peuvent être à l'origine de raz-de-marée, ou *tsunami*. Une explosion violente peut également engendrer un tsunami.

La caractéristique la plus importante d'un tsunami est sa propagation possible à travers un océan entier. Des côtes situées à des milliers de kilomètres du volcan en éruption peuvent être frappées, et de manière très meurtrière et dévastatrice, par un tsunami.

■ Les remontées de gaz à la surface d'un lac

Il peut arriver que le gaz carbonique émis par le volcanisme soit stocké au fond des lacs de cratères (*maars*). Ces eaux profondes peuvent remonter à la surface et dégager brutalement une grande quantité de gaz. L'arrivée massive de gaz peut alors entraîner l'asphyxie des hommes et des animaux. C'est ce qui s'est probablement passé au lac Nyos (Cameroun) en 1986.

LE RISQUE VOLCANIQUE

Le passage de l'aléa au risque suppose la prise en compte des enjeux soumis à l'aléa.

Les conséquences du volcanisme

En raison de la diversité des phénomènes liés au volcanisme, les conséquences d'une activité volcanique peuvent être nombreuses, aussi bien pour la vie humaine que pour les biens ou l'environnement.

■ Les préjudices humains

Pour l'homme, les principales menaces liées au volcanisme sont les nuées ardentes, particulièrement meurtrières, les lahars, qui peuvent recouvrir rapidement les terrains sous un mètre de boue, et les tsunamis, notamment parce qu'ils peuvent frapper des populations situées sur un littoral loin d'un volcan, donc non préparées à ce genre de situation.

Dans une moindre mesure, les autres manifestations du volcanisme sont également dangereuses pour l'homme : chutes de tephra, glissements de terrains, émanations de gaz toxiques et coulées de laves.

Les conséquences du volcanisme sont d'autant plus grandes que la plupart des volcans sont situés dans des pays en voie de développement. Ces pays n'ont, en effet, pas les moyens de mettre en place une politique de prévision des éruptions et de prévention systématique du risque volcanique.

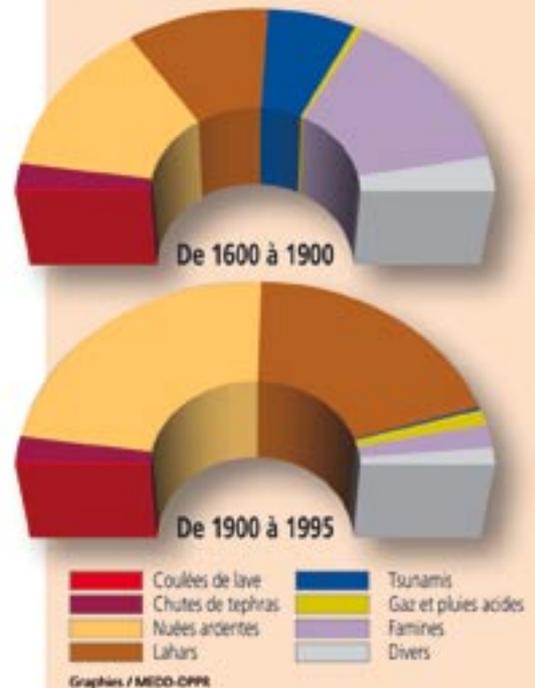
Les volcans ont également des aspects positifs, puisqu'ils sont une formidable source de minéraux divers (soufre, cuivre, or, argent), d'énergie (géothermie) et de terrains agricoles fertiles (cendres).

Jusqu'au début du XX^e siècle, les éruptions volcaniques pouvaient être la cause de grandes famines. En effet, lorsque les cultures étaient détruites par les coulées ou les cendres, et que le bétail était décimé par les gaz et autres éléments mortels produits par le volcan, l'absence de secours condamnaient les populations concernées à une mort certaine. Aujourd'hui, les aides extérieures, nationales ou internationales, permettent de limiter ces effets secondaires.

■ Les préjudices matériels

Les conséquences sur les biens sont également variables selon le type de manifestation du volcanisme. Les dégâts matériels peuvent être très importants même s'il n'y a pas de pertes humaines.

Décès dus aux éruptions volcaniques dans le monde



Source : Les volcans (voir Bibliographie)



Légende de la carte postale :

Saint-Pierre (Martinique) -
Après la catastrophe du 8 mai 1902,
maison où est mort le professeur Landes
qui, la veille au soir, écrivait dans son journal
Les Colonies : « La montagne Pelée
n'offre pas plus de danger
pour les habitants de Saint-Pierre
que le Vésuve pour ceux de Naples ».

Les phénomènes volcaniques préjudiciables aux biens humains sont nombreux. Les coulées de laves et de boue peuvent recouvrir, lentement pour la première, plus rapidement pour la seconde, des villes entières. Les nuées ardentes détruisent tout sur leur passage en raison de leur température et de leur vitesse. Les chutes de cendres peuvent se déposer sur plusieurs mètres d'épaisseur et ainsi causer l'effondrement des bâtiments. Les glissements de terrain, selon leur ampleur, peuvent frapper un village, un quartier ou une toute une ville. Les tsunamis peuvent remonter loin dans les terres (à Hawaï, des traces du passage d'un tsunami ont été découvertes à 300 m d'altitude...). De plus, l'évacuation des populations peut engendrer des pertes de production et ainsi affecter l'économie locale.



BASSE-POINTE (Martinique) - Le Bourg enseveli sous l'avalanche de boue de 1902

Les dégâts sur l'île de la Martinique après l'éruption de la montagne Pelée en 1902

■ Les effets sur l'environnement

Les éruptions volcaniques ont des conséquences positives et négatives sur l'environnement.

Parmi les conséquences négatives, celles touchant à la vie humaine sont bien évidemment valables pour la faune et la flore.

Néanmoins, si les conséquences à court terme sont souvent désastreuses pour l'environnement, elles peuvent se révéler bénéfiques à plus long terme. En effet, les éruptions volcaniques amènent à la surface du globe une grande quantité de minéraux favorables

au développement de la flore. Les sols volcaniques sont par conséquent très fertiles, ce qui explique le développement des civilisations autour des volcans.

Les phénomènes historiques

La connaissance des grandes éruptions volcaniques varie en fonction de la date et du lieu d'éruption. En effet, en Europe, les grandes éruptions sont décrites par des témoignages, des représentations ou des écrits depuis plus de 2 000 ans. Dans le Nouveau Monde, la description des phénomènes historiques ne commence qu'au XVI^e siècle.

Les techniques actuelles d'étude des édifices volcaniques permettent de dater les éruptions qui ont pu se produire il y a plusieurs millions, voire dizaines de millions d'années.

Date	Volcan	Pays	Volcanisme	Victimes et dégâts
1500 av. JC	Santorin	Grèce	Éruption explosive	L'explosion de ce volcan a laissé une immense caldeira de 8 km de diamètre. Cet événement, qui a marqué le début du déclin de la civilisation minoenne, pourrait être à l'origine de la légende de l'Atlantide.
79	Vésuve	Italie	Pluie de cendres, coulées pyroclastiques, lahar	2 000 victimes. Pompéi et Herculaneum détruites
1586	Kelut	Indonésie	Lahar	10 000 victimes
1711	Awu	Indonésie	Lahar	3 000 victimes
1783	Laki	Islande	Pluies de cendres, émanations de gaz	10 521 victimes
1815	Tambora	Indonésie	Pluies de cendres	92 000 victimes
1883	Krakatoa	Indonésie	Éruption explosive suivie d'un tsunami	36 417 victimes Disparition d'une partie de l'île volcanique
1902	Montagne Pelée	France (Martinique)	Nuées ardentes	29 000 morts Destruction de Saint-Pierre et de Morne-Rouge
1919	Kelut	Indonésie	Lahar	5 110 victimes
1951	Lamington	Nouvelle-Guinée	Coulées pyroclastiques	2 942 victimes
1980	Saint Helens	États-Unis	Coulées pyroclastiques, glissement de terrain	60 victimes 230 km ² de terrains dévastés autour du volcan
1982	El Chichon	Mexique	Coulées pyroclastiques, pluies de cendres, lahar	3 500 victimes
1985	Nevado del Ruiz	Colombie	Lahar	22 000 victimes, principalement dans la ville d'Armero. L'éruption a causé la fonte de la neige qui recouvrait le sommet du volcan
1986	Lac Nyos	Cameroun	Émission de gaz carbonique	1 746 victimes
1991	Pinatubo	Philippines	Lahar	400 victimes. L'évacuation de 75 000 personnes a permis d'éviter une catastrophe majeure.
1999	Tungurahua	Équateur	Volcanisme explosif	La ville de Banos (20 000 habitants) située à 8 km au pied du volcan a été évacuée.
Depuis 1995	Soufrière	Montserrat (Antilles)	Nuées ardentes	Les deux tiers de l'île ont déjà été évacués. La capitale Plymouth a été complètement détruite.

Le tableau présenté ci-dessus ne constitue pas une liste exhaustive des éruptions passées, mais seulement de celles qui furent catastrophiques ou très significatives d'un point de vue humain.

À toutes ces éruptions s'ajoutent celles d'Hawaii, d'Islande ou de l'Etna, qui sont continues depuis plusieurs siècles. Les populations y sont donc habituées et sont informées de la conduite à tenir en cas d'éruption.

En France, la seule éruption catastrophique est celle de la montagne Pelée de 1902 en Martinique. Depuis cette date, ce volcan est l'un des plus étudié et surveillé au monde, aussi bien pour la recherche fondamentale que pour la prévention de toute nouvelle éruption.



Le cas français

Les territoires concernés par le risque volcanique en France sont la Guadeloupe, la Martinique, la Réunion, la Polynésie française et le Massif Central, ce dernier étant un cas nettement différent des quatre autres.

■ La Guadeloupe

La Guadeloupe, tout comme la Martinique, fait partie de l'arc insulaire des Petites Antilles. Comme beaucoup de volcans dans cette région du monde, celui de la Guadeloupe porte le nom de Soufrière et ses éruptions sont de type explosif.

Ce volcan est en activité depuis 200 000 ans environ. La plus grande éruption identifiée, de type phréatomagmatique, date d'environ de 3 100 ans : le flanc sud s'est effondré et les dépôts ont recouvert plus de 28 km² dans la région de Saint-Claude, avec localement une épaisseur de cent mètres. Quatre ou cinq événements de ce type sont recensés dans l'histoire de ce volcan. En effet, la fracturation et l'altération hydrothermale dans la partie sommitale favorisent des écroulements en cas d'éruption, même sans apport en surface de magma juvénile. Les dernières éruptions, de type phréatique, datent de 1956 et 1976.

De 50 000 à 70 000 personnes sont menacées par la Soufrière de Guadeloupe. Les communes considérées comme particulièrement exposées à un risque d'éruption volcanique¹ sont Baillif, Basse-Terre, Bouillante, Capesterre-Belle-Eau, Gourbeyre, Goyave, Petit-Bourg, Saint-Claude, Trois-Rivières, Vieux-Fort et Vieux-Habitants.

■ La Martinique

Le volcan actif de la Martinique est la montagne Pelée, située dans la partie nord de l'île. Ce volcan s'est édifié progressivement depuis 300 000 ans environ. Depuis 13 500 ans, les éruptions sont de type explosif, accompagnées notamment de nuées ardentes.

Depuis 6 000 ans, vingt-cinq éruptions ont été recensées. La plus tristement célèbre est celle de 1902. Deux nuées ardentes détruisirent complètement les villes de Saint-Pierre et de Morne-Rouge, faisant 29 000 victimes. Il n'y eut que deux survivants sur les 28 000 habitants de Saint-Pierre. L'éruption s'est prolongée jusqu'en 1905.

Deux éruptions phréatiques ont été observées en 1792 et 1851. Enfin, une nouvelle éruption magmatique a eu lieu de 1929 à 1932.



Graphies / MEDD-DPPR Fond GeoAtlas



Graphies / MEDD-DPPR Fond GeoAtlas

1 - Au titre du décret du 30 juillet 1992, consultable sur www.prim.net.

Ce volcan est étroitement surveillé afin de tenter de prévoir la prochaine éruption. En effet, selon le scénario de l'éruption envisagé, de 22 000 à 65 000 personnes sont potentiellement menacées par la montagne Pelée. Les communes considérées comme particulièrement exposées à un risque d'éruption volcanique² sont L'Ajoupa-Bouillon, Basse-Pointe, Belle-Fontaine, Le Carbet, Case-Pilote, Fonds-Saint-Denis, Fort-de-France, Grand-Rivière, Gros-Morne, Le Lorrain, Macouba, Le Marigot, Le Morne-Rouge, Le Morne-Vert, Le Prêcheur, Saint-Joseph, Saint-Pierre, Sainte-Marie, Schœlcher et La Trinité.



Personnages à St-Pierre (Martinique) avec le Mont Pelée, qui fit éruption le 7 Mai 1902

■ La Réunion

L'île de la Réunion est formée de deux cônes issus d'un volcanisme de type point chaud. Le plus ancien édifice, le piton des Neiges, occupe la partie nord-ouest de l'île. Son activité a débuté il y a plus de deux millions d'années, et la dernière éruption date de 22 000 ans, ce qui laisse à penser que ce volcan est aujourd'hui éteint. Les éruptions qui s'y sont succédées étaient essentiellement effusives, mais parfois aussi explosives.

Le second cône volcanique est le fameux piton de la Fournaise, qui est situé dans la partie sud-est de l'île. Son activité est plus récente puisqu'elle a débuté il y a environ 500 000 ans. Elle est de type effusif.

L'activité récente se concentre au sommet dans une grande dépression de 9 km de diamètre, ouverte en « fer à cheval » vers le sud-ouest, appelée l'enclos Fouqué. Certaines éruptions peuvent cependant avoir lieu le long de grandes failles en dehors de cet enclos et provoquer des dégâts matériels.

L'enclos Fouqué s'est formé il y a 3 000 ans lors d'un grand glissement de 20 à 30 km³. Le glissement brutal d'une telle masse a dû engendrer un tsunami qui a pu se propager à travers tout l'océan Indien. Ce type de phénomène peut se reproduire aujourd'hui.

Depuis plus de soixante-dix ans, l'activité du piton de la Fournaise est continue, avec en moyenne une éruption par an. C'est l'un des volcans les plus actifs au monde.

Tout comme sur la montagne Pelée, un observatoire a été installé en 1979 sur le piton de la Fournaise afin de surveiller le volcan. Les communes considérées comme particulièrement exposées à un risque d'éruption volcanique² sont Entre-Deux, Petite-Île, La Plaine-des-Palmistes, Saint-Benoît, Sainte-Rose, Saint-Joseph, Saint-Louis, Saint-Philippe et Le Tampon.



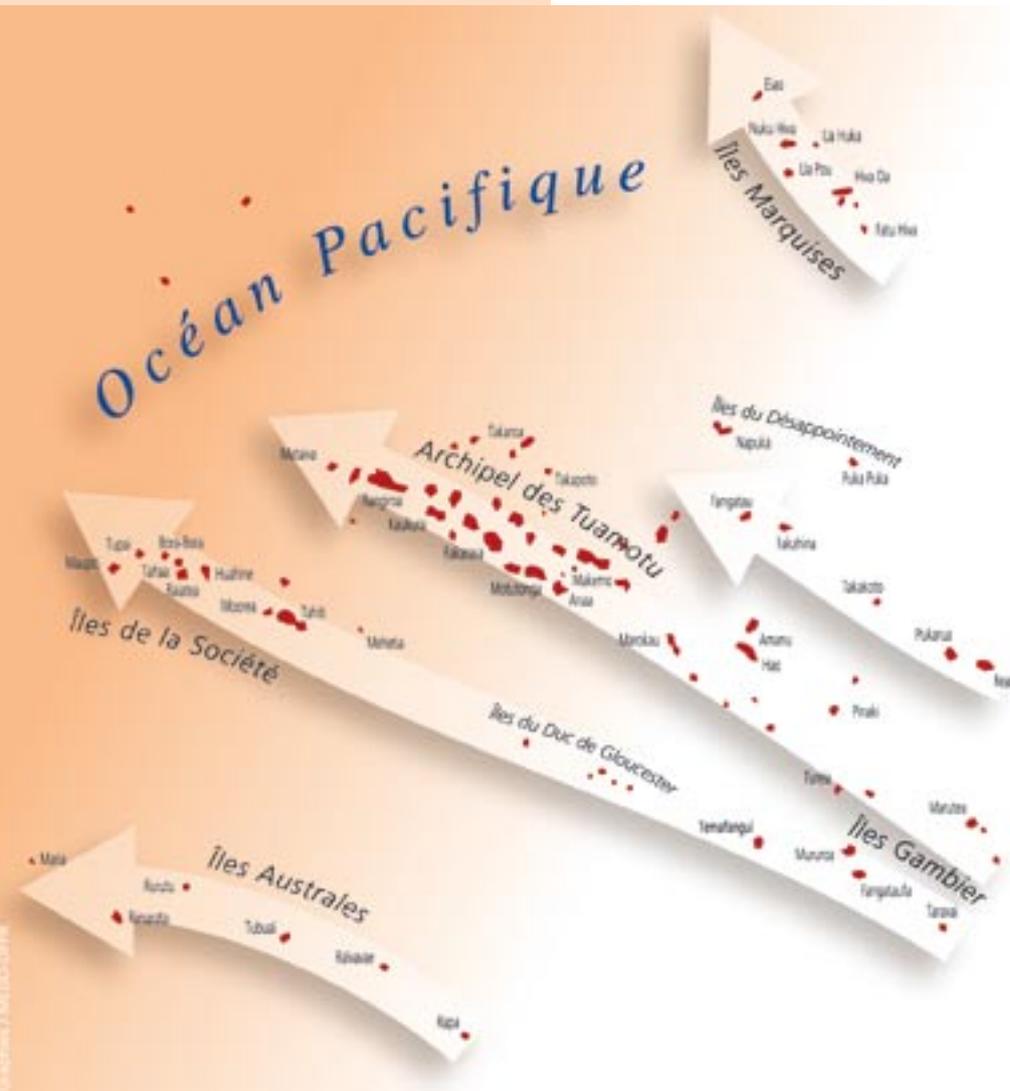
Graphies / MEDD-DPPR Fond GeoAtlas

2 - Au titre du décret du 30 juillet 1992, consultable sur www.prim.net.

■ La Polynésie française

Les nombreuses îles qui forment les archipels de la Polynésie française sont réparties selon quatre alignements résultant de l'activité d'autant de points chauds : les Marquises, les Tuamotu-Gambier, la Société et les Australes. On dénombre également un grand nombre de volcans sous-marins, dont le Macdonald, qui n'est plus qu'à quelques dizaines de mètres de profondeur et qui formera une nouvelle île dans un futur proche.

Le volcanisme semble être éteint sur ces quatre archipels. Cependant, la réactivation d'une ancienne chambre magmatique liée à un point chaud a été observée après une période d'inactivité de plus d'un million d'années. Ces îles ne sont donc pas à l'abri de nouveaux épisodes volcaniques.



Les anciens volcans sont répartis le long de lignes sud-est - nord-ouest, axe correspondant au déplacement de la plaque océanique du Pacifique. Le point chaud qui les a générés est resté fixe sous la croûte terrestre. Les plus grands lagons, au nord-ouest, sont les plus anciens et les plus éloignés de leur origine au sud-est.

■ La métropole

La seule région de France métropolitaine concernée par le risque volcanique est le Massif Central (en considérant qu'il s'étend jusqu'au cap d'Agde). Plusieurs massifs volcaniques coexistent, différents en superficie, en âge et en dynamisme éruptif. Tous ont cependant été construits par un point chaud associé à un phénomène d'extension de la croûte continentale.

Le plus ancien est le Cantal qui est, avec l'Etna, le plus grand volcan d'Europe. Son activité a débuté il y a treize millions d'années, et a duré une dizaine de millions d'années. Il est par conséquent considéré aujourd'hui comme éteint. Il a connu au cours de son histoire des successions de phases éruptives et effusives.

Plus au nord, on trouve trois alignements volcaniques : le Cézallier, dont l'activité a débuté il y a huit millions d'années et qui est aujourd'hui éteint, le mont Dore, actif entre 5,5 millions et 230 000 années, et la chaîne des Puys, composée d'une centaine de volcans

(cônes, dômes et maars), dont l'activité a débuté il y a 95 000 ans et s'est terminée il y a 6 000 ans. Ce complexe volcanique n'est donc probablement qu'en sommeil, ce qui justifie sa surveillance au moyen de stations sismiques. La plupart de ces volcans sont monogéniques, c'est-à-dire qu'ils se sont édifiés au cours d'une unique éruption. Le réveil de la chaîne des Puys, s'il a lieu, donnera vraisemblablement naissance à un nouveau volcan, et ne se produira donc a priori pas dans un volcan préexistant.

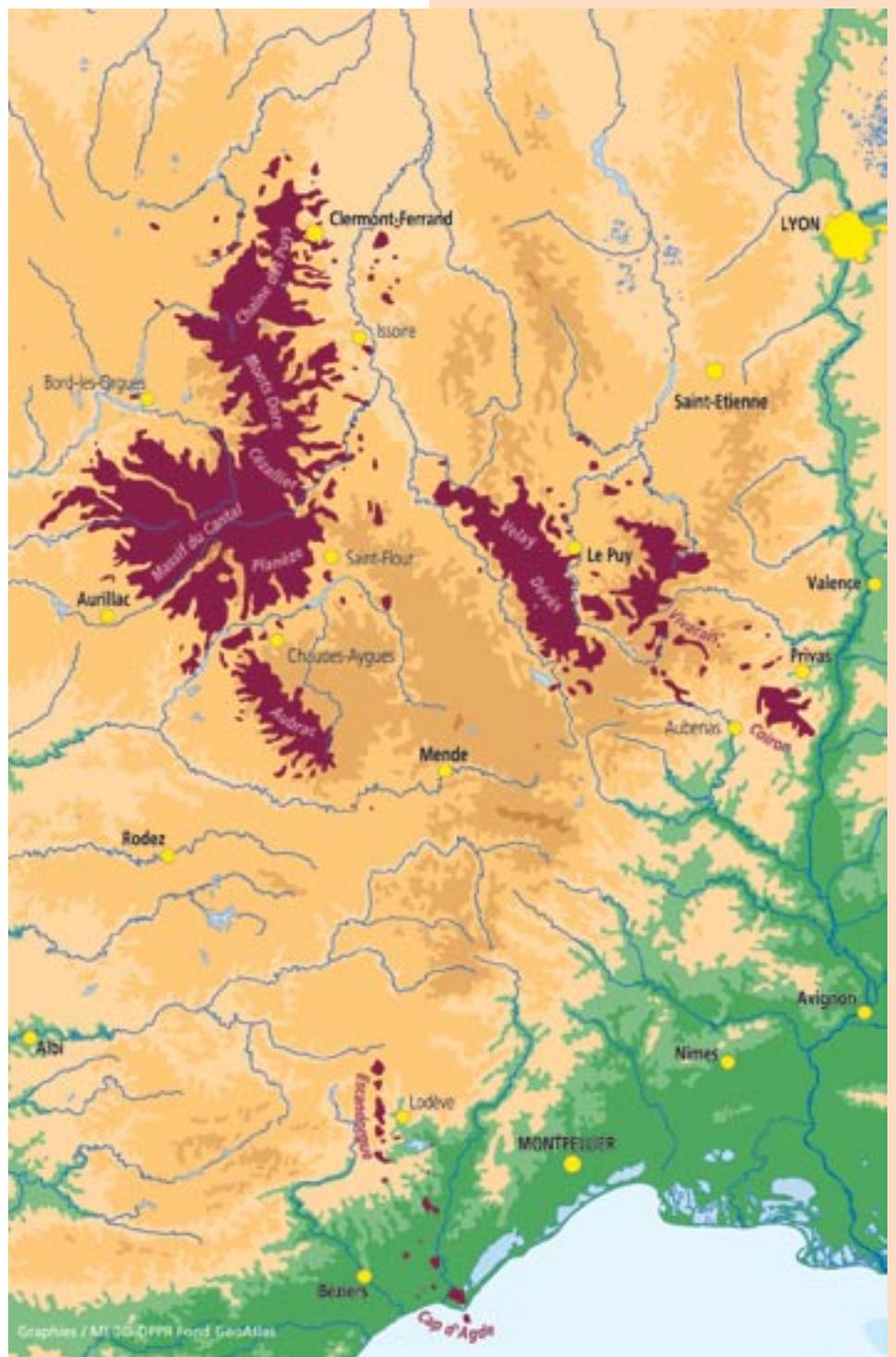
Au sud se succèdent l'Aubrac, le volcanisme dispersé des Causses, l'Escandorgue et le cap d'Agde (daté de 800 000 ans).

Enfin, au sud-est s'étendent le Devès, le Velay, le Vivarais (dernière activité datée de 30 000 ans) et les Coirons.

Les enjeux concernés par un réveil d'un de ces complexes sont importants, ces régions étant partiellement urbanisées, avec quelques grandes villes comme Clermont-Ferrand (250 000 habitants).

L'activité sismo-volcanique de l'Auvergne fait l'objet d'une surveillance permanente. Ce dispositif est en mesure d'annoncer l'éminence d'une éruption volcanique avec un préavis de plusieurs mois. Ce délai est suffisant pour organiser l'évacuation des zones à risque et ainsi assurer la sécurité de la population.

Après la catastrophe du lac Nyos (Cameroun, 1986), on a pu craindre qu'un tel événement ait lieu sur les maars d'Auvergne. Une étude a montré que ces craintes n'étaient pas fondées à court et moyen terme. [source : Les volcans, voir Bibliographie]



LES ACTIONS DE PRÉVENTION ET DE SECOURS

Le volcanisme est un risque majeur contre lequel l'homme ne peut que se protéger de manière passive. On ne peut empêcher une éruption d'avoir lieu. Mais on peut tenter de la prévenir et prendre des dispositions pour minimiser ses conséquences sur le plan humain, la protection des biens n'étant pas envisageable à l'heure actuelle.

Ainsi, contrairement à d'autres risques naturels, la réduction du nombre des victimes est parfaitement possible, tandis que la protection des biens n'est à l'heure actuelle qu'illusoire.

Les clés de cette protection passive sont une solide connaissance de l'histoire du volcan, une surveillance capable de détecter tout signe annonciateur d'une éruption, une information préventive de la population, un système d'alerte et enfin des moyens de protection (évacuation principalement) prêts à être mis en œuvre.

La prévention

La prévention avant éruption contre le risque volcanique s'articule autour de deux pôles : la prévision, à travers l'étude du volcan, et la préparation des populations et des services de secours.

■ L'étude du volcan

La prévision des éruptions est la première étape de la prévention. L'étude des événements antérieurs permet de comprendre le fonctionnement du volcan et de tenter de prévoir les éruptions futures. En d'autres termes, **le passé est la clé du futur**.

Cette étude des anciennes éruptions a un double but : déterminer le type d'éruption prévisible et délimiter les zones atteintes par le passé. Ce travail doit aboutir à la réalisation de cartes des zones menacées, et ainsi préparer l'évacuation des populations.

L'étude de l'activité actuelle du volcan est également primordiale, puisqu'elle doit permettre de prévenir l'imminence d'une éruption. La surveillance volcanique se fait à partir d'observatoires ou de stations d'alerte qui préviennent de l'évolution d'un volcan en étudiant les variations de différents paramètres liés à l'activité volcanique. On distingue quatre familles de paramètres : l'activité sismique, les paramètres géophysiques, la déformation du volcan et les changements dans la composition des gaz volcaniques.

La surveillance volcanique peut se faire de deux manières.

La première, la plus efficace mais également la plus onéreuse, est l'installation à proximité du volcan d'observatoires dans lesquels des scientifiques peuvent travailler en permanence et étudier en continu et sur le vif l'évolution du volcan.

Outre la surveillance volcanique, ces observatoires ont un grand intérêt pour la recherche fondamentale.

La seconde manière est l'installation de stations d'alerte sur le volcan, qui envoient un signal en cas de changement significatif d'un paramètre révélateur de l'évolution du volcan.

Cette surveillance ne nécessite que très peu de moyens humains et financiers. Elle doit impérativement être suivie, en cas d'alerte, d'une intervention sur site d'une équipe de scientifiques équipés pour préciser la menace détectée par la station.

Une éruption volcanique est toujours précédée d'une activité sismique qui traduit la montée d'un magma juvénile. La mise en place autour d'un volcan d'un réseau de stations sismiques est le moyen de détection des éruptions le plus efficace. La modification d'autres paramètres géophysiques (magnétique, gravimétrique, électrique, etc.) permet également de caractériser une évolution dans l'activité volcanique.

Lorsqu'un magma arrive sous un volcan, il doit se faire de la place, ce qui se traduit par une déformation en surface, généralement un gonflement. Cette déformation peut être mesurée par des appareils installés sur place (extensomètre par exemple) ou par des images satellitaires.

Enfin, l'arrivée d'un magma juvénile peut être mise en évidence par des changements dans la température et la composition géochimique des gaz qui accompagnent le volcanisme.

Afin de déterminer à partir de quel niveau un changement dans l'un de ces paramètres est révélateur de l'imminence d'une éruption, il convient de connaître les variations indépendantes de toute activité volcanique, mais liées à des cycles naturels tels que la température ou les précipitations. Il est nécessaire de différencier la variation significative du « bruit de fond ».

Ces observations et mesures doivent également être faites au cours d'une éruption afin d'en prévenir l'évolution à court terme.

En France, ce travail est confié à l'Institut de physique du globe de Paris, qui surveille ainsi les trois volcans actifs de notre territoire. Les moyens humains et financiers étant suffisants dans notre pays par rapport au nombre de volcans à surveiller, trois observatoires permanents ont été installés à proximité de la montagne Pelée en 1903, de la Soufrière de Guadeloupe en 1950 et du piton de la Fournaise en 1979. Une soixantaine de personnes sont impliquées, à temps plein ou partiel, dans le fonctionnement de ces observatoires.

Le Pacific Tsunami Warning Center, basé à Hawaii, surveille l'activité sismique autour de l'océan Pacifique. En cas de séisme, ce centre émet un bulletin de surveillance des tsunamis qui informe toutes les régions susceptibles d'être touchées autour du Pacifique. S'il constate la formation d'un tsunami, le centre émet un bulletin d'alerte afin que les autorités civiles des régions menacées puissent prendre les mesures adaptées.

■ L'information préventive

La loi du 22 juillet 1987 a instauré le droit des citoyens à une information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis sur tout ou partie du territoire, ainsi que sur les mesures de sauvegarde qui les concernent (article L125.2 du Code de l'environnement).

Le plan de communication établi par le maire peut comprendre divers supports de communication, ainsi que des plaquettes et des affiches, conformes aux modèles arrêtés par le ministère chargé de la sécurité civile.



Le maire peut imposer ces affiches :

- dans les locaux accueillant plus de 50 personnes,
- dans les immeubles regroupant plus de 15 logements,
- dans les terrains de camping ou de stationnement de caravanes regroupant plus de 50 personnes.

Les propriétaires de terrains ou d'immeubles doivent assurer cet affichage (sous contrôle du maire) à l'entrée des locaux ou à raison d'une affiche par 5 000 m² de terrain.

Sous l'autorité du préfet, deux documents d'information des populations sont réalisés, généralement par les services interministériels de défense et de protection civiles (SIDPC). Les *dossiers départementaux des risques majeurs* (DDRM) recensent à l'échelle d'un département l'ensemble des risques par commune. Ils expliquent les phénomènes et présentent les mesures de sauvegarde. Les *dossiers communaux synthétiques* (DCS) situent les risques dans chaque commune, au moyen de cartes au 1/25 000 et rappellent les événements historiques, ainsi que les mesures de sauvegarde.

Les *dossiers d'information communaux sur les risques majeurs* (DICRIM) sont établis par le maire. Ils complètent les informations contenues dans les précédents documents par les mesures spécifiques prises en vertu des pouvoirs de police du maire. Ils doivent être accompagnés d'un plan de communication comprenant une campagne d'affichage et une campagne d'information. Disponibles en mairie, ces documents ne sont pas opposables aux tiers.

■ L'alerte et les consignes

Le signal national d'alerte consiste en trois émissions successives d'une minute chacune et séparées par des intervalles de cinq secondes, d'un son modulé en amplitude ou en fréquence. Des essais ont lieu le premier mercredi de chaque mois à midi.

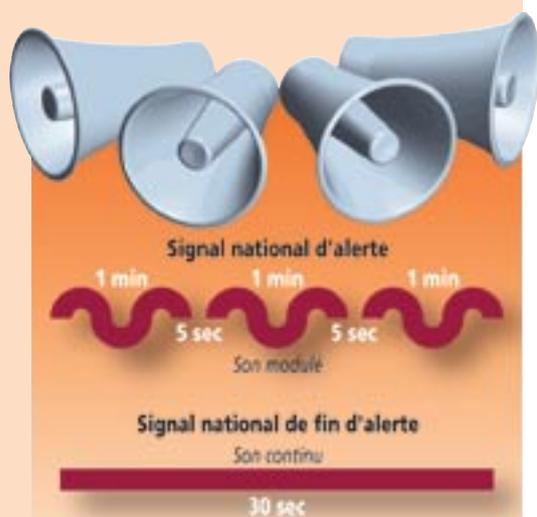
Le signal est diffusé par tous les moyens disponibles et notamment par le réseau national d'alerte et les équipements des collectivités territoriales. Il est relayé par les dispositifs d'alarme et d'avertissement dont sont dotés les établissements recevant du public et par les dispositifs d'alarme et de détection dont sont dotés les immeubles de grande hauteur.

Les messages d'alerte contiennent des informations relatives à l'étendue du phénomène (tout ou partie du territoire national) et indiquent la conduite à tenir. Ils sont diffusés par les radios et les télévisions³.

Le signal de fin d'alerte consiste en une émission continue d'une durée de trente secondes d'un son à fréquence fixe.

La fin de l'alerte est annoncée sous la forme de messages diffusés par les services de radiodiffusion sonore et de télévision, dans les mêmes conditions que pour la diffusion des messages d'alerte. Si le signal national d'alerte n'a été suivi d'aucun message, la fin de l'alerte est signifiée à l'aide du même support que celui ayant servi à émettre ce signal.

Le signal d'alerte peut être écouté sur le site Internet de l'Iffo-rme : www.iffor-me.fr.st



Graphies / MEDD-DPPR

Le signal d'alerte est déclenché sur ordre du Premier ministre, du ministre chargé de la sécurité civile, du représentant de l'État dans le département (ou dans la région, si plusieurs départements sont concernés) ou du maire en tant qu'autorité de police compétente.

³ - Sociétés nationales de programme Radio France et France Télévisions, Société nationale de radio-diffusion et de télévision pour l'outre-mer, services autorisés de télévision par voie hertzienne terrestre desservant une zone dont la population est supérieure à six millions d'habitants, société d'exploitation de la quatrième chaîne.

Les consignes : un certain nombre de consignes générales à suivre « Avant, Pendant et Après » une alerte ont été définies. Elles sont complétées par des consignes spécifiques à chaque risque [voir tableau ci-contre].

Les secours

Quand une activité volcanique anormale est enregistrée, les autorités sont mises en alerte, ainsi que le Conseil supérieur d'évaluation des risques volcaniques (CSERV).

Des plans d'organisation des secours (plans Orsec) sont alors mis en place, conformément à l'article 2 de la loi 87-565 du 22 juillet 1987. Ils recensent les moyens publics et privés susceptibles d'être mis en œuvre en cas de catastrophe et définissent les conditions de leur emploi par l'autorité compétente pour diriger les secours.

La seule mesure de protection pour le volcanisme étant l'évacuation, des *plans de secours spécialisés* (PSS) sont élaborés dans cette optique, et comportent trois niveaux d'alerte :

- **vigilance-préalerte** : mobilisation des services de l'État, information préventive ;
- **alerte** : constitution d'un PC de crise, préparation de l'évacuation ;
- **évacuation** : transfert de la population vers les centres d'hébergement.

Ces plans de secours prévoient l'organisation des transports, de la circulation, de l'accueil et de la protection des réfugiés, ainsi que de la surveillance contre le pillage.

En cas de déclenchement d'un plan Orsec, les opérations de secours sont placées, dans chaque département, sous l'autorité du représentant de l'État dans le département. Lorsqu'elles intéressent le territoire de plusieurs départements, qu'il y ait ou non déclenchement d'un plan Orsec, le Premier ministre peut placer l'ensemble des opérations de secours sous la direction du représentant de l'État dans l'un de ces départements.

L'indemnisation

La loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (**art. L.125-1 à L.125-6 du Code des assurances**) a fixé pour objectif d'indemniser les victimes de catastrophes naturelles en se fondant sur le principe de solidarité nationale.

Pour que le sinistre soit couvert au titre de la garantie « catastrophes naturelles », il faut que l'agent naturel en soit la cause directe.

CONSIGNES GÉNÉRALES

AVANT

Prévoir les équipements minimums :

- radio portable avec piles ;
- lampe de poche ;
- eau potable ;
- papiers personnels ;
- médicaments urgents ;
- couvertures ;
- vêtements de rechange ;
- matériel de confinement.

S'informer en mairie :

- des risques encourus ;
- des consignes de sauvegarde ;
- du signal d'alerte ;
- des plans d'intervention (PPI).

Organiser :

- le groupe dont on est responsable ;
- discuter en famille des mesures à prendre si une catastrophe survient (protection, évacuation, points de ralliement).

Simulations :

- y participer ou les suivre ;
- en tirer les conséquences et enseignement

PENDANT

Évacuer ou se confiner en fonction de la nature du risque.

S'informer : écouter la radio : les premières consignes seront données par France Inter et les stations locales de RFO.

Inform le groupe dont on est responsable.

Ne pas aller chercher les enfants à l'école.

APRÈS

S'informer : écouter et suivre les consignes données par la radio et les autorités.

Inform les autorités de tout danger observé.

Apporter une première aide aux voisins ; penser aux personnes âgées et handicapées.

Se mettre à la disposition des secours.

Évaluer :

- les dégâts ;
- les points dangereux et s'en éloigner.

Ne pas téléphoner.

De plus, et c'est très important, les victimes doivent avoir souscrit un contrat d'assurance garantissant les dommages d'incendie ou les dommages aux biens ainsi que, le cas échéant, les dommages aux corps de véhicules terrestres à moteur. Cette garantie est étendue aux pertes d'exploitation, si elles sont couvertes par le contrat de l'assuré.

L'état de catastrophe naturelle, ouvrant droit à la garantie est constaté par un arrêté interministériel (des ministères de l'Intérieur et de l'Économie et des Finances) qui détermine les zones et les périodes où s'est située la catastrophe ainsi que la nature des dommages résultant de celle-ci et couverts par la garantie (*article L. 125-1 du Code des assurances*).

Les territoires d'outre-mer, dont la Polynésie française, demeurent hors du champ d'application de la loi de 1982.

Références

Organisme de référence

- Institut de physique du globe de Paris

Sites internet consultés

- <http://www.prim.net> - Site sur la prévention des risques majeurs
- <http://www.brgm.fr/risques/antilles> - Atlas communaux des risques naturels de la Martinique et de la Guadeloupe
- <http://members.lycos.fr/lave> - Site de l'Association volcanique européenne
- <http://volcano.ipgp.jussieu.fr:8080> - Observatoires volcanologiques et sismologiques de l'IPG Paris
- <http://www.environnement.gouv.fr/dossiers/risques/cserv/default.htm> - Présentation du CSERV
- http://www.interieur.gouv.fr/rubriques/c/c4_les_prefectures/c43_organisation/index.html - Présentation des préfetures et de leur rôle dans l'organisation territoriale.

Bibliographie

Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, DPPR/BICI, 1989, *Procerisq, procédures et réglementations applicables aux risques technologiques et naturels majeurs*.

Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, DPPR/SDPRM/CARIAM, 2001, *Recueil des textes fondateurs, textes relatifs à la prévention des risques naturels majeurs*, Cellule d'information documentaire sur les risques majeurs, 154 pages.

Mission inter-services des risques naturels de l'Isère (MIRNAT), 2001, *Mémento du maire et des élus locaux, prévention des risques d'origine naturelle et technologique*, Institut des risques majeurs (IRMA).

Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du territoire, direction de la Sécurité civile, 1994, *Organisation-Prévention et Planification, Services de secours, volume 1 et 2*, Journal officiel de la République française, 934 pages.

Rosi M., Papale P., Lupi L. et Stoppato M., 1999, *Guide des volcans, 100 volcans actifs à travers le monde*, Collection *Les guides pratiques du naturaliste*, Delachaux et Niestlé, Lausanne, 335 pages.

Collectif Time Life, 1996, *Les volcans*, Collection *Terre, planète vivante*, Édition Time Life, Paris, 160 pages.

Bardintzeff J.M., 2001, *L'ABCdaire des volcans*, Flammarion, Paris, 144 pages.

Foucault A., Raoult J-F, 1995, *Dictionnaire de géologie*, Masson éditeur, Paris, 325 pages.

Glossaire

Caldeira : vaste dépression elliptique ou circulaire résultant de l'effondrement du toit de la chambre magmatique à la suite de violentes et grandes éruptions.

Cône : accumulation de lave et/ou de tephres entourant le cratère, point de sortie des roches volcaniques montées par la cheminée.

Dôme : relief de forme hémisphérique formé par accumulation de lave visqueuse. Un dôme caractérise un volcanisme explosif.



Dyke : filon de lave résultant de l'intrusion du magma à l'intérieur de l'édifice volcanique et ultérieurement mis à nu par l'érosion.

Fumerolle : émanation gazeuse régulière et continue issue d'un volcan.

Gabbros : roches qui constituent la partie inférieure de la croûte océanique, formées par arrivée de magma au niveau de dorsales océaniques.

Maar : cratère d'explosion couronnant une cheminée volcanique, souvent occupé par un lac. Il caractérise un volcanisme explosif.

Pillow-lavas : roches qui constituent la partie supérieure de la croûte océanique, formées par arrivée de magma au niveau de dorsales océaniques. Elles sont caractérisées par une forme en boule due au refroidissement brutal du magma au contact de l'eau.

Protection passive : ensemble des moyens mis en œuvre pour se protéger des effets d'un phénomène sans toutefois en réduire la probabilité d'occurrence ou l'intensité. La protection passive minimise les conséquences d'un phénomène mais ne diminue pas l'aléa.

Pyroclastiques : de pyroclastes, terme générique désignant tous les matériaux fragmentés expulsés au cours des activités explosives.

Rift : fossé d'effondrement, limité de part et d'autre par des bords surélevés, avec une activité volcanique plus ou moins forte.

Stratosphère : partie de l'atmosphère comprise entre 10 et 40 km d'altitude.



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE
DE L'ÉCOLOGIE
ET DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE

Direction de la Prévention des pollutions et des risques - Sous-direction de la Prévention des risques majeurs
20, avenue de Ségur, 75302 Paris 07 SP - <http://www.environnement.gouv.fr> - <http://www.prim.net>