



# Volcans, Séismes, Tsunamis, « la Terre en Colère » !

Conférence de Jacques-Marie Bardintzeff le  
24/02/2017

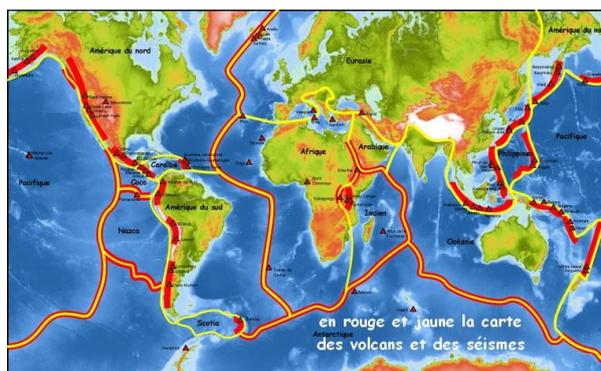
Professeur agrégé, docteur ès sciences, volcanologue, Jacques-Marie Bardintzeff enseigne à l'université de Paris-Sud Orsay. Il pratique depuis 40 ans le volcanisme et il est un spécialiste réputé des risques naturels dans le monde.

Il vient pour la 5<sup>e</sup> fois à La Roche-sur-Yon sur invitation de l'AVG et en particulier de son ami Christian Fradin le maître d'œuvre de notre exposition sur le Volcanisme.

En quelques phrases, il fait une amicale promotion de cette exposition !

## 1 Introduction

La structure de la Terre a été déterminée telle une « échographie », en utilisant le cheminement des deux types d'ondes produites par les séismes. La structure de la Terre comporte plusieurs couches dont la couche superficielle, la lithosphère, n'a que 100 km d'épaisseur environ à comparer au rayon terrestre de 6370 km. Les phénomènes de convection thermique du manteau sont à l'origine de la mobilité des plaques. Les



premiers modèles prenaient en compte sept plaques tectoniques dans les années 1960 puis 12 et maintenant plus de 40 ! Le volume de la Terre étant constant et puisqu'il n'y a pas de « vide » à l'intérieur, il en résulte que la somme algébrique des vitesses des plaques doit être nulle sur tous les cercles (parallèles et méridiens) autour de la planète. Le réseau GPS permet de mesurer ces vitesses, de quelques cm par an. Sur le terrain le volcanologue a une double action : observer le fluage de matières pâteuses récentes mais aussi casser au marteau des solides plus anciens pour en déterminer l'intérieur et l'histoire.

## 2 Risques primaires du volcanisme

### 21 Les laves

Le volcan d'Hawaï, le Kilauea est en éruption permanente depuis le 03/01/1983. C'est une éruption de type effusif. On détermine le type de magma, sa viscosité, sa composition, sa température. Un lac de lave résulte d'un équilibre thermique instable à la merci de débordement ou d'une vidange tout aussi rapide.



## 22 Les projections (ou retombées)

Le volcan émet de façon explosive des matières visqueuses et solides. L'ensemble des matières éjectées est appelé « tephra ». Exemples au Stromboli ou au Piton de la Fournaise (éruption strombolienne) mais aussi panache de cendres au Tungurahua en Équateur par exemple.



## 23 Les nuées ardentes

Ce sont des mélanges de gaz et de roches pulvérisées qui sortent à 500°C et à 300 km/h. On connaît la montagne Pelée à la Martinique, le 8/05/1902 et ses 28000 morts et seulement 2 rescapés ou la Soufrière sur l'île de Montserrat en 1995-2013 avec une vingtaine de victimes.



## 24 Les gaz volcaniques

Les gaz volcaniques peuvent être de la vapeur d'eau, ou des vapeurs de soufre ou encore du banal CO<sub>2</sub>. Dans ce cas on connaît la catastrophe du lac Nyos au Cameroun en 1986 : une nuit, les eaux profondes du lac de cratère saturées en CO<sub>2</sub> sont remontées en surface et ont laissé sortir le gaz lourd qui a dévalé la pente, asphyxiant tous les êtres vivants (1746 humains, le bétail et ... même les fourmis). Depuis, une pompe aspire l'eau profonde saturée en gaz et le système auto entretenu donne un geyser qui va progressivement purger le CO<sub>2</sub> de cette immense réserve de gaz.



# 3 Risques indirects du volcanisme

## 31 Les coulées boueuses (lahars)

Des pluies abondantes sur des dépôts de cendres instables vont transformer ceux-ci en boues qui vont dévaler la pente et tout emporter sur leur passage. En Indonésie, on appelle « lahar » ce phénomène redoutable. Les lahars du Pinatubo sont tristement célèbres.



## 32 Les instabilités

Les empilements de couches successives sur les flancs des volcans ne sont pas homogènes et sont souvent instables. Il est fréquent que des éboulements ou des avalanches dévalent la pente-

### 33 Les tsunamis

Une éruption proche de la mer peut provoquer des vagues gigantesques. Un tsunami est une onde marine qui possède une très grande énergie et se déplace fort loin, à grande vitesse (700 km/h). Près de la côte, la vitesse de l'onde est réduite à 100 km/h mais l'amplitude augmente fortement (plus de 10 m).

## 4 Risques tertiaires

Les activités humaines sont un facteur aggravant des risques. Ainsi les réserves de rhum ont accentué l'incendie de Saint-Pierre lors de la nuée ardente de la montagne Pelée en 1902. La rupture des conduites de gaz urbain a déclenché des incendies lors du tremblement de terre de San Francisco le 18/04/1906.

## 5 Prévision des éruptions

Des stations automatiques et autonomes captent divers paramètres comme la température, le dégagement de gaz, les vibrations et les déformations du sol, la pluviométrie... Leurs informations sont centralisées dans un observatoire et permettent aux spécialistes de prévoir l'imminence d'une éruption et apporter une aide aux décideurs politiques sur l'opportunité d'une évacuation de populations.



L'observation actuelle d'un volcan ne nous renseigne pas toujours suffisamment sur les dangers à venir. L'expression très utilisée par les volcanologues : « *Par l'esprit et par le marteau* » montre la nécessité d'aller voir sur le terrain et de réfléchir sur ce qu'a déjà fait le volcan.

Heureusement, de nos jours, les observations par satellites renforcent grandement les observations sur le terrain.

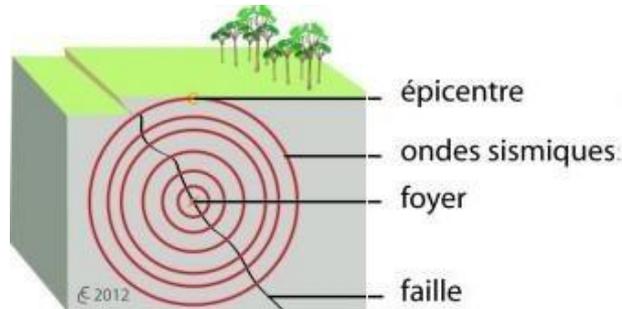
En France les volcans du Massif Central, en particulier ceux de la chaîne des Puys sont les plus récents (moins de 8000 ans) et seulement 6000 ans pour le lac Pavin situé plus au sud.

On considère qu'un volcan est éteint au-delà de 50 000 (voire 100 000) ans sans éruption.

Le cas de l'Islande est singulier car cette région est à la fois sur la dorsale médio-Atlantique et à l'aplomb d'un point chaud, ce qui explique son altitude et l'intensité des divers phénomènes. L'eau est un facteur aggravant dans les phénomènes volcaniques. On connaît les geysers mais on connaît moins les maars, ces éruptions hydro-volcaniques violentes. Les éruptions islandaises perturbent l'Europe : le Laki en 1783 a causé une surmortalité de 200 000 personnes en Europe par ses gaz sulfureux et a perturbé le climat durablement. Plus récemment, les rejets de cendres de l'Eyjafjöll en 2010 ont cloué les avions au sol en Europe occidentale et causé d'importantes pertes économiques.

## 6 Les séismes

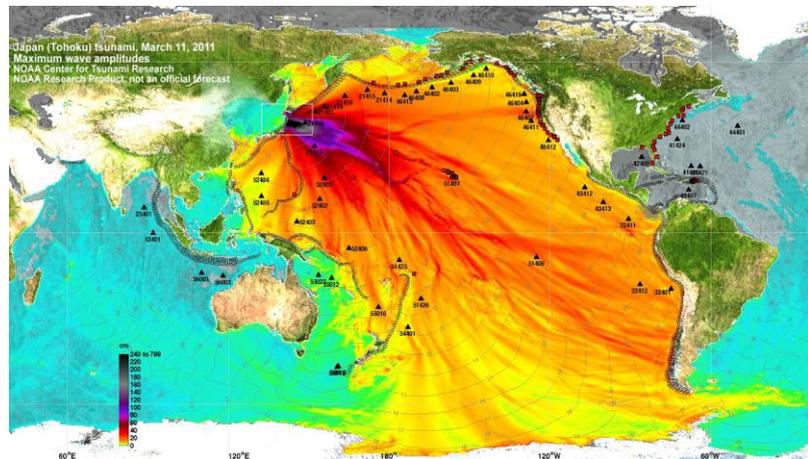
Dans un volcan, un fluide monte progressivement, alors que dans un séisme c'est un solide qui casse brutalement. Dans le cas d'un solide homogène comme le béton ou l'acier, il est possible d'estimer la résistance du matériau. Mais la lithosphère est très hétérogène et même si on connaît le niveau des contraintes, on ne saura jamais où et quand le séisme va se produire. Les séismes ont toujours été une source d'effroi. Leur violence, et leur imprévisibilité sont à l'origine de nombreuses légendes : ainsi en Chine et au Japon, un poisson géant se débat dans les entrailles de la Terre !



Le séisme de Messine (28/12/1908) a fait 200 000 morts. Les plus violents séismes peuvent bouleverser le paysage, déformer les routes. Il faut bien préciser que le foyer d'un séisme est le lieu où se produit la cassure ou bien le glissement de faille, tandis que l'épicentre est la zone de la surface de la Terre qui est à la verticale du foyer. La France métropolitaine est moyennement concernée par les séismes. La dernière victime, c'était au tremblement de terre d'Arette dans les Pyrénées le 13/08/1967. Puisque ce sont les bâtiments et les villes qui paient le plus lourd tribut, les ingénieurs ont inventé différentes techniques parasismiques pour que les bâtiments ne s'écroulent pas en totalité et puissent laisser des volumes incompressibles pour assurer la survie des occupants.

## 7 Les tsunamis

Une éruption, un séisme, un glissement de terrain en zone côtière ou insulaire peut déclencher un tsunami. Il s'agit d'un train d'onde hydraulique qui se déplace en surface à plus de 700 km/h mais avec une amplitude de l'ordre du mètre et donc totalement imperceptible aux marins. Quand cette onde arrive sur les rivages, elle escalade



jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de haut, balayant tout sur son passage. On connaît des tsunamis célèbres : celui de Santorin vers -1610 qui a détruit la civilisation minoenne en mer Égée et a sans doute été à l'origine de la tradition orale des plaies d'Égypte. Deux tsunamis récents, d'origine sismique, ont eu des conséquences dramatiques : à Sumatra le 26/12/2004 avec 250 000 morts et au Japon le 11/3/2011 avec 18 000 morts et la catastrophe de Fukushima.

Pour conclure, **le volcanisme et ses différentes manifestations sont à l'origine de la géo-diversité. Les multiples risques sont le prix à payer pour avoir une Terre « vivante » !**

## Questions posées par les spectateurs :

Q1 : On parle d'un volcan au large de la Vendée qu'en savez-vous ?

R1 : Non, il n'y a pas de volcans dans notre région depuis plus de 300 millions d'années !

Q2 : On dit qu'à Assise en Italie, les chauves-souris avaient fui avant le séisme ?

R2 : Oui les animaux sont très sensibles aux micro-vibrations qui précèdent les séismes. Hélas les observations ne permettent pas une prédiction fiable tant de l'heure que de l'intensité. Une équipe de scientifiques grecs a proposé la méthode VAN basée sur la mesure de micro-courants électriques précédant le séisme. La méthode n'est pas assez fiable pour l'instant et pas suffisamment prédictive.

Q3 : À la Réunion le piton des Neiges est entouré par 3 cirques. Sont-ils la trace d'une caldeira ?

R3 : Non ce sont des cirques creusés par l'érosion liée à des effondrements et inexorablement les parois de séparation sont appelées à disparaître.

Q4 : Les super-volcans. Combien sont-ils ? Quels sont les risques ?

R4 : On parle de super éruption quand celle-ci a dégagé un volume de l'ordre de 1000 km<sup>3</sup>. On connaît 5 à 6 super volcans. Le plus connu est le Yellowstone. S'il se manifestait aussi violemment que par le passé, les USA seraient recouverts de cendre, le climat mondial serait bouleversé et un hiver sévère abaisserait la température moyenne de 15°C pendant une à deux décennies !

Q5 : Quelle est la différence entre nuée ardente et écoulement pyroclastique ?

R5 : Les deux termes sont synonymes : c'est un nuage de matière pulvérulente projeté par des gaz à plus de 300 km/h et à plus de 500°C.

Q6 : Est-ce que le Vésuve est un super-volcan ?

R6 : Non bien que ses éruptions puissent être très importantes. Son éruption à l'époque romaine en 79 ap. J.-C. a été précédée de signes d'avertissement. Il y a eu 2500 victimes mais beaucoup d'habitants avaient fui Pompéi. La dernière éruption, plus modeste, du Vésuve remonte à 1944. Dans la région du Vésuve, les champs Phlégréens près de Pouzzoles sont une formation volcanique à la fois plus imposante et plus dangereuse.

## Pour en savoir plus, deux livres de J.M. Bardintzeff :

« Tout savoir sur les volcans du monde, séismes et tsunamis », Editions Orphie, 2015.

« Volcanologie », 5ème édition, Dunod, 2016.

Son blog « Volcanmania » : <http://blogs.futura-sciences.com/bardintzeff/>

Merci encore à Jacques-Marie Bardintzeff pour cette remarquable conférence.

Notes prises et rédigées par Pierre Gibaud, président de l'Association Vendéenne de Géologie.