

# SÉISMITES EN MILIEU VOLCANIQUE

Alain Guillon, membre de la SAGA.



Figure 1. Pontails, Velay. Témoin d'un séisme dans une coulée de lave, ou séismite. Sur cette vue de détail, on observe une limite nette correspondant aux orgues déjà solidifiés, puis, pour la partie non encore indurée, plastique, un déplacement de toute la coulée sus-jacente. Les prismes post-séisme sont toujours en quantité 1 pour 1, sans regroupement.

Connues par les déformations provoquées par les séismes dans les terrains sédimentaires peu indurés, les séismites ne sont, à ma connaissance, pas décrites dans les terrains volcaniques. Aucune bibliographie ne traite des effets des séismes sur d'autres types de roches et en particulier sur les coulées de lave.

Les séismes sont des phénomènes communs en milieu volcanique, plus particulièrement lorsque le volcanisme est actif ; les tremors sont connus lors de la montée du magma dans les édifices volcaniques, mais les séismes sont aussi courants dans des contextes tectoniques actifs.

Les séismites, comme celles illustrées sur la figure 1, sont observées dans les zones de coulées volcaniques ; elles sont représentées par des accidents dans la prismation des roches magmatiques.

Pour comprendre ce phénomène, il faut revenir sur les différentes parties d'une coulée prismée type (figure 2) et sur la formation de la prismation des roches magmatiques et, en particulier, des roches basaltiques.

## Une coulée type



Figure 2. Schéma, selon Belin, de la coupe d'une coulée basaltique unique. Il est très rare de pouvoir observer tous les éléments constitutifs sur un seul et même site.

## Mode de mise en place des coulées prismées

Dans nos régions, les coulées prismées forment généralement des reliefs dans le paysage. On ne peut imaginer la mise en place de coulées fluides au sommet des reliefs, telles qu'on les voit actuellement. La comparaison avec les coulées de lave actuelles montre que,

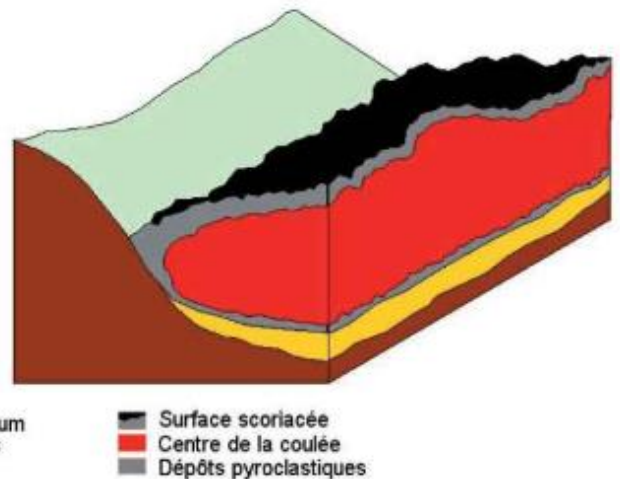


Figure 3. Mise en place de la coulée.

comme tout liquide, la lave s'écoule dans les creux, dans les vallées, en suivant souvent le lit des rivières. Lors de la mise en place d'une coulée de lave dans une vallée fluviale (figure 3), la coupe, de bas en haut, montre :

- le substratum ;
- les alluvions déposées par la rivière ;
- des dépôts pyroclastiques ;
- une semelle scoriacée ;
- la zone de lave liquide ;
- au sommet, une nouvelle zone scoriacée.

Après refroidissement, la zone centrale de la coulée peut, dans le cas le plus parfait, s'individualiser en trois domaines (figure 4). De bas en haut, on observe :

- les colonnades (orgues) ;
- l'entablement de faux prismes ;
- les fausses colonnades.

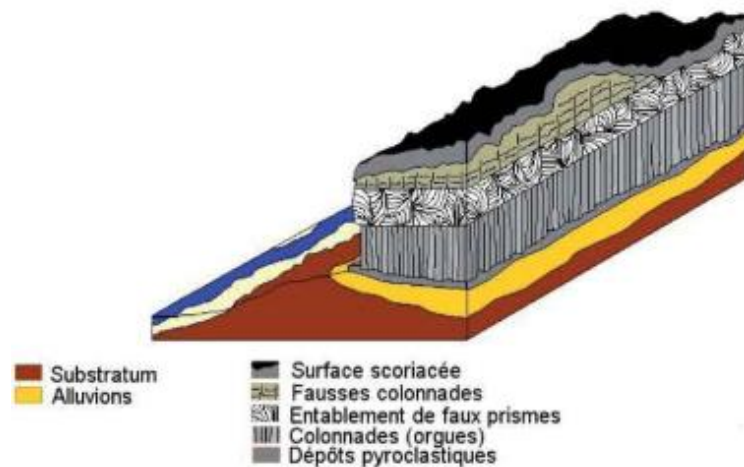


Figure 4. Après refroidissement et érosion de la coulée.

Certaines zones peuvent ne pas être présentes. La zone scoriacée est rarement conservée, détruite par l'érosion, de même, la zone de fausses colonnades ne se forme pas systématiquement.

### La prismation des laves

Lors du refroidissement de la partie liquide de la coulée, trois zones de convection **a**, **b** et **c** (figure 5) s'individualisent, donnant en fin de solidification les trois domaines décrits ci-dessus.

### La zone des colonnades

À partir de la base de la coulée, des cellules de convection se mettent en place, et, lors du refroidissement, il y a formation de prismes par rétraction de la lave solidifiée. Chaque prisme représente en largeur la taille d'une cellule de convection. La base des prismes est déjà formée, alors que la partie supérieure n'est pas prismée et encore liquide, ou tout du moins sous forme d'un gel.

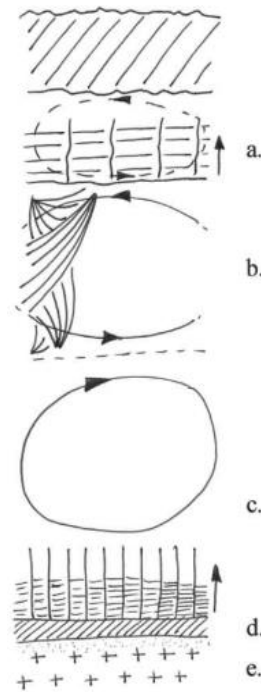


Figure 5. La prismation des laves :  
**a**, zone de fausses colonnades ;  
**b**, entablement de faux prismes ;  
**c**, zone de colonnades ;  
**d**, semelle scoriacée ;  
**e**, substratum.

Des expériences en laboratoire, où l'on chauffe un bac de mélasse, montrent la formation de courants de convection délimitant des colonnes de forme hexagonale. Cette forme hexagonale, qui semble dans la nature représenter un état d'équilibre (prismes des orgues, rétraction de l'argile séchée...), se retrouve dans la prismation des laves (figure 6).

De manière idéale, tous les prismes devraient être hexagonaux ; en fait, selon les conditions de refroidissement, on trouve des prismes de 3 à 8 côtés.

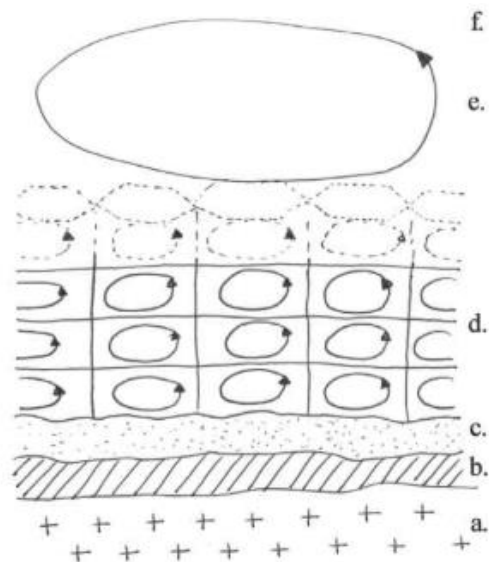


Figure 6. Début de la prismation de la zone des colonnades :  
**a**, substratum ; **b**, alluvions ; **c**, semelle scoriacée ;  
**d**, début de la formation des prismes ;  
**e**, zone encore liquide, ou sous forme de « gel », avec mouvements de convection ;  
**f**, zone de l'entablement.



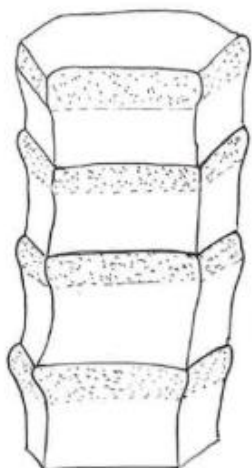


Figure 7. Royat, grotte des Laveuses, près de Clermont-Ferrand. Le dessin montre une unité de refroidissement, constituée d'anciennes cellules de convection.

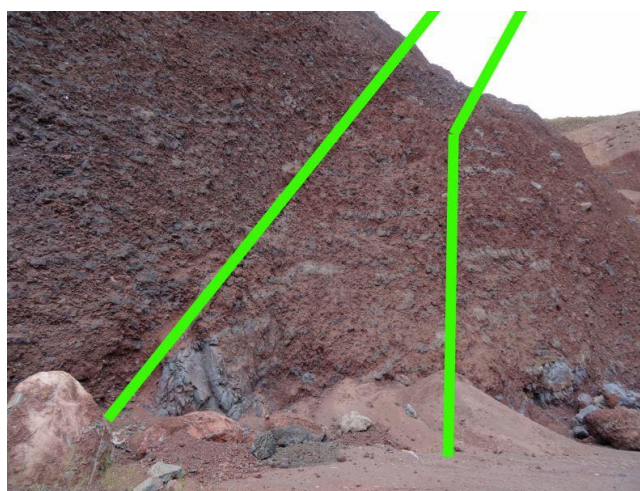
Si le refroidissement se fait de manière homogène, on obtient des colonnades (orgues) bien formées. Si le refroidissement n'est pas homogène (perturbations liées à des mouvements dans la zone de la coulée encore fluide), on obtient des colonnades avec des sections représentant chacune une ancienne cellule de convection (ex. : Royat, grotte des Laveuses, près de Clermont-Ferrand, figure 7).

## Formation des séismites en milieu volcanique

### Témoins dans les dépôts volcaniques

On peut observer dans les édifices volcaniques, éventrés par des carrières de pouzzolane, des failles dans les dépôts pyroclastiques. Ces failles peuvent être expliquées par la déstabilisation des flancs du volcan lors de son édification. Ces effondrements de flancs peuvent être liés soit à une déstabilisation gravitaire, dans ce cas il y a une forte perturbation dans les dépôts, soit par le rejeu tectonique d'une faille, par exemple du socle sur lequel s'est mis en place le volcan, permettant le passage de la lave vers la surface. Enfin, un séisme peut provoquer la formation de failles dans la pouzzolane.

Dans la carrière de pouzzolane de Lanthenas, Velay, un exemple de deux failles dans le front de taille du volcan est visible (fig. 8),



Figures 8. Carrière de pouzzolane de Lanthenas (Velay). Deux zones de failles sont visibles dans le flanc de la carrière.



Figures 9. Carrière de Lanthenas (Velay). Le détail de la zone de faille montre une déformation des objets géologiques, ici des lambeaux de lave, déformés après leur émission par la faille normale, dont le rejet fait près de deux mètres. La figure de droite montre les continuités de trois lambeaux de lave qui ont été sectionnés et décalés par la faille normale.





Figures 10. Front de taille nord de la zone palagonitisée, avec mise en évidence d'une faille normale nord-sud, avec le décalage du premier épisode phréatomagmatique (zone jaune inférieure) et amortissement de la faille avant le second épisode (zone jaune supérieure).

aussi bien au niveau de la surface de la coupe avec deux failles qu'au niveau des déformations des objets géologiques qu'il contient (lambeaux de lave).

L'épisode de formation de faille peut être ponctuel au cours de la vie du volcan, puis, comme dans l'exemple de l'édifice palagonitique du Rachas (voir bibliographie), la faille s'amortit dans les dépôts supérieurs du volcan, donnant par la même occasion une chronologie relative dans l'édification du volcan avec un épisode sismique.

Le rejeu d'une faille du socle peut provoquer des séismes plus ou moins importants. Ces séismes en milieu solide peuvent provoquer des effondrements d'une partie d'un volcan ou simplement des fissurations dans l'édifice volcanique.

Le contexte tectonique qui a donné naissance à des failles dans le socle, et à l'émission de lave pour la formation d'un volcan, peut aussi être très actif et continuer à produire des séismes plus ou moins nombreux et violents au cours des éruptions volcaniques, l'activité volcanique pouvant être importante et les éruptions plus ou moins simultanées dans une région donnée.

Ce qui nous intéresse ici est l'influence de ces séismes sur les coulées de lave.

### **Témoins des séismes dans les coulées de lave**

Comme nous l'avons vu ci-dessus, dans le mode de formation de la prismation dans les coulées de lave, celle-ci commence par les « zones froides », souvent le terrain encaissant où coule la lave.

Maintenant, imaginons qu'un séisme lié à la tectonique locale ait lieu, les effets sur une coulée de lave seront différents selon la phase de prismation dans laquelle se situe la coulée lors du passage de la perturbation sismique.

La prismation en orgue se fait à partir du bas de la coulée et progresse vers le centre de celle-ci. Trois zones peuvent exister à un moment donné dans la coulée, une zone déjà prismée (1), à la base de la coulée, puis une zone molle (2) au centre de la coulée où la prismation va progresser en fonction de la température niveau par niveau et, enfin, une zone encore partiellement ou totalement liquide (3).

Si un séisme se produit au cours de la mise en place d'une coulée de lave, plusieurs cas peuvent se produire en fonction de l'avancement de la prismation.

#### **1. Coulée encore liquide**

Dans une coulée encore liquide, la lave ayant un comportement de fluide, le séisme n'aura aucun effet sur la prismation. Après la prismation totale de la coulée, aucun témoin du séisme ne pourra être retrouvé.

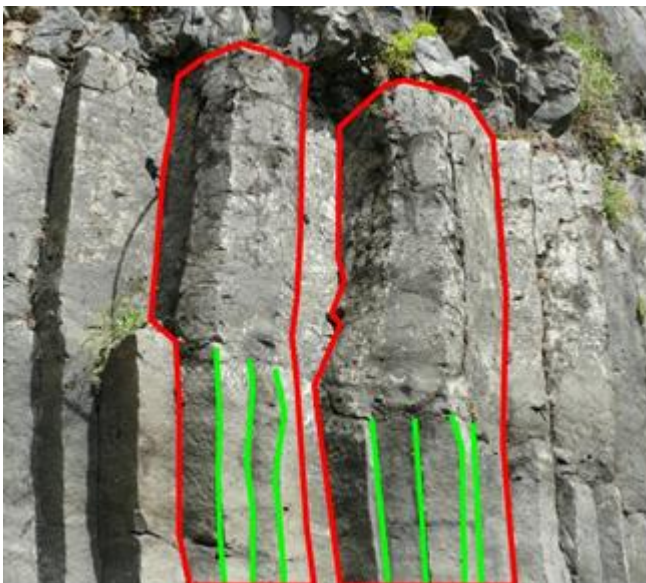




Figure 11. Saint-Jean-le-Centenier (Coirons). Un séisme a provoqué une modification dans l'organisation des cellules de convexion qui forment la prismation basaltique.



Figure 12. Le séisme a provoqué la fusion de plusieurs cellules de convexion pour générer une cellule de plus grande taille, plus frustrée, qui a donné un prisme de taille plus importante.



## 2. Coulée en cours de prismation

Si un séisme se produit dans une coulée de lave en cours de prismation, il y aura alors une trace de celui-ci à la limite prisme (1)/zone molle en cours de prismation (2). L'effet de ce type de séisme sera principalement une perturbation de la prismation, avec un mélange des cellules de convexion, et la formation, dans la majorité des cas, de plus gros prismes, comme dans les Coirons, à Saint-Jean-le-Centenier (figures 11, 12 et 13).

La perturbation et le résultat laissent imaginer que les cellules de convexion, bien que peut-être formées, n'étaient pas indurées et ont permis, sous la vibration du séisme, une réorganisation en une seule cellule qui a terminé de se solidifier jusqu'à rencontrer la zone d'entablement de faux prismes (figures 12 et 13).

## 3. Coulée prismée mais non totalement indurée

Dans de nombreux cas, le séisme perturbateur intervient lorsque la coulée est totalement ou presque totalement prismée, mais dont la partie supérieure n'est pas totalement indurée et donc encore molle.

Le séisme va alors provoquer à la limite solide-mou un déplacement général de la partie supérieure de la coulée, tordre les prismes. Ceux-ci étant déjà formés,



Figure 14. Pontails (Velay). Les orgues ont subi une déformation sous l'action de séismes.

il n'y a plus de cellules de convexion actives, empêchant la fusion de prismes comme dans le cas précédent, d'une coulée en cours de prismation.

Le site de Pontails (Velay) présente ce type de formation (figure 14).

Figure 13. Détail de la vue précédente : mise en évidence de la fusion des cellules de convexion basaltique pré-séisme (vert) et le résultat dans un méga prisme post-séisme (rouge). Il y a fusion de trois et quatre prismes en largeur pour n'en plus former qu'un seul. En surface, cela peut représenter jusqu'à une quinzaine de prismes pré-séisme qui fusionnent.





Figure 15. Chilhac (Haute-Loire). Déformation dans les coulées prismées dans le mode « coulée prismée mais non totalement indurée ».

Cet épisode peut aussi être observé à Chilhac, mais aussi à de très nombreux endroits dans les coulées de lave prismées (figure 15).

#### 4. Coulée en fin de prismaticion

Dans des cas plus rares, on peut trouver, lorsque le séisme se produit en phase ultime de prismaticion d'une coulée de lave, à la limite de la zone de colonnade et de l'entablement de faux prismes, un déplacement de l'entablement « glissant » sur la zone de colonnades (figure 16), courbant la partie supérieure de la colonnade.



Figure 16. Saint-Arcons d'Allier (Allier). L'entablement de faux prismes, à l'occasion d'un séisme, s'est légèrement déplacé en courbant le sommet de la zone de colonnades.

## Artefacts

Certains aspects de coulées prismées peuvent donner l'impression d'être des séismites, mais ce n'est souvent qu'un phénomène lié à l'altération qui suit les fluidalités magmatiques de l'ancienne coulée de lave (figure 17).

Ces différents phénomènes sont visibles sur des coulées anciennes ou proches de la surface avec une altération importante. A.G.



Figure 17. Yssingaux (Velay), carrière des Barrys.

*L'altération a suivi les anciennes fluidalités magmatiques laissant penser à des changements dans la prismaticion.*

*Une inclinaison des prismes est aussi un artefact lié à une inclinaison des dépôts sédimentaires ou magmatiques par frost creep, sous climat glaciaire.*

## Bibliographie

GUILLON A. Géol'Images : Volcan n° 9 (mai 2006), Cellule de solidification ; Volcan n° 46 (nov. 2017), La prismaticion des roches magmatique ; Volcan n° 47 (janv. 2018), La coulée prismée de Chilhac ; Quater n° 9 (fév. 2012), Fauchage de couche. *Frost creep*. GUILLON A. (2014) – Étude volcanologique du Rachas. Monographie d'un volcan vellave, le Bouchet-Saint Nicolas, Velay.

(Ndlr. Cette étude a été récompensée par le prix Paul Grenier, attribué à notre collègue Alain Guillon lors de l'Assemblée Générale 2014).

**Saga** PARIS  
**80 ANS !**