



# Le mensuel de l'Observatoire Volcanologique du Piton de la Fournaise



ISSN 2610-5101

## A - Activité du Piton de la Fournaise

### PITON DE LA FOURNAISE (VNUM #233020)

Latitude : 21.244°S

Longitude : 55.708°E

Altitude sommet : 2632 m

Le Piton de la Fournaise est un volcan basaltique de point chaud situé au sud-est de l'île de la Réunion (Océan Indien). Volcan actif, son histoire éruptive a débuté il y a environ 500 000 ans. Il produit des laves fluides à l'origine d'éruptions majoritairement effusives (avec émissions de fontaines de lave et de coulées de lave) dont la fréquence est en moyenne de deux par an depuis 1998. Plus rarement, des éruptions explosives (avec émissions de blocs recouvrant la zone sommitale et émissions de cendres pouvant se disperser sur de grandes distances) ont eu lieu par le passé avec une récurrence centennale. La majorité des éruptions récentes sont limitées à la caldera de l'Enclos Fouqué, à l'exception de quelques éruptions « hors Enclos » qui ne représentent que 3% des éruptions totales sur les 300 dernières années (1977, 1986, 1998 pour les plus récentes).

Depuis fin 1979, l'activité du Piton de la Fournaise est surveillée et suivie par l'Observatoire Volcanologique du Piton de la Fournaise (OVVF), une station de l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP).

**Niveau d'alerte : SAUVEGARDE**

(Voir tableau en annexe)

### Sismicité

Au mois de juillet 2018, l'OVVF a enregistré au niveau du massif du Piton de la Fournaise au total :

- 1411 séismes volcano-tectoniques superficiels (0 à 2 km de profondeur) sous les cratères sommitaux et sous le flanc nord ;
- 10 séismes profonds (> à 2 km de profondeur) ;
- 286 effondrements (dans le Cratère Dolomieu et au niveau des remparts de l'Enclos Fouqué).

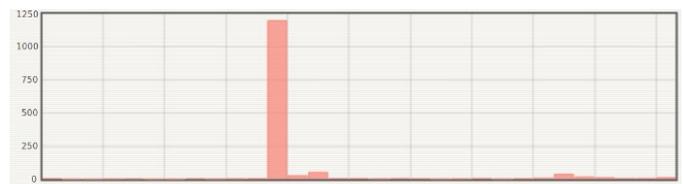


Figure 1 : Histogramme représentant le nombre de séismes volcano-tectoniques superficiels enregistrés en juillet 2018 (© OVVF-IPGP).

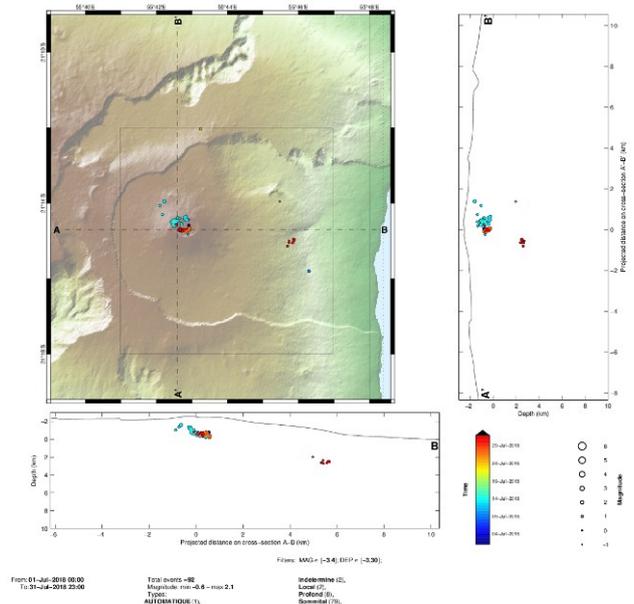


Figure 2 : Carte de localisation (épicentres) et coupes nord-sud et est-ouest (montrant la localisation en profondeur, hypocentres) des séismes enregistrés et localisés par l'OVVF-IPGP au mois de juillet 2018 sous le massif du Piton de la Fournaise. Seuls les séismes localisables ont été représentés sur la carte. L'observatoire enregistre des événements sismiques non représentés sur cette carte car non localisables, en raison de leur trop faible magnitude (© OVVF-IPGP).

L'activité volcano-tectonique sous le sommet du Piton de la Fournaise en juillet 2018 aura été principalement marquée par la crise sismique du 12 juillet ayant précédé l'éruption du 13 juillet (avec 1204 séismes en 5 heures ; Figures 1 et 2).

Du 1<sup>er</sup> au 11 juillet, la sismicité est restée relativement faible avec seulement 16 séismes volcano-tectoniques superficiels enregistrés sous la zone sommitale.

Suite à l'éruption du 13 juillet, l'activité volcano-tectonique sommitale est passée de 50 séismes le 14 juillet à 4 puis 3 séismes les 15 et 16 juillet. Entre le 17 et le 25 juillet, une moyenne de 3 séismes sommitaux par jour est enregistrée, avant une reprise significative de l'activité sismique le 26 juillet (36 séismes sommitaux), suivi d'une décroissance les jours suivant. Le 31 juillet, 9 séismes profonds (environ 2,5 km sous le niveau de la mer) se sont produits sous le flanc est du volcan (Figure 2).

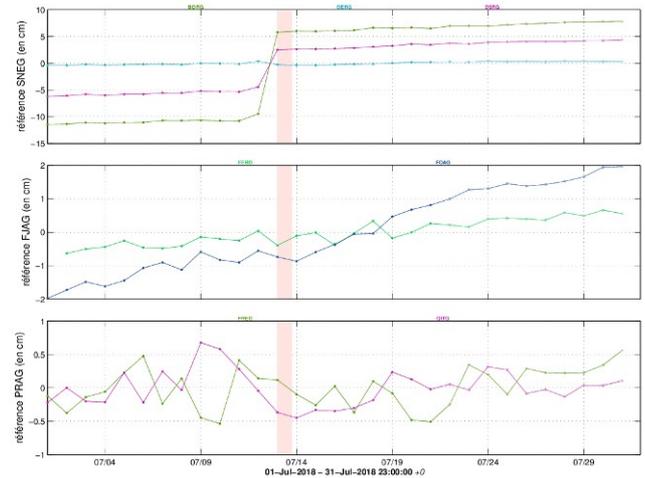
## Déformation

En juillet 2018, les réseaux de mesure de déformation de l'OVPF ont enregistré une inflation (gonflement) inter-éruptive continue (Figures 3 et 4). Ainsi entre le 1<sup>er</sup> et 12 juillet une elongation d'environ 2 cm max. de la zone sommitale et une elongation d'environ 3 cm max. de la base du cône terminal (Figure 3) ont été enregistrées.

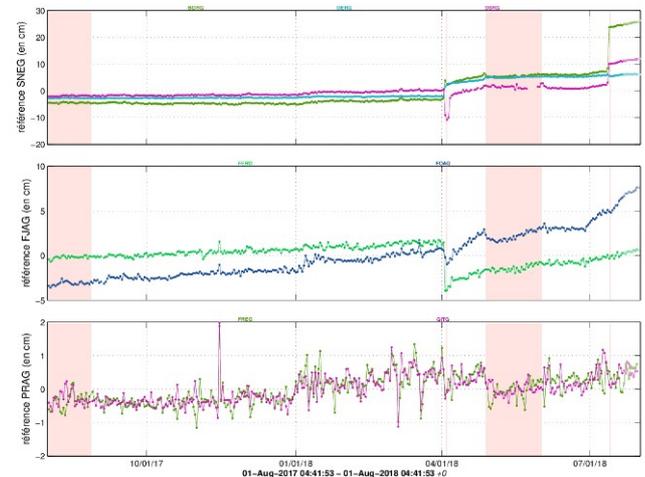
L'inflation a repris directement suite à la fin de l'éruption à des taux similaires. Ces phases d'inflation inter-éruptive sont liées à des mises en pression du réservoir magmatique superficiel (localisé à environ 1,5-2 km de profondeur).

La phase d'inflation lente et continue amorcée début juillet a été interrompue uniquement par les déformations de plus fortes intensités liées à l'injection du magma vers la surface lors de la crise intrusive ayant précédée l'éruption du 13 juillet 2018 (Figure 3, Annexe B).

\* Glossaire : Les signaux GPS sommitaux sont le témoin de l'influence de sources de pression superficielles à l'aplomb du volcan alors que les signaux GPS lointains sont le témoin de l'influence de sources de pression profondes à l'aplomb du volcan. Une inflation est souvent synonyme d'une mise en pression ; à l'inverse une déflation est souvent synonyme d'une dépressurisation.



**Figure 3 :** Illustration de la déformation en juillet 2018 (les périodes éruptives sont représentées en rouge). Sont ici représentées des lignes de base (variation de distance entre deux récepteurs GPS) traversant l'édifice du Piton de la Fournaise, au sommet (en haut), à la base du cône terminal (au milieu) et en champ lointain (en bas) (cf. localisation sur la Figure 5). Une hausse est synonyme d'elongation et donc de gonflement du volcan ; inversement une diminution est synonyme de contraction et donc de dégonflement du volcan (© OVPF-IPGP).



**Figure 4 :** Illustration de la déformation sur les douze derniers mois (les périodes éruptives sont représentées en rouge). Sont ici représentées des lignes de base (variation de distance entre deux récepteurs GPS) traversant l'édifice du Piton de la Fournaise, au sommet (en haut), à la base du cône terminal (au milieu) et en champ lointain (en bas) (cf. localisation sur la Figure 5). Une hausse est synonyme d'elongation et donc de gonflement du volcan ; inversement une diminution est synonyme de contraction et donc de dégonflement du volcan (© OVPF-IPGP).

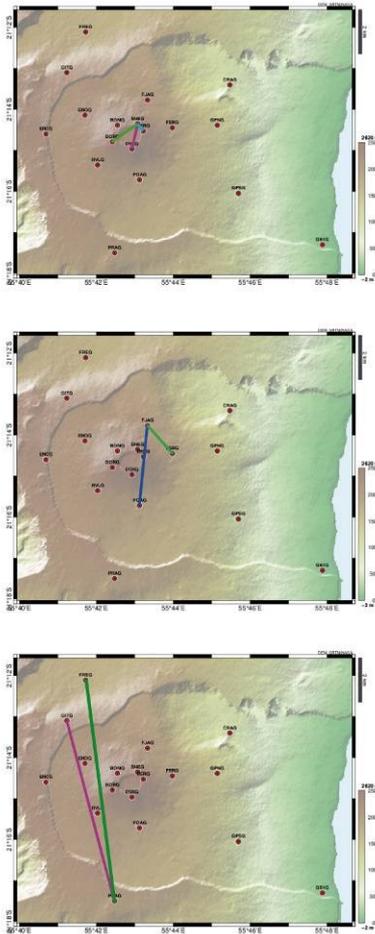


Figure 5 : Localisation des lignes de base représentées sur les figures 3 et 4 (© OVPF-IPGP).

## Géochimie des gaz

### Concentration en CO<sub>2</sub> dans le sol

- En champ lointain (secteurs Plaine des Cafres et Plaine des Palmistes) : les concentrations en CO<sub>2</sub> dans le sol sont restées stables en juillet sur des valeurs élevées (Figure 6) ;
- En champ proche (secteur Gîte du volcan) : les concentrations en CO<sub>2</sub> dans le sol sont restées stables sur des valeurs faibles.

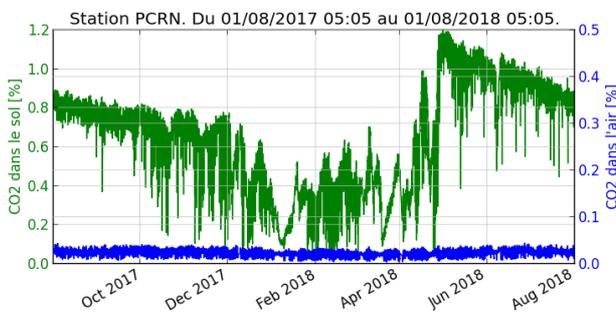


Figure 6 : Concentration de CO<sub>2</sub> dans le sol au niveau de la station de La Plaine des Cafres, localisée à l'observatoire, sur les douze derniers mois (© OVPF-IPGP).

\* Glossaire : Le CO<sub>2</sub> étant le premier gaz à être libéré du magma à grande profondeur (depuis le manteau), sa détection en champ lointain peut être synonyme d'une remontée profonde de magma. Son évolution en champ proche peut être liée au transfert magmatique dans le système d'alimentation plus superficiel (environ <2-4 km sous la surface).

### Composition des fumerolles sommitales par méthode MultiGas

- Hormis lors de la phase éruptive du 13 juillet :
- Teneur en SO<sub>2</sub> : en dessous du seuil de détection ;
  - Teneur en H<sub>2</sub>S : faibles concentrations ;

\* Glossaire : La méthode MultiGas permet de mesurer les concentrations en H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère au sommet du Piton de la Fournaise. Le transfert magmatique dans le système d'alimentation du Piton de la Fournaise peut se traduire en une augmentation des concentrations en SO<sub>2</sub> et du rapport C/S (carbone/soufre).

### Flux de SO<sub>2</sub> dans l'air dans l'Enclos Fouqué par méthode DOAS

Hormis lors de la phase éruptive du 13 juillet, les flux de SO<sub>2</sub> sont restés en-dessous du seuil de détection.

\* Glossaire : Lors des phases de repos du volcan, le flux de SO<sub>2</sub> au Piton de la Fournaise est en-dessous du seuil de détection ; le flux de SO<sub>2</sub> peut augmenter lors du transfert magmatique dans le système d'alimentation plus superficiel ; pendant les éruptions, il est directement proportionnel à la quantité de lave émise à la surface.

## Phénoménologie

Le mois de juillet 2018 aura été marqué par une éruption de courte durée (moins de 18 heures 30) et à faible débit (environ 0,3 millions de m<sup>3</sup> de lave émise en surface) sur le flanc nord nord-ouest du cône terminal le 13 juillet (cf. Annexe B pour plus de détails).

## Bilan

L'inflation continue de l'édifice enregistrée tout au long du mois de juillet 2018, fut le témoin d'une réalimentation profonde en magma et d'une pressurisation du réservoir magmatique superficiel. Cette pressurisation a conduit à l'éruption du 13 juillet, qui n'a vidangé que très partiellement ce réservoir. Ainsi, dès la fin de l'éruption, l'inflation du volcan a repris. Une augmentation de la sismicité a également été observée le 26 juillet, synonyme d'une accélération

dans la pressurisation du réservoir et d'une fragilisation de ce dernier.

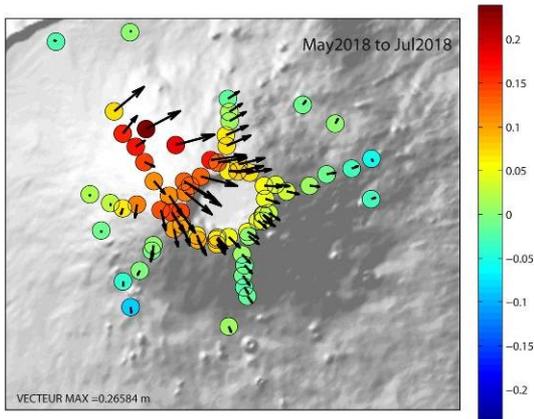


TU (06h00 heure locale) le 13 juillet 2018. Pour chaque heure, le temps est croissant vers la droite. Chaque barre verticale rouge représente un séisme. A noter l'apparition du trémor à partir de 23h30 heure TU (03h30 heure locale).

A court terme :

Le 12 juillet 2018, à 23h45 heure locale (19h45 heure TU, Figure 10), une crise sismique, témoin de la rupture du toit du réservoir magmatique superficiel et de la propagation finale du magma vers la surface, est enregistrée.

Au total, ce sont 1204 séismes volcano-tectoniques superficiels (< 2 km de profondeur) qui ont été enregistrés en 5 heures. Cette crise fut accompagnée par des déformations rapides du sol (max : 27 cm ; Figure 11).



**Figure 11 :** Carte des déplacements du sol associés à l'injection de magma vers la surface ayant mené à l'éruption du 13 juillet 2018. Les vecteurs représentent les déplacements horizontaux (max=0,27 m) et les ronds colorés les déplacements verticaux (échelle donnée par la barre de couleur, max=0,22 m).

## L'éruption

L'éruption débuta entre 03h30 (début du trémor enregistré sur les stations sismiques de l'OVPF) et 04h30 heure locale (premières lueurs visibles sur les webcams de l'OVPF) avec l'ouverture de 4 fissures en échelon sur une longueur de 500 m sur le flanc nord-nord ouest du cône terminal (Figure 12) dans le secteur de la Chapelle de Rosemont, à une altitude comprise entre 2320 et 2245 m.

Les débits de surface estimés à partir des données satellites, via la plateforme MIROVA (université de Turin), étaient compris lors des premières heures de l'éruption entre 2,88 et 5,34 m<sup>3</sup>/s.

Les quatre fissures éruptives sont restées actives simultanément lors des premières heures de l'éruption avec des fontaines de lave ne dépassant pas les 20 mètres de haut.



**Figure 12 :** Prises de vue du site éruptif le 13 juillet vers 08h00, heure locale (© OVPF/IPGP).

Différentes images aériennes et au sol ont permis de cartographier de manière précise l'évolution de la mise en place de la coulée lors des premières heures de l'éruption (Figure 13). Il a été estimé une vitesse de propagation des coulées l'ordre de 6 m/min sur la première heure d'éruption, vitesse qui n'a cessé ensuite de décroître pour atteindre moins d'1 m/min en fin d'éruption.



**Figure 13 :** Evolution de la propagation des coulées de lave entre 05h26 et 09h45 heures locales, le 13 juillet 2018. Le contour rouge représente la propagation finale à la fin de l'éruption. Cette carte a été réalisée à partir d'images aériennes et au sol traitées par stéréophotogrammétrie.

A 12h30 (heure locale), la fissure la plus en amont ainsi que le haut de la suivante n'étaient plus actives (Figure 14).



**Figure 14** : Prise de vue du site éruptif le 13 juillet 2018 vers 14h00 (heure locale). (© OVPF/IPGP).

Après une baisse progressive du trémor et environ 3 heures de gaz pistons (« bouffées de gaz » typiques des fins d'éruptions du Piton de la Fournaise) l'éruption s'arrêta le 13 juillet à 22h00 heure locale (18h00 heure TU).



**Figure 15** : Cartographie finale des coulées de lave émises lors de l'éruption du 13 juillet 2018 réalisée à partir d'images aériennes traitées par stéréophotogrammétrie. Les coulées sont représentées en blanc, les fissures en rouge et le sentier de randonnée menant au sommet en jaune.



**Figure 16** : Prise de vue aérienne du secteur de la Chapelle de Rosemont après l'éruption, photo du 14 juillet 2018. (© OVPF/IPGP).

## Bilan

L'éruption du 13 juillet 2018 dura moins de 18 heures 30 et émit environ 0,3 millions de m<sup>3</sup> de lave. Elle a recouvert un peu plus de 400 m de balisages du sentier de randonnée menant au sommet (Figure 15) et presque entièrement engloutit la Chapelle de Rosemont (Figure 16). Ancien point d'émission de lave et figure remarquable du paysage de l'Enclos Fouqué, la Chapelle de Rosemont était déjà décrite dans les récits des premières expéditions au volcan fin du 18<sup>ième</sup> siècle.

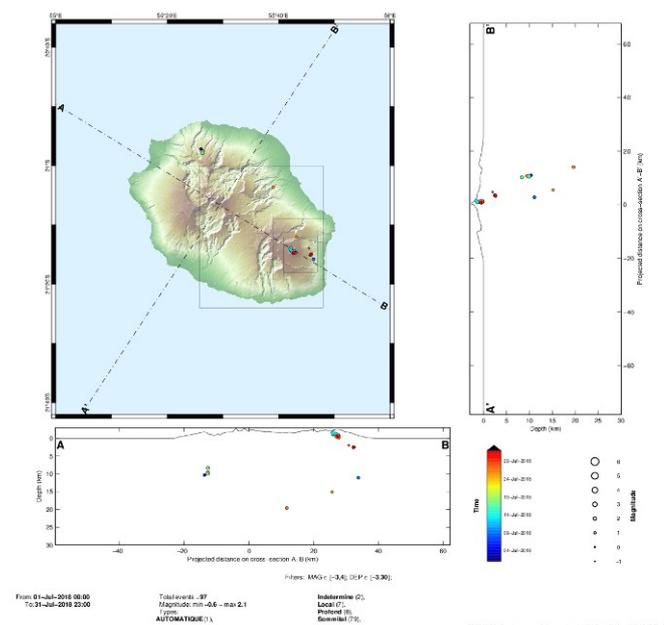
Le secteur intrudé par le magma lors de cette éruption (flanc nord-nord ouest) ne l'avait pas été depuis au moins 400 ans ; malgré les faibles volumes de lave émis lors de cette éruption et sa courte durée, cette éruption a changé considérablement la géomorphologie de ce secteur bien connu des randonneurs.

## C -Activité sismique locale et régionale

### Sismicité locale et régionale

Au mois de juillet 2018, l'OVPF a enregistré au niveau local et régional :

- 27 séismes locaux (dans un rayon de 200 km de l'île, majoritairement sous l'île, côté Piton des Neiges, Figure 17) ;
- 62 séismes régionaux (dans la zone océan indien).



Le lundi 16 juillet 2018, 06h02 (heure locale - soit 02h02 heure TU), un séisme a été ressenti par des habitants de l'île, principalement dans le nord (Figure 18).

Ce séisme a été enregistré par les sismomètres de l'Observatoire Volcanologique du Piton de la Fournaise. Les analyses de ce séisme ont permis de le localiser, à 10 km sous le niveau de la mer dans le secteur de la roche Ecrite, à 7 km au sud-ouest de Sainte-Clotilde. Sa magnitude a été mesurée à 2.1 sur l'échelle de Richter. Ce type d'événements, ressenti par la population est enregistré plusieurs fois par an. Cet événement était isolé et d'origine tectonique.

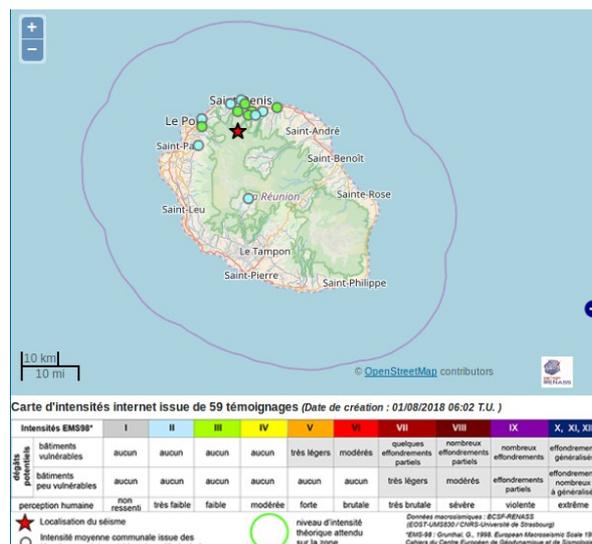


Figure 18 : Carte d'intensités internet issue de 59 témoignages (© franceseisme), <http://www.franceseisme.fr/nseisme.php?IdSei=770>.

### Crise sismique à Mayotte

Une activité sismique affecte l'île de Mayotte depuis le début du mois de Mai 2018. Ces séismes forment un essaim avec des épices regroupés en mer 50 à 60 km à l'est de la côte de Mayotte. La grande majorité de ces séismes est de faible magnitude, mais plusieurs événements de magnitude modérée (au maximum 5.9) ont été fortement ressentis par la population et ont endommagé certaines constructions. En juillet l'activité sismique s'est faite plus discrète mais une faible sismicité persiste dont certains ressentis.

**Pour en savoir plus sur l'activité sismique à Mayotte, retrouvez les dernières informations sur :**

- La page de l'IPGP dédiée : <http://www.ipgp.fr/fr/essaim-simique-a-lest-de-mayotte-mai-juin-2018>

- Le site du BRGM : [www.brgm.fr/content/essaim-seismes-mayotte-faq-scientifique?](http://www.brgm.fr/content/essaim-seismes-mayotte-faq-scientifique?pk_campaign=twitter&pk_kwd=2018-06_seismes-mayotte-faq)

- [pk\\_campaign=twitter&pk\\_kwd=2018-06\\_seismes-mayotte-faq](http://www.brgm.fr/content/essaim-seismes-mayotte-faq-scientifique?pk_campaign=twitter&pk_kwd=2018-06_seismes-mayotte-faq)

- Le site du bureau central sismologique français (BCSF) : <http://www.franceseisme.fr/>

- *Le site de la préfecture de Mayotte :*

<http://www.mayotte.pref.gouv.fr/>



## C - Annexe

### Définition des niveaux d'Alerte volcanique pour le Piton de la Fournaise

(extrait du dispositif ORSEC974 - D.S « Volcan du Piton de la Fournaise »)

	<b>ORSEC974 – D.S « VOLCAN »</b>	
	<b>CHAPITRE 3 : ALERTE / MESURES D'URGENCE</b>	

#### 3.2. LES DIFFÉRENTS NIVEAUX D'ALERTE

Le dispositif d'alerte est fondé sur 4 phases :

Phase d'alerte et définition	Objectif	Actions
<p><b><u>Vigilance</u> : éruption possible ou présence de risques sur le secteur</b>  <i>situation d'activité « hors norme » sous le massif de la Fournaise ou éventuellement une activité hors enclos (séismes, gonflements, etc...). <u>Eruption possible à moyen terme</u> (quelques jours à plusieurs semaines) et/ou présence de risques sur le secteur (éboulement, stabilisation d'un effondrement de caldéira, augmentation des émissions gazeuses, etc...</i></p>	<p><b>mettre en garde les services</b> qui seraient amenés à intervenir en cas d'éruption</p> <p><b>Protection des populations</b> présentes sur le site</p>	<p><b>Restriction de l'accès du public à la partie haute de l'enclos</b> : celui-ci n'est possible que sur l'un des sentiers balisés</p>
<p><b><u>Alerte 1</u> : éruption probable ou imminente</b>  <i>détection des signes d'une activité croissante (les séismes ou déformations ou émissions gazeuses sont d'intensité « hors norme » et croissante) qui pourrait se traduire par la formation d'une fissure éruptive (sortie de lave) dans les jours qui suivent. L'éruption n'est plus « possible » (comme en phase de vigilance) mais devient probable, voire imminente lorsque la formation d'une fissure éruptive est certaine, voire même en cours.</i></p>	<p><b>Evacuation des populations</b> présentes sur le site</p>	<p>- <b>Fermeture de l'Enclos et évacuation des randonneurs</b> qui se trouveraient sur le site</p> <p>- <b>interdiction de tout poser d'aéronefs</b> dans la zone du volcan</p>
<p><b><u>Alerte 2</u> : éruption en cours,</b> qui peut être de trois types</p> <p><u>Alerte 2-1</u> : l'éruption a lieu <b>dans le cratère Dolomieu</b>, la lave s'écoule en son sein, sans menace externe.</p> <p><u>Alerte 2-2</u> : l'éruption se situe et est confinée <b>dans l'enclos</b>. Elle ne présente <b>pas de menace directe</b> pour la sécurité des personnes et des biens.</p> <p><u>Alerte 2-3</u> : l'éruption se situe dans l'enclos ou hors enclos. Elle <b>présente une réelle menace pour la sécurité des personnes et des biens</b> (coupure de la route nationale, impact sur des zones habitées)</p>	<p><b>Garantir la protection des populations à l'extérieur du site</b> (si les coulées les menacent)</p>	<p>Alerte 2.1 : interdiction du poser d'aéronefs limitée aux seuls abords du cratère Dolomieu</p> <p>Alerte 2.2 : aucune dans l'immédiat (car accès à l'enclos déjà interdit, enclos déjà évacué et poser d'hélicoptères déjà interdit).</p> <p>Alerte 2.3 : activation du COP + évacuation des personnes menacées (notamment sur Ste Rose ou St Philippe)</p>
<p><b><u>Sauvegarde</u></b></p> <p>une réouverture partielle de l'enclos est possible, soit car l'éruption est terminée, soit car l'éruption (bien que toujours en cours) semble stabilisée</p>	<p><b>Permettre la réouverture partielle de l'Enclos en toute sécurité</b></p>	<p><b>reconnaitances préalables</b></p> <p><b>balisage des zones dangereuses</b></p> <p><b>définition des modalités de réouverture de l'enclos au public</b></p>

---

**Merci aux organismes, collectivités et associations d'afficher publiquement ce bilan pour une diffusion la plus large possible.**

**Retrouvez l'ensemble des informations relatives à l'activité du Piton de la Fournaise sur le site internet (<http://www.ipgp.fr/fr/ovpf/actualites-ovpf> ) et le compte Twitter (<https://twitter.com/obsfournaise?lang=fr>) de l'OVPF-IPGP.**

**Les informations de ce document ne peuvent être utilisées sans y faire explicitement référence.**

---