



Bulletin mensuel

Institut de physique du globe de Paris
Observatoire volcanologique du Piton de la Fournaise

ISSN 2610 – 5101

Avril 2023

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). Ce type d'éruptions « hors Enclos » peut potentiellement représenter une menace pour la population.

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

Niveau d'alerte : Vigilance (depuis le 24 avril 2023 – en cours)

14 octobre 2022 (08h00) au 21 avril 2023 (15h45) : Vigilance
21 avril 2023 (15h45) au 24 avril (14h00) : Alerte 1

(Voir tableau en annexe)



A. Activité du Piton de la Fournaise

Sismicité

Au mois d'avril 2023, l'OVPF-IPGP a enregistré au niveau du massif du Piton de la Fournaise au total :

- 808 séismes volcano-tectoniques superficiels (0 à 2,5 km au-dessus du niveau de la mer) sous les cratères sommitaux ;
- 7 séismes profonds (sous le niveau de la mer) ;
- 39 séismes de type longue-période ;
- 387 éboulements.

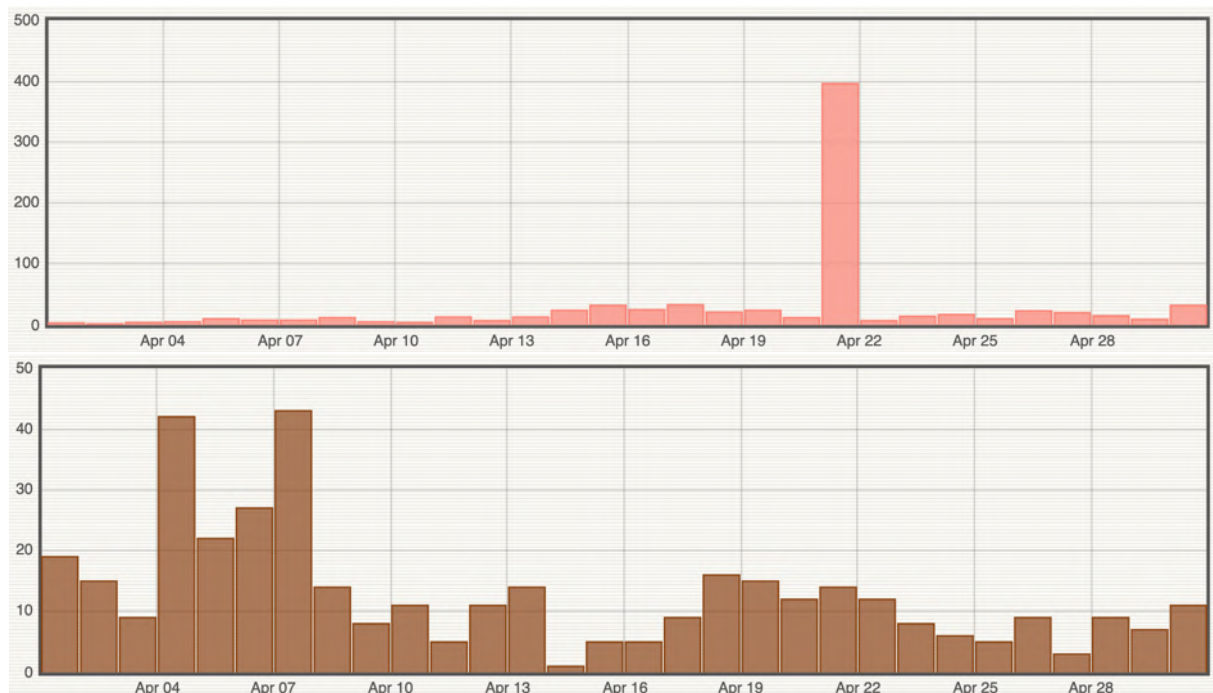


Figure 1 : Histogramme représentant le nombre de séismes volcano-tectoniques superficiels (en haut) et d'éboulements (en bas) par jour enregistrés en avril 2023 (© OVPF-IPGP).

Le mois d'avril 2023 aura été marqué par une augmentation de la sismicité sous le Piton de la Fournaise passant d'une dizaine de séismes volcano-tectoniques superficiels par jour entre le 1 et le 12 avril à une vingtaine entre le 13 et le 20 avril (Figure 1).

Cette sismicité a culminé le 21 avril avec une crise sismique au cours de laquelle 370 séismes volcano-tectoniques ont été enregistrés entre 15h11 et 16h20 heure locale. Ces séismes étaient localisés sous la bordure sud-ouest du cratère Dolomieu (Figure 2). Cette crise sismique correspond à une injection de magma depuis le réservoir vers la surface mais n'ayant pas atteint la surface.

Suite à la crise sismique du 21 avril, la sismicité s'est maintenue et a augmenté passant de 7 séismes volcano-tectoniques superficiels le 22 avril à 32 le 30 avril (Figure 1).

Une sismicité profonde a également été enregistrée tout au long du mois d'avril, notamment sous le flanc est et sur la bordure sud de l'Enclos Fouqué (Figure 2).

Le mois d'avril aura été marqué également par de nombreux éboulements dans le Cratère Dolomieu, au Cassé de la Rivière de l'Est et au niveau de la coulée de l'éruption de septembre-octobre 2022.

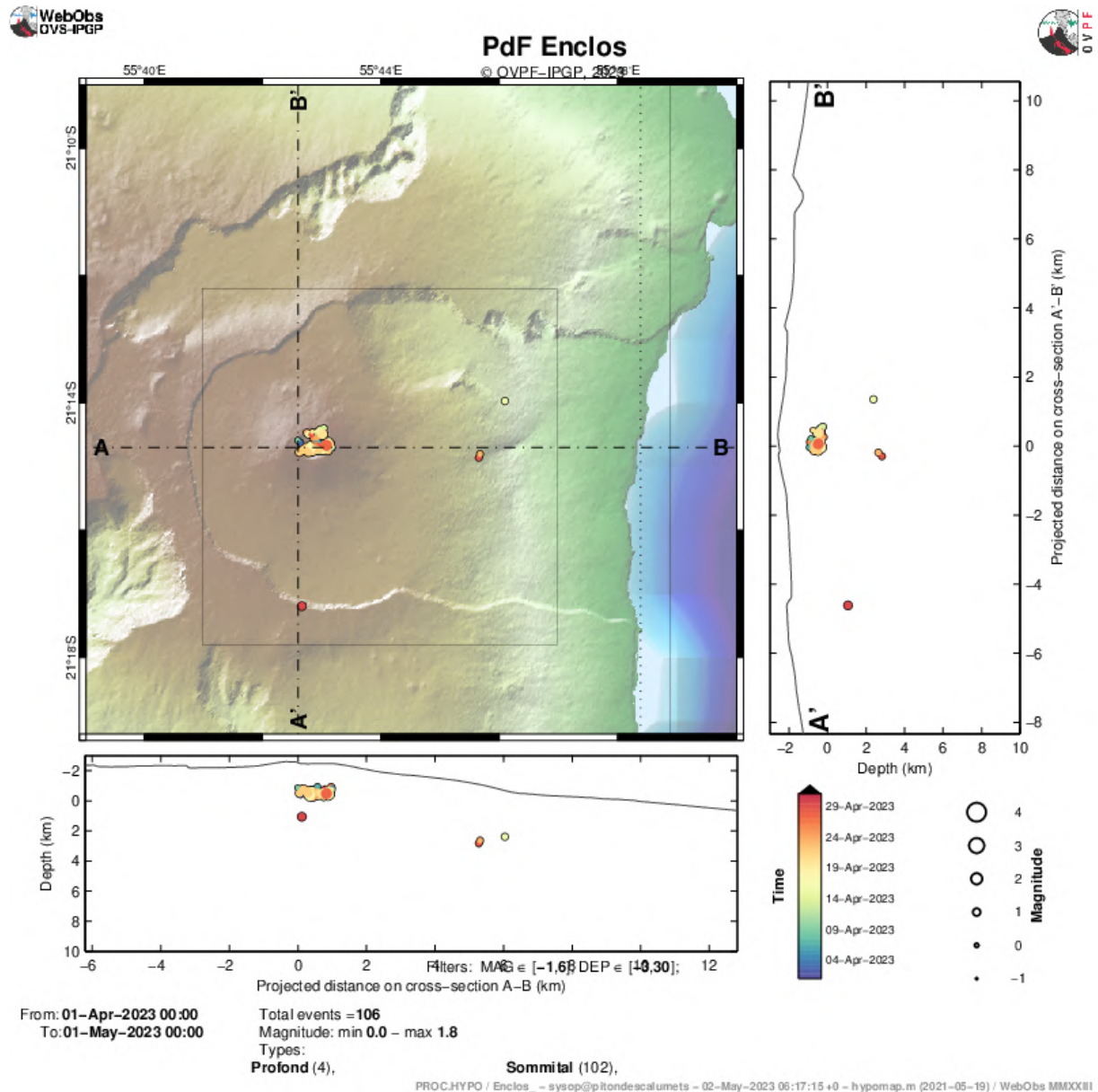


Figure 2 : Sismicité sous le Piton de la Fournaise au mois d'avril 2023. Carte de localisation (épicentres) et coupes nord-sud et est-ouest (montrant la localisation en profondeur, hypocentres) des séismes enregistrés et localisés manuellement par l'OVVPF-IPGP. Seuls les séismes localisables sont représentés sur la carte (© OVVPF-IPGP).

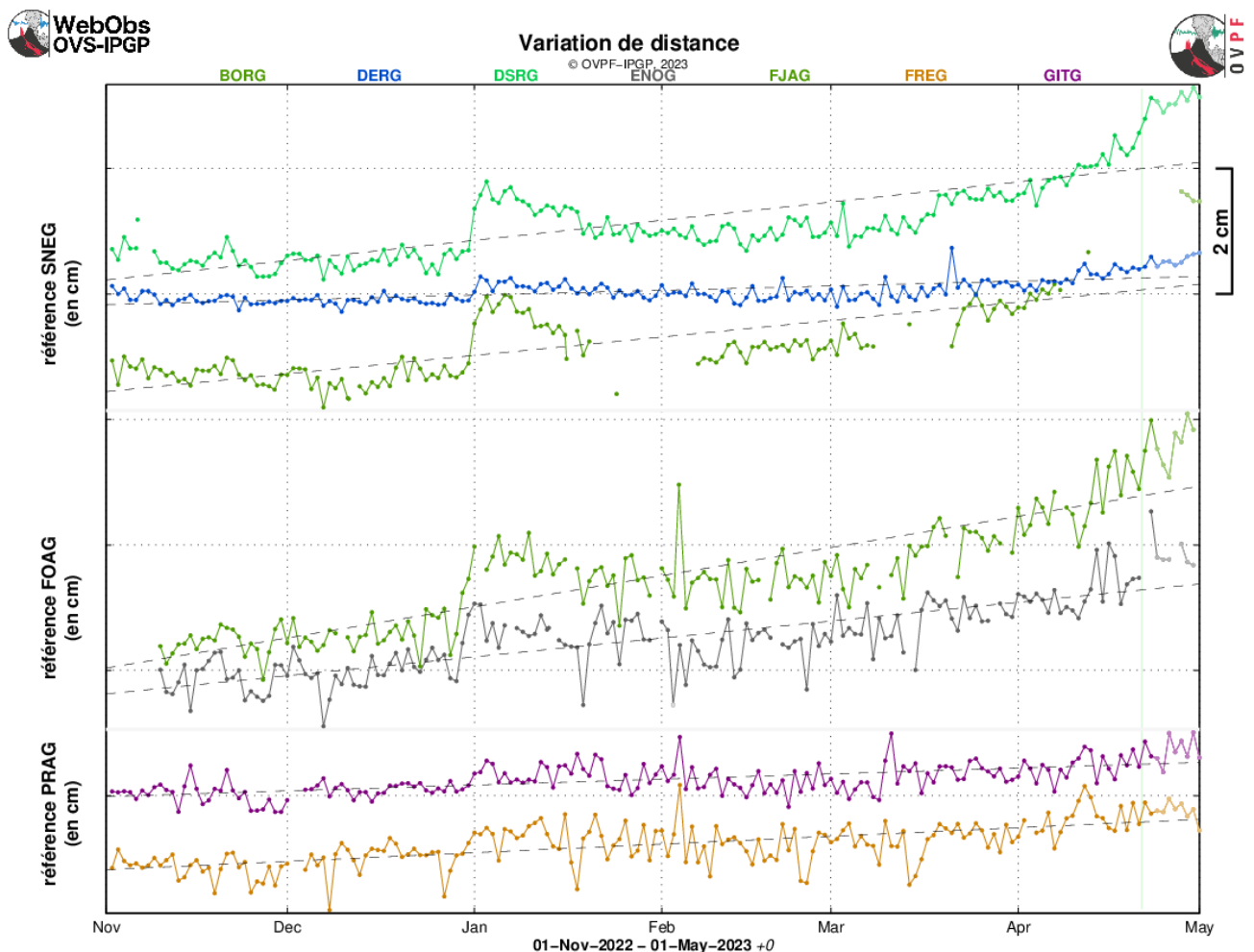


Déformation

En mars 2023, une reprise de l'inflation sommitale a été enregistrée (Figure 3). Cette inflation s'est poursuivie en avril (avec un maximum d'élongation du cône terminal de l'ordre de 2-3 cm en deux mois ; Figure 4) et est liée à une mise en pression du réservoir magmatique superficiel localisée à 1,5-2 km de profondeur sous les cratères (Figure 5).

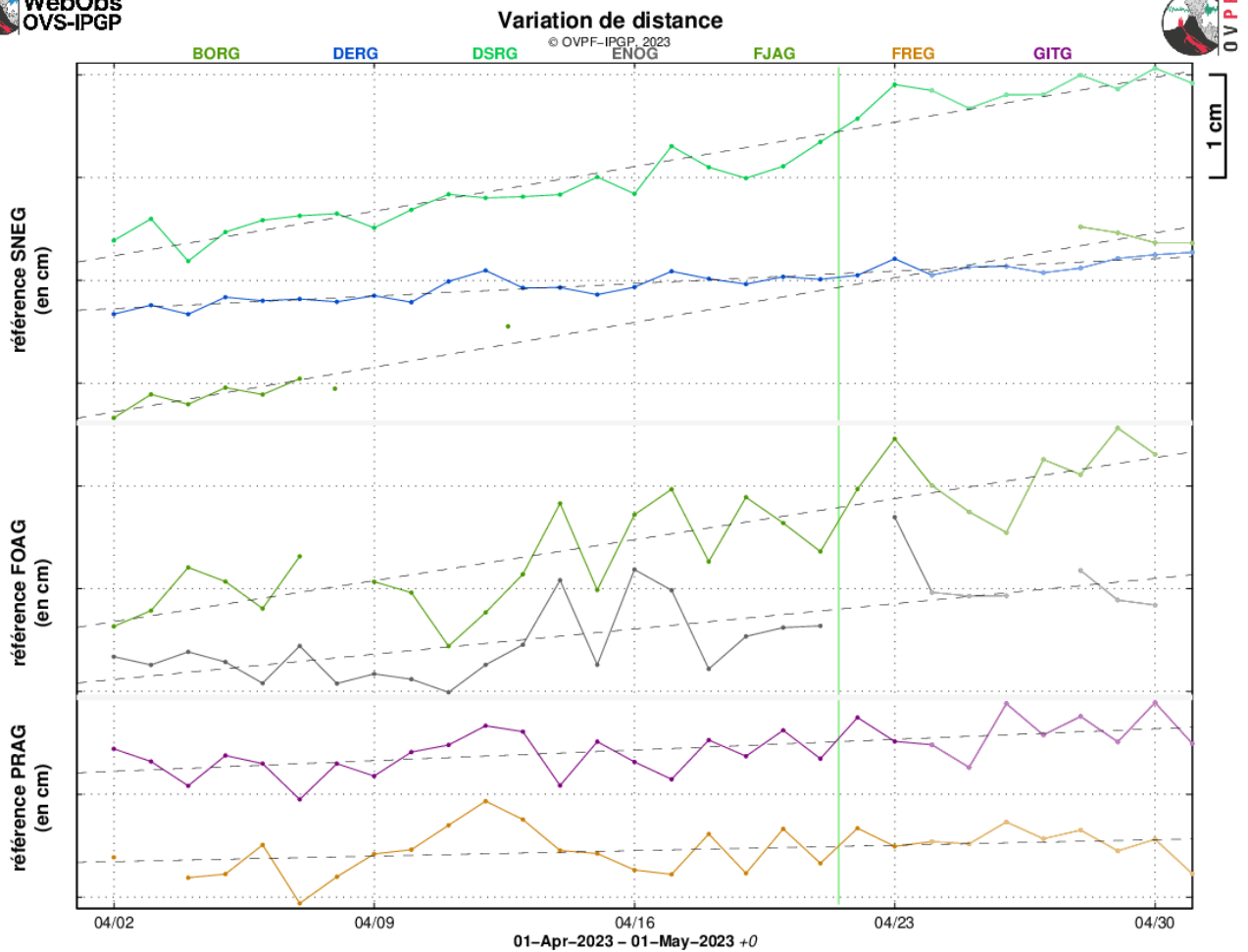
L'intrusion du 21 avril n'a généré que de très faibles déformations non visibles par méthode GPS et enregistrées uniquement sur une station inclinométrique localisée sur le bord sud du cratère (variation de pente de de l'ordre de 5 micro radians).

A la suite de l'intrusion, l'inflation de l'édifice s'est maintenue (Figures 3 et 4).



PROC.GIPSYX / BASELINES_ - sysop@pitondescalumets - 02-May-2023 04:38:40 +0 - gnss.m (2022-05-12) / WebObs MMXXIII

Figure 3 : Illustration de la déformation sur les six derniers mois (les périodes éruptives et intrusives sont respectivement représentées en rouge et en vert). Sont ici représentées les variations de distance entre deux récepteurs GPS traversant l'édifice du Piton de la Fournaise, au sommet (référence BOMG ; en haut), à la base du cône terminal (référence FOAG ; au milieu) et en champ lointain (référence PRAG ; en bas) (cf. localisation sur la Figure 6). Une hausse est synonyme d'élongation et donc de gonflement du volcan ; inversement une diminution indique une contraction et donc un dégonflement du volcan (© OVPF-IPGP).



PROC.GIPSYX / BASELINES_ - sysop@pitondescalumets - 02-May-2023 04:29:01 +0 - gnss.m (2022-06-12) / WebObs MMXXIII

Figure 4 : Illustration de la déformation en avril 2023. Sont ici représentées les variations de distance entre deux récepteurs GPS traversant l'édifice du Piton de la Fournaise, au sommet (référence BOMG ; en haut), à la base du cône terminal (référence FOAG ; au milieu) et en champ lointain (référence PRAG ; en bas) (cf. localisation sur la Figure 6). Une hausse est synonyme d'élongation et donc de gonflement du volcan ; inversement une diminution indique une contraction et donc un dégonflement du volcan (© OVPF-IPGP).



GNSS GIPSYX PdF OVPF – Relative vectors
© OVPF-IPGP, 2023

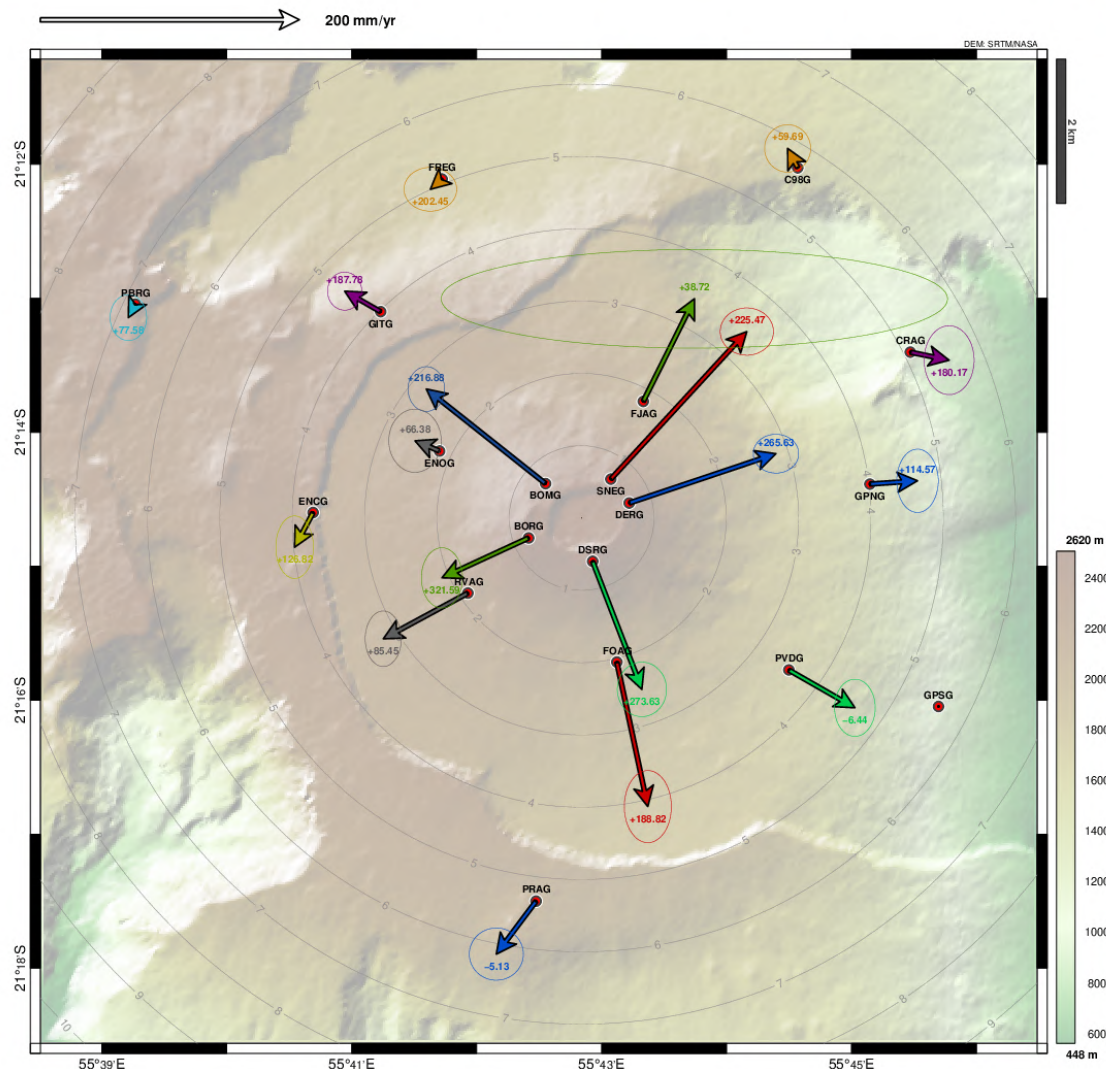


Figure 5 : Carte des déplacements du sol (exprimés en vitesse) enregistrés en avril 2023 à partir du réseau GPS permanent de l'OVPF-IPGP. Les déplacements horizontaux sont représentés sous forme vectorielle et les déplacements verticaux sont indiqués par les valeurs chiffrées en couleur (© OVPF-IPGP).

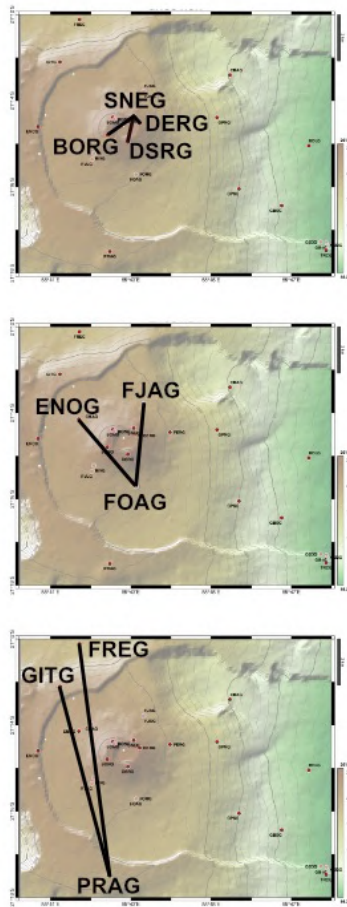


Figure 6 : Localisation des lignes de base représentées sur les figures 3 et 4 (© OVPF-IPGP).

* 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.



Géochimie des gaz

Concentration en CO₂ dans le sol

Sur le site proximal du Gîte, une chute brutale des flux avec des valeurs très faibles de CO₂ a été détectée après le 3 janvier 2022. A la fin de l'éruption du 22 décembre – 17 janvier 2022 une nouvelle phase d'augmentation a été enregistrée, mais avec un taux plus faible. Les fortes fluctuations observées au cours du mois de février 2022 sont certainement liées à des influences environnementales dues à deux évènements cycloniques (Figure 7).

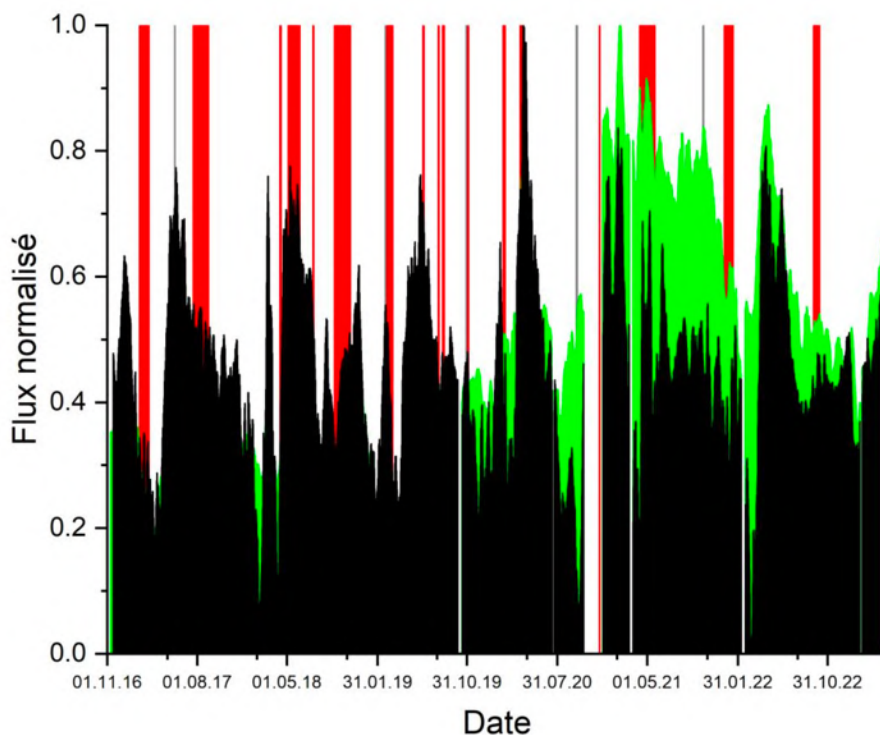


Figure 7 : Comparaison entre les moyennes normalisées des données de flux de CO₂ dans le sol, brutes (modèle OVPF ; moyennées sur une fenêtre glissante de 15 jours, en vert) et corrigées de l'influence à long terme des paramètres environnementaux (modèle INGV MALFIT ; en noir), enregistrées sur les stations localisées en champ lointain depuis octobre 2016 (date d'installation de la dernière station). Les périodes éruptives sont représentées en rouge et les périodes intrusives en gris (© OVPF-IPGP).

Une nouvelle augmentation a été enregistrée à la fois en champ distal et proche à la fin février 2022 avec une forte accélération à la mi-mars 2022 (Figure 7). Cette phase d'augmentation a duré jusqu'au 5 mai en champ distal et jusqu'au 19 mai 2022 en champ proche.

Depuis mi-mai, une tendance à la diminution des flux de CO₂ est enregistrée en champ distal et en champ proximal. L'éruption du 19 septembre – 5 octobre 2022 a débuté après une diminution significative des flux de CO₂, suggérant certainement le transfert progressif de magma vers des niveaux crustaux peu profonds. Depuis la fin de l'éruption du 19 septembre – 5 octobre 2022, les flux de CO₂ sont restés à un niveau stable.

Il est intéressant de noter que l'analyse isotopique des gaz échantillonnés sur les sites distaux (PNRN, BLEN, PCNR) et proximaux (P0 ; GITN) montre une augmentation marquée de la contribution magmatique au cours de la période mars-avril 2022 (Figure 8). La contribution magmatique a ensuite diminué dans la seconde moitié de 2022.

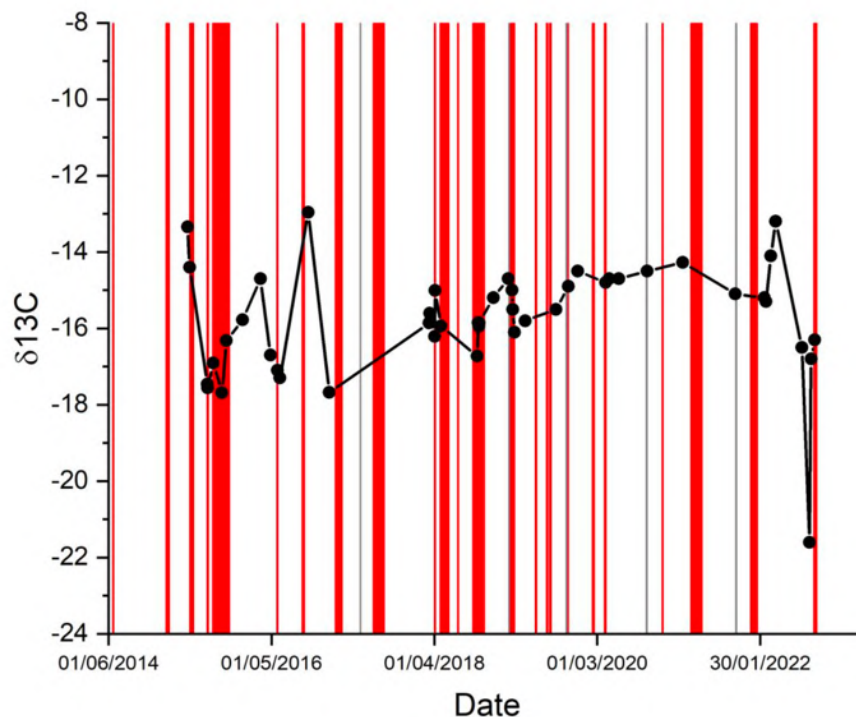


Figure 8 : Variations des isotopes du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) dans le CO_2 des gaz du sol émis par le point de contrôle dont le flux est le plus élevé dans la zone proximale (point de contrôle : GIT0).

Une nouvelle tendance d'augmentation fluctuante des émissions de CO_2 du sol a commencé depuis le début de décembre 2022 au niveau des sites distaux et proximaux.

* Glossaire : Le CO_2 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

- Teneur en SO_2 : en dessous du seuil de détection.

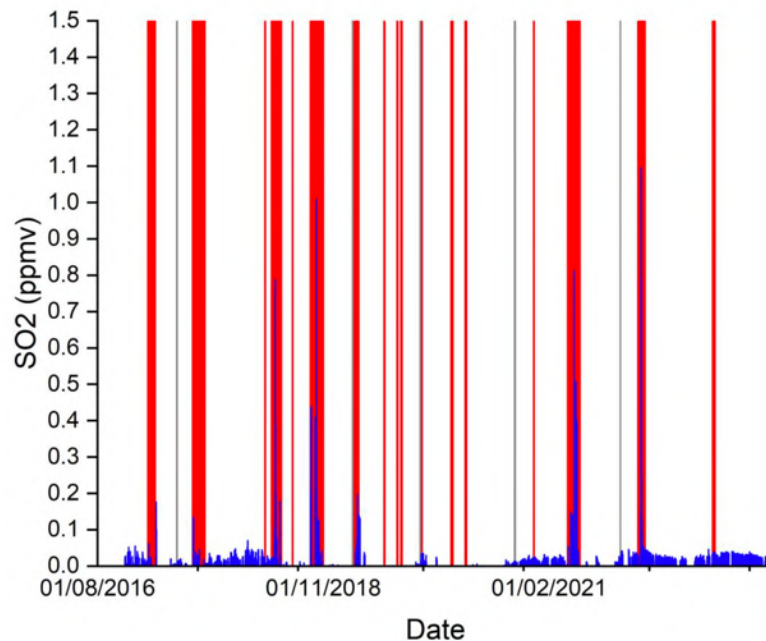


Figure 9 : Concentrations brutes (en bleu) de SO_2 dans l'atmosphère au sommet du Piton de la Fournaise (station MultiGaS) Barres rouges : éruptions ; Barres grises : intrusions (© OVPF-IPGP)

* Glossaire : La méthode MultiGaS permet de mesurer les concentrations en H_2O , H_2S , SO_2 et CO_2 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_2 et du rapport C/S (carbone/soufre).

Flux de SO_2 dans l'air dans l'Enclos Fouqué par méthode DOAS

Les flux de SO_2 dans l'air sont faibles, proches ou en-dessous du seuil de détection.

* Glossaire : Lors des phases de repos du volcan, le flux de SO_2 au Piton de la Fournaise est en-dessous du seuil de détection ; le flux de SO_2 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 d'avril 2023 aura été marqué par une intrusion de magma le 21 avril qui n'a pas atteint la surface.

Bilan

En avril 2023, la pressurisation du réservoir magmatique s'est poursuivie avec une inflation de l'ensemble de l'édifice et une sismicité à la hausse. Cette pressurisation est à l'origine de la crise sismique du 21 avril liée à une injection de magma depuis le réservoir vers la surface mais n'ayant pas atteint la surface.



B. Activité sismique locale et régionale

Sismicité locale et régionale

Au mois d'avril 2023, l'OVPF-IPGP a enregistré au niveau local et régional :

- 61 séismes locaux (dans un rayon de 200 km de l'île, majoritairement sous l'île, Figures 10 et 11) ;
- 7 séismes régionaux (dans la zone océan Indien).

Au mois d'avril 2023, l'OVPF-IPGP a enregistré 61 séismes locaux disséminés sous l'Île de La Réunion, principalement au niveau de La Roche Écrite et du Cirque de Salazie (Figure 11).

Ces séismes sont localisés entre 10 km et 20 km de profondeur dans la lithosphère océanique sur laquelle s'est formé l'édifice volcanique à l'origine de La Réunion.

Un séisme de faible magnitude (1.6), localisé sous la bordure nord du Cirque de Salazie, a été ressenti par quelques habitants le 13 avril à 20h18 heure locale (16h18 heure T.U.).

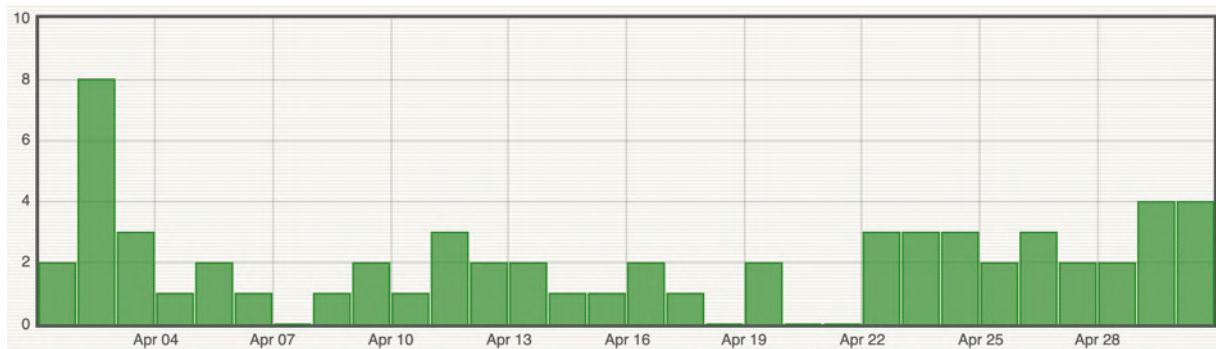


Figure 10 : Histogramme représentant le nombre de séismes locaux (Ile de La Réunion) par jour enregistrés en avril 2023 (© OVPF-IPGP).

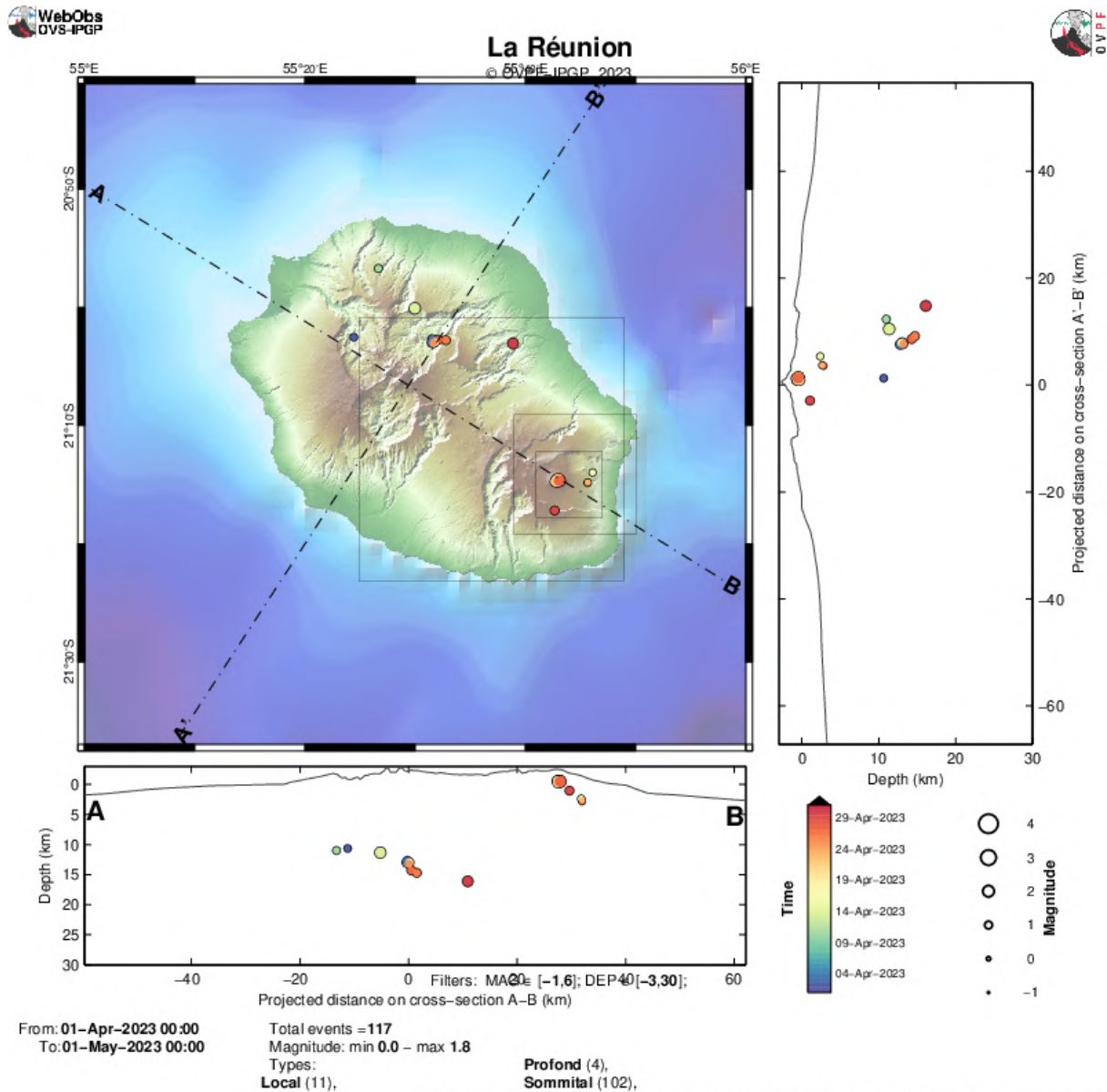


Figure 11 : Sismicité sous La Réunion au mois d'avril 2023. Carte de localisation (épicentres) et coupes nord-ouest - sud-est et sud-ouest – nord-est (montrant la localisation en profondeur, hypocentres) des séismes enregistrés et localisés par l'OVPF-IPGP. Seuls les séismes localisables ont été représentés sur la carte (© OVPF-IPGP).



Activité sismo-volcanique à Mayotte

Le REseau de surveillance VOlcanologique et Sismologique de MAyotte (REVOSIMA) est la structure en charge de la surveillance de l'activité volcanique et sismique de la région de Mayotte. L'IPGP opère ce réseau à travers l'Observatoire volcanologique du Piton de la Fournaise avec l'appui du BRGM et sa direction régionale à Mayotte. Le REVOSIMA est soutenu par un étroit partenariat scientifique et technique. Le consortium du REVOSIMA : IPGP et Université Paris Cité, BRGM, IFREMER, CNRS, BCSF-RéNaSS, ITES et Université de Strasbourg, IGN, ENS, SHOM, TAAF, Météo France, CNES, Université Grenoble Alpes et ISTerre, Université Clermont Auvergne, LMV et OPGC, Université de La Réunion, Université Paul Sabatier, Toulouse et GET-OMP, Université de la Rochelle, Université de Bretagne Occidentale, IRD et collaborateurs.

Toutes les informations concernant le REVOSIMA et l'activité à Mayotte sont à retrouver sur ces liens :

- <http://www.ipgp.fr/fr/reseau-de-surveillance-volcanologique-sismologique-de-mayotte>
- <http://www.ipgp.fr/fr/actualites-reseau>
- <https://www.facebook.com/ReseauVolcanoSismoMayotte/>

La direction de l'OVPF-IPGP, le 2 mai 2023



C. Annexes

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

(Extrait disposition spécifique « Volcan Piton de la Fournaise » - arrêté n°2242)

PREFECTURE DE LA RÉUNION	DISPOSITION SPÉCIFIQUE VOLCAN	EMZPCOI
--------------------------	-------------------------------	---------

3.2. Les différents niveaux d'alerte

Phase d'alerte et définition	Objectif	Actions
<p>Vigilance : activité persistante et continue sous le massif</p> <p><i>Situation d'activité « hors norme » sous le massif du Piton de la Fournaise à l'intérieur ou éventuellement hors de l'enclos (séismes, gonflements, etc...) . Éruption possible à moyen terme (quelques jours à plusieurs semaines) et/ou présence de risques sur le secteur (éboulements, stabilisation d'un effondrement de caldeira, augmentation des émissions gazeuses, présence de coulées de lave en cours de refroidissement, etc...)</i></p>	<p>Mettre en garde les services qui seraient amenés à intervenir en cas d'éruption</p> <p>Protéger les populations présentes sur le site</p>	<p>- Pour le public non-accompagné : accès à la partie haute de l'enclos possible sur les seuls sentiers balisés ouverts</p> <p>- Pour le public accompagné d'un professionnel : accès à la partie haute de l'enclos possible hors des sentiers balisés à l'exception des zones d'exclusion (voir § 3.2.1)</p>
<p>Alerte 1 : éruption probable ou imminente</p> <p><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 heures ou 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 en cours.</i></p>	<p>Évacuer les populations présentes sur le site</p>	<p>Fermeture de l'enclos et évacuation des randonneurs qui se trouveraient sur le site</p>
<p>Alerte 2 : éruption en cours, qui peut être de trois types :</p> <p><i>Alerte 2-1 : L'éruption est située dans l'enclos (y compris dans le cratère Dolomieu) et ne présente pas de menace particulière pour la sécurité des personnes, des biens ou de l'environnement</i></p> <p><i>Alerte 2-2 : L'éruption est située dans l'enclos et présente une menace directe ou indirecte pour la sécurité des personnes, des biens ou de l'environnement (risque de coupure de la RN2, pluies acides, feux de forêt...)</i></p>	<p>Garantir la protection des populations, des biens et de l'environnement à proximité ou à l'extérieur du site</p>	<p>Alerte 2.1 : aucune action dans l'immédiat (car accès à l'enclos déjà interdit et enclos déjà évacué).</p> <p>Alerte 2.2 : en cas de nécessité, activation des COP / PCO + fermeture de la RN2 + évacuation des personnes et véhicules concernés (en fonction des enjeux)</p>
<p><i>Alerte 2-3 : L'éruption est située hors de l'enclos et présente une réelle menace pour la sécurité des personnes, des biens ou de l'environnement (impact possible sur les zones habitées).</i></p>	<p>Garantir la protection des populations, des biens et de l'environnement à proximité ou à l'extérieur du site</p>	<p>Alerte 2.3 : activation des COP / PCO + évacuation des personnes menacées (notamment dans les zones habitées)</p>
<p>Sauvegarde</p> <p><i>L'éruption est terminée, une réouverture partielle de l'enclos est possible</i></p> <p><i>Un arrêté pour passage en phase de sauvegarde aménagé peut être pris préalablement aux reconnaissances terrain pour permettre la réouverture de la partie basse de l'enclos uniquement, si les conditions le permettent.</i></p>	<p>Permettre la réouverture partielle de l'enclos en toute sécurité</p>	<p>- mise en œuvre des reconnaissances préalables</p> <p>- définition des modalités de réouverture de l'enclos au public</p>

Arrêté préfectoral n° 2242 du 08/11/2021 Validé par Jacques BILLANT, Préfet de La Réunion 22 / 57



Rapport synthétique sur les derniers produits éruptifs

Pour caractériser l'éruption du 19 septembre – 5 octobre 2022, 8 échantillons ont été collectés parmi lesquels deux sont des pyroclastes (lapilli, scorie) et les 6 autres sont des laves qui ont été soit collectées à l'état fondu et vitrifiées sur site (syn-éruptif), soit collectées à l'état refroidi (post-emplacment).



Figure 12 : Fragments d'échantillons collectés par l'OVPF lors de l'éruption du 19 septembre – 5 octobre 2022 au Piton de la Fournaise

Les fragments pyroclastiques montrent une vésicularité de 37vol% à 76vol%, avec jusqu'à 33vol % de vésicules isolées. Les scories de type « golden pumice » sont les fragments les plus vésiculés (68- 80 vol%) avec des valeurs non négligeables de vésicules isolées (jusqu'à 26vol%). Les échantillons de lave ont une vésicularité plus faible (28-60vol%) que les pyroclastes. Comme observé précédemment, les laves trempées sur site ont une vésicularité plus faible que les laves collectées post-emplacment et quelques vésicules isolées (17vol%). **Les données de cette éruption confirment l'augmentation de la densité des produits éruptifs mesurée depuis 2019 et la tendance globale à l'augmentation de la densité depuis le début du cycle éruptif en 2014.**

Tous les échantillons sont presque aphyriques en termes de phénocristaux (<5vol% de phénocristaux), la teneur en microphénocristaux varie de 13vol% dans les pyroclastes à 21- 29vol.% dans les laves.

La composition des verres et des microlites sont similaires à celles des laves émises lors des précédentes éruptions depuis 2020 et indiquent une température pré-éruptive qui varie entre 1140°C au début de l'éruption à 1153°C vers la fin de l'éruption. **Ces températures relativement faibles sont cohérentes avec celles d'un système magmatique peu profond.**

Sur le suivi géochimique à long terme, les laves émises jusqu'à l'éruption du 22 décembre 2021 – 17 janvier 2022 ont une signature intermédiaire en CaO/Al₂O₃ - indice du degré d'évolution de magma - qui diminue lors de l'éruption du 19 septembre – 5 octobre 2022. **Cette tendance pourrait marquer un refroidissement progressif de la partie peu profonde du système magmatique.**

Comme souvent observé lors d'éruptions de longue durée, les laves émises en fin d'éruption (échantillons du 05/10/2022) sont légèrement plus mafiques (plus de MgO, rapport CaO/Al₂O₃ plus élevé, contenu en Ni et Cr plus élevé) et ont des rapports d'éléments incompatibles légèrement plus élevés que celles émises en début d'éruption. Cette évolution temporelle témoigne d'hétérogénéités existant dans le système de plomberie magmatique. **Ces variations sont corrélées à une légère augmentation de la concentration en MgO des verres, ce qui indique un magma légèrement plus chaud émis vers la fin de l'éruption.**

Les produits de l'éruption de septembre-octobre 2022 ont une signature « appauvrie » (faible rapport La/Yb), qui a été attribuée à la fusion d'une source mantellique plus réfractaire. **La diminution de la signature des éléments traces incompatibles amorcée en août 2019 est corrélée à une diminution de 23% du taux moyen de production de lave par rapport à la période 2014-2019.**



Remerciements

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

Informations

Retrouvez l'ensemble des informations relatives à l'activité du Piton de la Fournaise sur les différents médias de l'OVPF-IPGP :

- le site internet : ipgp.fr/fr/ovpf/actualites-ovpf
- le compte Twitter : twitter.com/obsfournaise
- le compte Facebook : facebook.com/ObsVolcanoPitonFournaise

Un bulletin automatique préliminaire d'activité de l'OVPF-IPGP, relatif aux activités de la veille, validé par un.e analyste, est publié quotidiennement. Il est accessible directement sur ce lien :

http://volcano.ipgp.fr/reunion/Bulletin_quotidien/bulletin.html

La sismicité déterminée et validée en continu par l'OVPF-IPGP peut être également suivie sur le portail RENASS :

<https://renass.unistra.fr/fr/zones/la-reunion>

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