

Bulletin mensuel

Institut de physique du globe de Paris

Observatoire volcanologique du Piton de la Fournaise

ISSN 2610 – 5101

Novembre 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 31 août 2023)

(Voir tableau en annexe)



A. Activité du Piton de la Fournaise

Sismicité

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

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

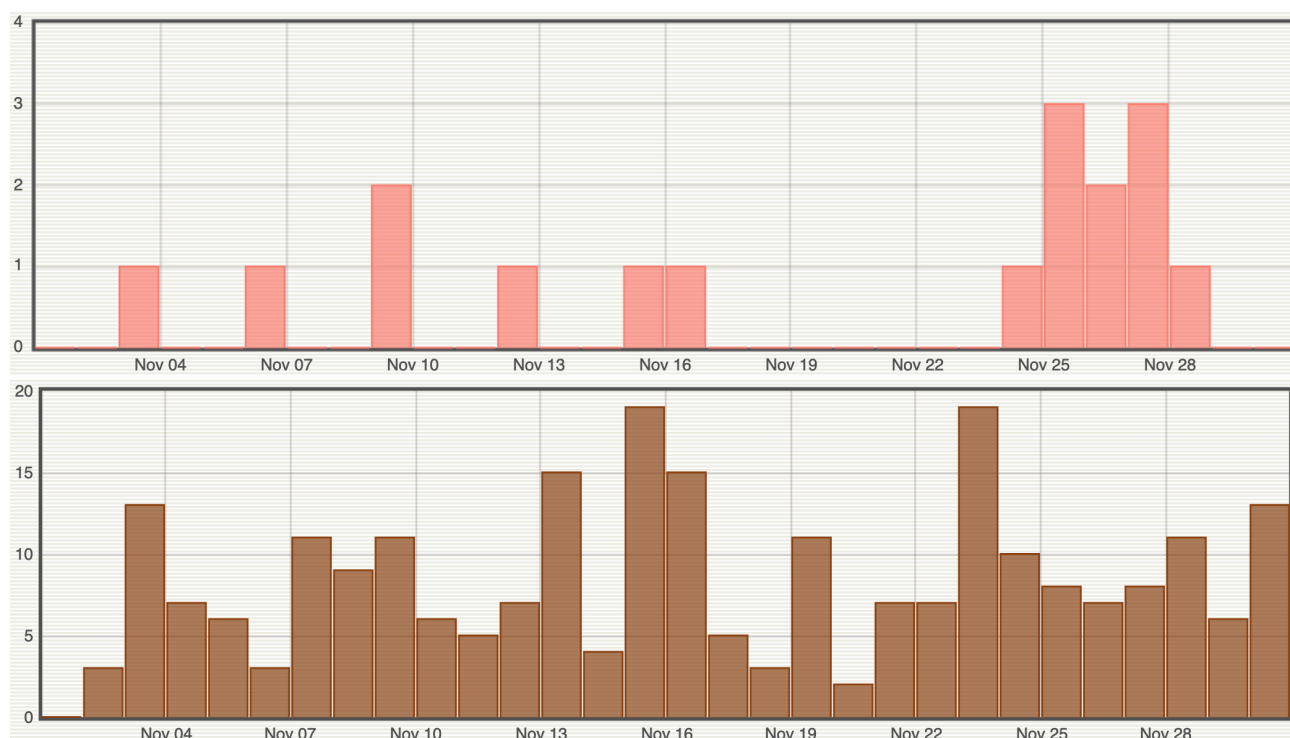


Figure 1 : Histogramme représentant le nombre de séismes volcano-tectoniques superficiels (en haut) et d'éboulements (en bas) par jour enregistrés en novembre 2023 (© OVPF-IPGP).

Le mois de novembre 2023 aura été marqué par une faible sismicité sous le Piton de la Fournaise avec une moyenne de 0,6 séisme volcano-tectonique superficiel par jour (Figure 1, en haut). Deux séismes profonds ont également été enregistrés.

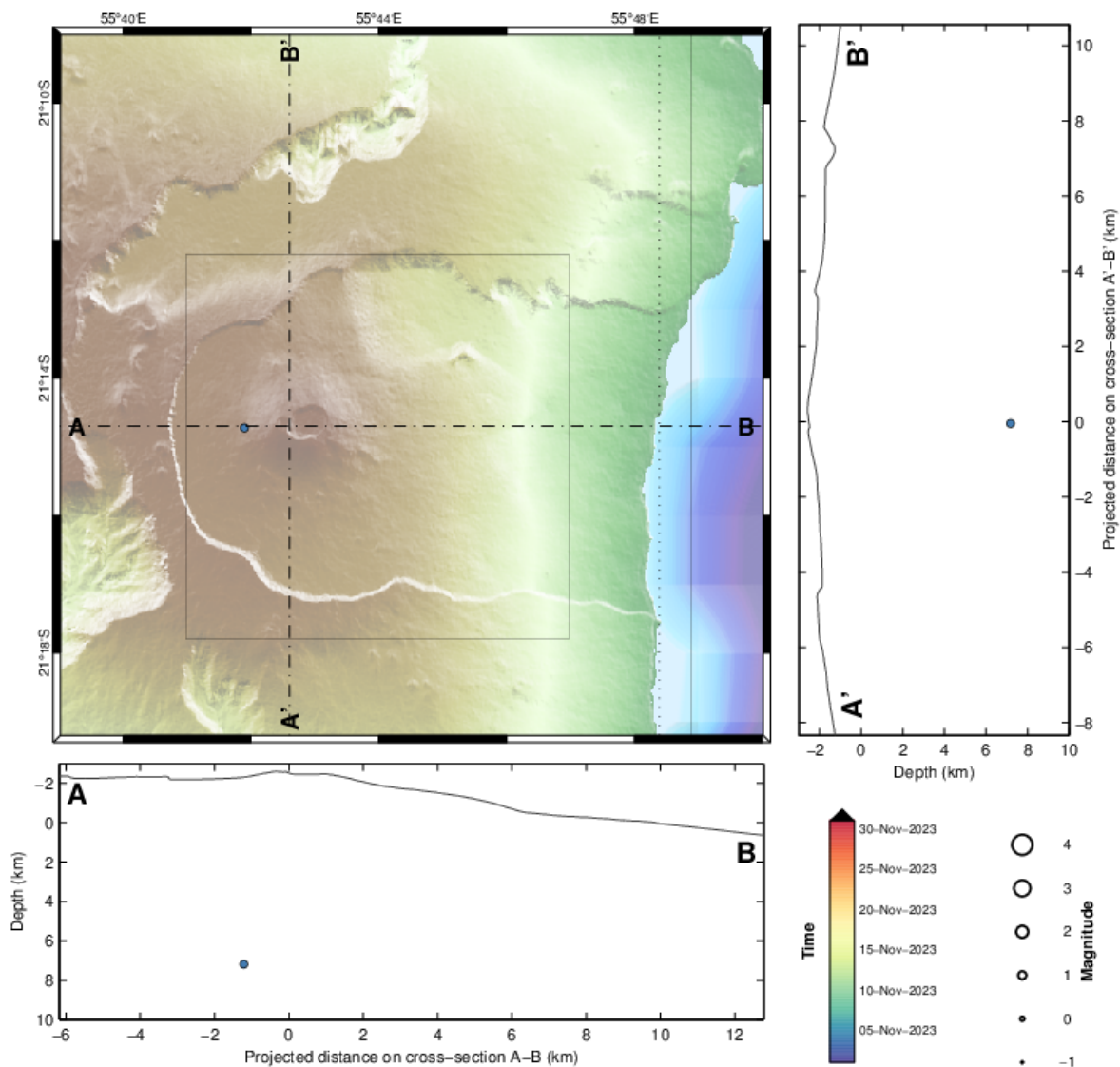
Seul un séisme profond a pu être localisé, à l'ouest du cratère Bory (Figure 2). Les autres - de plus faibles magnitudes - n'ont pas pu être localisés.

De nombreux (251) éboulements dans le Cratère Dolomieu, au Cassé de la Rivière de l'Est et au niveau des coulées de lave récentes ont aussi été enregistrés (Figure 1, en bas).



PdF Enclos

© OVPF-IPGP, 2023



Filters: MAG $\in$ [-1,6]; DEP $\in$ [-3,30];

From: 01-Nov-2023 00:00
To: 01-Dec-2023 00:00

Total events = 1
Magnitude: min 0.5 – max 0.5

Types:
Profond (1),

PROC.HYPO / Enclos - sysop@pitondescalumets - 01-Dec-2023 04:46:18 +0 - hypomap.m (2023-02-14) / WebObs MMXXIII

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



Déformation

En novembre 2023, une reprise de l'inflation sommitale a été enregistrée (Figures 3 et 4). Le taux d'inflation est de l'ordre de 2 cm d'élongation au niveau de la zone sommitale en un mois. Cette inflation est liée à une mise en pression d'une source sous le cratère Dolomieu (Figure 6) à 1 - 2 km de profondeur, correspondant à la profondeur du réservoir magmatique superficiel.

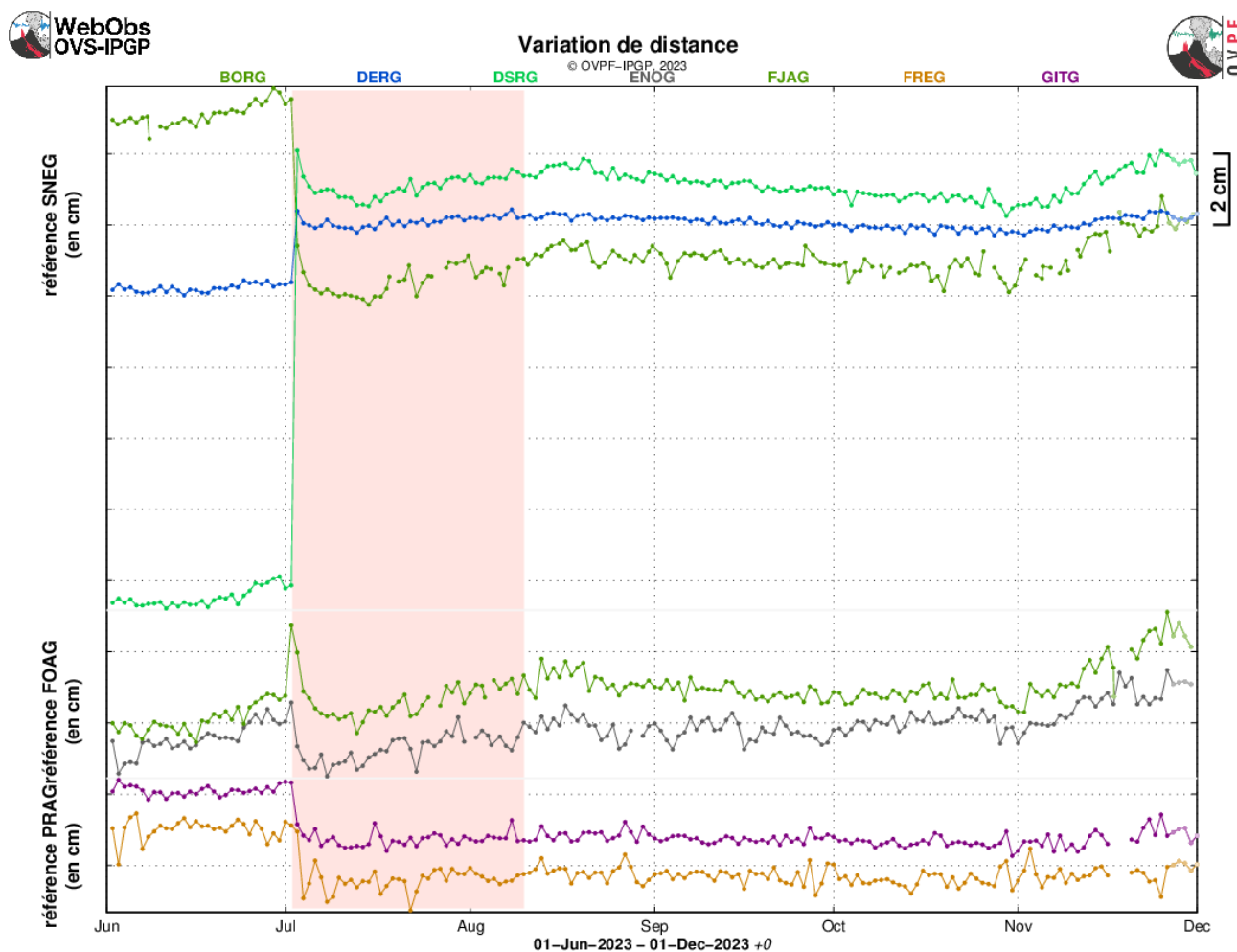
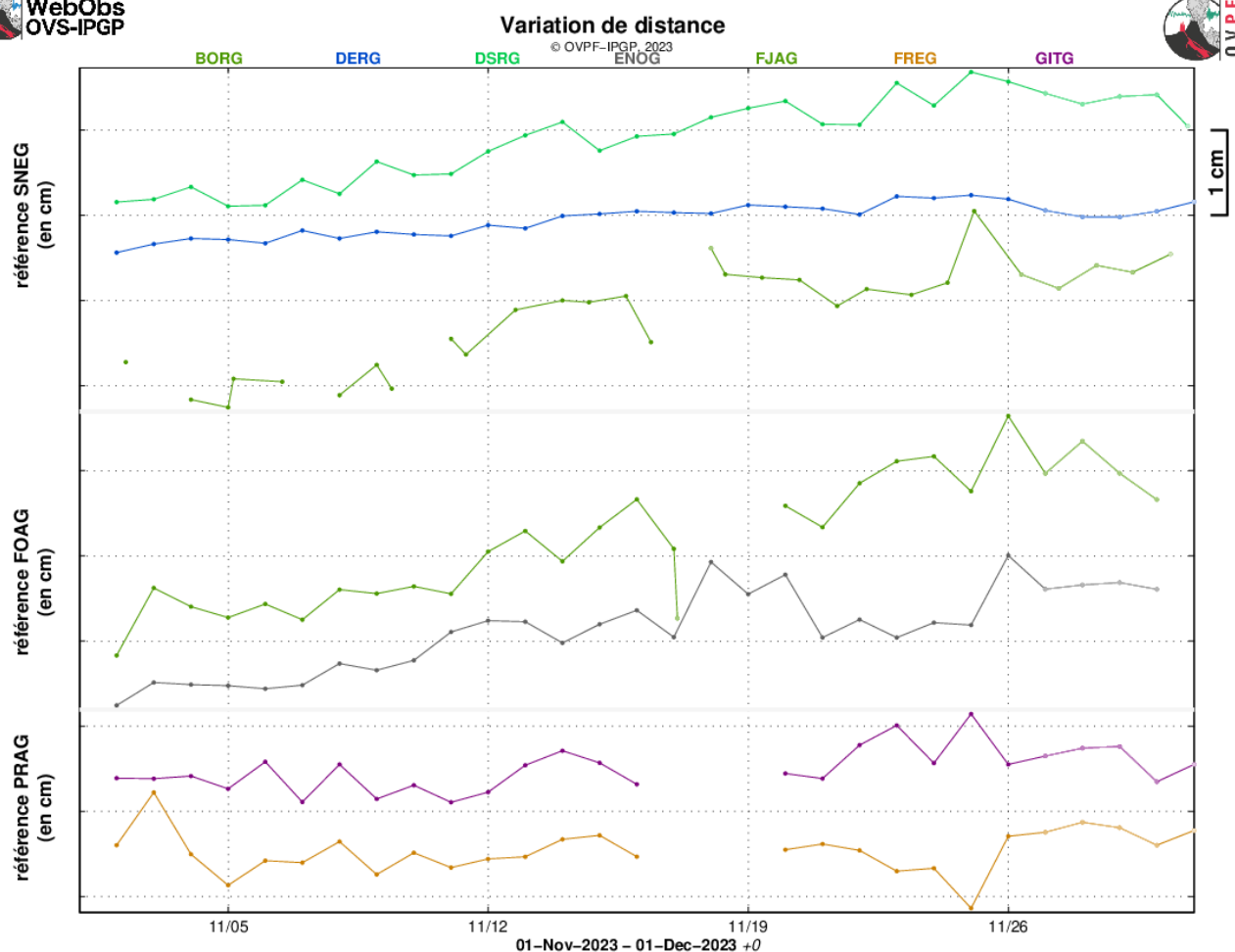


Figure 3 : Illustration de la déformation sur les six derniers mois (les éventuelles périodes éruptives et intrusives sont respectivement représentées par un fond rouge et vert). Sont ici représentées les variations de distance entre deux récepteurs GPS traversant l'édifice du Piton de la Fournaise, au sommet (référence SNEG ; en haut), à la base du cône terminal (référence FOAG ; au milieu) et en champ lointain (référence PRAG ; en bas). La localisation des stations GPS est indiquée sur la Figure 5. 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:GPSYX / BASELINES_ - sysop@pitondescalumets - 01-Dec-2023 05:08:01 +0 - gnss.m (2022-10-19) / WebObs MMXXIII

Figure 4 : Illustration de la déformation en novembre 2023 (les éventuelles périodes éruptives et intrusives sont respectivement représentées par un fond rouge et vert). Sont ici représentées les variations de distance entre deux récepteurs GPS traversant l'édifice du Piton de la Fournaise, au sommet (référence SNEG ; en haut), à la base du cône terminal (référence FOAG ; au milieu) et en champ lointain (référence PRAG ; en bas). La localisation des stations GPS est indiquée sur la Figure 5. 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).

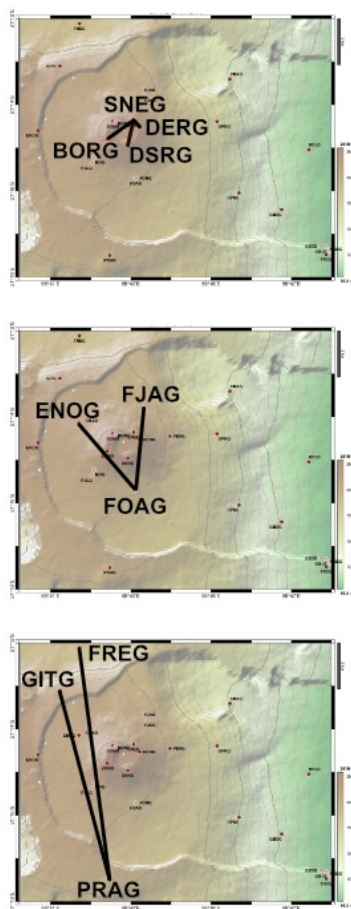


Figure 5 : Localisation des lignes de base représentées sur les figures 3 et 4 (© OVPF-IPGP).

* 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.



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

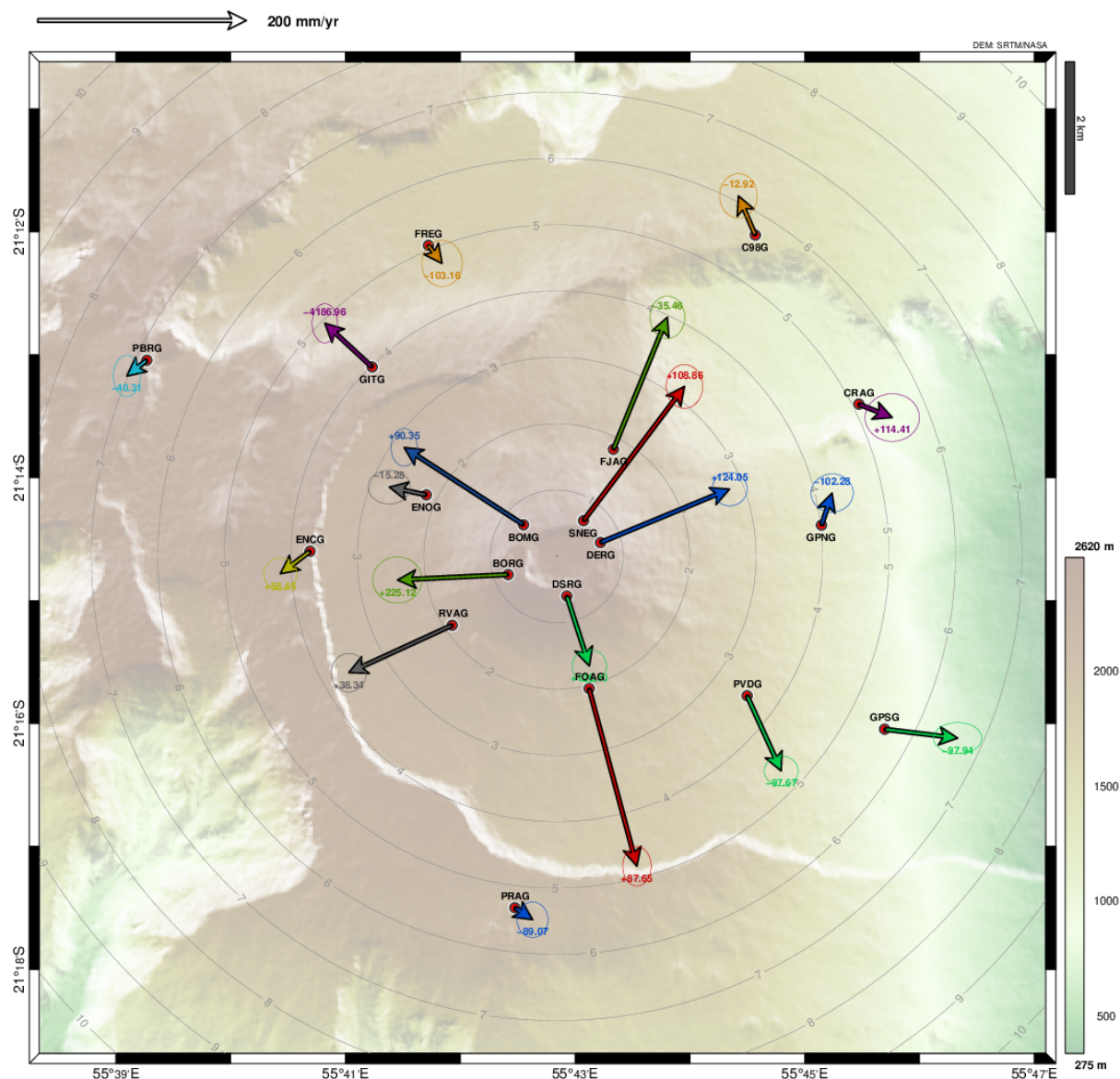


Figure 6 : Carte des déplacements du sol (exprimés en vitesse, mm/an) enregistrés entre le 1^{er} et le 30 novembre 2023 à partir du réseau GPS permanent de l'OVPF-IPGP. Les déplacements horizontaux sont représentés sous forme vectorielle et les déplacements verticaux sont indiqués par les valeurs chiffrées en couleur (© OVPF-IPGP).



Géochimie des gaz

Concentration en CO₂ dans le sol

Sur le site proximal du Gîte du volcan, 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 événements cycloniques (Figure 7).

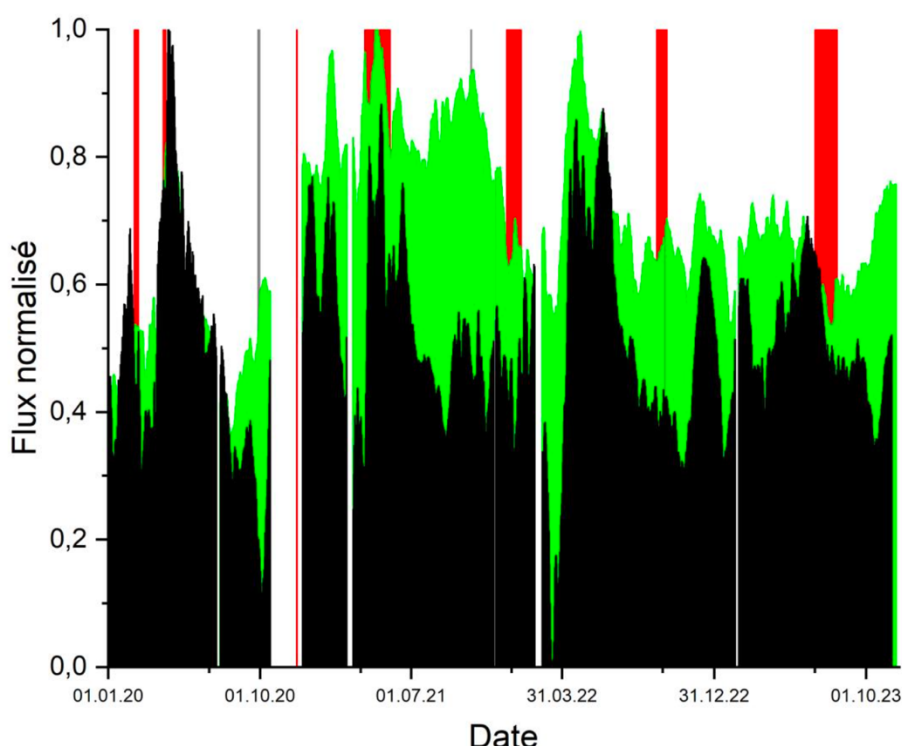


Figure 7 : Comparaison entre les moyennes normalisées des données de flux de CO₂ dans le sol, corrigées de l'influence à court terme (modèle OVPF ; moyennées sur une fenêtre glissante de 15 jours, en vert) et corrigées de l'influence à long terme des paramètres environnementaux (modèle INGV MALFIT ; 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 (Plaine des Cafres et Plaine des Palmistes) et proche (Gîte du volcan) 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 2022, 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.

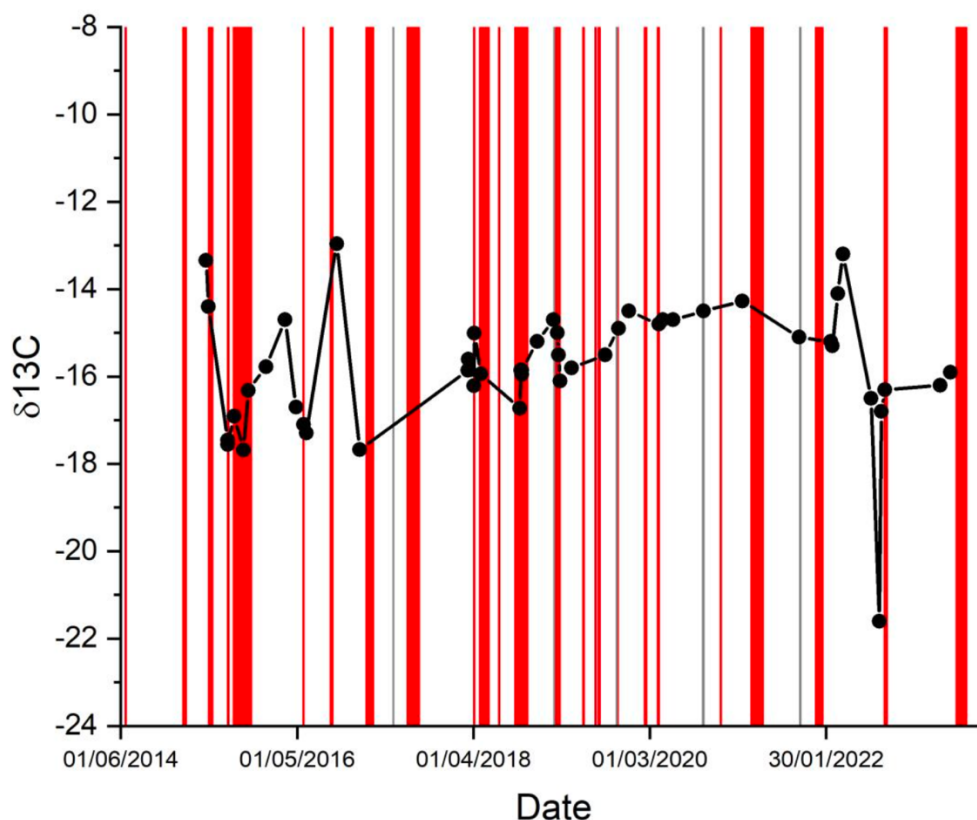


Figure 8 : Variations des isotopes du carbone ($\delta^{13}\text{C}$) dans le CO_2 des gaz du sol émis par le point de contrôle dont le flux est le plus élevé dans la zone proximale (point de contrôle : GIT0).

Une nouvelle tendance à l'augmentation des émissions de CO_2 dans le sol s'est amorcée depuis le début du mois de décembre 2022 au niveau des sites distaux et proximaux. L'augmentation s'est produite à un rythme élevé jusqu'à la mi-mars 2023, puis s'est ensuite ralentie.

Une diminution continue du taux d'émission de CO_2 sur les stations distales et proximales a ensuite été mesurée depuis la mi-juin 2023, annonçant un possible transfert progressif du magma vers de plus faible profondeur.

Les flux de CO_2 , stables à la fin de l'éruption de juillet-août 2023, diminuent de manière continue jusque octobre 2023.

Depuis mi-octobre, une nouvelle tendance à l'augmentation des émissions de CO_2 est enregistrée à la fois en champ distal et en champ proximal.

** 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

- En attente du remplacement de la station existante par une nouvelle station.

** 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 restés 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

Aucune activité éruptive au cours du mois de novembre 2023.

Bilan

En novembre 2023, une reprise de l'inflation a été enregistrée au Piton de la Fournaise témoignant d'une pressurisation du réservoir magmatique superficiel. En parallèle depuis mi-octobre, une nouvelle tendance à l'augmentation des émissions de CO_2 est enregistrée à la fois en champ distal et en champ proximal. En revanche, la sismicité est restée faible avec une moyenne de 0,6 séismes volcano-tectoniques superficiels par jour sous les cratères sommitaux.



B. Activité sismique locale et régionale

Sismicité locale et régionale

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

- 82 séismes locaux (dans un rayon de 200 km de l'île, majoritairement sous l'île, Figures 9 et 10) ;
- 4 séismes régionaux (dans la zone océan Indien).

Au mois de novembre 2023, l'OVPF-IPGP a enregistré 82 séismes locaux disséminés sous l'Île de La Réunion, et principalement au niveau de la Roche Écrite (Figure 10).

Ces séismes sont localisés entre 10 km et 25 km de profondeur dans la lithosphère océanique sur laquelle s'est formé l'édifice volcanique à l'origine de La Réunion.

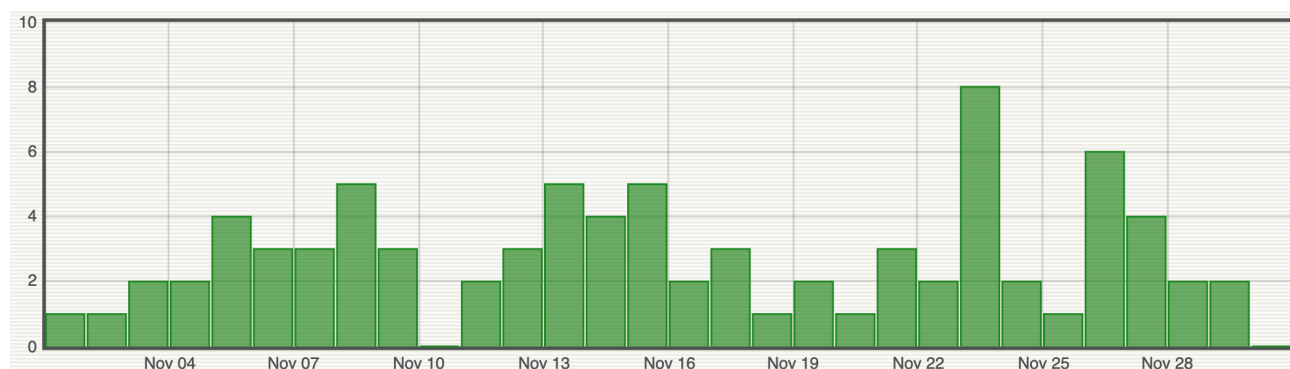
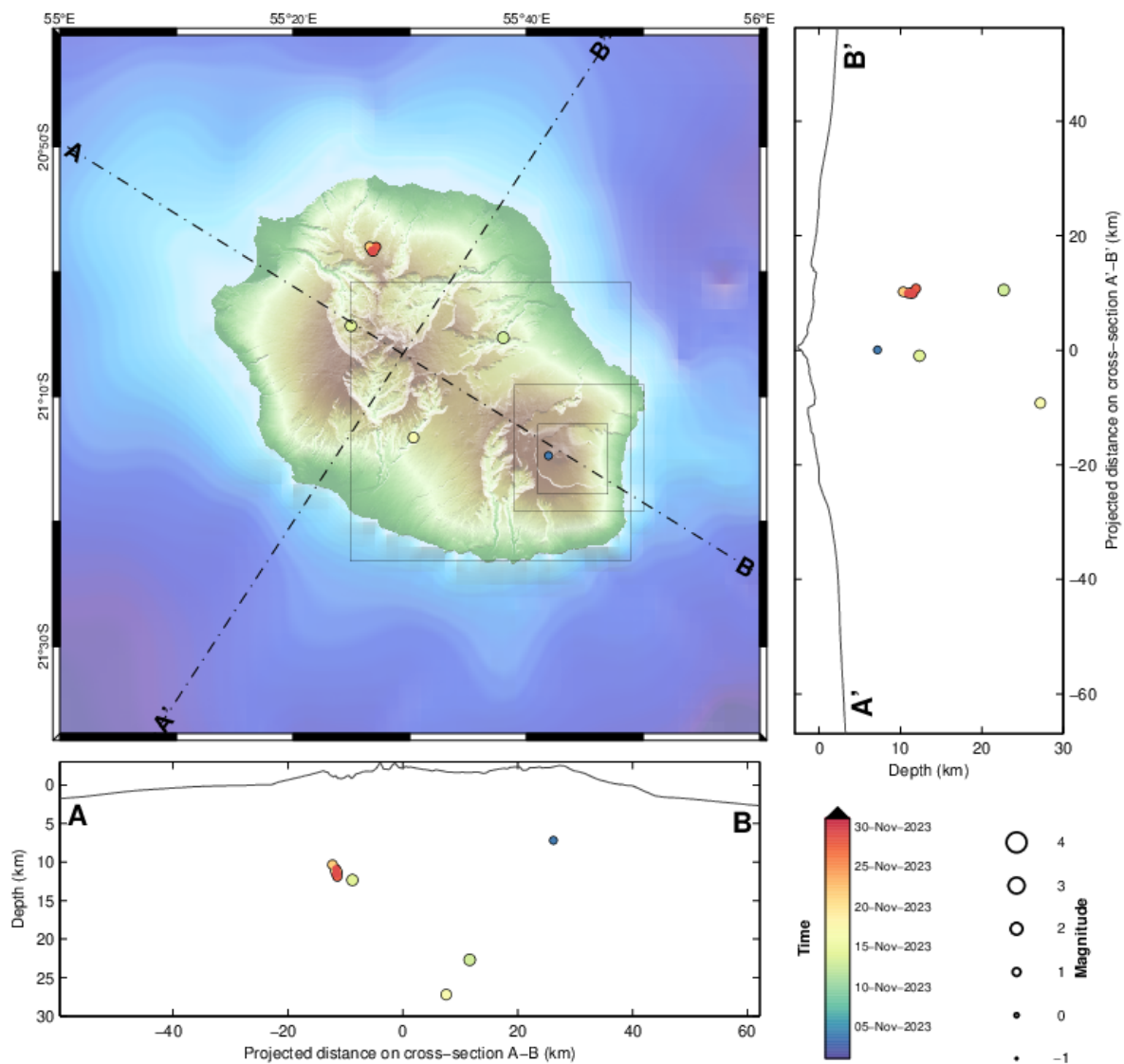


Figure 9 : Histogramme représentant le nombre de séismes locaux (Île de La Réunion) par jour enregistrés en novembre 2023 (© OVPF-IPGP).



La Réunion

© OVPF-IPGP, 2023



Filters: MAG $\in$ [-1,6]; DEP $\in$ [-3,30];

From: 01-Nov-2023 00:00
To: 01-Dec-2023 00:00

Total events = 10
Magnitude: min 0.5 – max 1.5
Types:
Local (9),

Profond (1),

PROC.HYPO / Reunion – sysop@pitondefournaise – 01-Dec-2023 04:46:18 +0 – hypomap.m (2023-02-14) / WebObs MMXXIII

Figure 10 : Sismicité sous La Réunion au mois de novembre 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 :

- <https://www.ipgp.fr/observation/infrastructures-nationales-hebergees/revosima/>
- <https://www.ipgp.fr/actualites-du-revosima/>
- <https://www.facebook.com/ReseauVolcanoSismoMayotte/>

La direction de l'OVPF-IPGP, le 1^{er} décembre 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
Vigilance : activité persistante et continue sous le massif <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>	Mettre en garde les services qui seraient amenés à intervenir en cas d'éruption Protéger les populations présentes sur le site	- Pour le public non-accompagné : accès à la partie haute de l'enclos possible sur les seuls sentiers balisés ouverts - 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)
Alerte 1 : éruption probable ou imminente <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>	Évacuer les populations présentes sur le site	Fermeture de l'enclos et évacuation des randonneurs qui se trouveraient sur le site
Alerte 2 : éruption en cours, qui peut être de trois types : <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> <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>	Garantir la protection des populations, des biens et de l'environnement à proximité ou à l'extérieur du site	Alerte 2.1 : aucune action dans l'immédiat (car accès à l'enclos déjà interdit et enclos déjà évacué). 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)
<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>	Garantir la protection des populations, des biens et de l'environnement à proximité ou à l'extérieur du site	Alerte 2.3 : activation des COP / PCO + évacuation des personnes menacées (notamment dans les zones habitées)
Sauvegarde <i>L'éruption est terminée, une réouverture partielle de l'enclos est possible</i> <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>	Permettre la réouverture partielle de l'enclos en toute sécurité	- mise en œuvre des reconnaissances préalables - définition des modalités de réouverture de l'enclos au public
Arrêté préfectoral n° 2242 du 08/11/2021		Validé par Jacques BILLANT, Préfet de La Réunion
		22 / 57



Bulletin mensuel – Novembre 2023

Observatoire volcanologique du Piton de la Fournaise - IPGP

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.