



Bulletin mensuel

Institut de physique du globe de Paris
Observatoire volcanologique et sismologique de Guadeloupe

ISSN 1622 – 4523

Janvier 2024

Résumé

Volcan de la Soufrière

- **508** séismes volcano-tectoniques (VT), dont un essaim de **216 séismes entre le 3 et le 5 janvier** et un essaim de **130 séismes entre le 30 et le 31 janvier**, ont été détectés dans le secteur du volcan. Tous les séismes ont une magnitude négative et sont localisés à moins de 1 km de profondeur sous le dôme de la Soufrière. L'énergie libérée (**1.2 MJ**) est en baisse par rapport au mois précédent. **La famille de séismes VT2** n'est pas réapparue depuis le séisme tectonique de magnitude 6, ressenti le 2 décembre 2023.
- Le 9 janvier, des **projections d'argiles/cendres** se sont produites sur quelques mètres au niveau du site Napoléon Est 1 (NAPE1, secteur Est du Dôme) avec des retombées sur le chemin. Ces phénomènes témoignent d'une instabilité du secteur, et incitent à la vigilance.
- La déformation centrifuge du dôme est stationnaire.

Sur la base des observations résumées dans ce bulletin, et en accord avec les dispositions prévues par les autorités, le niveau d'alerte volcanique (tableau en annexe) reste :

Vigilance : Jaune

Activité tellurique régionale

- **119** séismes tectoniques de magnitude < 3.7 ont été enregistrés sur les réseaux de failles régionales, dont **40** séismes de magnitude < 2.6 dans le secteur des Saintes
- Les séismes se sont produits à faible à profondeur (< 30 km) à l'interface des plaques Amérique et Caraïbe et dans la plaque Caraïbe, et à profondeur intermédiaire (63-136 km) dans la plaque plongeante (slab).
- Aucun séisme n'a été ressenti



A. Activité de La Soufrière de Guadeloupe

Contexte - La Soufrière de Guadeloupe est un volcan actif de type explosif ayant connu de nombreuses éruptions magmatiques et phréatiques par le passé. Depuis 1992, son activité sismique, fumerolienne, thermique, et de déformation superficielle poursuit un régime fluctuant mais globalement en augmentation, qui se traduit par une forte activité du système hydrothermal (circulations et interactions de gaz, vapeur et eau en surpression dans la roche poreuse et fracturée). Depuis 2018 nous assistons à des injections répétées de gaz magmatiques à la base du système hydrothermal à une profondeur entre 2 et 3 km sous le sommet. Ceci engendre un processus récurrent de surchauffe et de surpression du système hydrothermal qui se traduit par: 1) des perturbations de la circulation des fluides hydrothermaux; 2) l'évolution de l'activité des fumerolles au sommet, avec des projections occasionnelles de boue brûlante et acide ou poussière fine sur quelques mètres aux Cratère Sud Nord et NapE1 (février 2016, septembre-novembre 2021, mai 2022) et le creusement du cratère NapE1 en 2023 (Fig. 1); 3) une augmentation de la sismicité volcanique en essaim; 4) quelques séismes volcaniques ressentis (quatre entre février et avril 2018) dont un séisme de magnitude 4.1 le 27 avril 2018, le plus fort depuis 1976; 5) des déformations horizontales modérées et limitées au dôme de La Soufrière de l'ordre de 5 à 20 mm/an et la poursuite de l'ouverture des fractures sommitales; 6) la fluctuation du débit des gaz fumeroliens issus d'un réservoir hydrothermal pressurisé; 7) une progression des anomalies thermiques dans le sol au sommet de La Soufrière ; 8) l'évaporation de la nappe phréatique, avec l'assèchement du lac Tarissan (fin 2021) et l'effondrement de la partie basse du gouffre précédemment noyée (début 2022).

Ces phénomènes ne sont pour l'instant pas clairement associés à une anomalie des autres paramètres de surveillance qui pourrait indiquer une éventuelle remontée de magma. Cependant, compte tenu du regain d'activité sismique et fumerolienne enregistré depuis février 2018, un changement de régime du volcan a été constaté tel qu'on ne puisse pas exclure une intensification des phénomènes dans les prochaines mois/années. Bien que moins intenses que les éruptions magmatiques, les éruptions non-magmatiques plus fréquentes de La Soufrière peuvent engendrer des aléas très divers (chutes de blocs, retombées de cendres, explosions, écoulements pyroclastiques, émanations de gaz, contamination de l'environnement, coulées de boue, glissements de terrain, explosion latérale dirigée avec souffle) qui présentent des risques non-négligeables pour les populations et les infrastructures. L'état de l'art de la connaissance des éruptions phréatiques et hydrothermales montre qu'elles sont typiquement fréquentes et soudaines, que leurs signaux précurseurs sont fréquemment absents voire peu nombreux et équivoques, qu'elles se caractérisent par une durée et une intensité très variable, et que les phénomènes associés sont très variés et peuvent s'avérer particulièrement dangereux à proximité. Dans le contexte actuel de regain d'activité, l'OVSG-IPGP est en état de vigilance renforcée.

Les observations faites depuis mai 2021 montrent que la zone active du sommet de la Soufrière est devenue plus dangereuse qu'auparavant en raison des risques liés aux gaz toxiques (irritation des



yeux, peau et voies respiratoires), aux projections de vapeur et matière à haute température (brûlures) et aux effondrements du sol (chute) dont l'intensité et l'évolution à très court terme est difficile à anticiper. Dans ce contexte l'IPGP considère pour ses personnels, et affiliés en mission avec l'OVSG-IPGP, que l'accès aux zones les plus actives* et la durée de présence dans ces zones doivent (1) être réduit au strict minimum imposé par les missions de surveillance et de recherche, (2) être précédé d'une analyse et d'une évaluation de l'activité, via les capteurs télémétrés en temps réel à l'observatoire (sondes de température, sismomètres, déformation), (3) être réalisé avec un équipement de protection complet et renforcé, et muni d'un moyen de communication direct avec l'OVSG-IPGP. * Rayon de 10 m autour des principales fumerolles : Cratère Sud (CSN, CSC, CSS), Gouffre 56 (G56), Gouffre Tarissan (TAS); Cratère Napoléon (NAPN, NAPE1, NAPE2), Fracture Lacroix (LCS) (Fig. 1).

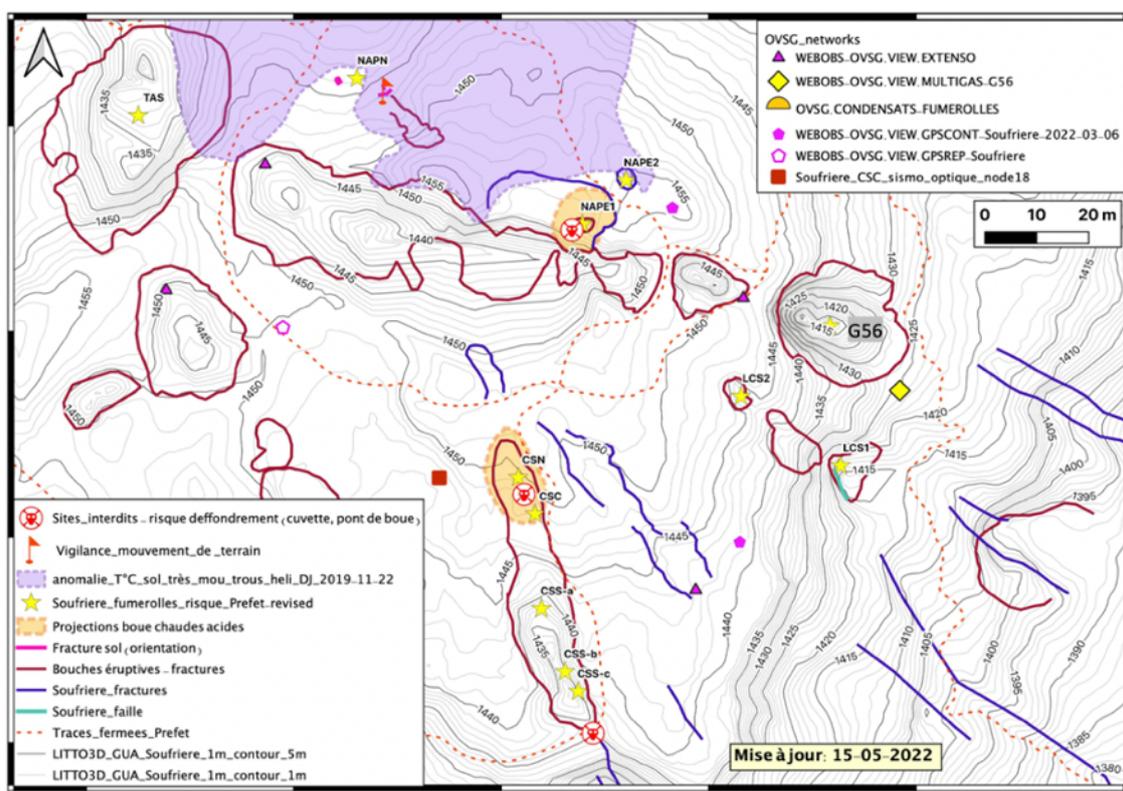


Figure 1 : Carte du sommet de la Soufrière de Guadeloupe montrant la localisation des sites actifs mentionnés dans ce bulletin : Cratère Sud (CSN, CSC, CSS), Gouffre 56 (G56), Gouffre Tarissan (TAS); Cratère Napoléon (NAPN, NAPE1, NAPE2), Fracture Lacroix (LCS). Les réseaux de mesures de l'OVSG sont aussi indiqués.



Sismicité volcanique

Depuis début 2017 l'OVSG-IPGP a amélioré ses réseaux de capteurs qui permettent d'acquérir des données sismiques à une résolution sans précédent. Couplé à des traitements de données affinés, ceci permet de détecter un nombre plus important de séismes de très faible magnitude. Au mois de janvier 2024, l'OVSG-IPGP a enregistré **508 séismes volcano-tectoniques (VT)** dont un essaim de **216 séismes entre le 3 et le 5 janvier** et un essaim de **130 séismes entre le 30 et le 31 janvier** (Fig. 2). Tous les séismes ont une magnitude négative. Cette activité a libéré une énergie de 1.2 MJ en baisse par rapport au mois précédent (2.95 MJ).

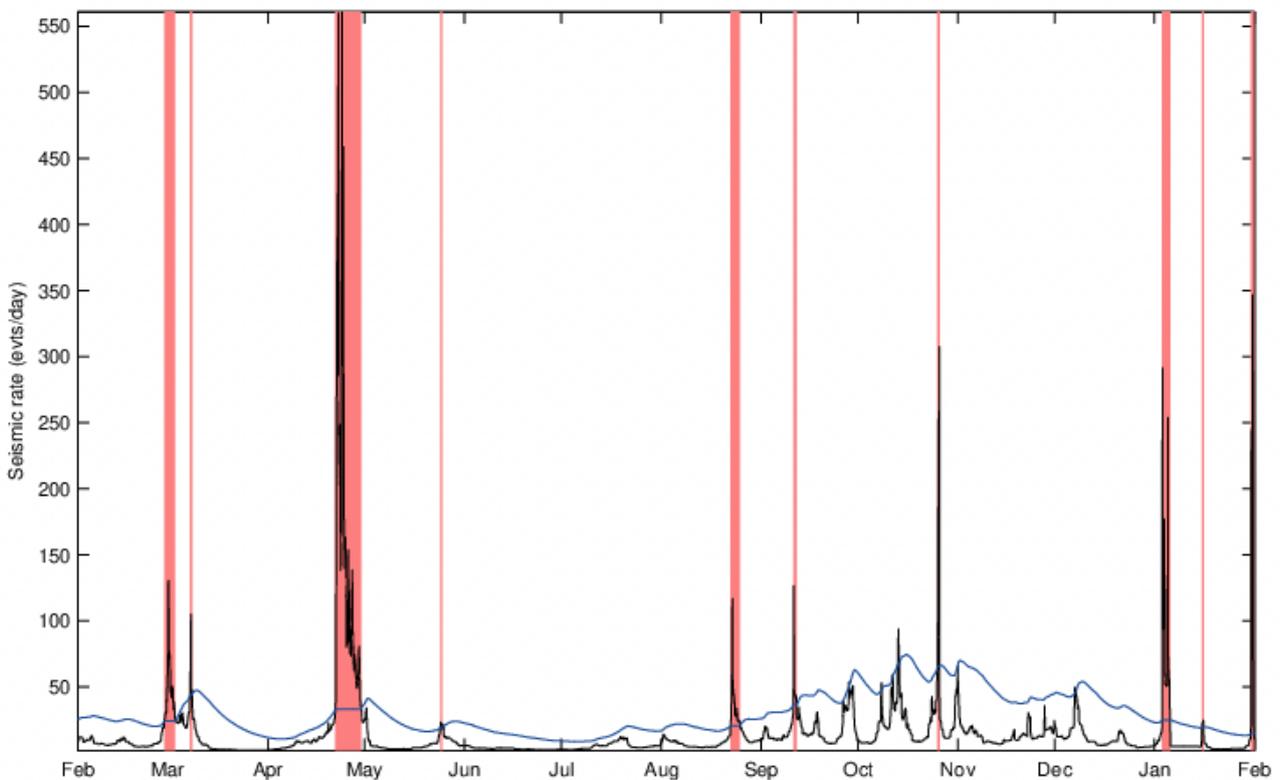


Figure 2. Taux de sismicité instantané (séismes VT) entre le 1^{er} février 2023 et 1^{er} février 2024. Les bandes rouges caractérisent les essaims sismiques (voir les définitions de ces paramètres en annexe).

Les séismes VT appartiennent majoritairement aux familles VT1 et VT5 localisés à moins de 1 km sous le dôme de La Soufrière (Fig. 3). A noter que la famille de séismes VT2 n'est pas réapparue depuis le séisme tectonique ressenti du 2 décembre 2023 (Magnitude 6.0). **Cette disparition est potentiellement due à un endommagement dans la partie superficielle du dôme.** La profondeur des séismes ne montre pas d'évolution temporelle au cours du mois (Fig. 3d).



Hypocenter re-location of volcanic seismicity (2024.01.01-2024.01.31)

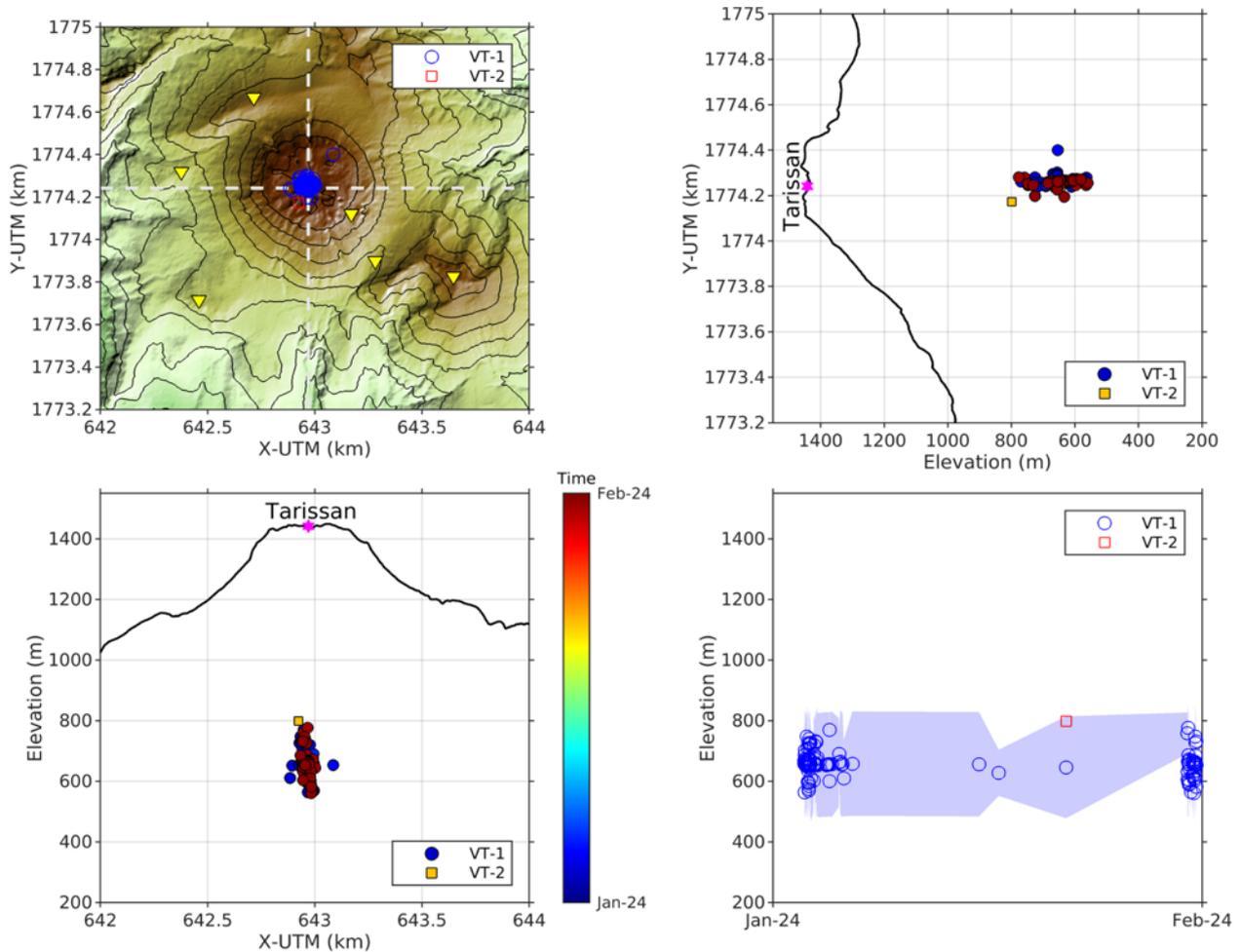


Figure 3. Haut-gauche : carte de localisation (épices). Triangles jaunes : localisation des stations sismiques. Haut-droite et bas-gauche : coupes NS et EO. Bas-droite : évolution temporelle montrant la localisation en profondeur (hypocentres) des séismes VT localisables au mois de janvier 2024 sous le dôme de la Soufrière et le complexe volcanique autour du dôme.

Déformation

Les déformations sont mesurées par le GNSS (Global Navigation Satellite System) et l'extensométrie. Le réseau GNSS s'étend sur tout le sud Basse-Terre afin de mettre en évidence des mouvements à différentes échelles : a) à l'échelle du sud Basse-Terre, distale par rapport au dôme de La Soufrière, pour mettre en évidence d'éventuels mouvements de matière provenant des zones plus profondes du système magmatique; b) sur le pourtour du dôme, au niveau du système hydrothermal peu profond (≤ 2 km); c) au niveau des déformations très superficielles du dôme, en complément de l'extensométrie sur les fractures.



A l'échelle de la zone du sud de Basse-Terre, les déformations mesurées par GNSS, ne montrent pas de gonflement qui pourrait traduire l'apport de magma en profondeur. A l'échelle de l'édifice, les données des 12 derniers mois (Fig. 4) montrent une déformation horizontale radiale du sommet du volcan à une vitesse comprise entre **2.0** (F562) et **13.2 mm/an** (CRA2). Cette déformation reflète la surpression du système hydrothermal, et l'échappement des gaz pressurisés dans le réseau de fractures du dôme de La Soufrière.

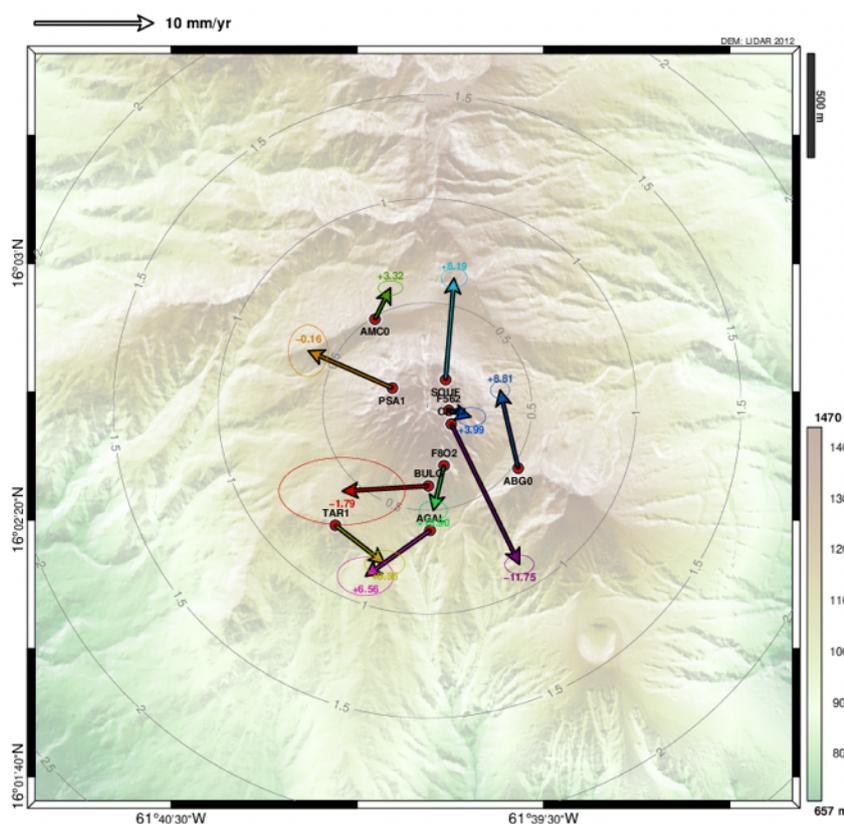


Figure 4. Déformation du dôme de la Soufrière enregistrée par le réseau GNSS permanent entre le 1 février 2023 et le 1 février 2024. La taille de la flèche et la valeur indiquée en haut à gauche indique le taux de déformation horizontale en mm par an. Le chiffre au bout de chaque flèche indique la valeur de la déformation verticale, positif pour une élévation, négatif pour un affaissement. Les ellipses représentent l'incertitude sur la position horizontale de l'extrémité du vecteur horizontal de déformation.

L'évolution de la déformation au cours des cinq dernières années (1er février 2019 - 1er février 2024) est illustrée par les déplacements relatifs entre stations GNSS (Fig. 5). Cette figure montre que 1) l'ouverture du dôme s'est accélérée en 2020, et 2) la base du dôme est relativement statique à l'exception du secteur sud-est (AGAL – ABG0 – trait bleu) en ouverture. En 2023, les mouvements d'éloignement des stations du sommet (PSA—SOU ; PSA —CRA) semblent ralentir, en accord avec la légère baisse de la vitesse d'ouverture du dôme et les tendances à la fermeture des grandes failles enregistrées par les mesures d'extensométrie.

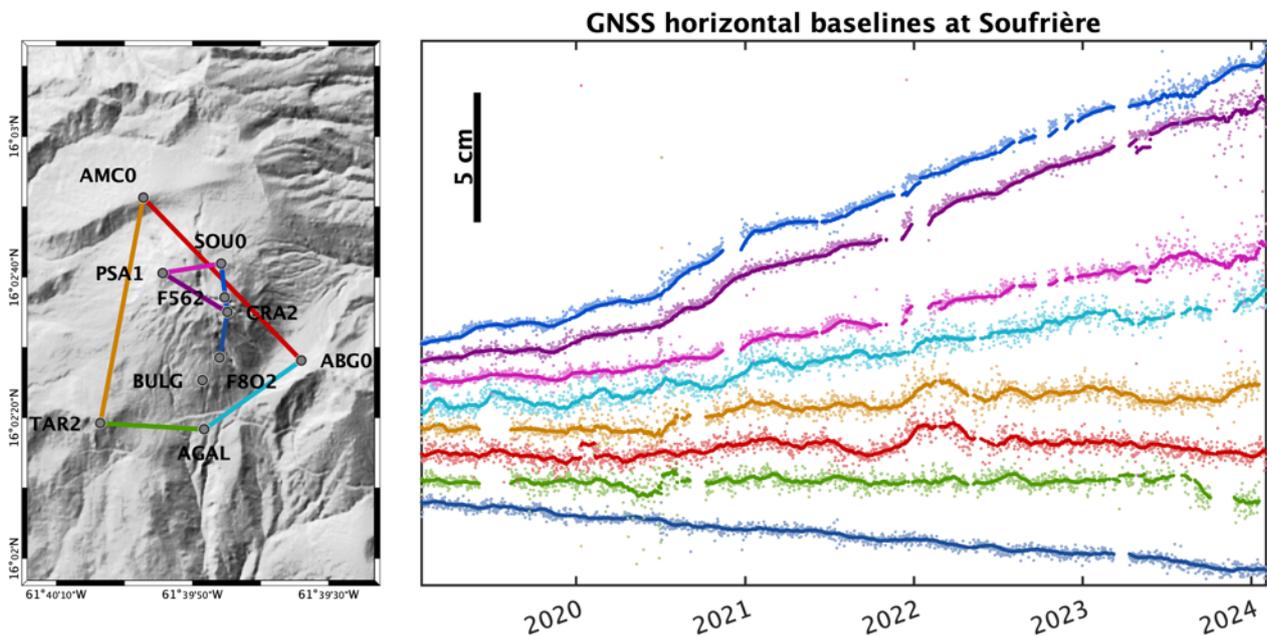


Figure 5. Evolution sur 5 ans des distances séparant les stations GNSS permanentes localisées sur le volcan de la Soufrière.

Activité fumerolienne et géochimie des gaz

Températures

Les températures des fumerolles n'ont pas été mesurées ce mois.

La sonde permanente installée dans le sol à proximité de l'évent Napoléon Nord a enregistré une baisse de température de 2°C pendant le mois de janvier 2024 (90 à 88°C)

Phénoménologie

Le 9 janvier 2024, entre 11H30 et 12H00 (heure locale), des projections d'argiles/cendres se sont produites sur quelques mètres au niveau du site NAPE1 avec des retombées sur le chemin (Figure 6). Ces phénomènes témoignent d'une instabilité du secteur, et incitent à la vigilance.



Figure 6: Photos prises sur le site NAPE1 par un agent de l'observatoire quelques minutes après l'émission d'un panache sombre chargé en particules. Le panache s'est divisé en deux, une partie s'est propagée en direction du Nord-Est. La partie plus dense et plus foncée est retombée à proximité de l'évent NAPE1.

Lac Tarissan

Le niveau du lac n'a pas été mesuré ce mois

Composition du panache

Des analyses ont été réalisées par Multigaz portable le 10 janvier 2024. Les conditions très venteuses n'ont pas permis d'obtenir des données précises (non rapportées ici). Cependant, les données acquises confirment la diminution du rapport $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ observée depuis août 2023.

Sources thermales

Les sources thermales n'ont pas été échantillonnées ce mois.

Autres informations

Météorologie au sommet (station Sanner)

Au mois de janvier 2024, les vents ont soufflé à une vitesse moyenne de **44.3 km/h** (maximum de **87.5 km/h**), et leur direction moyenne était $+94.3^\circ\text{N}$. La station Sanner a enregistré une pluviométrie mensuelle cumulée de **286.4 mm**, et une température moyenne de **15.9°C**.



B. Activité tellurique régionale

Sismicité régionale

Contexte

L'arc insulaire des Petites Antilles résulte du plongement de la plaque Amérique sous la plaque Caraïbe, à une vitesse de convergence de 2 cm/an. Elle provoque une déformation de la limite de ces plaques, faisant de l'archipel de Guadeloupe une région à forts aléas volcanique et sismique. Certains séismes sont directement liés aux processus de glissement entre les deux plaques. D'autres, plus superficiels, résultent de la déformation de la plaque Caraïbe. D'autres encore résultent de la rupture de la plaque océanique plongeant sous la Caraïbe. Durant la période historique, plusieurs séismes ont causé des dégâts et victimes en Guadeloupe (intensités supérieures ou égales à VII) : 1735, 1810, 1843 (destruction de Pointe-à-Pitre), 1851, 1897, 2004 (Les Saintes) et 2007.

Bilan mensuel régional

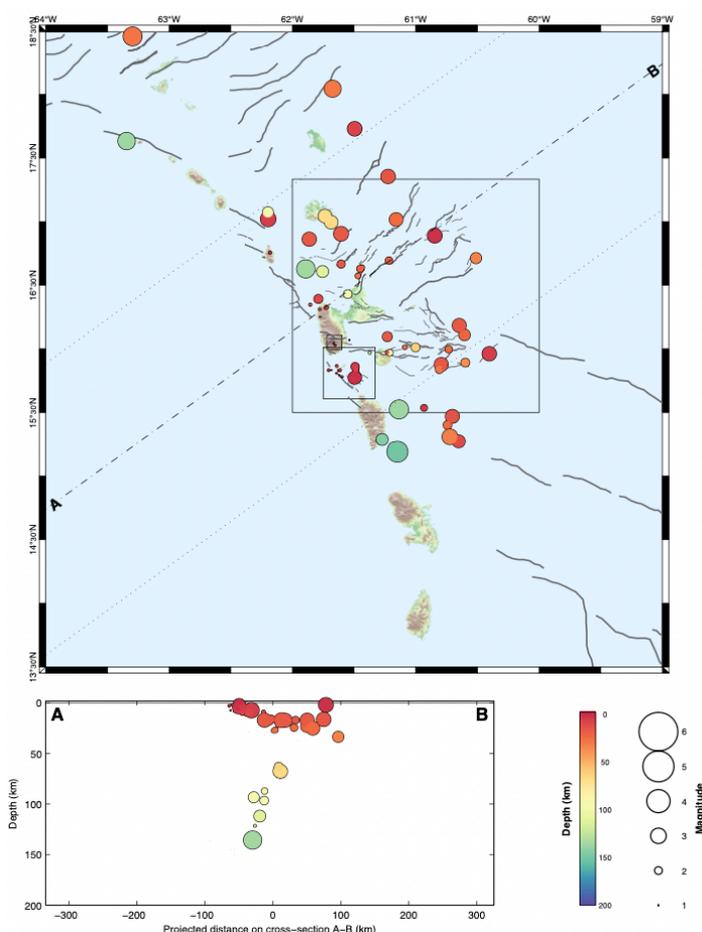
L'OVSG-IPGP a enregistré au cours du mois de janvier 2024 un total de **119 séismes** régionaux d'origine tectonique, dont **83 ont pu être localisés** et entrent dans le cadre de la Figure 7, les autres étant plus lointains ou de trop faible magnitude.

L'activité s'est distribuée sur l'ensemble des zones actives : à l'interface des plaques Amérique et Caraïbe et dans la plaque Caraïbe à moins de 30 km de profondeur, et dans la plaque plongeante à profondeur intermédiaire (63-136 km).

Les magnitudes enregistrées sont comprises entre 0.3 et 3.7.

Aucun séisme n'a été ressenti par la population (pas de témoignage)

Figure 7. Localisation des épicentres des séismes tectoniques enregistrés au mois de janvier 2024 par l'OVSG-IPGP.





Bilan mensuel pour la zone des Saintes

Dans la zone des Saintes, l'observatoire a enregistré **40 séismes tectoniques** au cours du mois de janvier 2024, dont **26 ont pu être localisés** (Fig. 8). Ces séismes de faible magnitude (< 2.6) se sont produits à moins de 10 km de profondeur, et n'ont pas été ressentis (absence de témoignage). Les événements les plus importants ($M_d > 2$) se sont produits sur le système de faille à mi-distance entre l'archipel des Saintes et l'île de la Dominique.

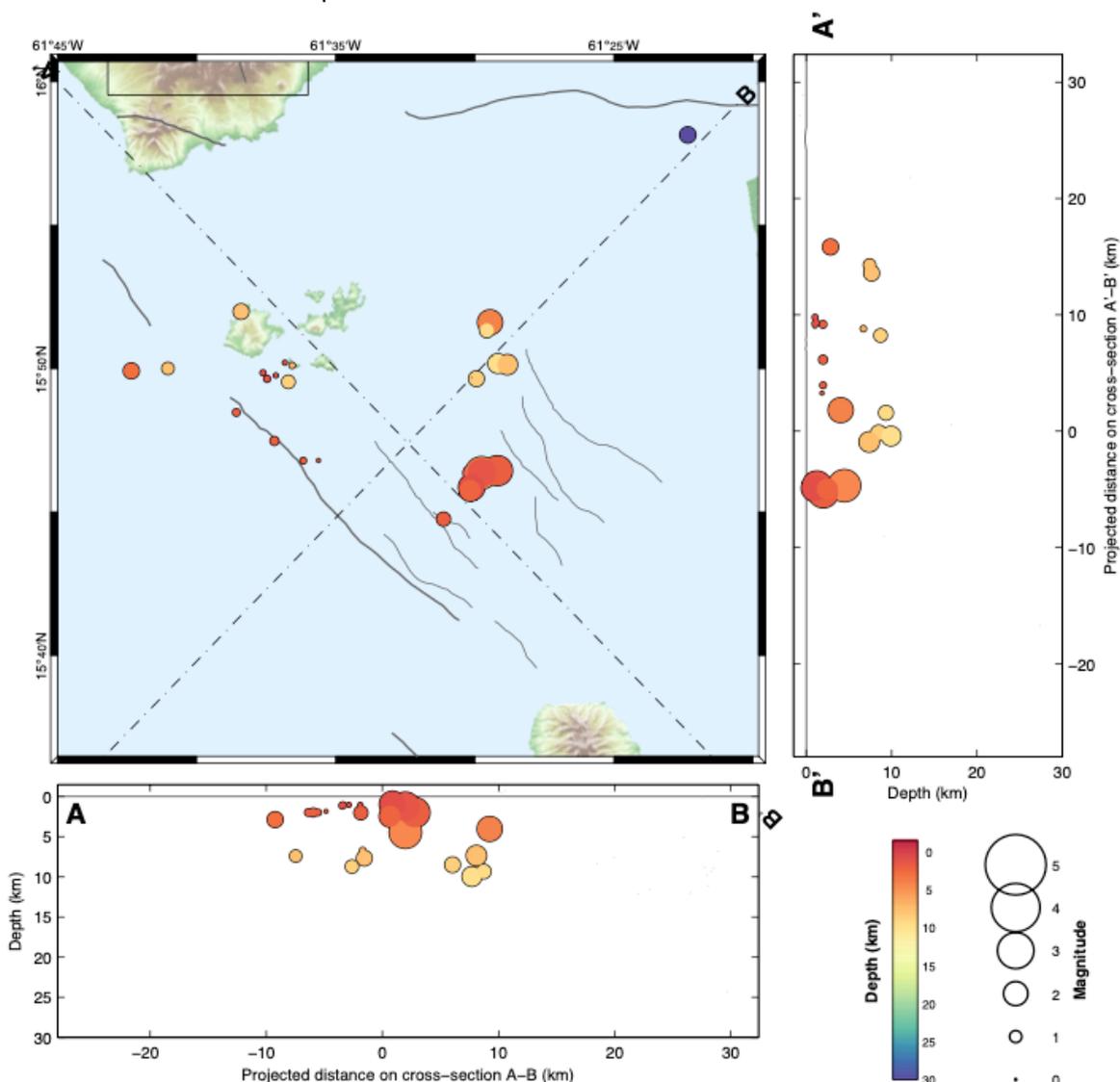


Figure 8. Epicentres des séismes tectoniques localisables, enregistrés au mois de janvier 2024 par l'OVSG-IPGP dans la zone des Saintes.



Les volcans régionaux actifs

La Montagne Pelée : La dernière crise volcanique remonte à 1929-1932. Le niveau d'alerte volcanique actuel est jaune. Plus d'informations dans les bulletins mensuels et hebdomadaires de l'OVSM : <https://www.ipgp.fr/observation/ovs/ovsm/>

La Soufrière de Montserrat : L'île de Montserrat est située à 55 km au nord-ouest de la Guadeloupe. Le niveau d'alerte actuel du volcan est 1 sur une échelle de 0 à 5. L'accès à la zone V du volcan, comprenant la ville de Plymouth, est interdit. Les zones maritimes Est et Ouest peuvent être traversées, mais sans s'arrêter et uniquement pendant la journée, entre l'aube et le coucher du soleil. Plus d'informations sur le site du Montserrat Volcano Observatory (MVO) : http://www.mvo.ms/pub/Activity_Reports/

La Soufrière de Saint Vincent et les Grenadines : Ce volcan est situé à une distance de 120 km au sud de la Martinique sur l'île de Saint-Vincent-et-les-Grenadines. Une éruption de type effusive avec formation d'un dôme de lave s'est produite du 29 décembre 2020 au 9 avril 2021. Une activité explosive a commencé le 9 avril. Aucune explosion n'est observée après le 22 avril. Le 7 mai 2021, le niveau d'alerte est passé à orange. Puis, ce niveau a atteint le jaune le 15 septembre 2021. Depuis, le 16 mars 2022, le niveau d'alerte est vert. L'échelle de couleurs utilisée pour ce volcan a été réalisée pour des éruptions explosives. Plus d'informations sur le site du National Emergency Management Organisation (NEMO) de Saint-Vincent-et-les-Grenadines : <http://www.nemo.gov.vc/nemo/> et du Seismic Research Center (SRC) : <http://www.uwiseismic.com>

Kick'em Jenny : C'est un volcan sous-marin situé à 8 km au nord de Grenade. La dernière éruption sous-marine s'est produite le 29 avril 2017. Le niveau de vigilance actuel est jaune (deuxième niveau sur une échelle en comportant quatre). Une zone d'exclusion de 5 km autour du sommet (180 m sous la surface de la mer) est conseillée par sécurité. Plus d'informations sur le site du Seismic Research Center (SRC) : <http://www.uwiseismic.com>



C. Annexes

Séismes volcano-tectoniques

La majorité des séismes volcano-tectoniques (+90%) se produisent à des profondeurs superficielles dans le dôme (entre 0.5 et 1 km sous le sommet). Ces séismes de très faibles magnitudes (généralement <0) ont des origines et sources quasi-identiques. Pour cette raison, ils sont souvent qualifiés de « séismes répéteurs ». Deux familles principales (VT1 et VT2) sont identifiées et illustrent l'activité sismique du système hydrothermal supérieur. Régulièrement des séismes VT plus profond (>1km sous le sommet) et de magnitude légèrement supérieure traduisent l'activité du volcan à l'échelle du massif.

Taux de sismicité instantané et essaim sismique

Le taux de sismicité instantané est calculé sur la base du temps nécessaire pour enregistrer 50 séismes consécutifs selon la formule : taux de sismicité instantané = 50 / (temps séparant le 1er du 50ème séisme consécutif). Un essaim sismique est caractérisé par des séismes se succédant beaucoup plus rapidement que durant les 60 derniers jours. Il est déclaré au-delà d'une durée et d'un nombre d'évènements minimum.

Définition des niveaux d'activité volcanique pour la Soufrière de Guadeloupe

Activité globale <i>Observée / enregistrée</i>	Minimale niveau de base	Détection activité inhabituelle / En augmentation variations de quelques paramètres	Fortement augmentée variations de nombreux paramètres, sismicité fréquemment ressentie	Maximale sismicité volcanique intense, déformations majeures, explosions, émissions gazeuses, ...
Délais possibles avant une éruption	Siècle(s) / Années	Année(s) / Mois / Semaines	Mois / Semaine-(s)	Imminente / En cours

Décision

Préfecture

Niveaux surveillance et d'alerte	VERT = niveau de référence	JAUNE = Vigilance	ORANGE = Pré-alerte	ROUGE = Alerte
---	-----------------------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------

Définition simplifiée de l'échelle des intensités macrosismiques

Intensités	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X XI XII
Perception Humaine	Non ressenti	Très faible	Faible	Légère	Modérée	Forte	Très forte	Sévère	Violente	Extrême
Dégâts probables	aucun				Très légers	Légers	Modérés	Importants	Destructions	Généralisés

Appel à témoignages sur les séismes ressentis

Les intensités réelles (effets d'un séisme en un lieu donné) ne peuvent être correctement déterminées que par recueil de témoignages. Si vous avez ressenti un séisme, même faiblement, vous êtes invité à le signaler à l'observatoire et à prendre quelques minutes pour remplir le formulaire d'enquête macrosismique du BCSF sur le site <http://www.franceseisme.fr/>.



Bulletin mensuel – Janvier 2024

Observatoire volcanologique et sismologique de Guadeloupe - IPGP

Remerciements

Merci aux organismes, collectivités et associations d'afficher publiquement ce bulletin pour une diffusion la plus large possible. Pour le recevoir par mail, faites une demande à : infos@ovsg.univ-ag.fr

Informations

Retrouvez l'ensemble des informations relatives à l'activité de la Soufrière sur les différents médias de l'OVSG-IPGP :

- le site internet : <https://www.ipgp.fr/observation/ovs/ovsg/>
- le compte Twitter : twitter.com/ObsGuadeloupe
- le compte Facebook : facebook.com/ObsVolcanoSismoGuadeloupe

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