



## Bulletin mensuel

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

ISSN 1622 – 4523

Octobre 2023

### Résumé

#### Volcan de la Soufrière

- L'activité sismique s'est manifestée par **734** séismes dont un **petit essaim de 110 séismes** entre le 25 et 26 octobre. Tous les séismes ont une magnitude négative et sont localisés à moins de 1 km sous le dôme de La Soufrière. L'énergie libérée (**1.25 MJ**) est en légère hausse par rapport au mois précédent.
- Les températures des fumerolles sont en légère baisse (95.3°C à Napoléon Nord et 140.8°C à Cratère Sud Nord). Cette baisse peut être mise en relation avec l'importante pluviométrie au cours du mois (**608 mm à Piton Sanner**) en grande partie due au passage des **tempêtes Philippe (2-3 Octobre) et Tammy (22 Octobre)**
- 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

- Une activité sismique régulière mais généralement de faible énergie (**158** séismes de magnitude inférieure à 3.2) s'est manifestée sur l'ensemble du réseau de failles régionales
- Un séisme a été faiblement ressenti le dimanche 22 octobre 2023 à 03:59 (heure locale). Cette secousse faible (magnitude  $2.4 \pm 0.3$ ) a été localisée à 9 km au nord-nord-est de Deshaies, à 9 km de profondeur.



## 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 fumeroles : Cratère Sud (CSN, CSC, CSS), Gouffre 56 (G56), Gouffre Tarissan (TAS); Cratère Napoléon (NAPN, NAPE1, NAPE2), Fracture Lacroix (LCS) (Fig. 1)

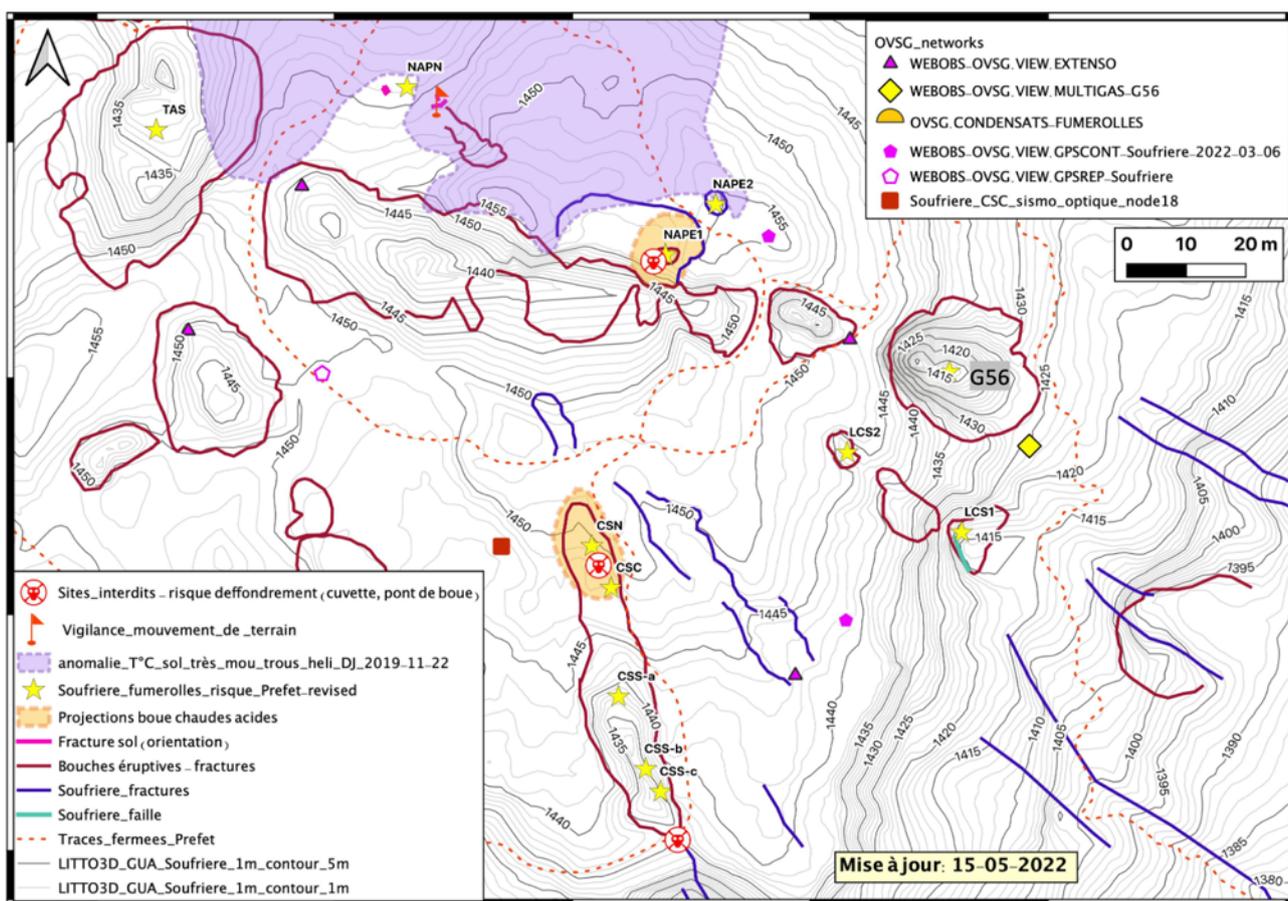


Figure 1 : Carte du sommet de la Soufrière de Guadeloupe montrant la localisation des sites actifs mentionnés dans ce bulletin : Cratère Sud (CSN, CSC, CSS), Gouffre 56 (G56), Gouffre Tarissan (TAS); Cratère Napoléon (NAPN, NAPE1, NAPE2), Fracture Lacroix (LCS). Les réseaux de mesures de l'OVSG sont 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 d'octobre 2023, l'OVSG-IPGP a enregistré **734 séismes volcano-tectoniques (VT)**, dont un petit essaim de 110 séismes entre le 25 et 26 octobre (Figure 2). Tous les séismes ont une magnitude négative. Cette activité a libéré une énergie de 1.25 MJ en légère hausse par rapport au mois précédent.

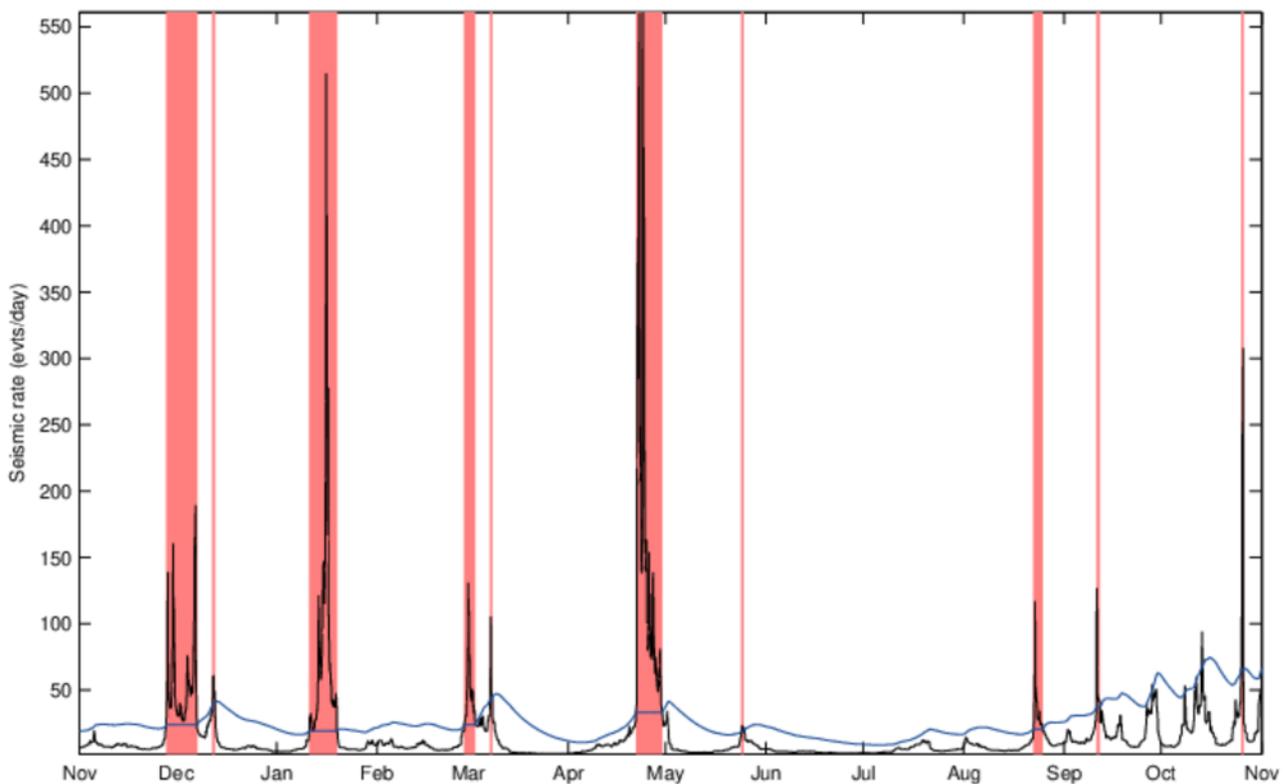


Figure 2. Taux de sismicité instantané (séismes VT) entre le 1 novembre 2022 et le 1 novembre 2023. Les bandes rouges caractérisent les essaims sismiques (voir les définitions de ces paramètres en annexe).

Les séismes VT appartiennent très majoritairement aux familles VT1, VT2 et VT5 localisés à moins de 1 km sous le dôme de La Soufrière (Fig. 3). La profondeur des séismes ne montre pas d'évolution temporelle au cours du mois (Fig. 3d).



### Hypocenter re-location of volcanic seismicity (2023.10.01-2023.10.31)

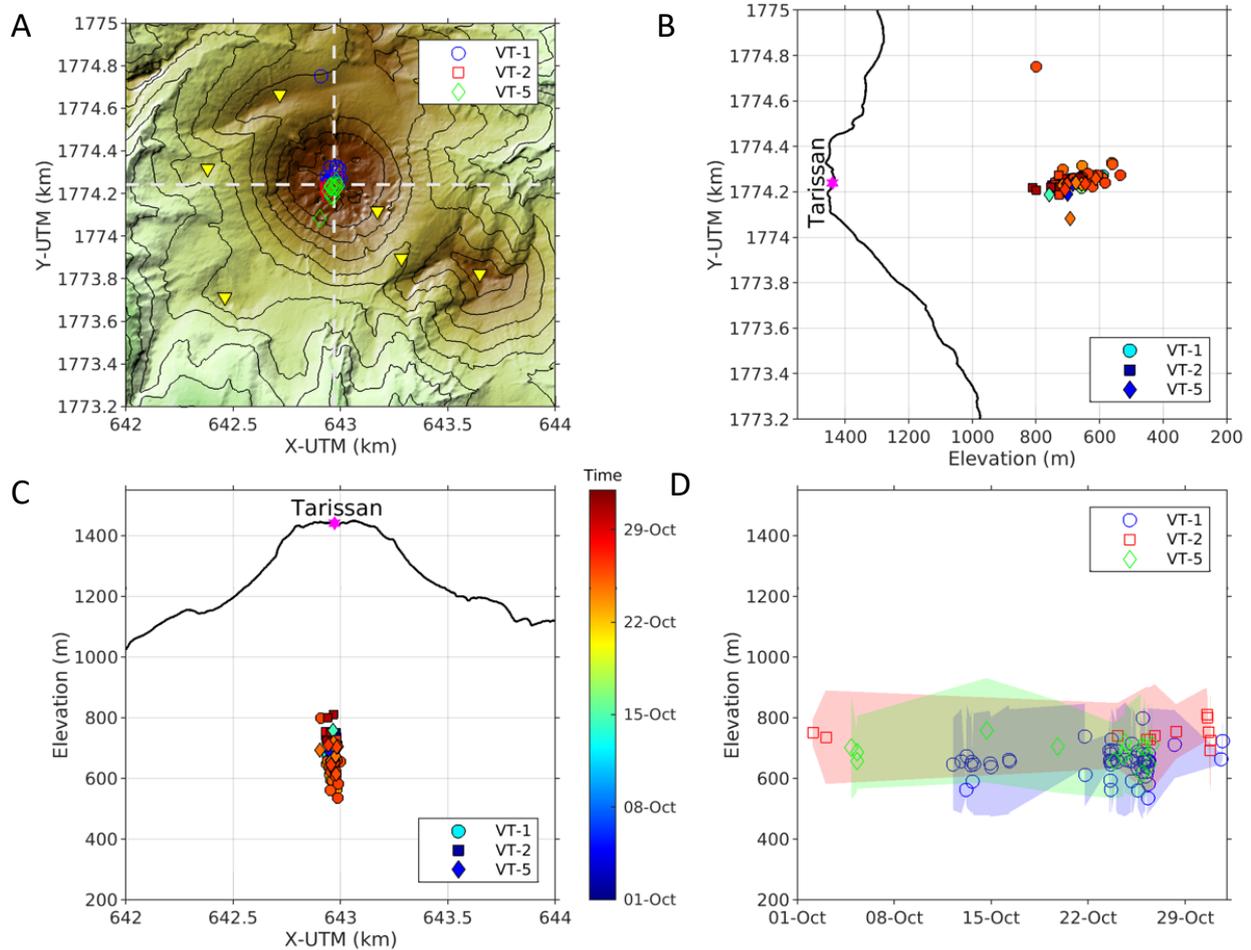


Figure 3. (a) Carte de localisation (épices), (b et c) coupes NS et EO, et (d) évolution temporelle montrant la localisation en profondeur (hypocentres) des séismes VT localisables au mois d'octobre 2023 sous le dôme de la Soufrière et le complexe volcanique autour du dôme. (a) Triangles jaunes : localisation des stations sismiques.

## 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 ( $\leq 2$  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 un apport majeur 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 3.9 (F562) et 13.8 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.

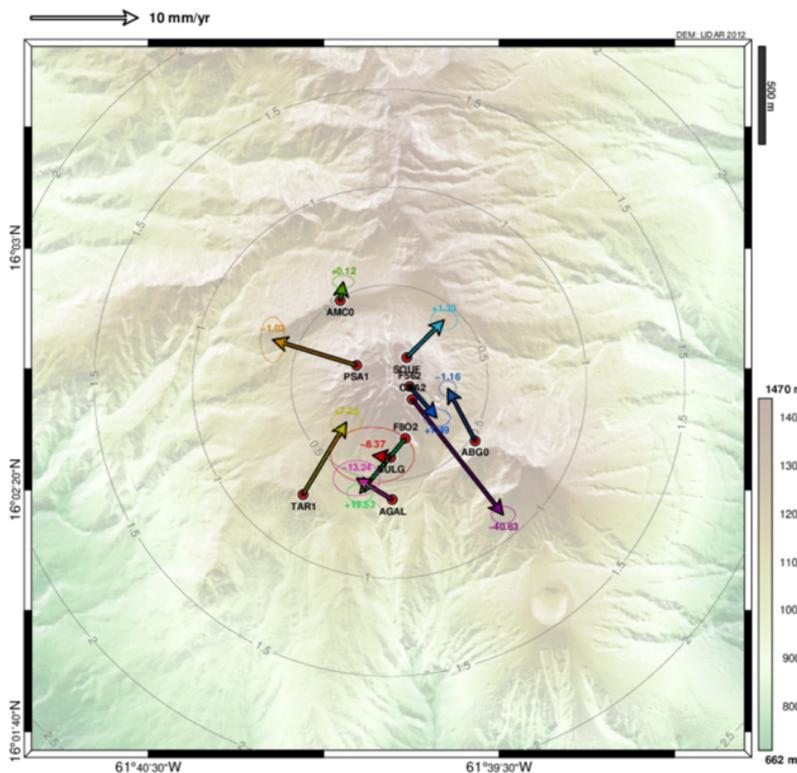


Figure 4. Déformation du dôme de la Soufrière enregistrée par le réseau GNSS permanent entre le 1er novembre 2022 et le 1er novembre 2023. La taille de la flèche est proportionnelle au taux de déformation horizontale (en mm par an, selon l'échelle indiquée en haut à gauche). Le chiffre au bout de chaque 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 temporelle de la déformation est illustrée par les déplacements relatifs entre stations GNSS (Fig. 5). Cette figure montre une ouverture plus ou moins stationnaire du sommet de l'édifice (Fig. 5, haut). Le déplacement du site CRA2 (Cratère Sud), relativement à la station SOUF localisée au nord du dôme, s'est accéléré en 2020, et est actuellement le plus rapide. La base du volcan (Fig. 5, bas) se déforme généralement plus lentement, bien que des glissements répétés du flanc sud soient enregistrés à basse altitude au niveau du site AGAL.

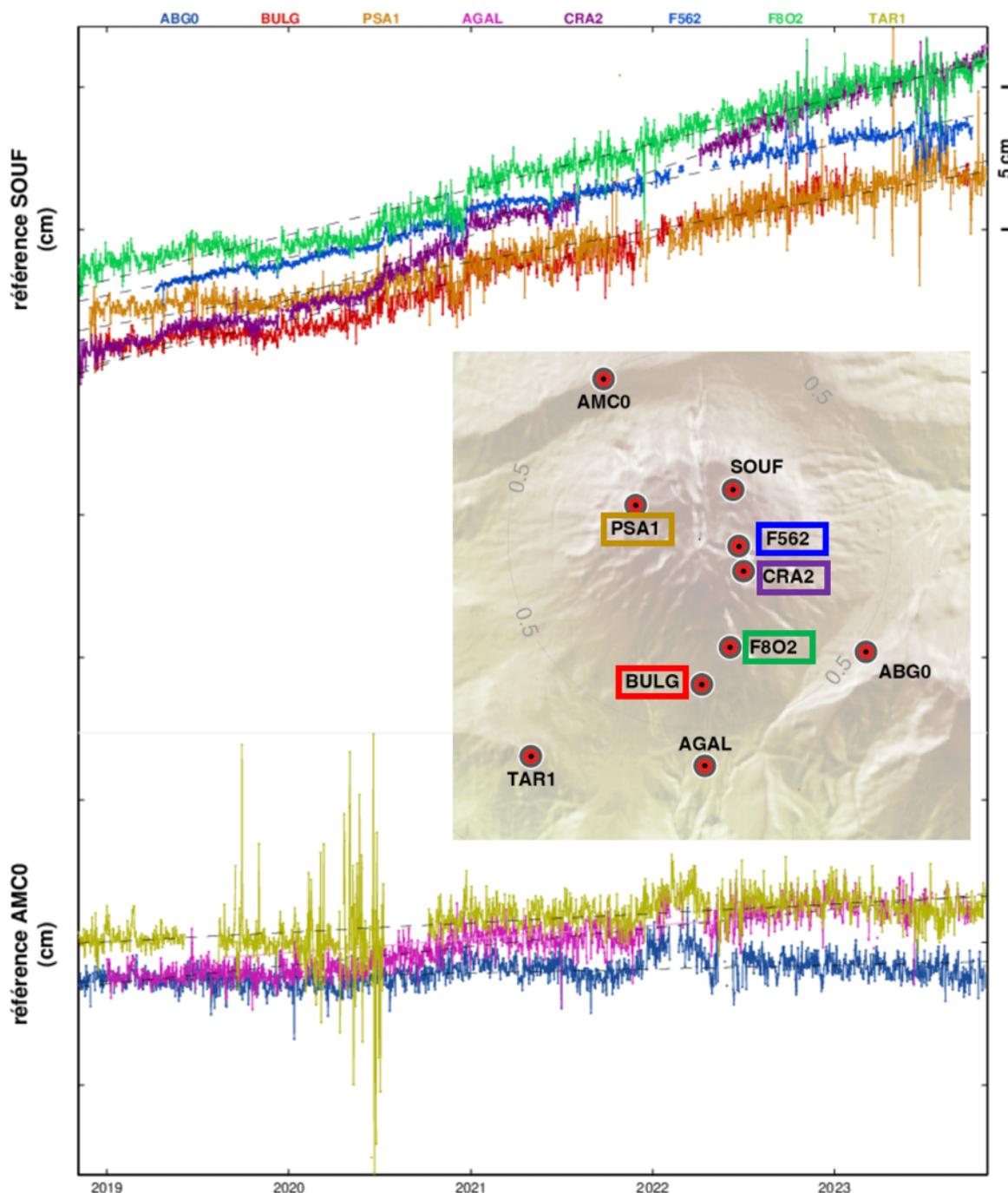


Figure 5. Evolution sur 5 ans des distances séparant les stations GNSS de deux stations de référence. Haut : déplacement des stations localisées au sommet de la Soufrière, relativement à la station SOUF localisée au nord du dôme. Bas : déplacement des stations localisées en périphérie immédiate de la Soufrière, relativement à la station AMC localisée au Nord-Ouest de l'édifice. Centre : localisation des stations GNSS. Les rectangles indiquent les cinq stations dont les distances à SOUF sont rapportées.



A l'échelle de la zone sommitale, la déformation est illustrée par l'ouverture, à un taux constant de 5mm/an, du cratère Napoléon depuis 2015. Les mesures réalisées en octobre 2023 s'inscrivent dans cette tendance (Fig. 6). Elles confirment également la contraction du cratère Dupuy (site Dup 2), qui, elle s'accélère depuis 2021 (Fig. 6). **En lien possible avec la déformation rapide du gouffre Dupuy des blocs rocheux se détachent de sa paroi NW condamnant les mesures des sites DUP1 et DUP3 depuis l'été 2023.**

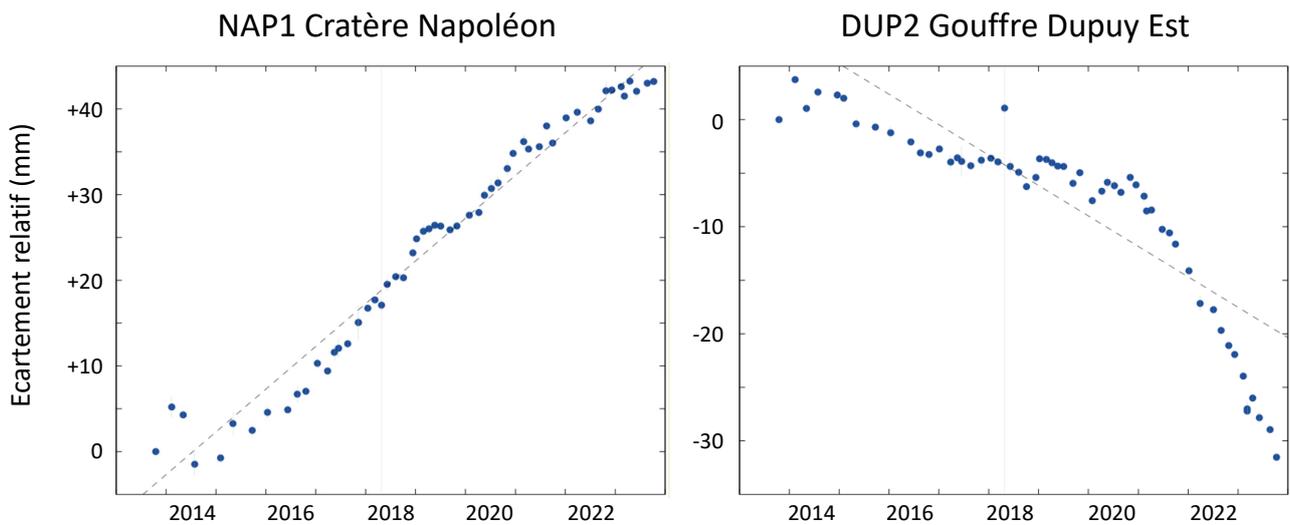


Figure 6. Ouverture du cratère Napoléon (site Nap 1) et fermeture du Cratère Dupuy (site Dup 2) entre 2013 et octobre 2023.

## Activité fumerolienne et géochimie des gaz

### Températures

Des températures maximales de **95.3°C** et **140.8°C** ont été relevées le 10 octobre aux événements Napoléon Nord et Cratère Sud Nord, respectivement. Ces températures sont **légèrement plus basses** que celles mesurées les mois précédents.

La sonde permanente installée dans le sol à proximité de l'événement Napoléon Nord a également enregistré une **baisse de température en octobre** (Figure 7), avec des pics négatifs correspondant aux précipitations des tempêtes Philippe (2-3 Octobre) et Tammy (22 Octobre).

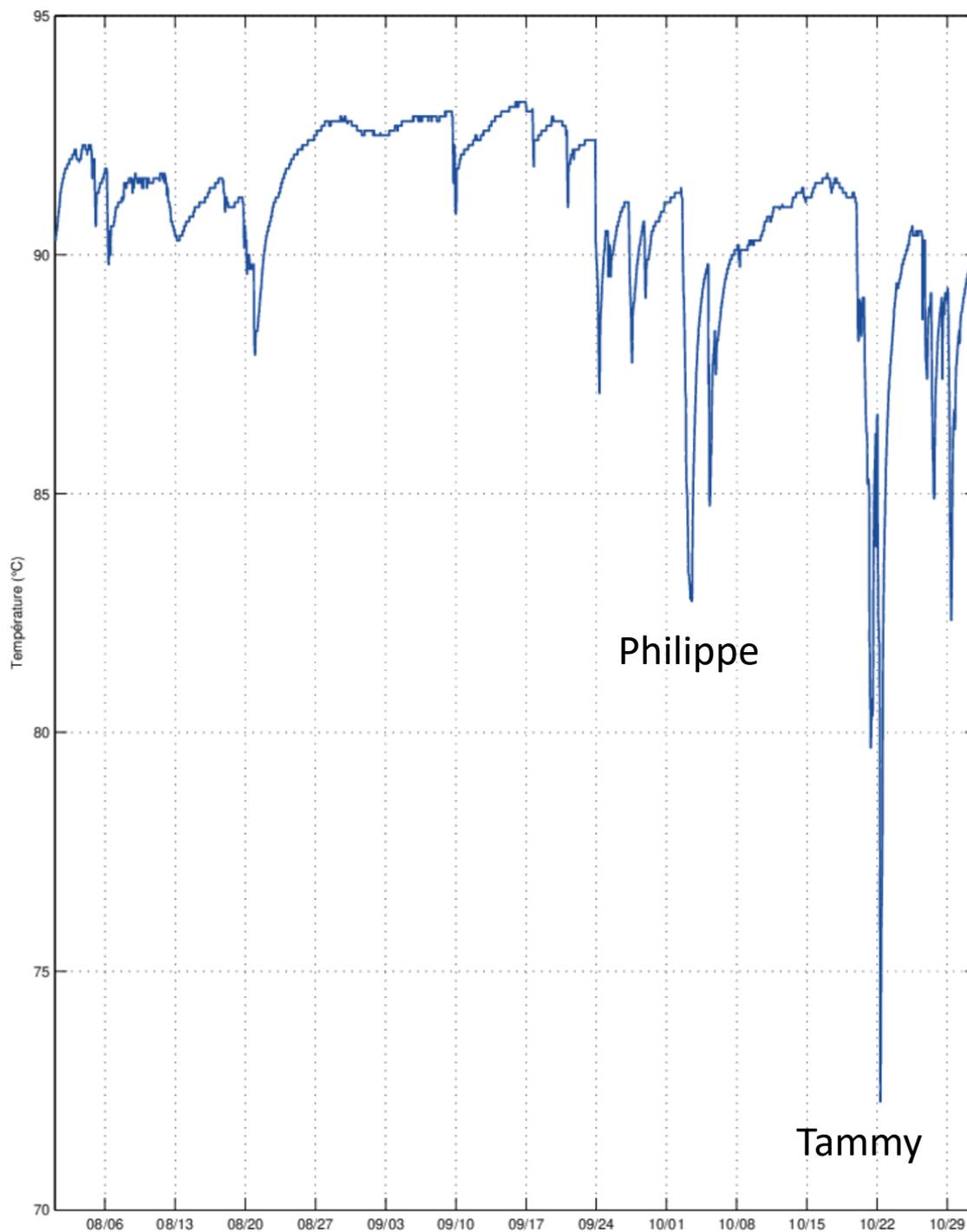


Figure 7. Evolution de la température du sol à proximité de l'événement Napoléon Nord entre Aout et Octobre 2023. Les chutes de températures associées aux précipitations des tempêtes Philippe (2-3 Octobre) et Tammy (22 Octobre) sont indiquées.



## Lac Tarissan

Le niveau du lac a été mesuré à **-87.4 mètres** (sous le dispositif de descente) le 10 octobre. Le faible écart avec le niveau relevé le mois précédent (-88.1 m) suggère une faible influence de la tempête Philippe (2-3 octobre) sur le niveau du lac.

## Sources thermales

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

## Autres informations

### Météorologie au sommet (station Sanner)

Au mois d'octobre 2023, les vents ont soufflé à une vitesse moyenne de **18.3 km/h** (maximum de 54.2 km/h), et leur direction moyenne était **+143.6°N**. La station Sanner a enregistré une pluviométrie mensuelle cumulée de **608.4 mm (passage des tempêtes Philippe le 2 octobre et Tammy le 22 octobre)**, et une température moyenne de **18.7°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 d'octobre 2023 un total de **158 séismes régionaux d'origine tectonique (comme le mois précédent)**, dont 51 ont pu être localisés et entrent dans le cadre de la Figure 8, les autres étant plus lointains ou de trop faible magnitude. L'activité sismique, généralement très faible, a été dispersée sur l'ensemble des failles régionales entre Barbuda et le sud de la Dominique. Les magnitudes enregistrées sont comprises entre 0.7 et 3.2. Les plus gros séismes sont localisés au sud-est de la Dominique (magnitude 3.1, le 19 octobre 2023) et entre Saint-Kitts-et-Nevis et Barbuda (magnitude 3.2, le 25 octobre 2023).

**Un séisme a été faiblement ressenti le dimanche 22 octobre 2023 à 03:59 (heure locale). Cette secousse faible (magnitude  $2.4 \pm 0.3$ ) a été localisée à 9 km au nord-nord-est de Deshaies, à 9 km de profondeur**

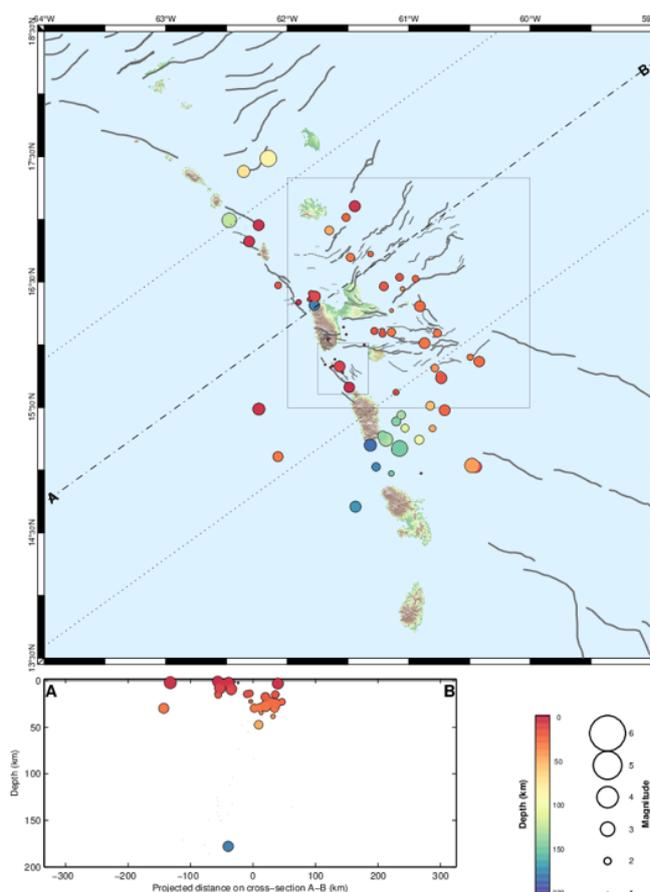


Figure 8. Localisation des épicentres des séismes tectoniques enregistrés au mois d'octobre 2023 par l'OVSG-IPGP



Les séismes de ce mois sont majoritairement localisés entre 0 et 48 km de profondeur. Un seul séisme profond (178 km) a été enregistré, le 8 octobre (épicentre au nord-ouest de Deshaies, magnitude 2.3). Notons qu'aucun séisme a été enregistré entre 50 et 177 km de profondeur entre Antigua et le Sud de la Dominique.

### Bilan mensuel pour la zone des Saintes

Dans la zone des Saintes, l'observatoire a enregistré 33 **séismes tectoniques** au cours du mois d'octobre 2023, dont 10 ont pu être localisés (Fig. 9). Ces séismes de faible magnitude ( $< 2.5$ ) se sont produits en très grande majorité à moins de 15 km de profondeur, et n'ont pas été ressentis (absence de témoignage). Les séismes sont majoritairement localisés à proximité des îles des Saintes. Les deux plus importants ( $M_d = 2.4$ ) associés au système de failles crustales des Saintes (excluant un séisme profond de subduction) se sont produit le 26 octobre 2023 (14h33 UTC) à 0.5 km de profondeur, au nord-ouest de la Dominique et le 28 octobre 2023 (13h57 UTC) à 8 km de profondeur, au sud-est de Terre-de-Haut (Fig. 9).

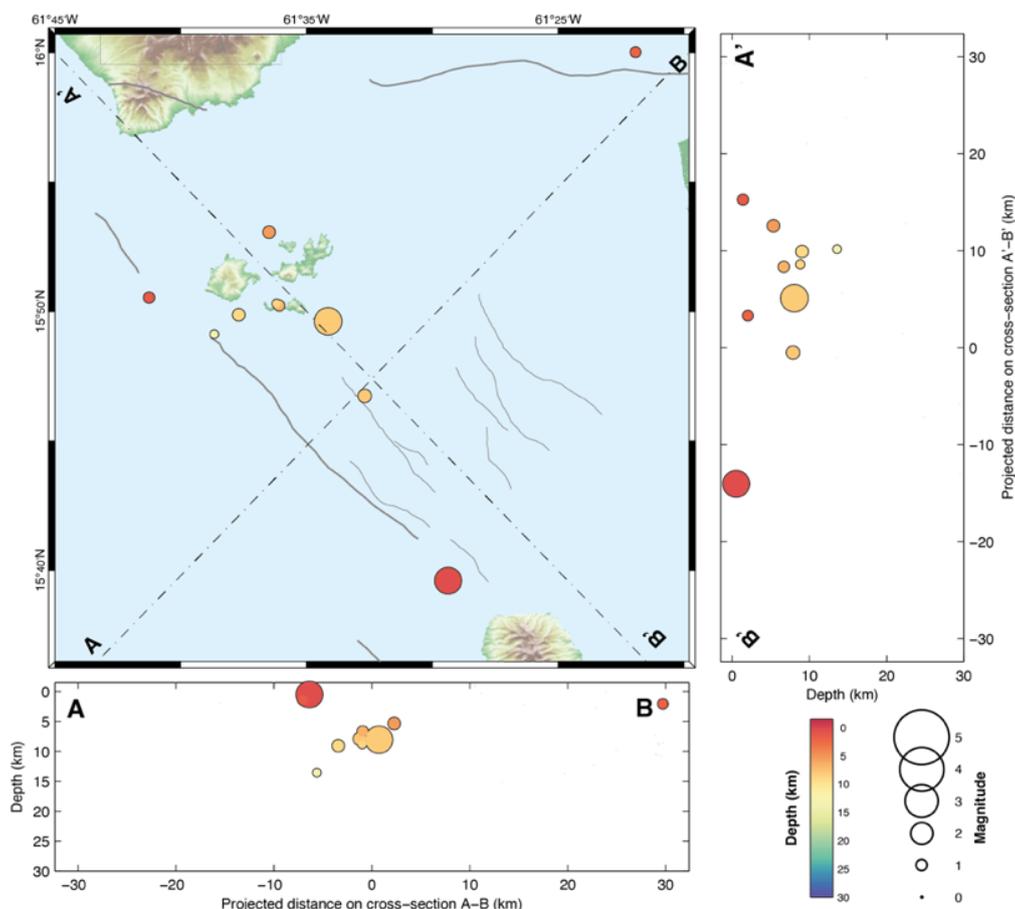


Figure 9. Epicentres des séismes tectoniques localisables, enregistrés au mois d'octobre 2023 par l'OVSG-IPGP dans la zone des Saintes.



## 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/](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

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

Décision

Préfecture

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

### Définition simplifiée de l'échelle des intensités macrosismiques

<b>Intensités</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X XI XII</b>
<b>Perception Humaine</b>	Non ressenti	Très faible	Faible	Légère	Modérée	Forte	Très forte	Sévère	Violente	Extrême
<b>Dégâts probables</b>	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 - Octobre 2023

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](mailto: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](https://twitter.com/ObsGuadeloupe)
- le compte Facebook : [facebook.com/ObsVolcanoSismoGuadeloupe](https://facebook.com/ObsVolcanoSismoGuadeloupe)

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