



---

## Bulletin mensuel

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

ISSN 1622 – 4523

---

Avril 2023

### Résumé

#### Volcan de la Soufrière

- Un essaim sismique majeur (1193 séismes) s'est produit du 21 au 29 Avril.
- La hausse de température des fumerolles se confirme (137.1°C à Cratère Sud Nord et 98.1°C à Napoléon Nord). L'activité fumerolienne continue son extension vers le nord et l'est du dôme.
- La déformation centrifuge du dôme se poursuit
- La composition des gaz profonds (non condensables) ne montre pas de changement majeur

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

- Trois séismes ont été ressentis sur le territoire français surveillé : un premier le mercredi 12 avril (magnitude 4.1, 18 km à l'Est de Capesterre-de-Marie Galante, 31 km de profondeur), et deux le dimanche 16 avril (à 5h49 : magnitude 5.6, 144 km à l'Est de Saint-Barthélemy (NE de Barbuda), 18 km de profondeur ; à 7h22 : magnitude 4.7, 2 km à l'Est de Grand-Bourg, Marie Galante, 103 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 déformations superficielles 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 le début de l'année 2018 nous assistons à un processus cyclique d'injection de gaz magmatiques profonds 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 qui a produit par le passé occasionnellement (au moins en février 2016, novembre 2021, mai 2022) des projections de boue brûlante et acide ou une poussière fine sur quelques mètres pour au moins 2 fumerolles (Cratère Sud Nord ; NapE1); 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 M4.1 le 27 avril 2018, le plus fort depuis 1976; 5) des déformations horizontales de faible amplitude et limitées au dôme de La Soufrière de l'ordre de 3 à 7 mm/an et la poursuite de l'ouverture des fractures sommitales; 6) la fluctuation des débits du gaz fumerolien issus d'un réservoir hydrothermal pressurisé; 7) une progression des anomalies thermiques dans le sol au sommet de La Soufrière. Si ces phénomènes incitent l'observatoire à la vigilance instrumentale, ils ne sont pour l'instant pas clairement associés à une anomalie des autres paramètres de surveillance qui pourrait indiquer une éventuelle remontée de magma. Cette dernière se manifesterait typiquement, mais pas systématiquement, par des séismes profonds et/ou ressentis plus nombreux et plus énergiques, des déformations de plus grande amplitude au-delà du dôme, et l'émission de gaz soufrés à haute température (> 150°C).

La probabilité d'une activité éruptive à court terme reste faible. 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 le futur. En conséquence, l'OVSG-IPGP est en état de vigilance renforcée. Les émanations gazeuses aux abords et sous le vent des fumerolles principales du sommet (notamment le Cratère Sud, le Tarissan, et le Gouffre 1956) présentent, depuis 1998, des risques avérés d'irritation et de brûlures (yeux, peau, voies respiratoires). Compte tenu de l'évolution décrite ci-dessus et des autres observations sur l'activité, l'OVSG-IPGP considère, depuis novembre 2018, qu'il est important de garder, à titre précautionneux, une distance de sécurité d'au moins 50 mètres autour des principaux centres d'émission de gaz fumerolien (Cratère Sud Sud, Cratère Sud Central, Cratère Sud Nord, Napoléon Nord, Napoléon Est, Gouffre 1956, Gouffre Tarissan). Vu l'évolution de la zone d'anomalie au sommet (avec la propagation de chaleur au sol; la recrudescence de l'activité des fumerolles, accompagnée de l'apparition dans le temps de nouveaux centres d'émission et de projection de boue et de fragments solides, les indications de l'impact au sol et sur la végétation de gaz soufrés et acides) et donc d'une général augmentation des zones d'instabilité, la Préfecture de Guadeloupe avec l'arrêté n°2019/001 CAB SIDPC du 14 janvier 2019 a institué un accès réglementé au sommet du volcan de la Soufrière, basé sur l'identification d'un périmètre de sécurité et sur l'interdiction à toute personne non-autorisée de le franchir. Les observations faites depuis mai 2021 et surtout en octobre et novembre 2021 montrent que cette zone est devenue plus dangereuse qu'auparavant en raison des risques liés aux gaz toxiques, aux projections de boue brûlante, aux effondrements du sol. Pendant plusieurs mois nous avons observé instrumentalement l'évolution de cette zone sans observation directe, en vertu de l'interdiction à tous les personnels de l'IPGP et de l'OVSG de s'approcher à moins de 50m de la zone fumerolienne du Cratère Sud (Nord, Central et



Sud). A partir du mois de mai 2022, les personnels de l'OVSG-IPGP peuvent effectuer des prélèvements ou mesures jusqu'à une distance de 2m en retrait du rebord de la fracture du Cratère Sud (Nord, Central ou Sud) dans le respect d'un protocole de sécurité.

## 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'avril 2023, l'OVSG-IPGP a enregistré **1390 séismes volcano-tectoniques** dont 1282 séismes automatiquement détectés. Cette activité a été marquée par un **essaim sismique majeur (1193 séismes) entre le 21 et le 29 avril (Fig. 1)**. L'énergie sismique libérée au mois d'avril (4.5 MJ) est deux fois plus importante qu'en mars 2023. L'énergie libérée au cours de l'essaim correspond à une mise en pression du système hydrothermal superficiel pendant 2 à 3 mois.

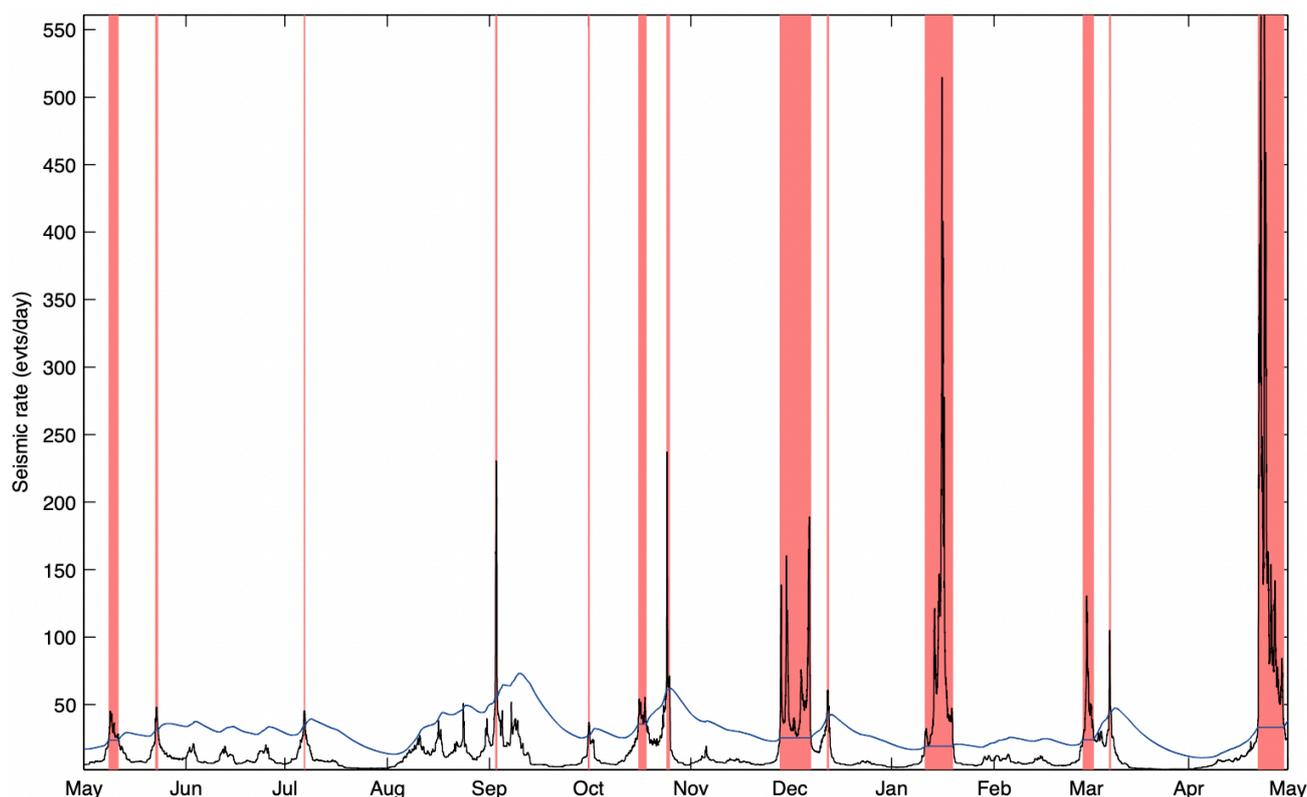


Figure 1. Taux de sismicité instantané (séismes VT) entre le 1 mai 2022 et le 1 mai 2023. Les bandes rouges caractérisent les essaims sismiques (voir les définitions de ces paramètres en annexe).



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. 2). La profondeur des séismes ne montre pas d'évolution temporelle au cours du mois (Fig. 2D). Les séismes volcano-tectoniques correspondent à de petites ruptures sur des fractures. Une majorité de ces séismes comporte une composante longue période générée par la circulation de fluides pressurisés dans les fractures de l'édifice.

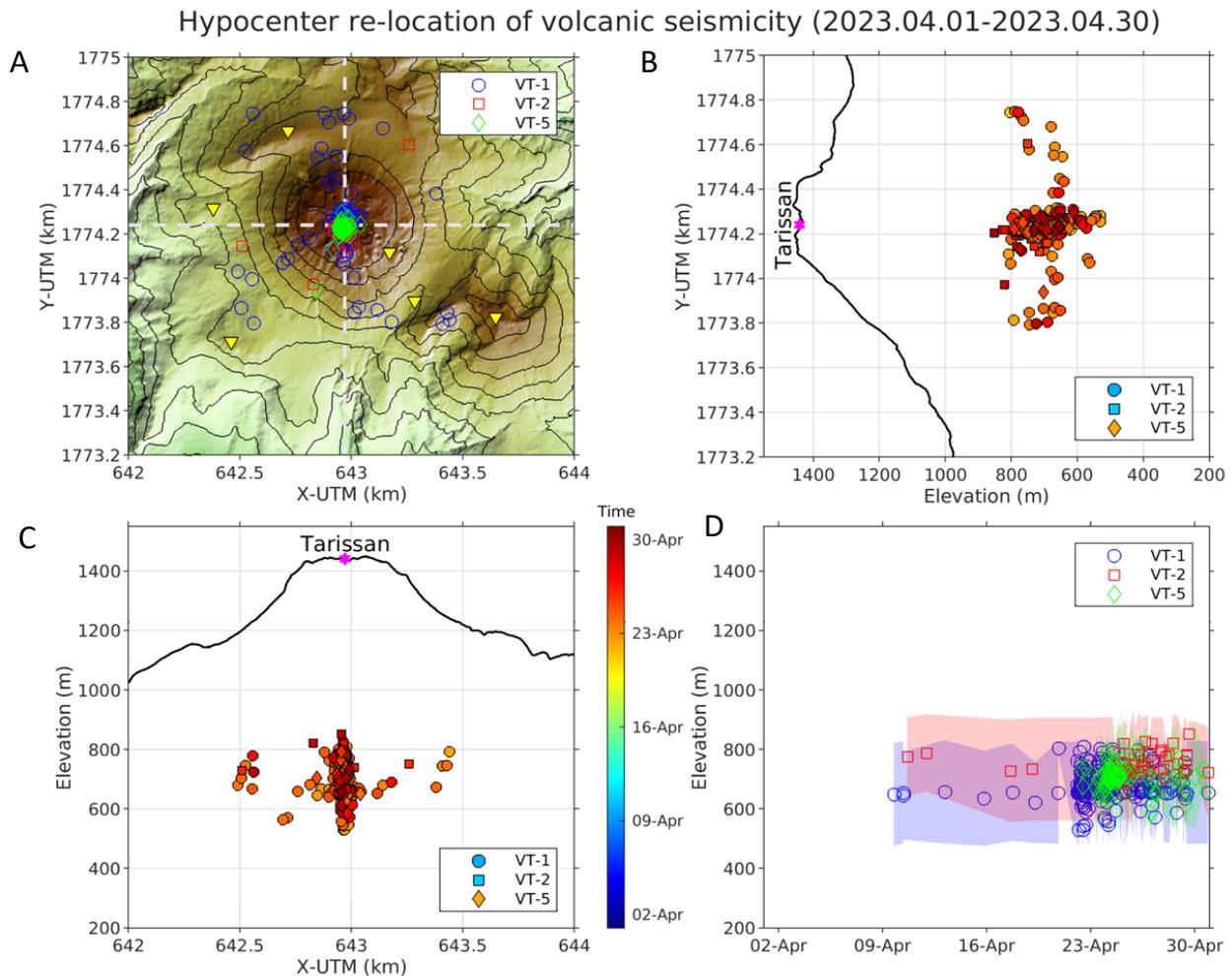


Figure 2. (a) Carte de localisation (épicesentres), (b et c) coupes NS et EO, et (d) évolution temporelle montrant la localisation en profondeur (hypocentres) des séismes VT localisables au mois d'avril 2023 sous le dôme de la Soufrière et le complexe volcanique autour du dôme. (a) Triangles jaunes : 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 l'apport de magma en profondeur. A l'échelle de l'édifice, les données des 12 derniers mois (Fig. 3) montrent une déformation horizontale radiale du sommet du volcan à une vitesse comprise entre 9 (SOUF) et 19 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.

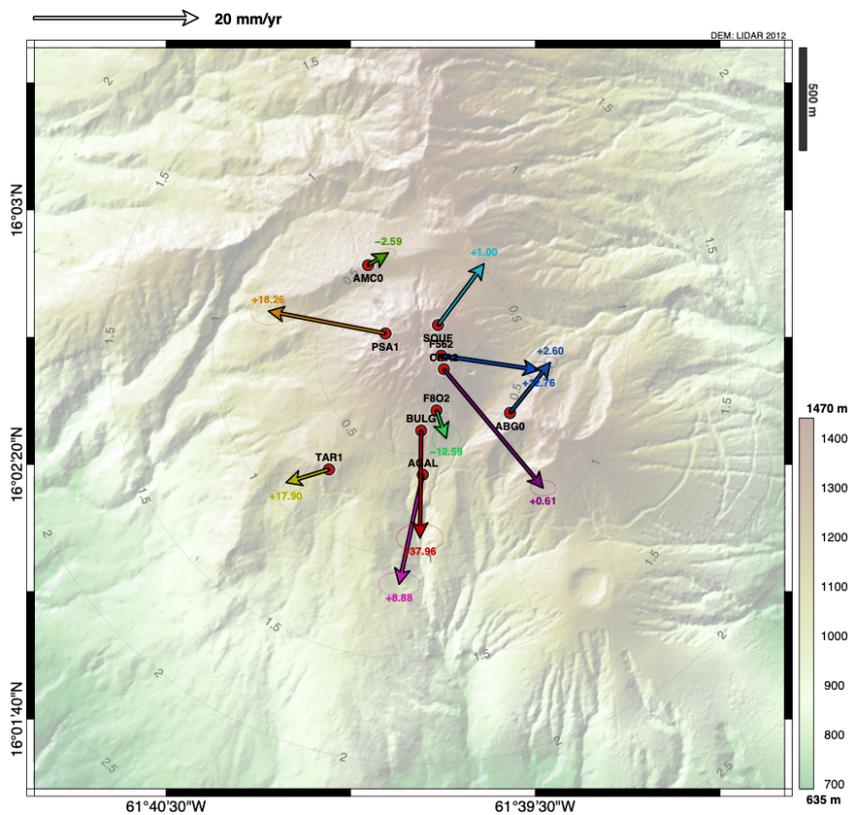


Figure 3. Déformation du dôme de la Soufrière enregistrée par le réseau GNSS permanent entre le 1 mai 2022 et le 1 mai 2023. La taille de la flèche et la valeur indiquée en haut à gauche indique le taux de déformation horizontale en mm par an. Le chiffre au bout de chaque flèche indique la valeur de 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 temporelle de la déformation est illustrée par les déplacements relatifs entre stations GNSS (Fig. 4). Cette figure montre une ouverture plus ou moins stationnaire de l'édifice (Fig. 4, haut), alors que sa base est relativement fixe (Fig. 4, bas). Au sommet, on note que 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.

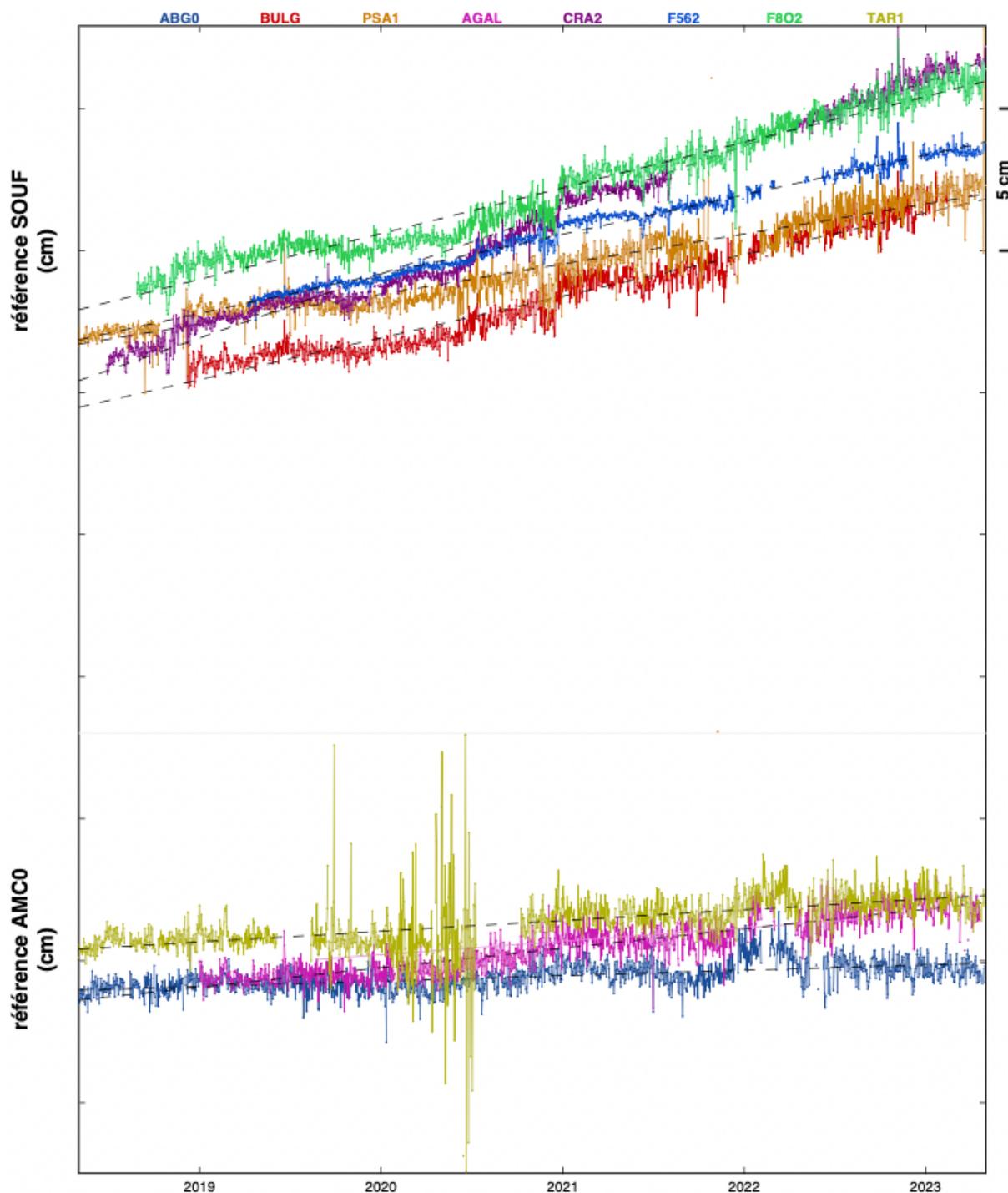


Figure 4. Evolution (sur 5 ans) des distances séparant les stations GNSS de deux stations de référence. Haut : déplacement des stations localisées sur la Soufrière, relativement à la station SOUF localisée au nord du dôme. Bas : déplacement des stations localisées en périphérie immédiate de la Soufrière, relativement à la station AMC localisée au Nord-Ouest de l'édifice.



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 avril 2023 s'inscrivent dans cette tendance (Fig. 5). Elles confirment également la contraction du cratère Dupuy (site Dup 2), qui, elle s'accélère depuis 2021 (Fig. 5).

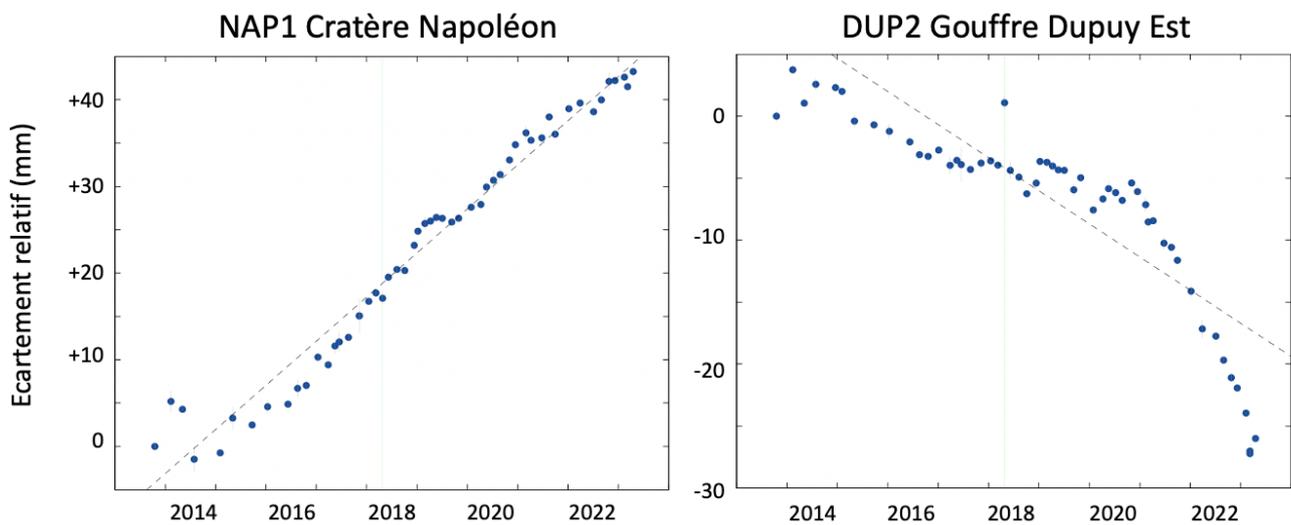


Figure 5. Ouverture du cratère Napoléon (site Nap 1) et fermeture du Cratère Dupuy (site Dup 2) entre 2013 et avril 2023.

### Activité fumerolienne et géochimie des gaz

#### Températures

La température de l'évent NAPN a été mesurée entre **96.4 et 98.1°C en avril 2023**, confirmant un maintien durable de la fumerole au-dessus de la température d'ébullition de l'eau à cette altitude (95.5°C) depuis fin 2022. Cela indique que la quantité d'eau disponible à NAPN est insuffisante pour tamponner parfaitement la température de la fumerolle. La sonde permanente de température placée dans le sol à proximité immédiate (<50 cm) de l'évent NAPN a enregistré une hausse de température au cours du mois d'avril (89.8 à 92°C).

La température de la fumerole **Cratère Sud Nord (CSN)** a été mesurée à **137.1°C** par thermocouple le 11 avril 2023. Cette température est nettement plus élevée que les dernières mesures réalisées entre 2018 et 2020 (T entre 95 et 110°C), confirmant la hausse de température détectée par caméra thermique le mois précédent. L'augmentation de température de CSN est associée à un élargissement de l'évent.

#### Mesures dans le panache (analyseur MultiGAS portable)



Ces mesures n'ont pas été réalisées en avril

### Mesures sur prélèvements réalisés à l'événement NAPN (Giggenbach)

Les abondances relatives des gaz non-condensables (rapports  $\text{He}/\text{CH}_4$  et  $\text{He}/\text{H}_2$ , Fig. 6) dans les prélèvements réalisés le 11 avril 2023 sont similaires à celles mesurées depuis octobre 2022 (date de reprise des analyses à l'OVSG). Ces compositions récentes se caractérisent par (1) des rapports  $\text{He}/\text{CH}_4$  proches de la ligne de base observée depuis 2014, et (2) des rapports  $\text{He}/\text{H}_2$  en légère augmentation. Ces données indiquent que l'augmentation de température de NAPN n'est pas accompagnée d'un changement majeur de la composition des gaz profonds.

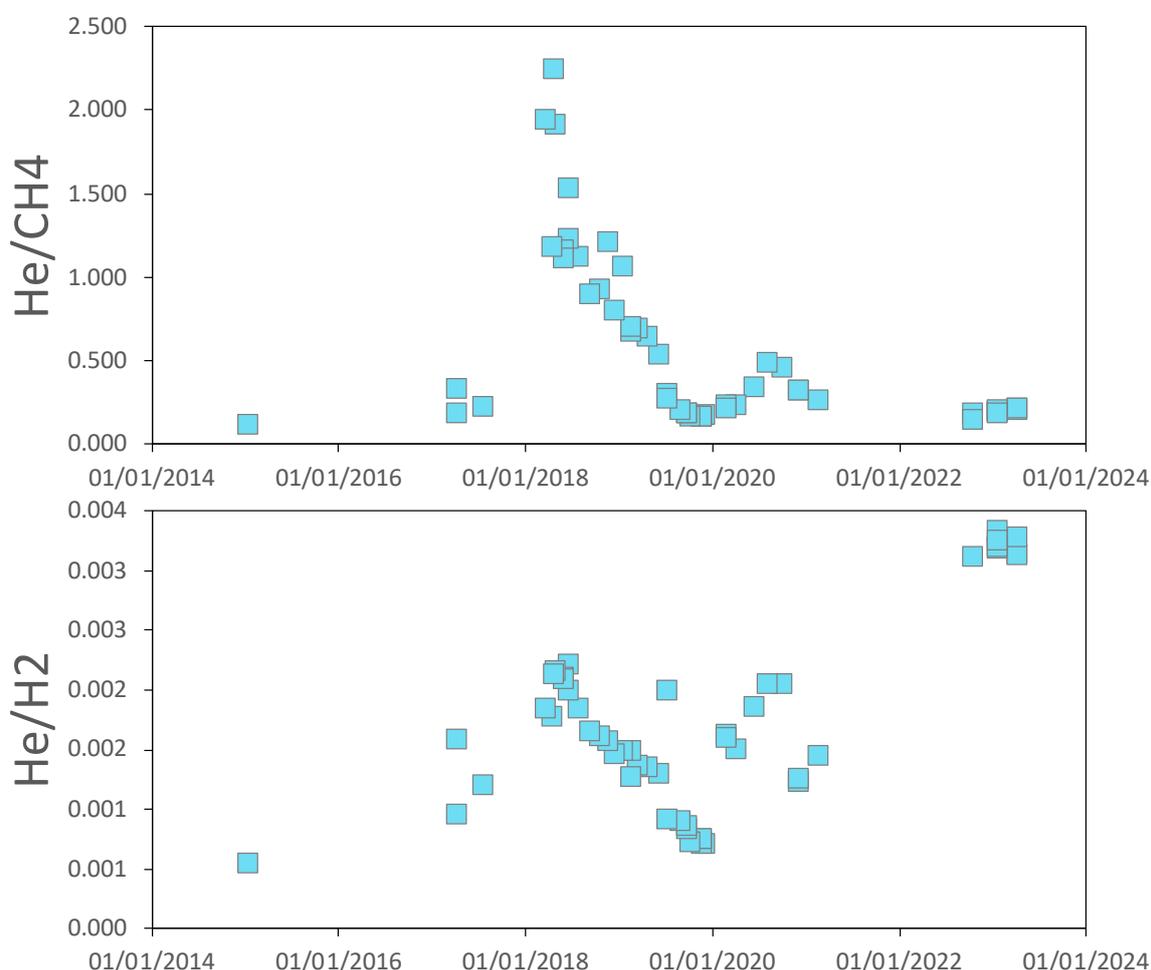


Figure 6. Abondances relatives des gaz non condensables He, H<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> dans les gaz prélevés (ampoule de Giggenbach) à l'événement Napoléon Nord (NAPN).



### Lac acide du Gouffre Tarissan

Le niveau du lac Tarissan était de **-84.1 m le 11 avril 2023**. Le niveau du lac continue à descendre doucement depuis le niveau haut atteint en septembre 2022 (-79 m) (Fig. 7). Le pH était de +0.40, dans la gamme haute des valeurs mesurées depuis 2012 (Fig. 7).

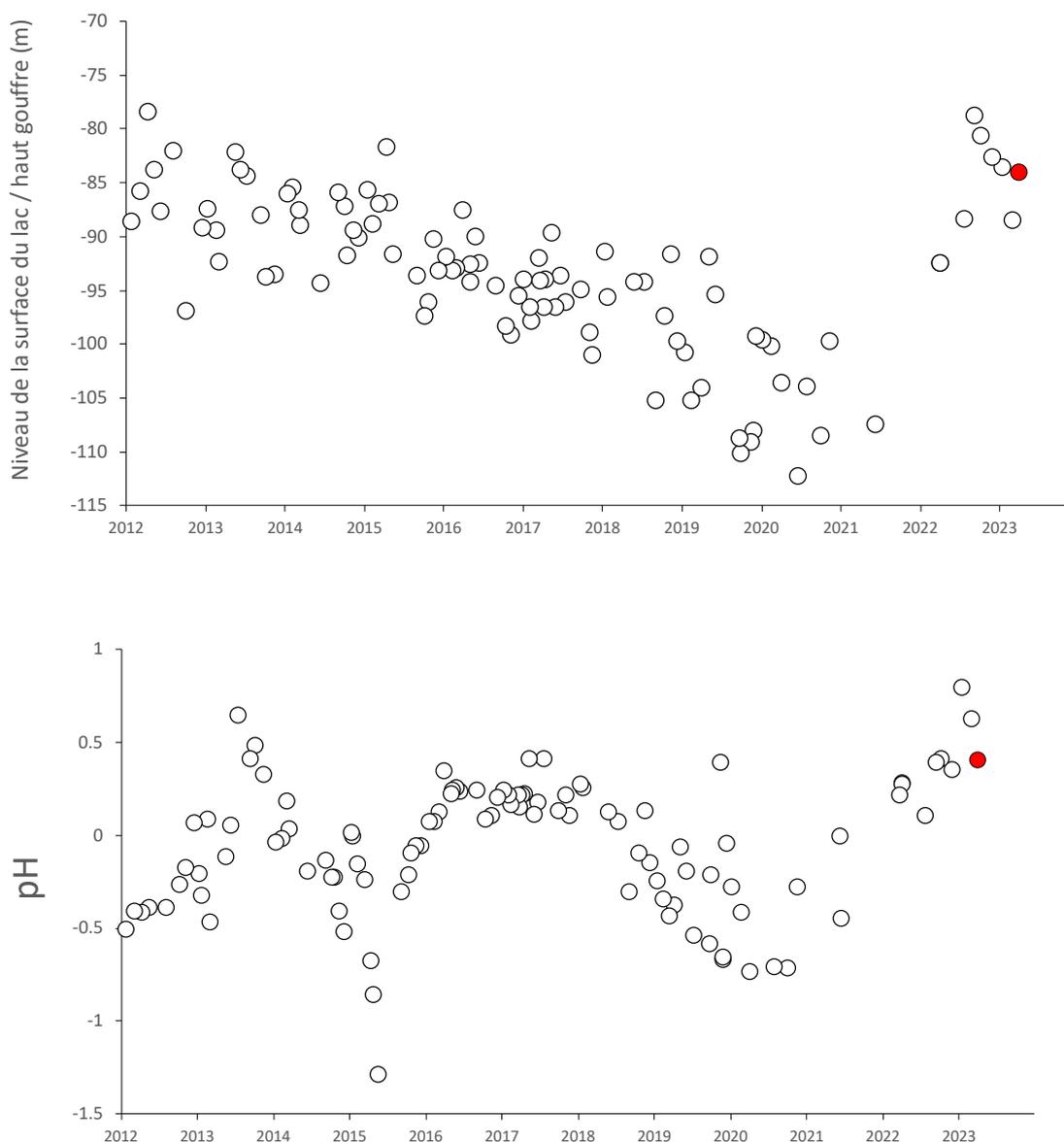


Figure 7. Niveau de la surface du lac (haut) et pH (bas) du lac Tarissan. Les valeurs mesurées en avril 2023 sont en rouge.



## Sources thermales

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

## Autres informations

### Météorologie au sommet (station Sanner)

Au mois d'avril 2023, les vents ont soufflé à une vitesse moyenne de **33.7 km/h** (maximum de **79.3 km/h**), et leur direction moyenne était **+102°N**. La station Sanner a enregistré une pluviométrie mensuelle cumulée de **248 mm**, et une température moyenne de **16.0°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'avril 2023 un total de **95 séismes régionaux** d'origine tectonique, dont 59 ont pu être localisés et entrent dans le cadre de la Figure 8, les autres étant plus lointains ou de trop faible magnitude.

Trois séismes ont été ressentis sur le territoire français surveillé :

- le mercredi 12 avril, un séisme léger (magnitude  $4.1 \pm 0.3$ ) localisé à 18 km à l'Est de Capesterre-de-Marie Galante, à 31 km de profondeur. Ce séisme a été très faiblement (intensité II) à faiblement ressenti (intensité III), notamment à Marie Galante et sur le Sud-Est de Basse-Terre.

- le dimanche 16 avril, 7h22, un séisme léger (magnitude  $4.7 \pm 0.3$ ) localisé à 2 km à l'Est de Grand-Bourg (Marie Galante), à 103 km de profondeur. Ce séisme a été très faiblement (intensité II) à modérément ressenti (intensité IV), notamment à Marie Galante.

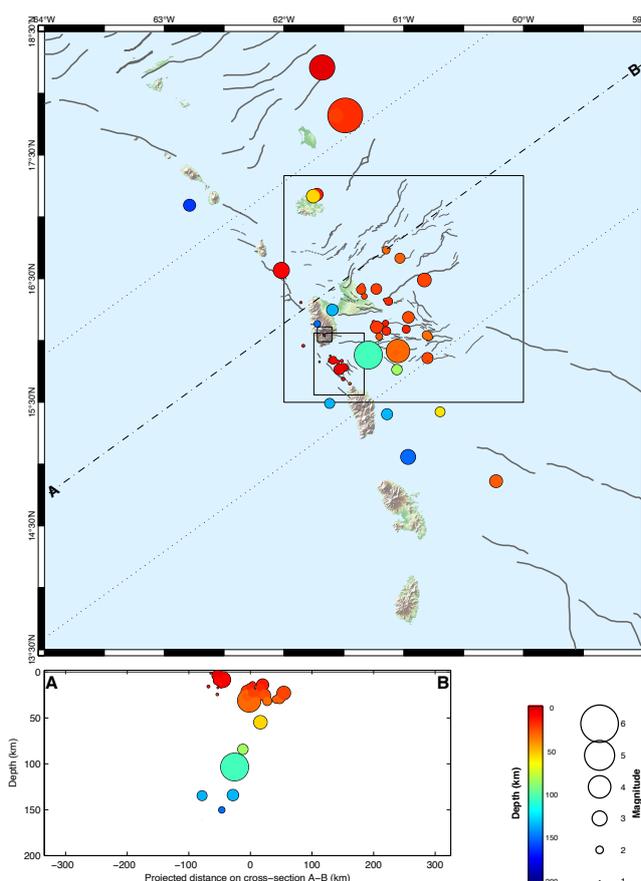


Figure 8. Localisation des épicentres des séismes tectoniques enregistrés au mois de mars 2023 par l'OVSG-IPGP



- le même dimanche 16 avril, 5h49, un séisme modéré (magnitude  $5.6 \pm 0.3$ ) localisé à 144 km à l'Est de Saint-Barthélemy (NE de Barbuda), à 18 km de profondeur. Ce séisme a été très faiblement (intensité II) à faiblement ressenti (intensité III), notamment sur le nord de Basse-Terre et de Grande-Terre.

Un séisme de magnitude 4.3 s'est également produit le 22 avril à 128 km à l'est-nord-est de Saint-Barthélemy, à 3 km de profondeur, mais n'a pas été ressenti. Les autres séismes enregistrés par l'OVSG au cours du mois ont des magnitudes  $\leq 3.1$ .

### Bilan mensuel pour la zone des Saintes

Dans la zone des Saintes, l'observatoire a enregistré **29 séismes tectoniques** au cours du mois d'avril 2023, dont 21 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).

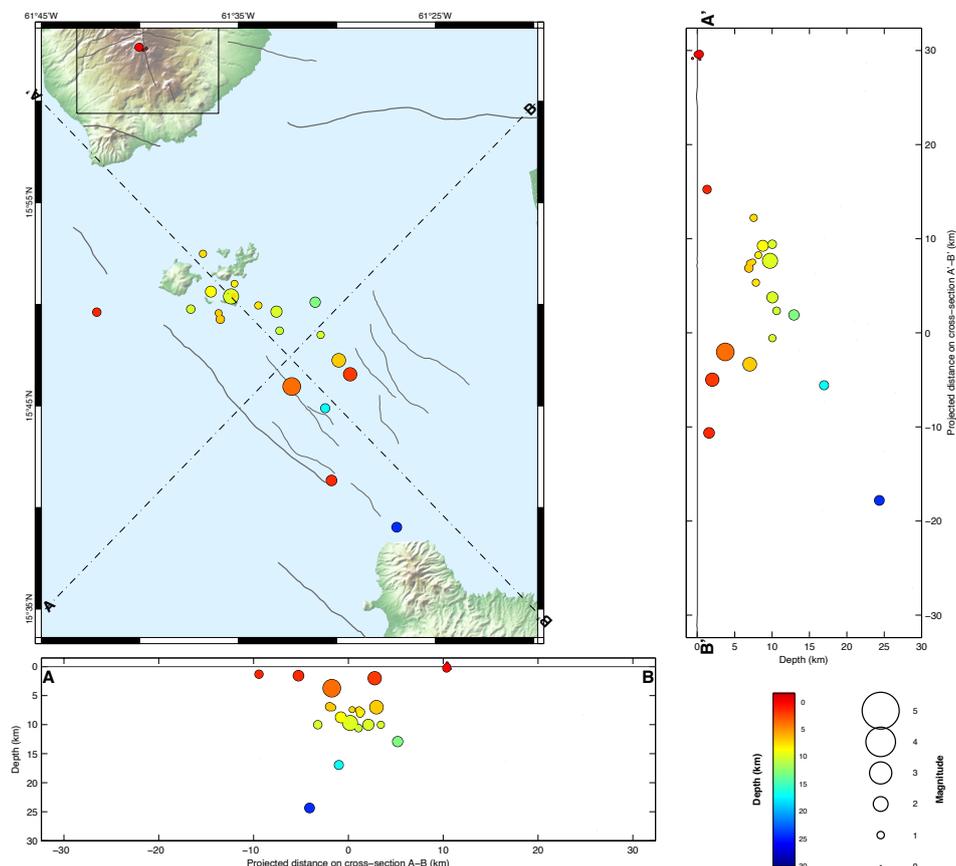


Figure 9. Epicentres des séismes tectoniques localisables, enregistrés au mois d'avril 2023 par l'OVSG-IPGP dans la zone des Saintes.



## 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</b> <i>Observée / enregistrée</i>	<b>Minimale</b> niveau de base	<b>Détection activité inhabituelle / En augmentation</b> variations de quelques paramètres	<b>Fortement augmentée</b> variations de nombreux paramètres, sismicité fréquemment ressentie	<b>Maximale</b> sismicité volcanique intense, déformations majeures, explosions, émissions gazeuses, ...
<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 - Avril 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.*