



Bulletin mensuel

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

ISSN 2105 – 2301

Juin 2023

A) Activité volcanique de la Montagne Pelée

La Montagne Pelée est un volcan actif de type explosif ayant connu de nombreuses éruptions magmatiques et phréatiques par le passé. Depuis la fin de la dernière éruption magmatique en 1932, qui a été associée à la mise en place d'un dôme de lave, son activité a décliné de manière significative jusqu'à l'arrêt de l'activité fumerolienne depuis 1970 et une activité sismique globalement très faible.

Depuis décembre 2018, l'activité sismique est passée au-dessus de son niveau de base établi à partir des observations instrumentales continues des années précédentes. Cette nouvelle activité se caractérise à la fois par de nombreux séismes superficiels de faible énergie, par quelques rares séismes profonds (localisés à environ 10-20 km de profondeur sous l'édifice volcanique) et par l'apparition de signaux sismiques de type trémor et longue période, témoignant de mouvements de fluides en surpression dans le système hydrothermal interne. Une zone de végétation dégradée située sur le flanc sud-ouest de la Montagne Pelée est observée sur les images satellitales depuis fin décembre 2019 et confirmée visuellement depuis le mois de décembre 2020. Une zone de dégazage en mer (présence de bulles de gaz à faible température) située au nord de Saint-Pierre a été signalée à l'observatoire en juin 2021. En partenariat avec le Parc Naturel Marin, l'OVSM-IPGP y réalise des prélèvements et analyses périodiques afin de suivre l'évolution de ce phénomène en relation éventuelle avec l'activité du volcan. Depuis juin 2022, les déformations de l'édifice mesurées par le réseau de capteurs GNSS indiquent un faible gonflement sur le long terme pouvant être interprété par une source superficielle de légère pressurisation localisée sous la partie sommitale de la Montagne Pelée. Cette source pourrait être engendrée par la remontée de volumes limités de fluides hydrothermaux et/ou magmatiques (gaz, eaux hydrothermales) dans l'édifice volcanique depuis les profondeurs du système magmatique. L'ensemble de ces observations reflète une réactivation du système volcanique qui est toujours en cours en date de juin 2023.

Au mois de juin 2023, l'activité sismique d'origine volcanique est variable par rapport aux mois précédents mais reste au-dessus de son niveau de base du fait de l'occurrence de quelques séismes profonds plus énergétiques. Cependant, l'énergie sismique libérée par l'ensemble des séismes superficiels est faible et aucun séisme d'origine volcanique n'a été ressenti par la population. La température et l'acidité (pH) des sources thermales de l'édifice ne montrent aucune augmentation significative. Les déformations de l'édifice sont très faibles et stables sur le court terme. Rappelons que lors des phases de réactivation volcanique, des périodes de plus forte activité, sismique notamment, alternent souvent avec des phases d'activité plus réduite.

La probabilité d'une activité éruptive à court terme reste faible. Cependant, compte tenu de l'ensemble des observations collectées depuis fin 2018 et de leur nature, et sur la base des observations de l'OVSM-IPGP enregistrées au cours du mois de juin 2023 et résumées dans ce bulletin, nous ne pouvons exclure une évolution de la situation à moyen terme (Voir tableau en annexe). En accord avec les dispositions prévues par les autorités, le niveau d'alerte est actuellement :

JAUNE = VIGILANCE (Voir tableau en annexe)

Vous pouvez suivre les bilans hebdomadaires pour vous informer sur les changements de l'activité de la Montagne Pelée (<https://www.ipgp.fr/fr/ovsm/bilans>).



Sismicité volcanique

Au cours du mois de juin 2023, l'OVSM-IPGP a détecté au moins **10 séismes** d'origine **volcanique** dont le détail est donné dans le **Tableau A1**.

Type de séisme d'origine volcanique	Janvier 2023	Février 2023	Mars 2023	Avril 2023	Mai 2023	Juin 2023
Volcano-tectonique	9	3	25	54	25	7
Volcano-tectonique distal	0	0	0	1	0	1
Longue période	0	0	0	1	0	2
Hybride + Hybride profond (> 10 km)	1	2	2	4	0	0
Trémor	0	0	0	0	0	0
TOTAL	10	5	27	60	25	10

Tableau A1. Nombre de séismes d'origine volcanique détectés par l'OVSM-IPGP au cours des 6 derniers mois.

La **Figure A1** présente l'ensemble des séismes d'origine volcanique ayant pu être localisés. Aucun de ces séismes n'a été ressenti par la population.

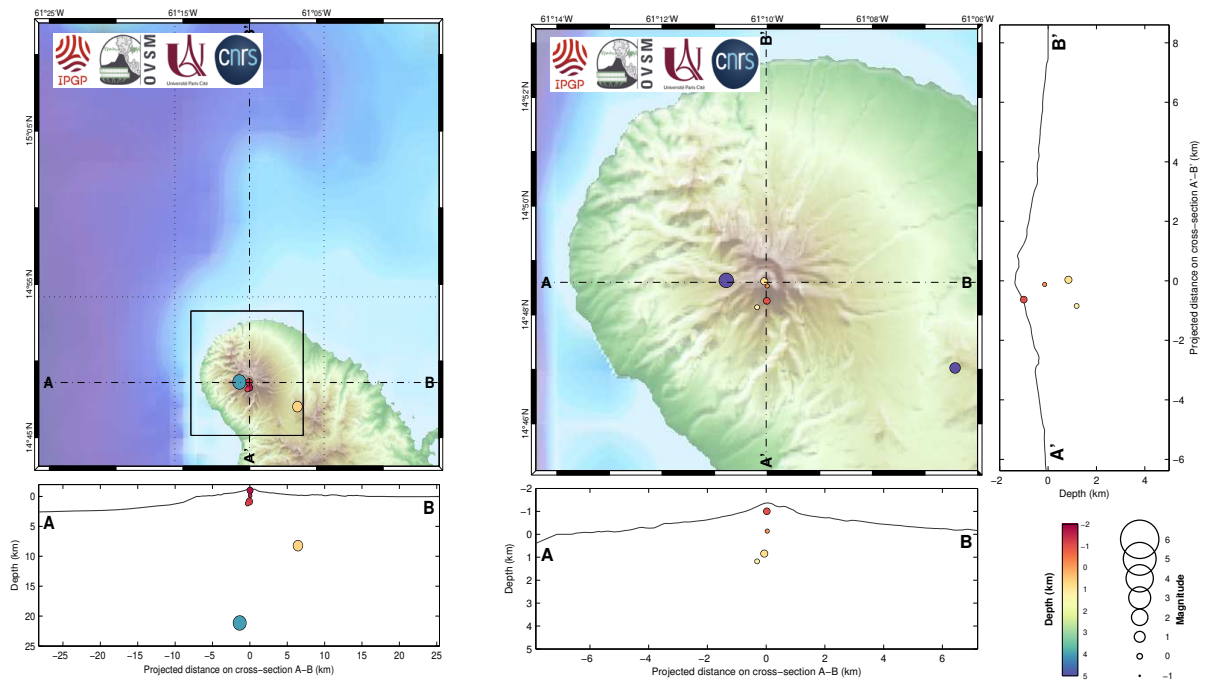


Figure A1. (gauche) Carte de localisation manuelle de la sismicité d'origine volcanique du mois de juin 2023, et coupe est-ouest indiquant la localisation en profondeur des hypocentres. (droite) zoom sur la Montagne Pelée. Les points en bleu foncé indiquent les positions du séisme longue-période profond et du séisme volcano-tectonique distal ayant pu être localisés et visibles en coupe sur la carte de gauche (source WebObs/OVSM).



La **Figure A2** montre l'évolution du nombre de séismes de type VT depuis décembre 2018. Ces séismes sont de **très faible amplitude** (magnitude autour de 0) et n'ont pas pu tous être localisés manuellement. Cependant, la classification automatique de ces événements VT permet d'en localiser la majorité à l'intérieur de l'édifice volcanique, entre 0,5 et 2,0 km de profondeur sous la surface.

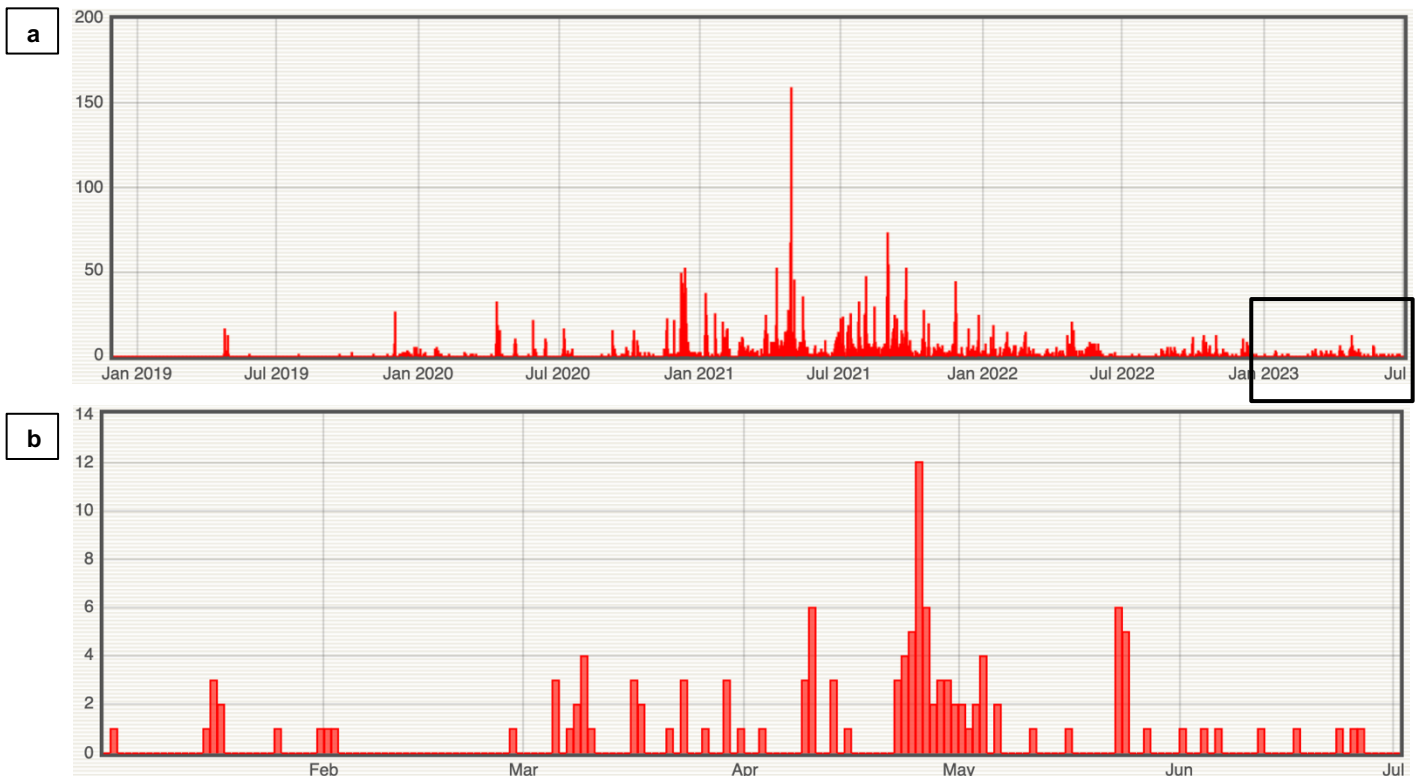


Figure A2. Nombre journalier de séismes de type volcano-tectonique (VT) détectés par l'OVSM-IPGP : a) Période du 1^{er} décembre 2018 au 30 juin 2023. b) Période des 6 derniers mois (du 1^{er} janvier 2023 au 30 juin 2023, zoom sur la subfigure a). Source WebObs/OVSM.

Le 25 juin 2023, l'OVSM-IPGP a enregistré un signal sismique de type longue-période profond (fréquences dominantes ≤ 4 Hz) qui a été localisé légèrement au nord-ouest de la Montagne Pelée à environ 21 km de profondeur sous le volcan (**Figure A1**). Avec une magnitude $M_d=1,6$, c'est le 2^{ème} séisme longue-période le plus fort depuis le début de la réactivation (décembre 2018) après le séisme longue-période du 2020-12-10, de magnitude $M_d \sim 1,9$, lui-même probablement le séisme longue-période le plus fort enregistré depuis 1987.

En outre, le séisme VT du 31-01-2023, d'une magnitude $M_d= 1,5$ à 2,3 et qui a été localisé à 1 km sous le sommet, est le plus fort séisme enregistré par l'OVSM-IPGP depuis 36 ans, après celui enregistré le 31-01-1987 ($M_d= 2,5$) et qui avait été moins superficiel et localisé à 3,8 km de profondeur (Hirn et al., 1987). Ce séisme du 31-01-2023 a la particularité de contenir une composante de basses fréquences < 5 Hz qui le rapproche des caractéristiques d'un signal hybride.

Malgré la baisse du nombre de séismes volcano-tectoniques (VT) enregistrés depuis quelques mois et la baisse de l'énergie sismique associée à ces séismes VT par rapport à l'année 2020 et 2021, la **Figure A3** indique que le système magmatique et hydrothermal de la Montagne Pelée peut encore générer, 4 ans après le début de la période de réactivation (01-12-2018), des séismes de magnitude significative à l'aplomb ou à moins de 15km de distance du volcan.



Ainsi, l'énergie sismique volcanique dissipée reste nettement au-dessus de son niveau de référence avant la réactivation.

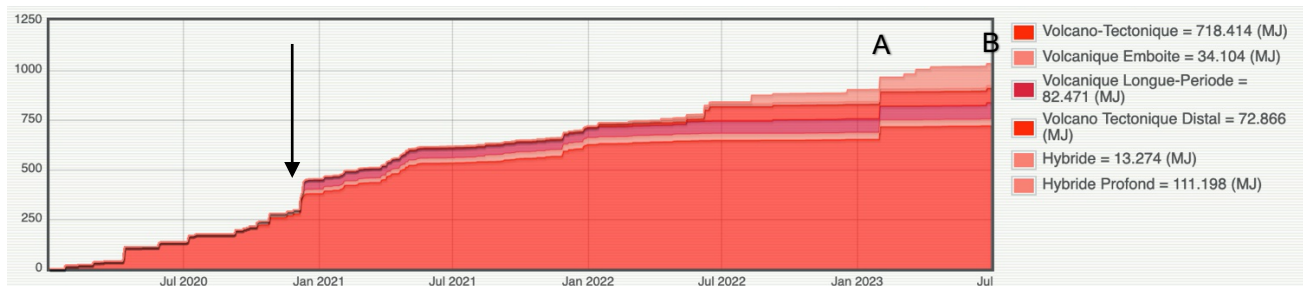


Figure A3. Energie sismique volcanique cumulée en MJ (axe vertical à gauche) entre le 1er septembre 2020 et le 30 juin 2023 (axe horizontal) pour les différentes catégories de séismes volcaniques (légende à droite) localisés manuellement par un analyste. La flèche indique le passage, sur recommandation de l'OVSM-IPGP, du niveau d'alerte vert (normal, niveau de référence) au niveau jaune (vigilance) en date du 4 décembre 2020. Le **A** indique le séisme VT du 31-01-2023 (qui contient une composante de basses fréquences < 5Hz qui le rapproche des caractéristiques d'un signal hybride), d'une magnitude $M_d = 1,5-2,3$, qui a été localisé à 1 km sous le sommet, et qui est le plus fort séisme enregistré par l'OVSM-IPGP depuis 36 ans, après celui du 31-01-1987 ($M_d = 2,5$, 3,8 km de profondeur, Hirn et al., 1987). Le **B** indique le séisme longue-période du 25-06-2023, localisé sous et légèrement au nord-ouest du volcan à 21 km de profondeur. Avec une magnitude $M_d = 1,6$, c'est le 2ème séisme longue-période le plus fort depuis le début de la réactivation (décembre 2018) après le séisme longue-période du 2020-12-10, de magnitude $M_d \sim 1,9$, lui-même probablement le séisme longue-période le plus fort depuis 1987.

Au total, entre le 1er juillet 2022 et le 30 juin 2023, l'OVSM-IPGP a enregistré plusieurs signaux sismiques contenant des basses fréquences localisés sous ou à proximité de la Montagne Pelée (≤ 15 km de distance maximum), dont 3 signaux de type longue-période localisés entre 10 et 21 km de profondeur, et 5 signaux de type hybride profond localisés entre 33 et 21 km de profondeur. Les signaux sismiques longue-période et hybride sont associés à la présence de fluides magmatiques dans les profondeurs du système volcanique de la Montagne Pelée.

La sismicité volcanique profonde (> 10 km), et notamment son caractère basse-fréquence, suggère l'existence de mouvements de fluides magmatiques profonds (fluides supercritiques, magma) sans qu'il y ait, actuellement, de signaux indiquant une remontée de ces fluides à de plus faibles profondeurs dans le système.

L'activité sismique actuelle pourrait être un signe d'augmentation de l'activité du système hydrothermal : interaction entre l'eau, les roches et la source de chaleur magmatique et la présence de fluides (gaz, eaux hydrothermales) en surpression dans les zones profondes du système magmatique (plus de 10 km) remontant vers les zones plus superficielles du système hydrothermal.

Déformation du sol

Depuis le milieu de l'année 2022, les mesures du réseau de capteurs GNSS de l'OVSM-IPGP intégrées sur un an indiquent un léger signal de déformation avec des vitesses de déplacement horizontal entre 2 ± 2 mm par an et 7 ± 3 mm par an, détectées sur la plupart des stations situées sur l'édifice de la Montagne Pelée (voir **Figure A4**).

Ces déformations, de directions globalement radiales au volcan, restent faibles mais traduisent une inflation ou extension significative de l'édifice. Elles auraient débuté approximativement vers le milieu de l'année 2021 et restent globalement stables jusqu'en juin 2023. Le déplacement d'amplitude la plus élevée à la station MLM0 est associé à une incertitude importante, liée au bruit sur les données de cette station, et doit être considéré avec précaution.

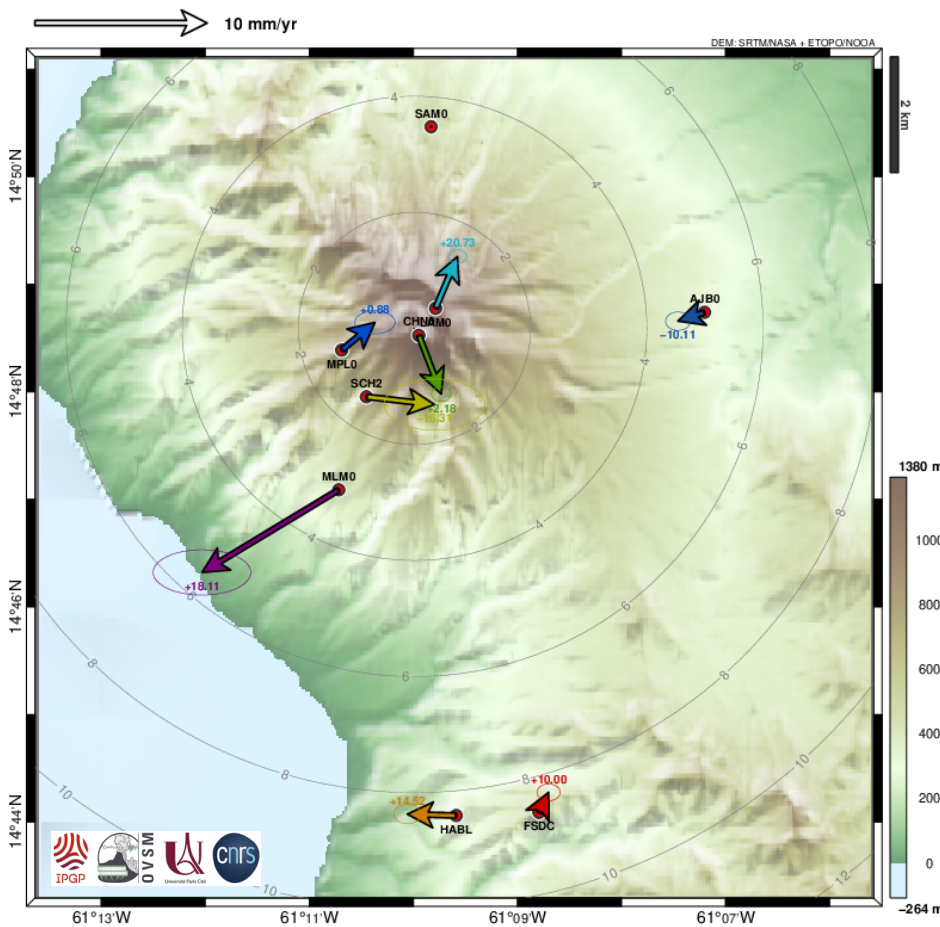


Figure A4. Vecteurs des vitesses moyennes de déformations horizontales mesurées entre le 1er juillet 2022 et le 30 juin 2023 (un an) sur la Montagne Pelée (échelle donnée par la flèche en haut à gauche en mm par an). Chaque vecteur est associé à une ellipse d'erreur ainsi qu'à une indication de la vitesse verticale (non significative). Les cercles concentriques gris indiquent les distances en km depuis le sommet. Ces vitesses sont calculées de façon relative par rapport à un référentiel local (source WebObs / OVSM).

La **Figure A5** montre l'évolution temporelle, de 2019 à juin 2023 inclus, des lignes de base, c'est-à-dire les variations de distance linéaire entre plusieurs couples de stations GNSS, traduisant une extension ou une compression du massif volcanique. Ces signaux permettent de préciser la date

d'apparition des déformations de la Pelée qui auraient débuté approximativement vers le milieu de l'année 2021 et qui restent globalement stables jusqu'en juin 2023. Si la plupart des lignes de base sont stables avant la mi-2021, on note en effet que les lignes proches du sommet (MPL0-LAM0, MPL0-CHN0 ; CHN0-LAM0, MLM0-CHN0) indiquent toutes une extension marquée (pente positive des courbes) et relativement régulière ensuite, avec cependant un ralentissement depuis plusieurs mois pour certaines (MLM0-AJB0, MPL0-CHN0). Les vitesses d'extension moyenne sont entre 0 et +10 mm/an maximum pour la ligne MPL0-LAM0. En termes de déplacement total, cela correspond à un allongement de la ligne de base de 21 mm entre mi-2021 et juin 2023. En termes de déformation — variation relative de distance que l'on peut relier à la capacité de la roche à se déformer élastiquement —, c'est sur la ligne de base la plus courte CHN0-LAM0 que l'on enregistre la valeur la plus élevée, avec un allongement total de +17 mm sur une ligne de base de seulement 550 m, soit une déformation en extension de $+3 \times 10^{-5}$.

Les signaux GNSS de ces derniers mois ont cependant un rapport signal sur bruit trop faible pour déterminer avec précision les caractéristiques de la source qui en serait à l'origine. Ils restent cependant compatibles avec une source de faible pressurisation superficielle, probablement située à quelques km de profondeur sous la surface, mais de localisation diffuse. Cette source pourrait avoir été engendrée par une remontée de volumes limités de fluides hydrothermaux et/ou magmatiques (gaz, eaux hydrothermales) dans l'édifice volcanique.

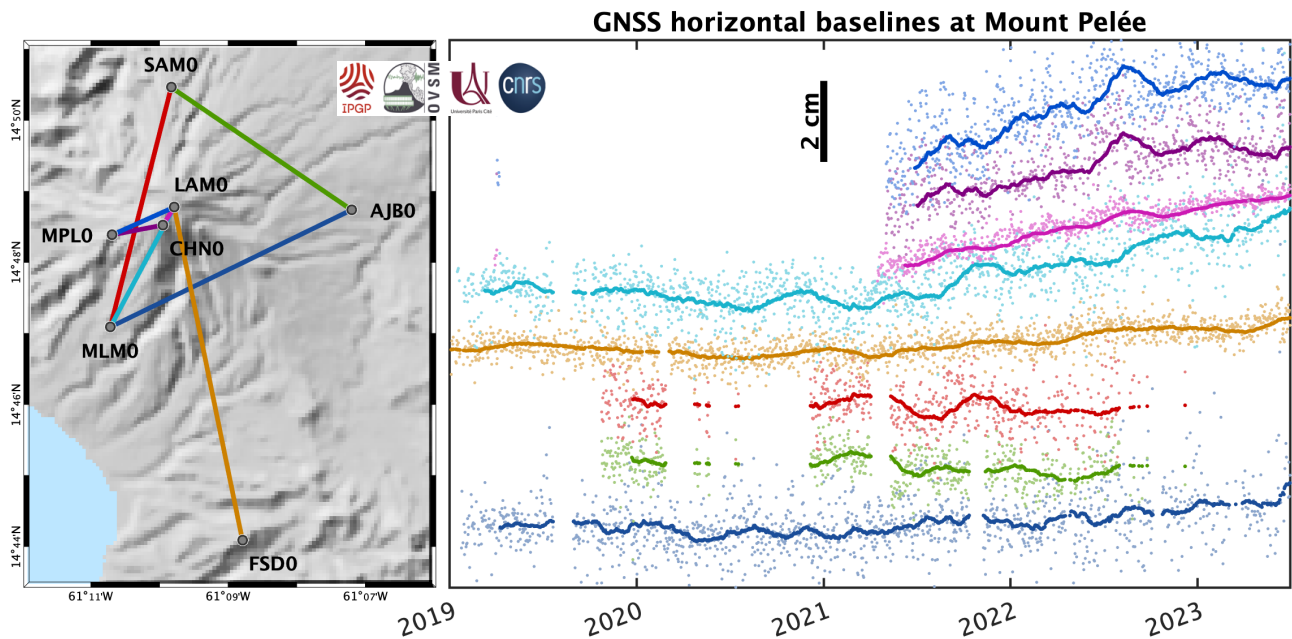


Figure A5. Variation des distances horizontales (lignes de base) sur la Montagne Pelée, calculées à partir des données journalières du réseau GNSS permanent. (Gauche) Position des lignes de base entre chaque couple de station (FSDO correspond à la station située à l'ancien observatoire du Morne des Cadets). (Droite). Évolution des distances horizontales pour chaque couple de station sur plus de 4 années (2019-2023) : données journalières brutes (points) et filtrées par moyenne glissante sur 60 jours (lignes). Les périodes sans données correspondent à des interruptions techniques ou à des stations qui ont été passées en enregistrement continu courant 2021 (source F. Beauducel / IPGP).

Géochimie des sources thermales

Les températures, *pH* et conductivités des eaux des forages Puits Chaud (à 8,5 m de profondeur) et des carrières Fond Canonville (30 et 60 m de profondeur) sont restées relativement stables au cours du mois de juin 2023. L'échantillonnage des sources chaudes de la rivière Chaude n'a pas été effectué au mois de juin 2023. Les dernières valeurs de température, *pH* et conductivité et l'interprétation des mesures précédentes sont rapportées dans le bulletin du mois de janvier 2023. L'échantillonnage des sources thermales de la haute Rivière Claire n'est pas réalisable à l'heure actuelle car ces sources ne sont pas accessibles de manière sécurisée. Les mesures de température suggèrent une tendance générale à la baisse de la température des eaux thermales souterraines de la coulée de la Rivière Blanche depuis le milieu des années 1960 jusqu'à 2009, suivie d'une stabilisation de la température depuis 2010 jusqu'à ce jour.

Les trois échantillons de gaz dissous prélevés par l'OVSM-IPGP en 2022 dans les eaux de la Source Chaude (Rivière Chaude) ainsi que les trois échantillons de gaz prélevés dans les émissions sous-marines (site de Périnelle, Saint-Pierre) par l'OVSM-IPGP et le Parc Naturel Marin de Martinique (PNMM) ont été analysés au CRPG (Nancy) par PH Blard, B. Tibari et L. Zimmermann.

Le **Tableau A2** reporte les rapports $^3\text{He}/^4\text{He}$ obtenus pour 5 d'entre eux ainsi que la proportion d'hélium ^4He provenant de différentes sources, obtenue par un calcul basé sur un modèle de mélange à 3 pôles (atmosphère, basalte de ride médio-océanique MORB et croûte). Ces données indiquent que :

- 2 à 10% de l'hélium est d'origine atmosphérique (2% pour Source Chaude et 4 à 10% pour les émissions gazeuses sous-marines de St Pierre). Les gaz marins sont légèrement contaminés par l'atmosphère mais ce n'est pas rédhibitoire pour l'analyse et l'interprétation.
- La proportion d'hélium venant du pôle mantellique (MORB) représente environ 70% du gaz prélevé en mer (Saint-Pierre), et 87 à 93% à Source Chaude. De manière symétrique, l'hélium crustal est plus abondant dans le gaz d'eau de mer de St Pierre (25%) qu'à source chaude (< 10%).

Sciences pour la planète

Institut de physique du globe
de Paris, OVSM
Lieu dit Blondel, Morne la Rosette,
Route de l'observatoire,
97250 Saint Pierre, Martinique

www.ipgp.fr
twitter : [@ObsMartinique](https://twitter.com/ObsMartinique)
facebook : [ObsVolcanoSismoMartinique](https://facebook.com/ObsVolcanoSismoMartinique)
youtube : [Chaîne IPGP](https://youtube.com/Chaîne IPGP)



Echantillon	Date prélèvement	Site	Distance Km du volcan (conduit magmatique)	$^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$	$^3\text{He}/^4\text{He}$ (Ra) a, b	1 sigma incertitude	^4He mantellique (%)	^4He crustal (%)	^4He atmosphérique (%)
4	05/08/2022	Gaz dissous, Source chaude (Rivière Chaude, Martinique)	1,4	14,3	7,08	0,22	87%	11%	2%
5	05/08/2022	Gaz dissous, Source chaude (Rivière Chaude, Martinique)	1,4	16,4	7,59	0,23	93%	5%	2%
6	13/09/2022	Gaz dissous, Source chaude (Rivière Chaude, Martinique)	1,4	16,8	7,51	0,23	92%	6%	2%
2	13/09/2022	Gaz, émissions sous-marines (Périnelle, Saint-Pierre)	5,8	3,3	5,97	0,18	69%	23%	8%
3	13/09/2022	Gaz, émissions sous-marines (Périnelle, Saint-Pierre)	5,8	6,7	5,75	0,18	69%	27%	4%

Tableau A3 : Composition isotopique et origine de l'hélium dans les gaz dissous de la Source Chaude (Rivière Chaude) et le gaz des émissions sous-marines (Périnelle, Saint-Pierre) à la Montagne Pelée, prélevés en août et septembre 2022 par l'OVSM-IPGP avec l'aide du PNMM (analyses PH Blard, B. Tibari et L. Zimmermann, CRPG Nancy).

a: $Ra = 1.384e-6 = \text{rapport atmosphérique } ^3\text{He} / ^4\text{He}$

b : en faisant l'hypothèse que tout le néon est d'origine atmosphérique, d'après Sano et al., 2006; Sano et al., 2015.

Ces premières analyses isotopiques de l'hélium pour les gaz émis par le système magmatique de la Pelée indiquent qu'à l'aplomb du conduit magmatique il y a un dégazage d'hélium d'une provenance essentiellement magmatique ($^3\text{He}/^4\text{He} = Ra = 7,08$ à $7,59$) et qu'à plus grande distance du volcan (6 km) l'hélium dans les émissions gazeuses sous-marines à Saint-Pierre montre une signature isotopique avec une contribution plus importante en hélium ^4He d'origine crustale par rapport à l'hélium ^3He d'origine mantellique ($^3\text{He}/^4\text{He} = Ra = 5,75$ à $5,97$).

Cette tendance a déjà été identifiée sur de nombreux volcans dont l'Ontake, le Nevado del Ruiz, et le Galeras (Sano et al., 1990, Sano et al, 1997 ; Sano et Fischer, 2013). De plus, sur le volcan Ontake, Sano et al. (2015) ont mesuré une augmentation du rapport $^3\text{He}/^4\text{He}$ sur une décennie jusqu'au moment de l'éruption de 2014, qu'ils ont interprétée comme résultant d'un processus de pressurisation progressive du système hydrothermal superficiel du volcan par des remontées de gaz magmatiques profonds d'origine mantellique à l'aplomb du conduit principal.

Compte tenu de ces premiers résultats, nous allons suivre, probablement 2 fois par an, l'évolution de ce rapport isotopique $^3\text{He}/^4\text{He}$ dans les gaz dissous de la Source Chaude et des émissions gazeuses sous-marines car cela pourrait se révéler un bon proxy de



la dynamique profonde de dégazage du système magmatique de la Pelée, de la signature magmatique de la réactivation enregistrée, et de son évolution potentielle.

Phénoménologie

Zone de végétation dégradée

Une zone de végétation dégradée localisée sur le flanc sud-ouest de la Montagne Pelée entre la haute Rivière Claire et la Rivière Chaude a été identifiée en décembre 2020 (VEG1). D'après l'analyse d'images satellitales, cette zone, composée de troncs d'arbres et de fougères sans têtes, défoliés ou abattus, et d'herbes et de buissons jaunis et morts, est apparue à la fin de l'année 2019. Elle est située à proximité des cratères des éruptions phréatiques historiques de 1792 et 1851.

Les zones de végétation dégradée sont suivies visuellement par des survols hélicoptérés (soutien de la Sécurité civile) et par l'imagerie satellitale. Il n'y a pas de signal d'anomalie marquée de la végétation dégradée dans l'image satellite Sentinel-2 du 06 mai 2023 (R. Grandin, Dinamis, ISDeform). Il n'y a pas eu de survol aérien de la zone en juin 2023.

Émission sous-marine de bulles de gaz

Une zone d'émission de bulles de gaz à partir du fond marin a été observée au nord de Saint-Pierre, au niveau de l'embouchure de la rivière des Pères, à moins de 11 m de profondeur, suite au signalement d'un pêcheur fin juin 2021. Selon plusieurs témoignages, ce dégazage diffus pourrait exister depuis plusieurs décennies dans cette zone. Sa surveillance quantitative peut ainsi servir d'indicateur sur l'évolution de la réactivation en cours à la Montagne Pelée. C'est pour cette raison que dès le mois d'août 2021, l'OVSM a mis en place une collaboration avec le Parc Naturel Marin de Martinique pour effectuer des mesures périodiques (pH, température, débit maximum et superficie de la zone) et si possible des prélèvements de gaz pour analyse chimique. Ce type d'émission de gaz est habituel aux alentours des zones volcaniques actives ou au repos, par exemple en Dominique (Soufrière et Champagne), en Italie (sites de Panarea, Vulcano, Baie de Pozzuoli) et en Grèce (Santorin).

Il n'y a pas eu de nouvelles mesures sur site ce mois de juin 2023.

Pour la première fois, la composition isotopique en $^3\text{He}/^4\text{He}$ des trois échantillons de gaz prélevés dans les émissions sous-marines (site de Périnelle, Saint-Pierre) par l'OVSM-IPGP et le Parc Naturel Marin de Martinique (PNMM) a été analysée au CRPG (Nancy) par PH Blard, B. Tibari et L. Zimmermann. Les résultats sont discutés dans la section précédente « Géochimie des sources thermales ».

Dégazage passif par le sol sur la Montagne Pelée

Depuis 2021, avec l'appui hélicoptéré de la Sécurité civile et du STIS, l'OVSM réalise des mesures ponctuelles dans la zone de VEG1 qui ont montré des concentrations en dioxyde de carbone (CO_2) très supérieures au niveau de base naturel. C'est ce dégazage passif de CO_2 via le sol qui aurait impacté la végétation. Un état des lieux des émanations de gaz (ou leur absence) sur et autour de la Montagne Pelée est réitéré dès que possible via différentes techniques de mesures in situ et d'analyse en laboratoire, en collaboration avec l'OVSG-IPGP (Guadeloupe) et l'OVPF-IPGP (La Réunion). Le détail de ces mesures et leur interprétation sont reportés dans les bulletins précédents. Il n'y a pas eu de nouvelles mesures sur site ce mois de juin 2023.

Activité fumerolienne

Au cours du mois de juin 2023, il n'a pas été observé d'activité fumerolienne sur les flancs ou au sommet de la Montagne Pelée.

Glissements de terrain et lahars

Lors de ce mois de juin, aucun lahar n'a été enregistré dans la rivière du Prêcheur. Cependant, de nouveaux glissements peuvent survenir à tout moment au niveau de la falaise Samperre et des berges de la Rivière du Prêcheur, et conduire à de nouvelles coulées de boue lors d'épisodes de fortes pluies. Ces événements ne sont pas liés à une activité éruptive de la Montagne Pelée mais à l'érosion d'une épaisse couche de terrains volcaniques anciens, peu consolidés, accumulés sur ses flancs.

Sciences pour la planète

Institut de physique du globe
de Paris, OVSM
Lieu dit Blondel, Morne la Rosette,
Route de l'observatoire,
97250 Saint Pierre, Martinique

www.ipgp.fr
twitter : [@ObsMartinique](https://twitter.com/ObsMartinique)
facebook : [ObsVolcanoSismoMartinique](https://www.facebook.com/ObsVolcanoSismoMartinique)
youtube : [Chaîne IPGP](https://www.youtube.com/ChaîneIPGP)



Les volcans régionaux actifs

La Soufrière de Guadeloupe : La dernière crise volcanique remonte à 1976-1977. Le niveau d'alerte volcanique actuel est **jaune**. Plus d'informations dans les bulletins de l'OVSG : <http://www.ipgp.fr/fr/ovsg/bulletins-mensuels-de-lovsg>.

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 : Ce volcan est situé à une distance de 120 km au sud de la Martinique sur l'île de Saint-Vincent, dans l'État de Saint-Vincent-et-les-Grenadines. Une éruption de type effusif avec formation d'un dôme de lave s'est produite du 29 décembre 2020 au 9 avril 2021, suivie d'une activité explosive qui s'est terminée le 22 avril 2021. Le niveau d'alerte est abaissé à orange le 7 mai 2021, puis à jaune le 15 septembre 2021 et enfin à **vert** le 16 mars 2022 jusqu'à aujourd'hui. Notez que 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 de couleurs 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>.

B) Activité sismique régionale

L'arc insulaire des Petites Antilles résulte du plongement des plaques Nord-Américaine (NAM) et Sud-Américaine (SAM) sous la plaque Caraïbe. Cette subduction active dont la vitesse de convergence est de 2 cm an⁻¹ produit une déformation aux frontières de ces plaques, faisant de notre archipel une région à forts aléas volcanique et sismique. Certains séismes sont directement liés aux processus de glissement entre les deux plaques, et sont appelés séismes *inter-plaques*. D'autres, plus superficiels, résultent de la déformation de la plaque Caraïbe au niveau de l'arc volcanique des Petites Antilles (séismes *intra-plaque*) ou de la déformation des plaques NAM et SAM avant leur arrivée dans la zone de subduction (séismes « *outer-rise* »). D'autres résultent de la rupture en profondeur des plaques NAM et SAM après leur plongement sous la plaque Caraïbe (séismes de profondeur intermédiaire).

Depuis deux siècles, plusieurs séismes d'intensités supérieures ou égales à VII ont causé des dommages en Martinique en 1827, 1839, 1843, 1906, 1946, 1953 et 2007.

Au cours du mois de juin 2023, aucun séisme n'a été ressenti en Martinique.

Les séismes ne sont pas prévisibles et peuvent survenir à n'importe quel moment en Martinique. Les actions de prévention du risque restent de rigueur : respect des réglementations parasismiques en vigueur, aménagement intérieur des lieux de vie, apprentissage du comportement à tenir avant, pendant et après un séisme.

L'OVSM-IPGP a enregistré au cours du mois de juin 2023 un total de **86 séismes régionaux d'origine tectonique**, dont **53 ont pu être localisés** et entrent dans le cadre de la Figure B1, les autres étant plus lointains ou de trop faible magnitude.

Ce mois-ci, **aucun séisme** n'a été ressenti en Martinique.

Le séisme le plus fort (**M_L 3,7**) enregistré dans la zone s'est produit à environ 56 km à l'est de la Guadeloupe le 24 juin 2023 à 06h34 heure locale, à environ 28 km de profondeur (Figure B1).

Autour de la Martinique, le séisme le plus fort (**M_L 3,4**) enregistré ce mois-ci s'est produit à environ 52 km au nord-est du Marigot le 06 juin 2023 à 14h23 heure locale, à environ 116 km de profondeur (Figure B2). Nous observons par ailleurs toujours au mois de juin 2023 une activité récurrente à l'est de la Caravelle et dans le canal de Sainte-Lucie (Figure B2).

La localisation des grands séismes historiques de 1702, 1727, 1827, 1839, 1906, 1946, 1953 et 2007 est rappelée à la Figure B3.

Sciences pour la planète

Institut de physique du globe
de Paris, OVSM
Lieu dit Blondel, Morne la Rosette,
Route de l'observatoire,
97250 Saint Pierre, Martinique

www.ipgp.fr
twitter : [@ObsMartinique](https://twitter.com/ObsMartinique)
facebook : [ObsVolcanoSismoMartinique](https://www.facebook.com/ObsVolcanoSismoMartinique)
youtube : [Chaîne IPGP](https://www.youtube.com/ChaîneIPGP)

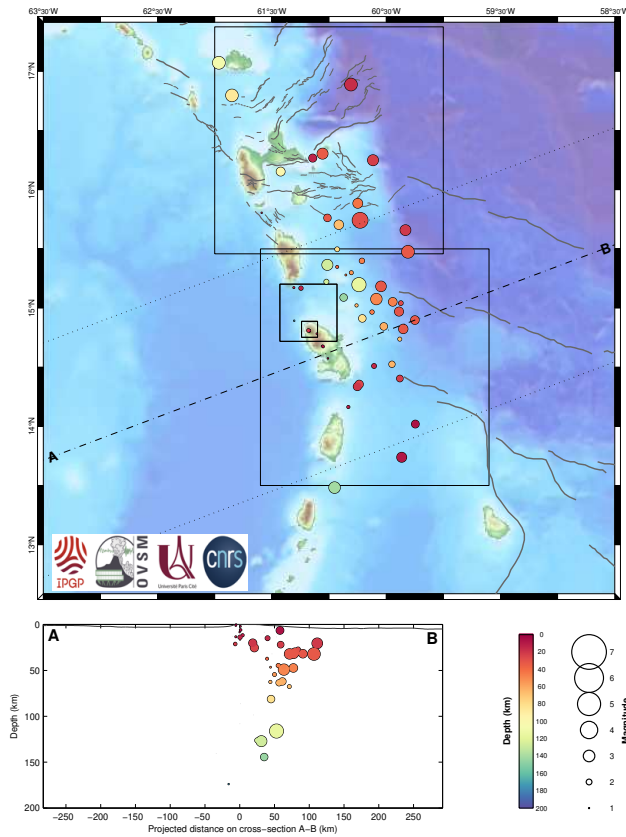


Figure B1. Partie supérieure : carte des hypocentres des séismes enregistrés et localisés par l'OVSM-IPGP au cours du mois de juin 2023 sur l'arc antillais. Partie inférieure : représentation des séismes en profondeur le long du profil A-B (source WebObs/OVSM).

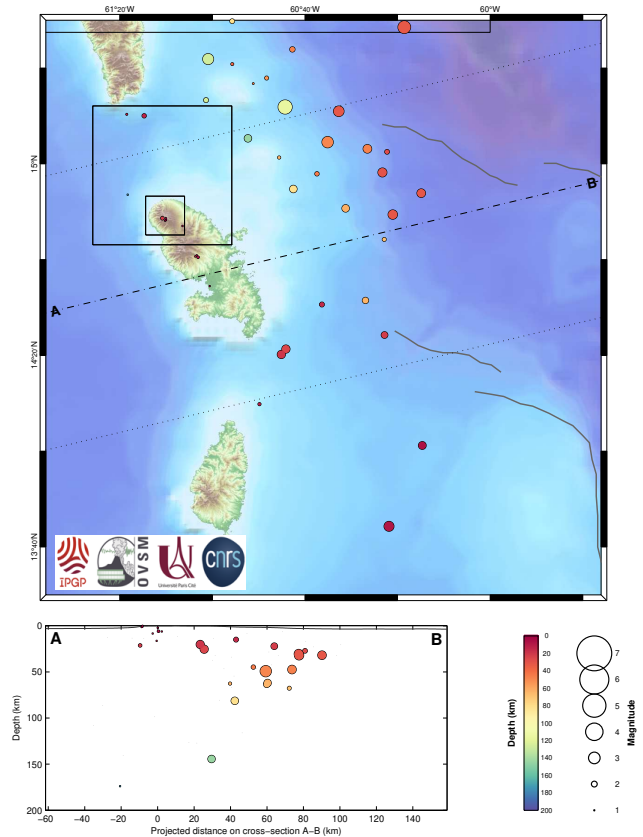


Figure B2. Partie supérieure : carte des hypocentres des séismes enregistrés et localisés par l'OVSM-IPGP au cours du mois de juin 2023 autour de la Martinique. Partie inférieure : représentation des séismes en profondeur le long du profil A-B (source WebObs/OVSM).

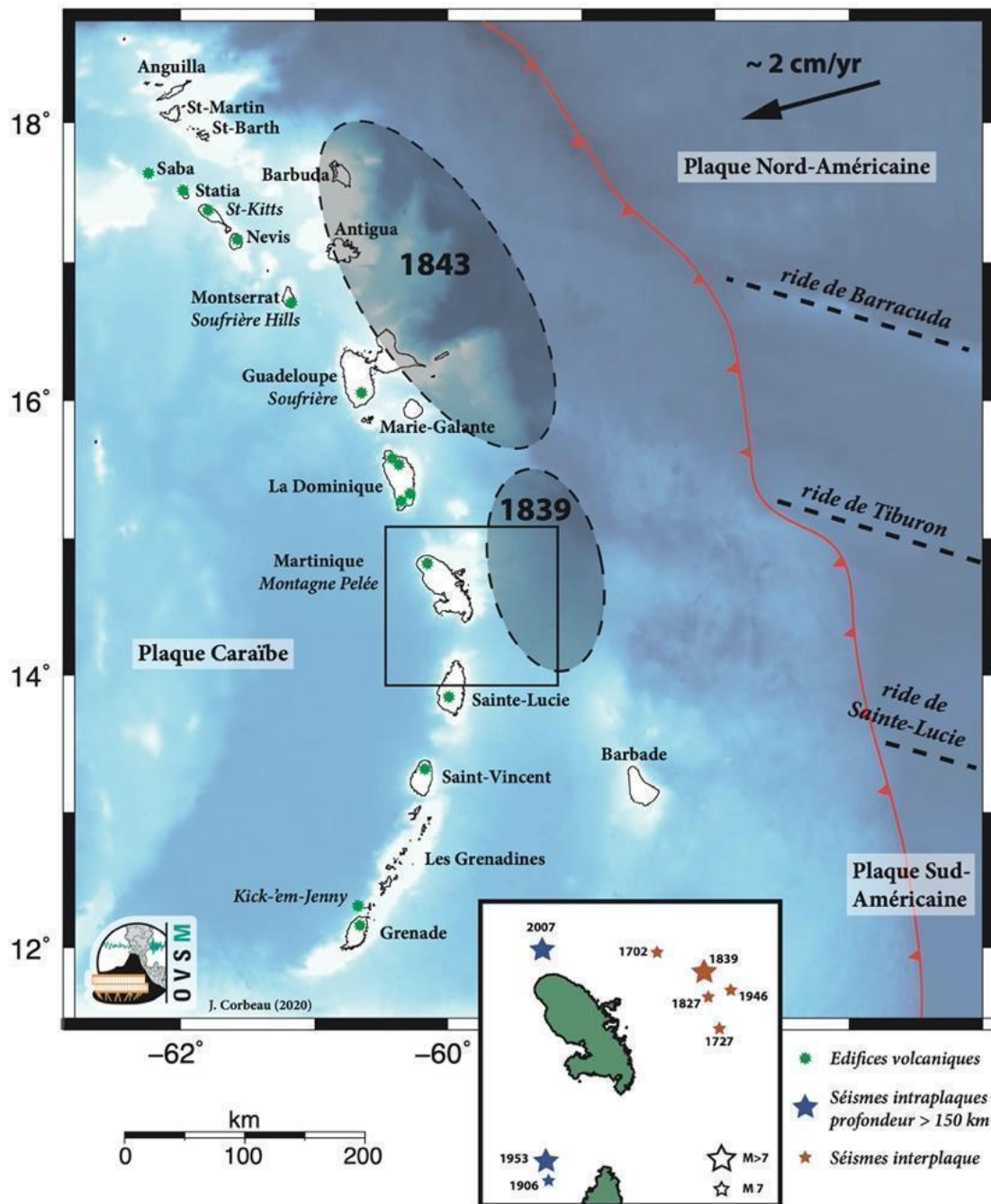


Figure B3. Localisation des séismes historiques de magnitude estimée supérieure à 7. Cette figure illustre aussi la relation entre l'activité tectonique associée à la subduction oblique des plaques Nord-Américaine et Sud-Américaine sous la plaque Caraïbe et l'activité volcanique dans les Petites Antilles. Les étoiles vertes correspondent à la localisation des volcans (figure simplifiée d'après Feuillet et al., 2011).



C) Annexes

Définition des niveaux d'activité volcanique pour la Montagne Pelée

Activité globale observée	Minimale niveau de base	En augmentation variations de quelques paramètres	Fortement augmentée variations de nombreux paramètres, sismicité fréquemment ressentie	Maximale sismicité volcanique intense, déformations majeures, explosions
Délais possibles avant une éruption	Siècle(s) / Années	Année(s) / Mois	Mois / Semaines	Imminente / En cours
Décision	← OVSMS-IPGP →		← Préfecture →	
Niveaux d'alerte	VERT = Pas d'alerte	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+
Perception Humaine	Non ressenti	Très faible	Faible	Légère	Modérée	Forte	Très forte	Sévère	Violente	Extrême

Appel à témoignages sur les séismes ressentis

Vos témoignages nous intéressent et permettront aux ingénieurs et sismologues de mieux tenir compte des spécificités locales dans la mitigation du risque sismique en Martinique. Les intensités réelles (sévérité de la secousse au sol en un lieu donné qui est déduite des effets d'un séisme) 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/ou à prendre quelques minutes pour remplir le formulaire d'enquête macrosismique du BCSF (Bureau Central Sismologique Français) sur le site <http://www.franceseisme.fr/>.

La direction de l'OVSMS-IPGP
6 juillet 2023.

Références

- Feuillet et al., 2011. Tectonic context of moderate to large historical earthquakes in the Lesser Antilles and mechanical coupling with volcanoes, *J. Geophys. Res.*, 116, B10308, doi:10.1029/2011JB008443
- Hirn, A., et al. 1987. Shallow seismicity at Montagne Pelée volcano, Martinique, Lesser. Antilles. *Bull. Volcanol.* 49, 723–728.
- Kagoshima et al., 2016. Spatial and temporal variations of gas geochemistry at Mt. Ontake, Japan. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 325, 179-188.
- Sano, Y., et al., 1990. Helium-isotope systematics at Nevado del Ruiz volcano, Colombia: implications for the volcanic hydrothermal system. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 42, 41–52.
- Sano, Y., et al., 1997. Secular variations of helium and carbon isotopes at Galeras volcano, Colombia. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 77, 255–265.
- Sano, Y., et al., 2006. Geographical distribution of $^3\text{He}/^4\text{He}$ Ratios in the Chugoku District, southwestern Japan, *Pure Appl. Geophys.*, 163, 745–757, doi:10.1007/S00024-006-0035-0.
- Sano, Y. and Fischer, T.P., 2013. The analysis and interpretation of noble gases in modern hydrothermal systems. In: Burnard, P. (Ed.), *The Noble Gases as Geochemical Tracers. Advances in Isotope Geochemistry.* Springer-Verlag, pp. 249–317.
- Sano, Y., et al., 2015. Ten-year helium anomaly prior to the 2014 Mt. Ontake eruption. *Sci. Rep.* 5, 13,069, <http://dx.doi.org/10.1038/srep13069>.

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@ovmp.martinique.univ-ag.fr

Informations

- Retrouvez l'ensemble des informations relatives à l'activité de la Montagne Pelée sur les différents médias de l'OVSMS-IPGP :
- le site internet : www.ipgp.fr/fr/ovsm/bilans
 - le compte Twitter : twitter.com/ObsMartinique
 - le compte Facebook : facebook.com/ObsVolcanoSismoMartinique
 - Les localisations des séismes d'origine volcanique ou tectonique calculées par l'OVSMS-IPGP sont disponibles en temps réel sur <https://renass.unistra.fr/fr/zones/les-antilles>

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

Sciences pour la planète

Institut de physique du globe
de Paris, OVSMS
Lieu dit Blondel, Morne la Rosette,
Route de l'observatoire,
97250 Saint Pierre, Martinique

www.ipgp.fr
twitter : [@ObsMartinique](https://twitter.com/ObsMartinique)
facebook : [ObsVolcanoSismoMartinique](https://facebook.com/ObsVolcanoSismoMartinique)
youtube : [Chaîne IPGP](https://youtube.com/ChaîneIPGP)