

Bulletin mensuel

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

ISSN 2105-2301

Juin 2025

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 avril 2019, l'activité sismique d'origine volcanique 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 volcano-tectoniques de faible énergie, pour la plupart superficiels, par l'apparition de signaux sismiques de type trémor et longue période superficiels, témoignant de mouvements de fluides en surpression dans le système hydrothermal, et par quelques séismes hybrides et longue période profonds (localisés entre 15 et 40 km de profondeur dans les environs de l'édifice volcanique) pouvant indiquer des circulations de fluides magmatiques en profondeur. Les zones de végétation dégradée sur le flanc sud-ouest de la Montagne Pelée observées depuis 2019, témoignent d'un dégazage diffus de CO₂ par le sol. Une zone de dégazage en mer (présence de bulles de CO₂ à faible température) au nord de Saint-Pierre est surveillée en partenariat avec le Parc Naturel Marin de Martinique afin de suivre l'évolution de ce phénomène en relation éventuelle avec l'activité du volcan. Principalement entre 2021 et 2023, les déformations de l'édifice mesurées par le réseau de capteurs GNSS ont indiqué un faible gonflement 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 juin 2025, bien que présentant des fluctuations dans les observations au fil des mois.

Au mois de juin 2025, l'activité sismique d'origine volcanique a légèrement diminué par rapport au mois précédent. Quelques séismes profonds de type hybride et longue période ont cependant continué à se produire. L'énergie sismique libérée par l'ensemble des séismes superficiels reste faible et aucun séisme d'origine volcanique n'a été ressenti. La température et l'acidité (pH) des sources thermales de l'édifice ne montrent aucune variation significative. Les déformations de l'édifice sont très faibles et ne montrent plus d'inflation marquée de la zone sommitale. 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 2025 et résumées dans ce bulletin, nous ne pouvons exclure une évolution de la situation à moyen terme (années, mois, semaines, voir tableau en annexe). En accord avec les dispositions prévues par les autorités, le niveau d'alerte est actuellement (voir tableau en annexe) :

JAUNE = VIGILANCE



Sismicité volcanique

Au cours du mois de juin 2025, l'OVSM-IPGP a détecté **214** séismes d'origine volcanique dont le détail est donné dans le tableau 1. Aucun de ces séismes n'a été signalé ressenti par la population.

Un essaim de séismes profonds de type longue période et hybride a débuté courant avril 2025 et s'est poursuivi au mois de juin 2025.

Type de séisme d'origine volcanique	Janvier 2025	Février 2025	Mars 2025	Avril 2025	Mai 2025	Juin 2025
Volcano-tectonique (VT) + VT emboîtés	60	13	266	335	389	206
Volcano-tectonique distal	0	0	0	0	0	0
Longue période (LP)	0	0	3	8	31	5
Hybride + hybride profond (> 10 km)	0	0	0	2	13	3
Trémor	0	0	0	0	0	0
Total	60	13	269	345	433	214

Tableau 1 – Nombre et types de séismes d'origine volcanique détectés par l'OVSM-IPGP au cours des 6 derniers mois.

Sismicité profonde de type hybride et longue-période

En juin 2025, l'OVSM-IPGP a détecté **3** séismes profonds de type **hybride** et **5** séismes profonds de type **longue période** dans l'environnement de la Montagne Pelée. Ces événements sont qualifiés de profonds s'ils sont localisés à une profondeur supérieure à 10 km ou que, dans le cas où ils ne peuvent être localisés, leur signal présente les mêmes caractéristiques que celui des événements profonds localisés.

Comparativement aux séismes volcano-tectoniques, les événements sismiques de type hybride et longue période se caractérisent par une coda plus longue et enrichie en basses fréquences. Le spectre des signaux des séismes hybrides présentent des hautes fréquences, principalement au début du signal, alors que celles-ci sont absentes pour les signaux longue période. Les séismes profonds de type hybride et longue période sont généralement interprétés comme générés par des fluctuations de la pression dans les fluides magmatiques (magma, fluides supercritiques) qui circulent au sein du système magmatique profond.

Sur les 8 séismes de type hybride et longue période du mois de juin 2025, 7 ont pu être localisés (figure 1). Leurs profondeurs varient de 19 à 31 km. Leurs épicentres se répartissent globalement au sein de deux zones, l'une située au sud-ouest et l'autre à l'est de la Montagne Pelée, à des distances de 5 à 15 km du sommet. A noter que l'incertitude de localisation épicentrale est importante, notamment dans la direction SO-NE, du fait de la répartition des stations du réseau de l'OVSM-IPGP.

La magnitude des 7 événements localisés est comprise entre $M_{lv}=0,7$ et $M_{lv}=1,9$. A noter que la magnitude M_{lv} , basée sur l'amplitude maximale de l'onde S sur la composante verticale, est habituellement utilisée pour caractériser l'énergie libérée par des séismes tectoniques ou volcano-tectoniques. La différence de contenu spectral et de durée des séismes de type hybride et longue période ne permettent pas d'intercomparer directement les énergies libérées entre ces différents types d'événements sismiques.

Ces événements s'inscrivent dans une séquence de séismes profonds de type hybride et longue période dans l'environnement de la Montagne Pelée qui a débuté graduellement depuis le mois de mars 2025 et qui a présenté un pic d'activité marqué, en nombre et en énergie libérée, entre le 30 avril et le 9 mai 2025 (figure 3B et bulletin mensuel de mai 2025). Depuis cette date, le nombre de ces événements a diminué mais leur taux d'occurrence reste nettement supérieur à ce qui était observé avant 2025 où ces événements étaient plus rares, même si on semble observer une légère augmentation de leur nombre à partir de 2022 (figure 3A). Cette séquence de séismes profonds de type hybride et longue période est la plus importante présente dans le catalogue de l'OVSM-IPGP.

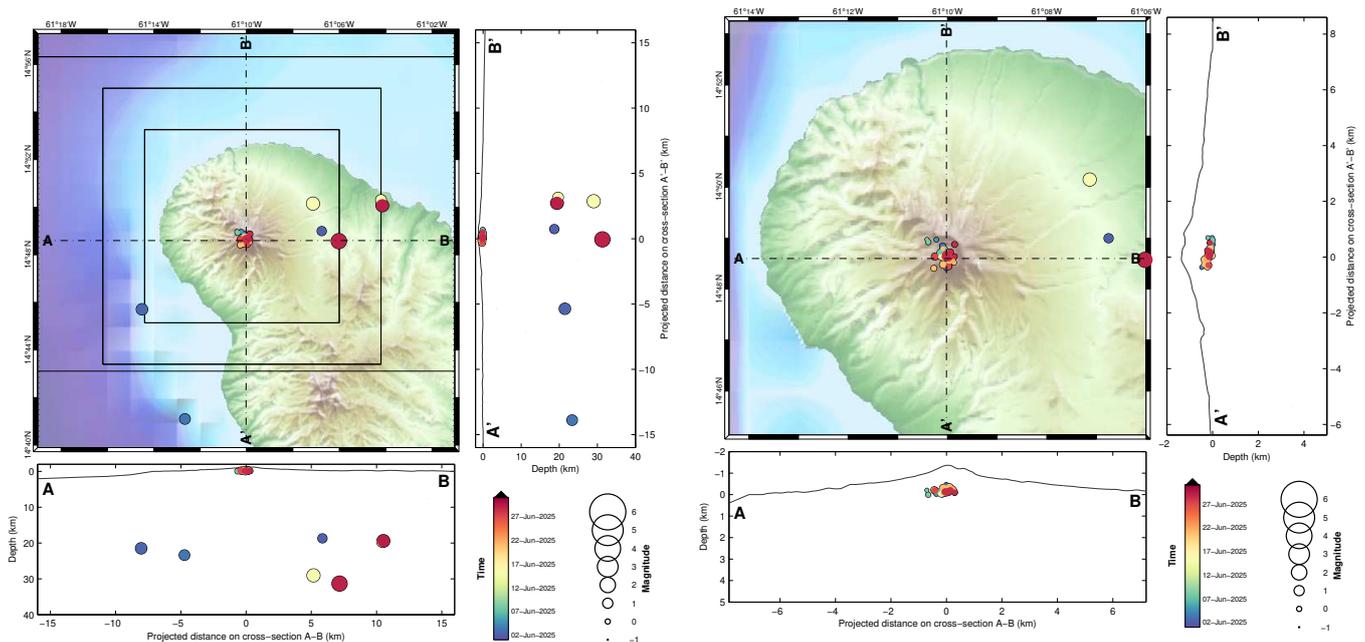


Figure 1 – Carte de localisation manuelle de la sismicité d'origine volcanique du mois de juin 2025, et coupes est-ouest et nord-sud indiquant la localisation en profondeur des hypocentres (source WebObs/OVSM).

Figure 2 – Sismicité d'origine volcanique du mois de juin 2025 ayant pu être localisée au niveau de la partie superficielle de la Montagne Pelée, et coupes est-ouest et nord-sud indiquant la localisation en profondeur des hypocentres (source WebObs/OVSM).

Sismicité de type volcano-tectonique (VT)

Les **206** séismes **volcano-tectoniques** (VT) enregistrés en juin 2025 sont de faible à très faible énergie (magnitude de durée inférieure à 0,45). Parmi eux, 38 ont pu être localisés manuellement (figure 2). Ils sont localisés au niveau d'une zone sismiquement active depuis plusieurs années à environ 1 km sous le sommet du volcan. Les caractéristiques des séismes VT non localisés, dont certains ont été détectés automatiquement par reconnaissance de forme d'onde, indiquent qu'ils proviennent très probablement des zones sismiquement actives et bien connues à la Montagne Pelée, situées entre 0,4 et 1,4 km de profondeur sous la surface.

La figure 4A montre l'évolution du taux de séismes de type VT (incluant les VT emboîtés) depuis janvier 2019 en nombre d'événements par semaine, et la figure 4B est un zoom sur les 6 derniers mois, où le taux de séismes est exprimé en nombre de séismes VT par jour.

L'activité sismique de type VT observée depuis avril 2019 pourrait être le signe de l'augmentation de l'activité du système hydrothermal, qui se traduit par l'interaction entre l'eau météorique superficielle, les roches, et la présence de fluides (gaz, eaux hydrothermales) chauffés et en surpression dans les zones profondes du système magmatique (plus de 10 km) et qui remontent vers les zones plus superficielles du système hydrothermal.

L'analyse rétrospective de l'activité sismique depuis 2012, réalisée en 2023, a permis d'établir une référence du taux de sismicité VT en période calme, définie comme la période entre le 1^{er} janvier 2015 et le 1^{er} avril 2019. Durant cette période, le taux moyen de séismes de type VT est de 251 par an ou 19 séismes VT par mois (de 28 jours).

La moyenne sur les 6 derniers mois du nombre de séismes VT reste au-dessus du niveau de référence.

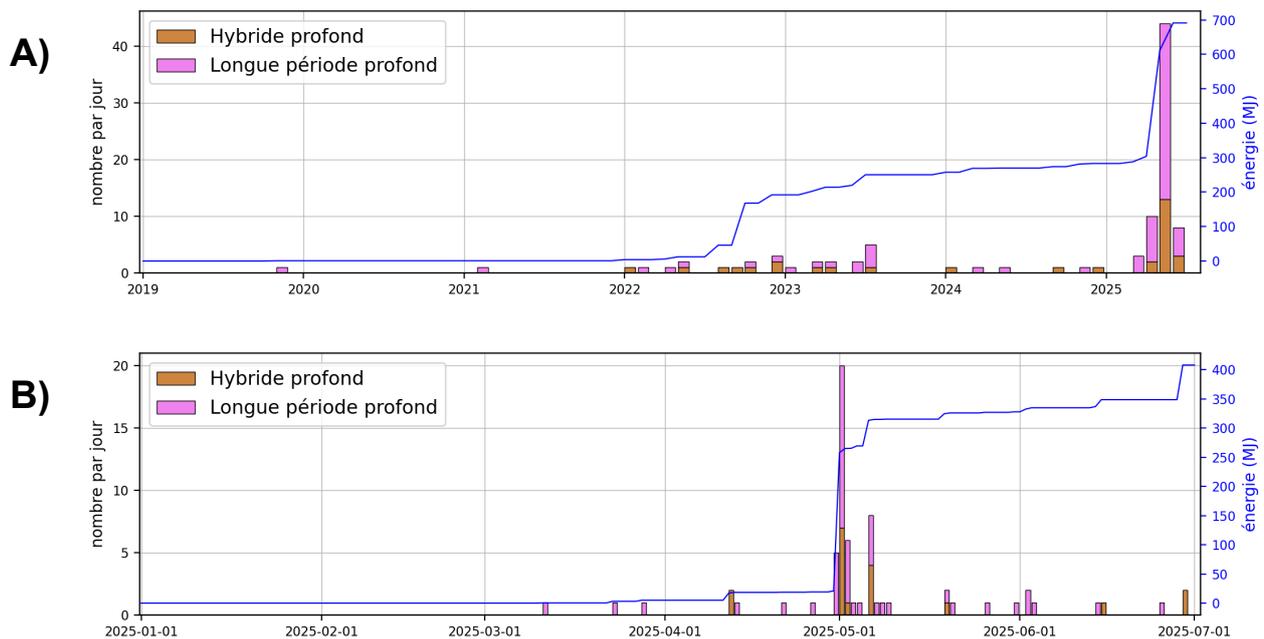


Figure 3 – Evolution du nombre d'événements de type hybride profond (marron) et longue période (fushia) détectés par l'OVSM-IPGP dans l'environnement de la Montagne Pelée : A) Nombre par mois du 1^{er} janvier 2019 au 30 juin 2025. B) Nombre par jour durant les 6 derniers mois (du 1^{er} janvier 2025 au 30 juin 2025). Les courbes bleues indiquent l'évolution de l'énergie cumulée déduite de la magnitude M_{lv} des événements localisés en sommant l'énergie des séismes profonds de type hybride et longue période.

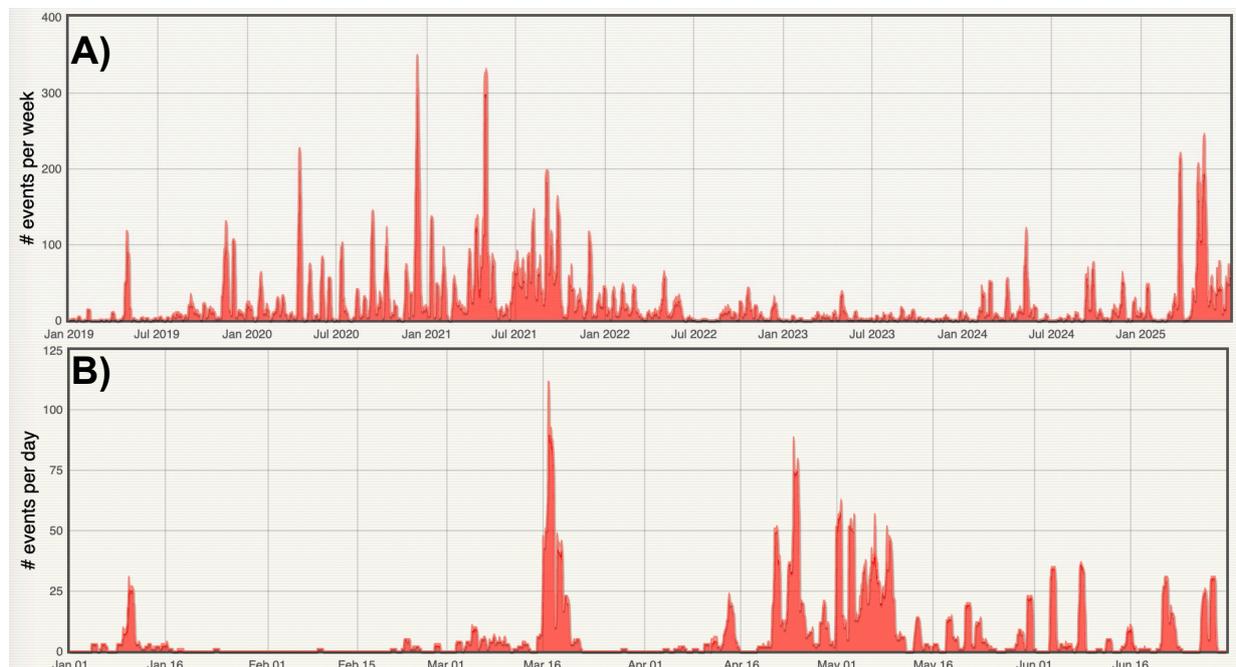


Figure 4 – Taux de sismicité pour les événements de type volcano-tectonique (rouge) et volcano-tectonique emboîtés (rose) détectés par l'OVSM-IPGP : A) Nombre par semaine du 1^{er} janvier 2019 au 30 juin 2025. B) Nombre par jour durant les 6 derniers mois (du 1^{er} janvier 2025 au 30 juin 2025). Source WebObs/OVSM.



Déformations du sol

L'analyse des mesures du réseau de capteurs GNSS de l'OVSM-IPGP intégrées sur deux ans indique un très léger signal de déformation avec des vitesses de déplacement horizontal comprises entre 0.2 ± 2 mm par an (station LAM0) et 9.6 ± 7 mm par an (station SCH2) sur les stations proches du sommet (voir figure 5). Ces déformations sont faibles et ne semblent plus montrer de signal évident d'inflation ou extension dans la zone sommitale comme cela avait été le cas en 2022 et 2023. Depuis environ une année, on semble observer un faible signal de subsidence sur les composantes verticales des stations CHN0, LAM0, SCH2 et SAM0 et qui est désormais supérieur aux incertitudes, ainsi qu'un changement des vecteurs horizontaux sur LAM0 et SCH2. Si cette tendance se confirme dans les prochains mois, l'amélioration du rapport signal/bruit attendu en intégrant une période temporelle plus importante devrait permettre d'obtenir une modélisation robuste de la source à l'origine des récentes déformations de surface observées.

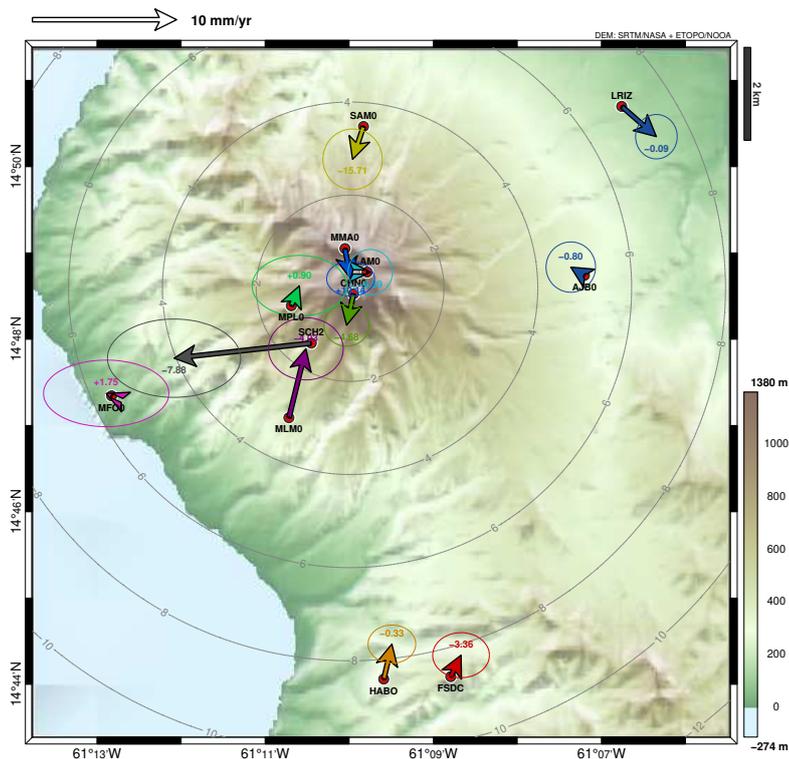


Figure 5 – Vecteurs des vitesses moyennes de déformations horizontales mesurées entre le 1^{er} juillet 2023 et le 30 juin 2025 (deux ans) sur la Montagne Pelée (échelle donnée par la flèche en haut à gauche en mm par an). Chaque vecteur est associé à une ellipse d'erreur ainsi qu'à une indication de la vitesse verticale (non significative). Ces vitesses sont calculées de façon relative par rapport à un référentiel local et les ellipses d'erreur sont évaluées par rapport à l'écart-type des données relatifs à une tendance linéaire. Les cercles concentriques gris indiquent les distances en km depuis le sommet (calculs préliminaires). Source WebObs / OVSM).

La figure 6 montre l'évolution temporelle, de 2019 à juin 2025 inclus, des lignes de base, c'est-à-dire les variations de distance linéaire entre plusieurs couples de stations GNSS, qui traduisent une extension (pentes positives) ou une compression (pentes négatives) du massif volcanique. Cette technique dite différentielle permet de s'affranchir en grande partie des signaux transitoires régionaux de type atmosphérique, hydrologique ou tectonique. Cette représentation permet ainsi de préciser la date d'apparition des déformations de la Pelée qui auraient débuté approximativement vers le milieu de l'année 2021. 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, CHN0-MPL0 ; LAM0-CHN0, LAM0-MLM0) indiquent toutes une extension marquée (pente positive des courbes) et relativement régulière ensuite pendant près de 2 années, avec depuis une tendance de plus en plus marquée au ralentissement (MPL0-LAM0, CHN0-MPL0).

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 LAM0-CHN0 que l'on enregistre la valeur la plus élevée, avec un allongement total de +18 mm (depuis juin 2021) sur une ligne de base de seulement 550 m, soit une déformation en extension de +0,0033%. Cette valeur de déformation cumulée est stable depuis plusieurs mois.

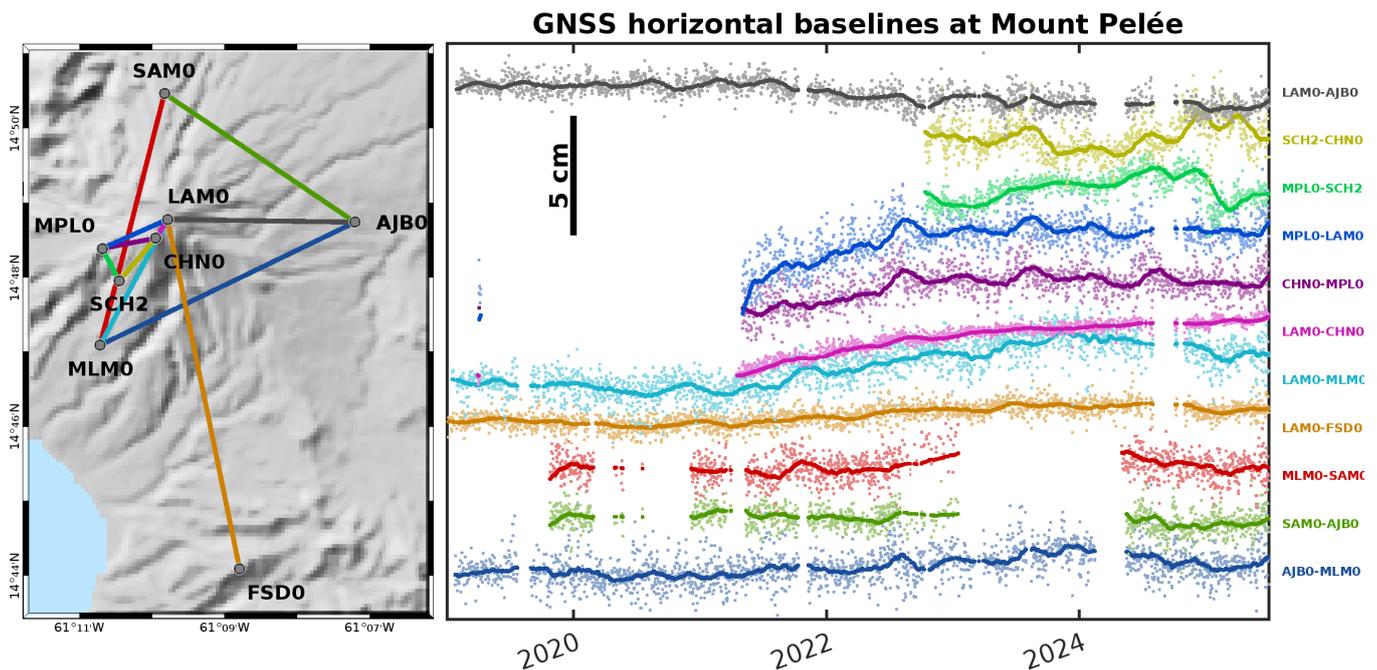


Figure 6 – Variation des distances horizontales (lignes de base) sur la Montagne Pelée, calculées à partir des données journalières du réseau GNSS permanent. (Gauche) Position des lignes de base entre chaque couple de station (FSD0 correspond à la station située à l'ancien observatoire du Morne des Cadets). (Droite) Évolution des distances horizontales entre janvier 2019 et juin 2025 inclus : données journalières brutes (points) et filtrées par moyenne glissante sur 60 jours (lignes pleines). (Calculs préliminaires. Source F. Beauducel / IPGP).

En d'autres termes, la source de déformation en inflation identifiée en 2021-2023 s'est atténuée durant ces derniers mois et cette tendance se confirme au mois de juin 2025.

Note technique : Les séries temporelles GNSS ont été mises à jour le 19 juin 2025. Elles consistent en un retraitement homogène des données GNSS de l'OVSM, désormais disponibles au format RINEX3 depuis le janvier 2025, rétrospectivement à partir du 1er janvier 2017. Le calcul est réalisé avec le logiciel GipsyX dans sa version 2.3 (Murphy et al., 2024). Ces calculs intègrent les nouveaux produits du JPL dans l'ITRF2020 (Altamimi et al., 2023) diffusés depuis le 25 août 2024, et mis à disposition rétrospectivement à partir du 1er janvier 2002. Les coordonnées calculées sont exprimées par rapport au Centre de Figure (CF). La dichotomie Centre de Figure / Centre de Masse (CM) étant un concept introduit par l'ITRF2020, et GipsyX 2.3 travaillant par défaut dans le CM, et nous avons fait le choix de réaliser une transformation CM > CF, plus adapté à des chantiers sur des petites zones. Cette évolution a pu engendrer de légères modifications des valeurs de vitesses de déformation et des lignes de base par rapport à celles rapportées dans les précédents bulletins.

Géochimie des sources thermales

Les températures, pH et conductivités des eaux des forages de Puits Chaud (à 8,5 m de profondeur), de la carrière de la Rivière Blanche (à 30 m de profondeur), et de la carrière de Fond Canonville (à 60 m de profondeur) sont restés relativement stables au cours du mois de juin 2025.

Les mesures de température (figure 7 pour Puits Chaud) 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 possible tendance à la stabilisation de la température depuis 2017 jusqu'à la date de la dernière mesure manuelle (17 juin 2025). Ces mesures manuelles sont cohérentes avec les données acquises automatiquement et en continu depuis le 1^{er} janvier 2007.

L'échantillonnage des sources chaudes de la Rivière Chaude n'a pas été effectué au mois de juin 2025, mais les paramètres physico-chimiques de ces sources sont relativement stables sur les 10 dernières années (voir bulletin d'avril 2025). Sur le long terme (1965 à avril 2025), les sources chaudes montrent une décroissance similaire à Puits Chaud mais avec une plus grande variabilité due à des variations des points d'échantillonnage de la zone, au gré des

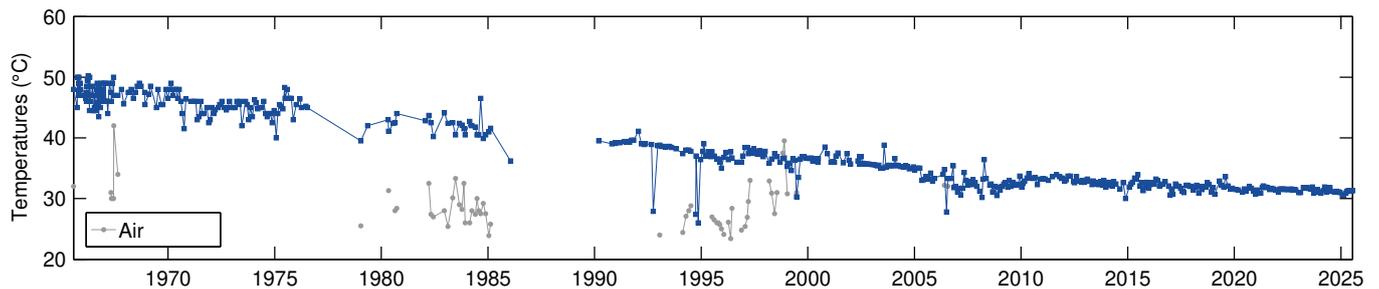


Figure 7 – Évolution de la température du forage Puits Chaud (points bleus foncés) de 1965 à juin 2025 (mesures manuelles mensuelles, source WebObs/OVSM).

éboulements et de l'accessibilité affectant le site.

Les trois échantillons de gaz dissous prélevés par l'OVSM-IPGP en avril 2025 dans les eaux des sources chaudes (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) en novembre 2024 ont été analysés au CRPG (Nancy) par P.H. Blard, B. Tibari et L. Zimmermann. Le Tableau 2 reporte les rapports $^3\text{He}/^4\text{He}$ 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 17 % de l'hélium est d'origine atmosphérique (2 à 4% pour les sources chaudes et 4 à 17% pour les émissions gazeuses sous marines de Saint-Pierre). Les gaz marins sont légèrement plus contaminés par l'atmosphère mais cela n'impacte pas l'analyse et l'interprétation.
- La proportion d'hélium venant du pôle mantellique (MORB) représente en moyenne 64% du gaz prélevé en mer (Saint-Pierre), et en moyenne 91% à aux sources chaudes, avec une faible variabilité entre les échantillons.
- De manière symétrique, l'hélium crustal est plus abondant dans le gaz d'eau de mer de St Pierre ($\approx 27\%$) qu'aux sources chaudes ($\approx 5\%$).

Pour la zone des sources chaudes, ces résultats montrent une contribution mantellique un peu supérieure à celle obtenue sur les échantillons prélevés en mars 2024 (cf. le bulletin mensuel de juin 2024) et relativement similaire à celle obtenue sur les échantillons prélevés en août et septembre 2022 (cf. le bulletin mensuel de juin 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.

Phénoménologie

Zones 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 (VEG-1). D'après l'analyse d'images satellitaires, cette zone, composée de troncs d'arbres et de fougères sans têtes, défoliés ou abattus, et d'herbes et de buissons jaunies et morts, est apparue à la fin de l'année 2019. Elle est située à proximité des cratères probables des éruptions phréatiques historiques de 1792 et 1851 et à proximité des sources thermominérales de la partie haute de la Rivière Claire (figure 8). D'autres zones de végétation dégradée ont été identifiées depuis et nommées VEG-2 à VEG-6. Le dépérissement de la végétation peut être un traceur du dégazage passif de CO_2 dans le sol.

Ces zones de végétation dégradée sont suivies visuellement par des survols héliportés avec le soutien de la Sécurité civile. Le dernier survol de la zone VEG-1 en août 2023 a montré que cette zone a été significativement re-végétalisée. Néanmoins, il existe toujours des signes disparates de dépérissement de la végétation en périphérie de VEG-1, et sur les autres zones telles que VEG-2, VEG-4 et VEG-6.

Ces zones sont aussi suivies grâce à l'analyse d'images satellitaires. Le NVDI (Normalized Difference Vegetation index / indice de végétation par différence normalisée), calculé ici à partir des images du satellite Sentinel-2 met en valeur la différence entre la bande visible du rouge (R) et celle du proche infrarouge (PIR) suivant la formule : $\text{NDVI} = (\text{PIR} - \text{R}) / (\text{PIR} + \text{R})$. Cet indice compris entre 0 et 1 est sensible à la vigueur et à la quantité de végétation. En effet,



Echantillon	Date prélèvement	Site	Distance en km au volcan (conduit magmatique)	$^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$	$^3\text{He}/^4\text{He}$ (R_a^a)	^4He mantellique (%)	^4He crustal (%)	^4He atmosphérique (%)
1	21/11/24	Gaz, émissions sous-marines (Périnelle, Saint-Pierre, Martinique)	5,8	6,84 +/- 2,6	5,3 +/- 0,1	66 %	30 %	4 %
2	21/11/24	Gaz, émissions sous-marines (Périnelle, Saint-Pierre, Martinique)	5,8	4,1 +/- 2,0	5,1 +/- 0,1	63 %	31 %	7 %
3	21/11/24	Gaz, émissions sous-marines (Périnelle, Saint-Pierre, Martinique)	5,8	1,4 +/- 4,0	5,1 +/- 0,1	62 %	21 %	17 %
4	11/04/25	Gaz dissous, sources chaudes (Rivière Chaude, Martinique)	1,4	12,2 +/- 3,9	7,2 +/- 0,1	90 %	8 %	2 %
5	11/04/25	Gaz dissous, sources chaudes (Rivière Chaude, Martinique)	1,4	6,1 +/- 4,5	7,5 +/- 0,2	94 %	2 %	4 %
6	11/04/25	Gaz dissous, sources chaudes (Rivière Chaude, Martinique)	1,4	6,3 +/- 0,3	7,3 +/- 0,2	90 %	5 %	4 %

Tableau 2 – Composition isotopique et origine de l'hélium dans les gaz dissous des sources chaudes (Rivière Chaude) et le gaz des émissions sous-marines (Périnelle, Saint-Pierre) à la Montagne Pelée, prélevés, respectivement, en avril 2025 et novembre 2024 (analyses PH Blard, B. Tibari et L. Zimmermann, CRPG Nancy). a : $R_a = 1.384e-6 = \text{rapport atmosphérique } ^3\text{He}/^4\text{He}$

plus il est élevé et plus l'activité photosynthétique de la végétation est élevée et donc la végétation en bonne santé. La végétation saine non dégradée est caractérisée par un indice NDVI > 0,6 (couleur vert foncé sur la figure 8) alors que la végétation dégradée est caractérisée par un indice NDVI typiquement entre 0,25 et 0,5 (couleur vert très clair à jaune sur la figure 8). Les zones rocheuses sans végétation ont un indice NDVI proche de 0 (couleur orange à brun).

Sur la dernière image exploitable du satellite Sentinel-2 acquise le 1er juillet et pour laquelle la zone d'intérêt est sans nuage (figure 8), on note que la majorité des zones ont été en grande partie revégétalisées (éventuellement par des espèces opportunistes qui n'étaient pas présentes initialement et qui pourraient être plus résilientes à la concentration de CO₂), hormis la zone VEG-4 qui persiste. Il n'y a pas d'évolution significative de l'indice NDVI de ces zones comparativement à l'image du 7 mai 2025 (voir bulletin précédent).

La présence de végétation dégradée dans les zones VEG-4 et VEG-6 a également été confirmée lors d'une mission au sol le 30 juillet 2024, durant laquelle des mesures de flux de dégazage diffus de dioxyde de carbone (CO₂) ont également été réalisées (voir bulletin de juillet 2024).

Dégazage passif par le sol sur la Montagne Pelée

Depuis 2021, avec l'appui hélicoptéré de la Sécurité civile de Martinique (Dragon 972) et du STIS, l'OVSM-IPGP réalise dans les zones de végétation dégradée accessibles (VEG-1, VEG-4, VEG-6) des mesures ponctuelles de la concentration en dioxyde de carbone (CO₂) émis passivement par le sol qui ont été où restent très supérieures au niveau de base naturel (figure 8). C'est ce dégazage passif de CO₂ 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'IPGP.

La dernière campagne de mesures de flux de dégazage diffus de CO₂ au niveau du sol, effectuées grâce à une chambre d'accumulation WestSystems, a été réalisée le 30 juillet 2024 sur 18 sites des zones VEG-4 et VEG-6 (figure 8). Les flux de dégazage diffus de CO₂ mesurés lors des différentes missions sont compris entre 17.6 et 179.9 g/m²/jour (voir bulletins précédents). Ces mesures confirment la présence d'un dégazage par le sol de CO₂ d'origine magmatique dont les flux sont généralement bien supérieurs aux valeurs caractéristiques des processus biogéniques



(ca. 25 g/m²/jour). Des prélèvements de gaz du sol effectués via avec la chambre d'accumulation West Systems sont en cours d'analyse afin de déterminer la signature isotopique du carbone et ainsi mieux définir la source du CO₂.

Les émissions passives de CO₂ dans l'atmosphère à partir du dégazage passif du sol constituent un phénomène normal du fonctionnement des systèmes volcaniques y compris en dehors de périodes éruptives (Voir par exemple Viveiros et al., 2010; Girault et al., 2022). Le CO₂ d'origine magmatique est très mobile et remonte des zones du système hydrothermal superficiel et des zones plus profondes de stockage des magmas vers la surface via différentes structures, notamment des failles, des cratères, des conduits volcaniques anciens, des zones de perméabilité dans le substratum.

Le suivi dans le temps de ces émissions de CO₂ d'origine magmatique permet de mieux comprendre le fonctionnement des volcans actifs et d'explorer son lien avec d'autres signaux enregistrés par les réseaux multi-paramètres. Dans le cas de la réactivation de la Montagne Pelée observée depuis 2019, l'apparition de ces zones de végétation dégradée, dès novembre 2019, associées à des flux significatifs de CO₂ confirme que la recrudescence de la sismicité volcanique et les faibles déformations enregistrées depuis 2021 pourraient être liées à la remontée de volumes limités de fluides hydrothermaux et magmatiques (gaz, eaux hydrothermales) dans l'édifice volcanique depuis les profondeurs du système magmatique. En créant de la fracturation et de la porosité connectée dans le substratum, la sismicité profonde et superficielle facilite la remontée du CO₂ vers la surface.

Émission sous-marine de bulles de gaz

Une zone d'émission de bulles de gaz de CO₂ d'origine magmatique à partir du fond marin est observée au nord de Saint-Pierre, au niveau de l'embouchure de la rivière des Pères, à moins de 11 m de profondeur. Selon plusieurs témoignages, ce dégazage diffus pourrait exister depuis plusieurs décennies dans cette zone. Sa surveillance quantitative peut servir d'indicateur sur l'évolution de la réactivation en cours à la Montagne Pelée. L'OVSM-IPGP a donc mis en place une collaboration avec le Parc Naturel Marin de Martinique (PNMM) et l'Office Français de la Biodiversité en Martinique (OFB) pour effectuer des mesures périodiques (pH, température, débit maximum et superficie de la zone) et 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).

Les émissions sous-marines gazeuses de CO₂ d'origine magmatique du site de Périnelle à Saint-Pierre n'ont pas été échantillonnées au cours du mois de juin 2025.

Les résultats des analyses des derniers échantillons prélevés en novembre 2024 concernant les rapports ³He/⁴He ainsi que la proportion d'hélium ⁴He provenant de différentes sources sont présentés dans le tableau 2.

Activité fumerolienne

Au cours du mois de juin 2025, il n'a pas été observé d'activité fumerolienne sur les flancs ou au sommet de la Montagne Pelée.

Glissements de terrain et lahars

Rivière du Prêcheur

Au cours du mois de juin 2025, aucun lahar significatif n'a été enregistré dans la rivière du Prêcheur.

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.

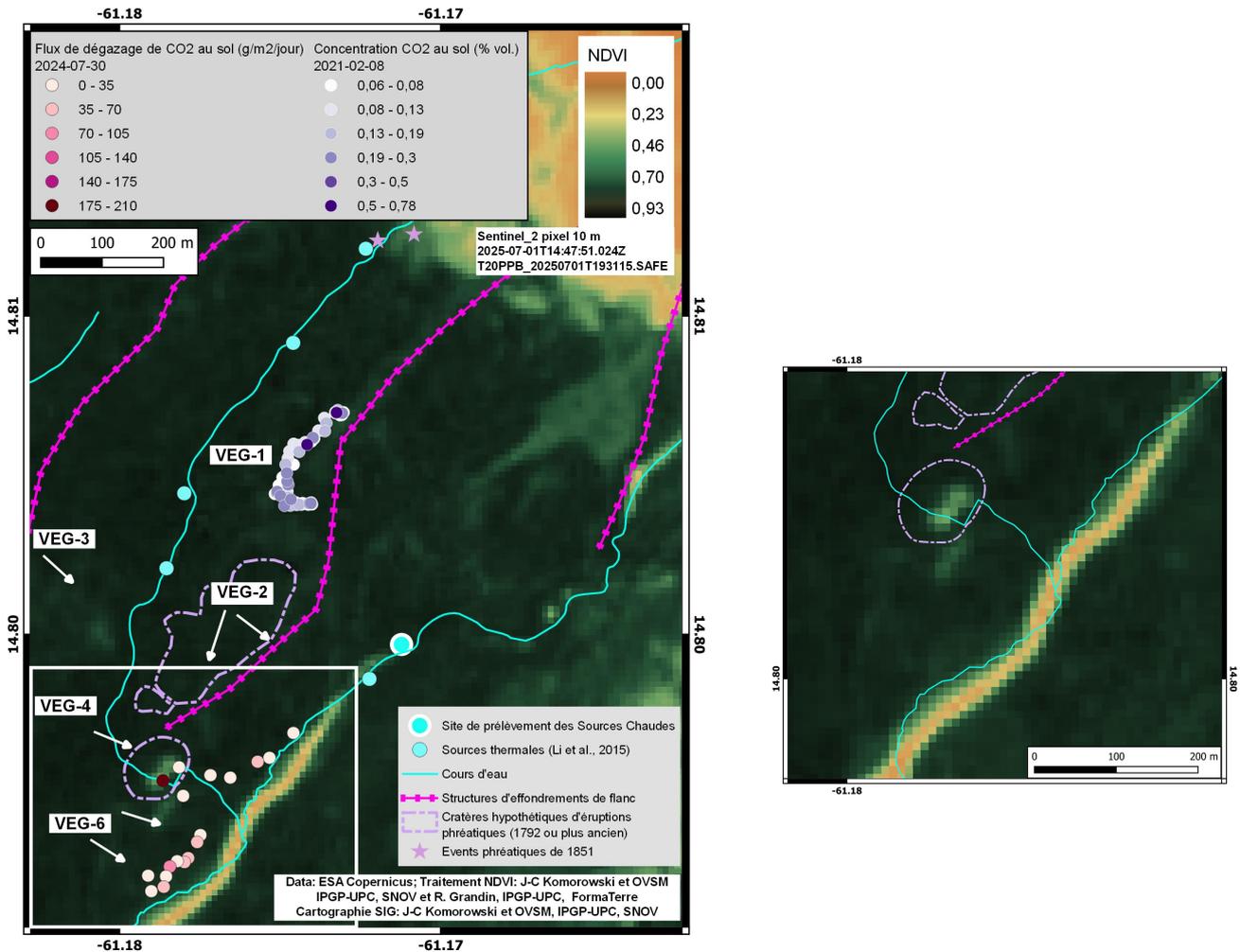


Figure 8 – Suivi du dépérissement de la végétation sur le flanc sud-ouest de la Montagne Pelée par la cartographie de l'indice NDVI à partir d'imagerie satellitale. (Gauche) Cette image du 1er juillet 2025 (Sentinel-2) a été traitée pour montrer l'indice NDVI qui varie entre 0 (absence de végétation) et 1 (végétation saine). Les mesures du flux de dégazage diffus de CO₂ (en g/m²/jour) au sol réalisées avec la chambre d'accumulation West Systems le 30 juillet 2024 sont indiquées par des cercles dans la gamme de couleur blanc-rose-magenta. Les zones dont le flux est > 25 g/m²/jour indiquent des flux de CO₂ qui comportent nécessairement une composante non-biogénique qui est d'origine volcanique et donc magmatique. Les cercles dans la gamme de couleur du blanc au violet foncé montrent les mesures de la concentration (en ppm) du dégazage diffus du CO₂ mesurées avec un détecteur Dräger le 8 février 2021. Ces premières mesures avaient atteint une valeur maximale de 7800 ppm très largement supérieure à la concentration du CO₂ dans l'atmosphère. (Droite) Agrandissement des zones VEG-4 et VEG-6 encadrées en blanc sur la carte principale. Traitement imagerie NDVI : J Corbeau et J-C Komorowski, OVSM-IPGP, UPC, SNOV (INSU-CNRS) et R. Grandin, IPGP-UPC, FormaTerre (INSU-CNRS). Cartographie SIG : J. Corbeau et J-C Komorowski, OVSM-IPGP, UPC, SNOV (INSU-CNRS). Données CO₂ : A. Andrieu, F. Jadelus, D. Melezan, J-G Gabriel, J-C Komorowski, OVSM-IPGP.



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 par an 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 2025, aucun séisme n'a été signalé 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.

Sismicité régionale

L'OVSM-IPGP a enregistré au cours du mois de juin 2025 un total de **61 séismes régionaux d'origine tectonique** dont **48 ont pu être localisés** et entrent dans le cadre de la Figure 9, les autres étant plus lointains ou de trop faible magnitude.

Ce mois-ci, l'activité tectonique est faible par rapport aux mois précédents et aucun séisme n'a été signalé ressenti en Martinique.

La localisation des grands séismes historiques survenus aux Petites Antilles est rappelée à la Figure 11.

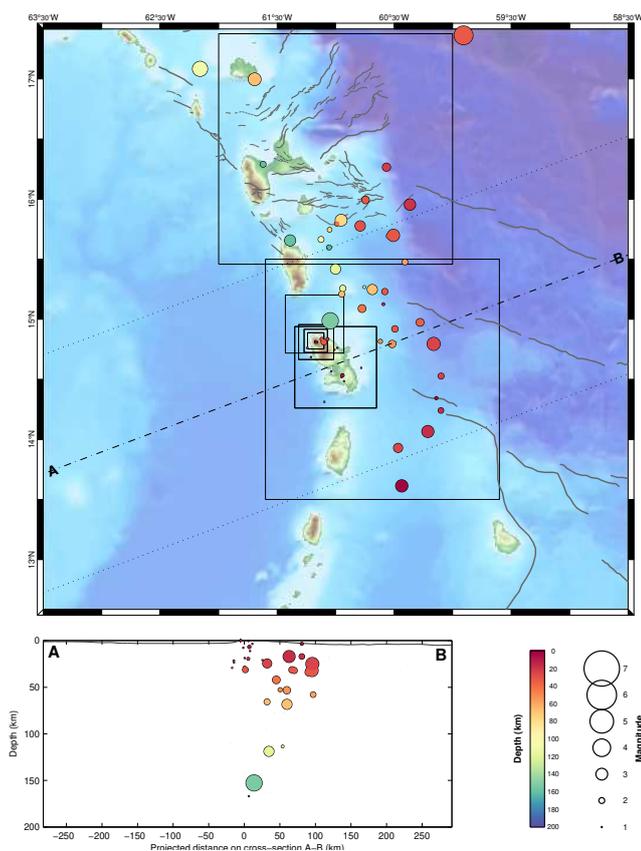


Figure 9 – Partie supérieure : carte des hypocentres des séismes enregistrés et localisés par l'OVSM-IPGP au cours du mois de juin 2025 sur l'arc antillais. La présence d'une étoile indique un séisme ressenti. Partie inférieure : représentation des séismes en profondeur le long du profil A-B (source WebObs/OVSM).

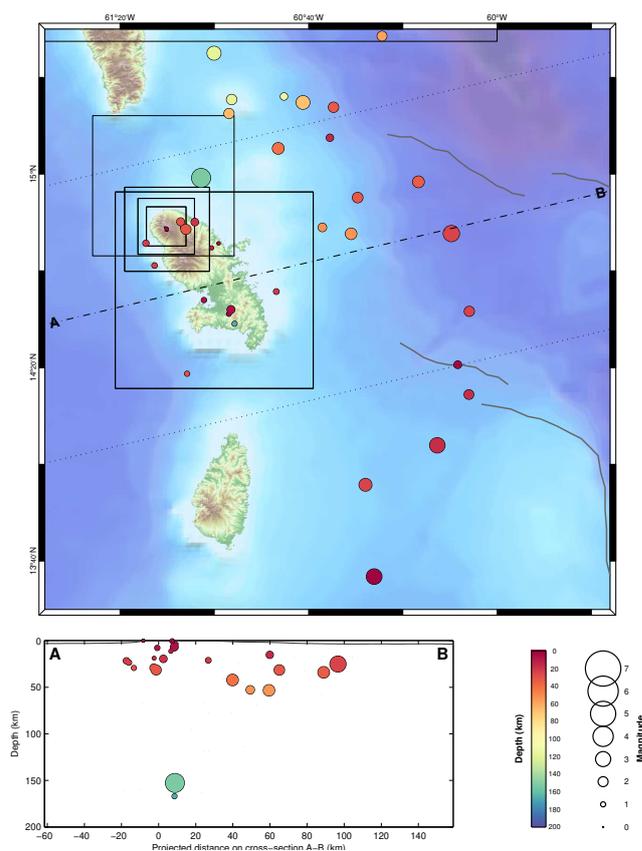


Figure 10 – Partie supérieure : carte des hypocentres des séismes enregistrés et localisés par l'OVSM-IPGP au cours du mois de juin 2025 autour de la Martinique. La présence d'une étoile indique un séisme ressenti. Partie inférieure : représentation des séismes en profondeur le long du profil A-B (source WebObs/OVSM).

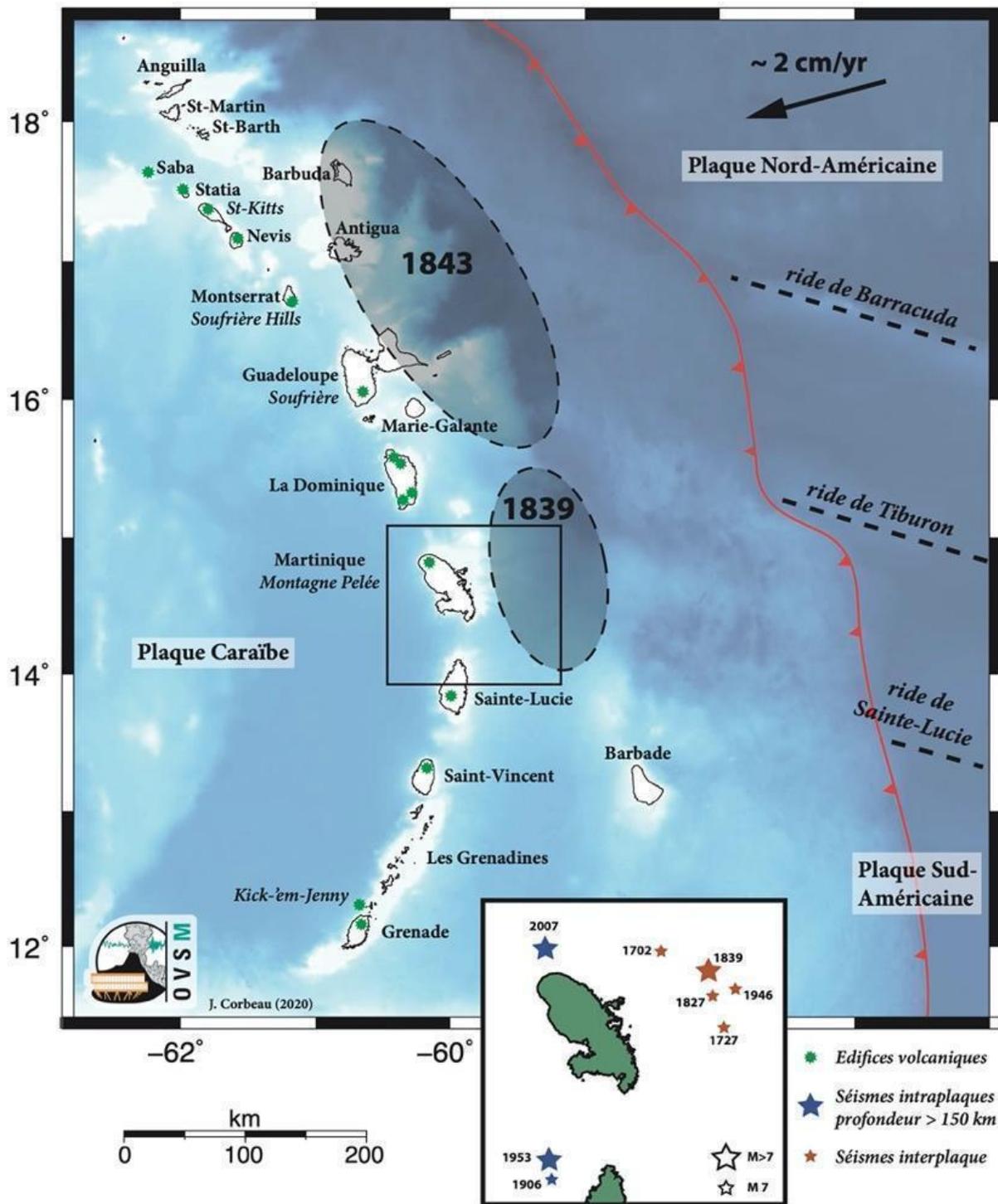


Figure 11 – Localisation des séismes historiques de magnitude estimée supérieure à 7. Cette figure illustre aussi la relation entre l'activité tectonique associée à la subduction oblique des plaques Nord-Américaine et Sud-Américaine sous la plaque Caraïbe et l'activité volcanique dans les Petites Antilles. Les étoiles vertes correspondent à la localisation des volcans (figure simplifiée d'après Feuillet et al., 2011).



C) Annexes

Définition simplifiée des niveaux d'activité volcanique pour la Montagne Pelée

Activité globale observée	Minimale niveau de base	Inhabituelle / En augmentation variations de quelques paramètres au dessus de leur niveau de base	Fortement augmentée variations de nombreux paramètres, sismicité fréquemment ressentie	Maximale sismicité volcanique intense, déformations majeures, explosions, émissions gazeuses, ...
Délai prévisionnel avant une éruption	Siècle(s) / Années	Année(s) / Mois / Semaines	Mois / Semaine(s)	Imminente / En cours
Niveaux de surveillance et d'alerte	VERT = référence	JAUNE = vigilance	ORANGE = Pré-alerte	ROUGE = Alerte

Les niveaux d'alerte sont définis par le dispositif ORSEC Préfecture et leur application relève d'une décision préfectorale.

Définition simplifiée de l'échelle des intensités macrosismiques

Perception Humaine	non ressenti	très faible	faible	légère	modérée	forte	très forte	sévère	violente	extrême
Dégâts Potentiels	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	légers	modérés	importants	destructions	généralisés
Intensités EMS98	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Les intensités sont définies par l'échelle macrosismique européenne EMS98 et leur attribution relève d'une enquête post-sismique du BCSF.

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 www.franceseisme.fr.

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 : 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) : 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 www.nemo.gov.vc/nemo et du Seismic Research Center (SRC) : 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) : www.uwiseismic.com.

La direction de l'OVSM-IPGP
20 juillet 2025

Références

- Altamimi, Z., Rebischung, P., Collilieux, X., Métivier, L., Chanard, K., 2023. ITRF2020 : an augmented reference frame refining the modeling of nonlinear station motions. *Journal of Geodesy*, 97(5), 47. doi :10.1007/s00190-023-01738-w
- Feuillet, N., Beauducel, F., Tapponnier, P., 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.
- Girault, F., Viveiros, F., Silva, C., Thapa, S., Pacheco, J.E., Adhikarai, L.B., Bhattarai, M., Koirala, B.P., Agrinier, P., France-Lanord, C., Zaon, V., Vandemeulebrouck, J., Byrdina, S., Perrier, F., 2022. Radon signature of CO₂ flux constrains the depth of degassing : Furnas volcano (Azores, Portugal) versus Syabru-bensi (Nepal Himalayas). *Scientific Reports*, 12 :10837, doi :10.1038/s41598-022-14653-5
- Li, L., Bonifacie, M., Aubaud, C., Crispi, O., Dessert, C., Agrinier, P., 2015. Chlorine isotopes of thermal springs in arc volcanoes for tracing shallow magmatic activity. *Earth and Planetary Science Letters*, 413, 101-110, doi :10.1016/j.epsl.2014.12.044
- Murphy, D., Bertiger, W., Hemberger, D., Komanduru, A., Peidou, A., Ries, P., Sibthorpe, A., 2024. *Jet Propulsion Laboratory Analysis Center Technical Report 2024*. In R. Dach, E. Bockmann (Eds.), *International GNSS Service Technical Report 2024 (IGS Annual Report)*. IGS Central Bureau and University of Bern ; Bern Open Publishing. doi :10.48350/191991
- Viveiros, F., C. Cardellini, T. Ferreira, S. Caliro, G. Chiodini, and C. Silva, 2010. Soil CO₂ emissions at Furnas volcano, São Miguel Island, Azores archipelago : Volcano monitoring perspectives, geomorphologic studies, and land use planning application, *J. Geophys. Res.*, 115, B12208, doi :10.1029/2010JB007555
- WebObs : An integrated web-based system for observatories networks management and monitoring, *Logiciel libre labellisé Code Communautaire*, INSU-CNRS, ipgp.github.io/webobs

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 (bilans hebdomadaires, bulletins mensuels et communiqués) sur les différents médias de l'OVSM-IPGP :

- le site internet : www.ipgp.fr/fr/ovsm/bilans
- le compte Bluesky : [ovsm.bsky.social](https://bsky.app/profile/ovsm.bsky.social)
- le compte Facebook : [facebook.com/ObservatoireVolcanoSismoMartinique](https://www.facebook.com/ObservatoireVolcanoSismoMartinique)
- les localisations des séismes d'origine volcanique ou tectonique calculées par l'OVSM-IPGP sont disponibles en temps réel sur le site : <https://renass.unistra.fr/fr/zones/les-antilles>
- des données produites par l'Observatoire volcanologique et sismologique de Martinique (OVSM-IPGP) sont disponibles à : <http://volobsis.ipgp.fr/ovsm/> et à <https://dataverse.ipgp.fr/dataverse/OVSM>

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