

Bulletin mensuel

Institut de physique du globe de Paris

Observatoire volcanologique et sismologique de Martinique

ISSN 2105 – 2301

Septembre 2022

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 hydromagmatique 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. L'ensemble de ces observations reflète une réactivation du système volcanique.

Au mois de septembre 2022, l'activité sismo-volcanique est variable par rapport aux mois précédents mais reste au-dessus de son niveau de base. 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, nous ne pouvons exclure une évolution de la situation à moyen terme. Compte tenu de ce contexte et sur la base des observations de l'OVSM-IPGP enregistrées au cours du mois de septembre 2022 et résumées dans ce bulletin, et en accord avec les dispositions prévues par les autorités, le niveau d'alerte reste :

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 septembre 2022, l'OVSM-IPGP a détecté au moins **40 séismes de type volcano-tectonique (VT)**, événements caractérisés par un signal contenant des hautes fréquences. Ces séismes, de magnitude inférieure ou égale à 0.2, n'ont pas été ressentis par la population.

La Figure 1 montre l'évolution du nombre de séismes de type VT depuis décembre 2018.

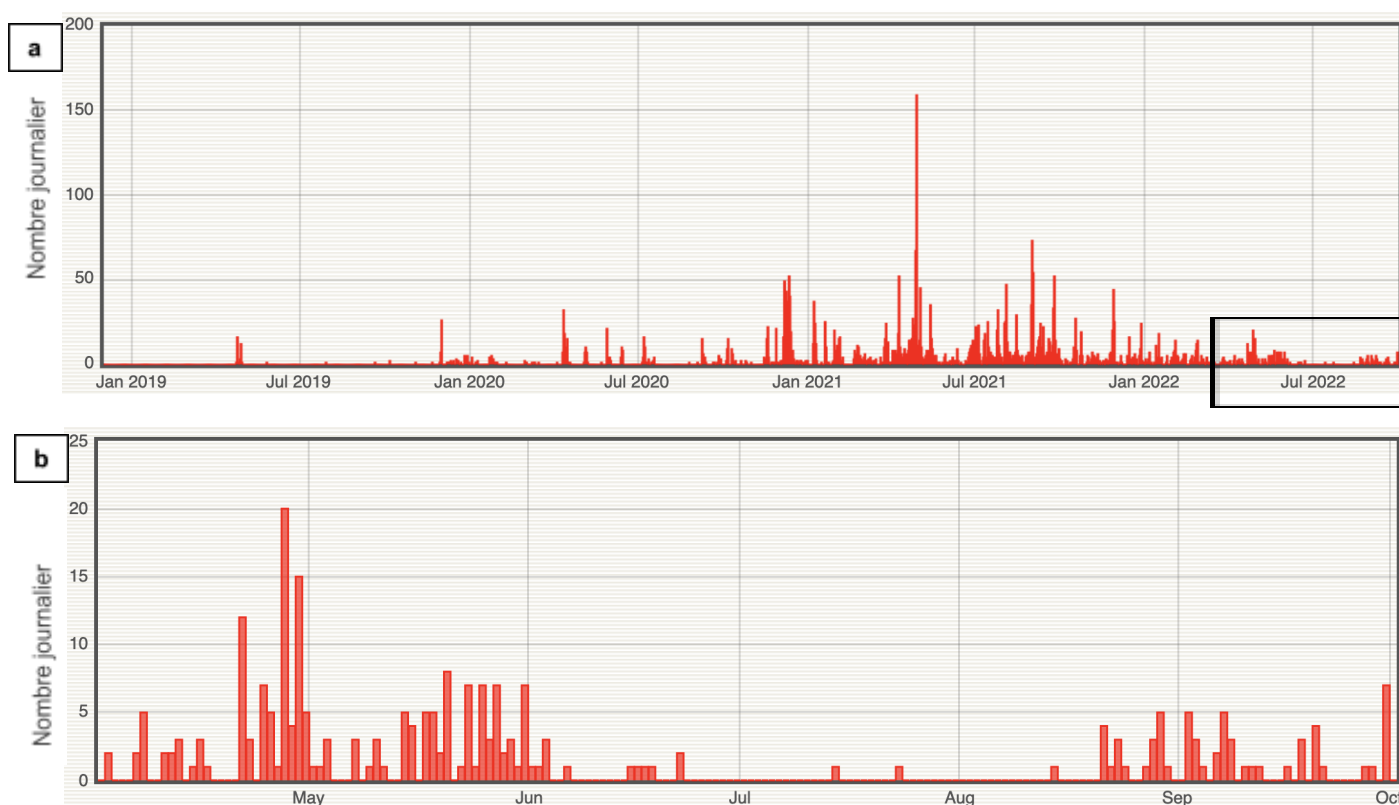


Figure 1. Nombre journalier de séismes de type volcano-tectoniques détectés par l'OVSM : a) Période du 1^{er} décembre 2018 au 1^{er} octobre 2022. b) Période des 6 derniers mois (du 1^{er} avril 2022 au 1^{er} octobre 2022, zoom sur la figure 1a). Noter que les 5 séismes hybrides et le séisme longue-période enregistrés lors de cette période (Tableau 1) ne sont pas représentés dans la Figure 1b.

Seulement **7 de ces événements ont pu être localisés manuellement** étant donné leur faible amplitude. Cependant, la classification automatique de ces événements permet de tous les localiser à l'intérieur de l'édifice entre 0,5 et 2,0 km de profondeur sous la surface.

Ce mois-ci, l'OVSM-IPGP a également observé **5 séismes de type hybride** de magnitudes inférieures à 0,7 et dont 3 ont pu être localisés entre 2 et 7 km de profondeur sous la surface. Un séisme de type longue période de magnitude 1,3 a également été détecté lors de ce mois et localisé à environ 10 km de profondeur sous la surface (Tableau 1). Depuis le début de la réactivation de la Montagne Pelée, ces signaux de type hybride et longue période contenant des basses fréquences ont déjà été enregistrés à plusieurs reprises. Ils sont associés à la présence et aux mouvements de fluides (gaz, eaux hydrothermales) dans l'édifice volcanique.

La Figure 2 présente l'ensemble des séismes ayant pu être localisés. Aucun de ces séismes n'a été ressenti par la population.



Nombre de séismes par mois	Avril 2022	Mai 2022	Juin 2022	Juillet 2022	Août 2022	Septembre 2022
Volcano-tectonique	94	80	15	2	20	40
Longue période	0	0	0	0	0	1
Hybride	7	4	0	0	1	5
Trémor	0	0	0	0	0	0

Tableau 1. Répartition des types de signaux sismiques détectés par l'OVSM-IPGP au cours des 6 derniers mois.

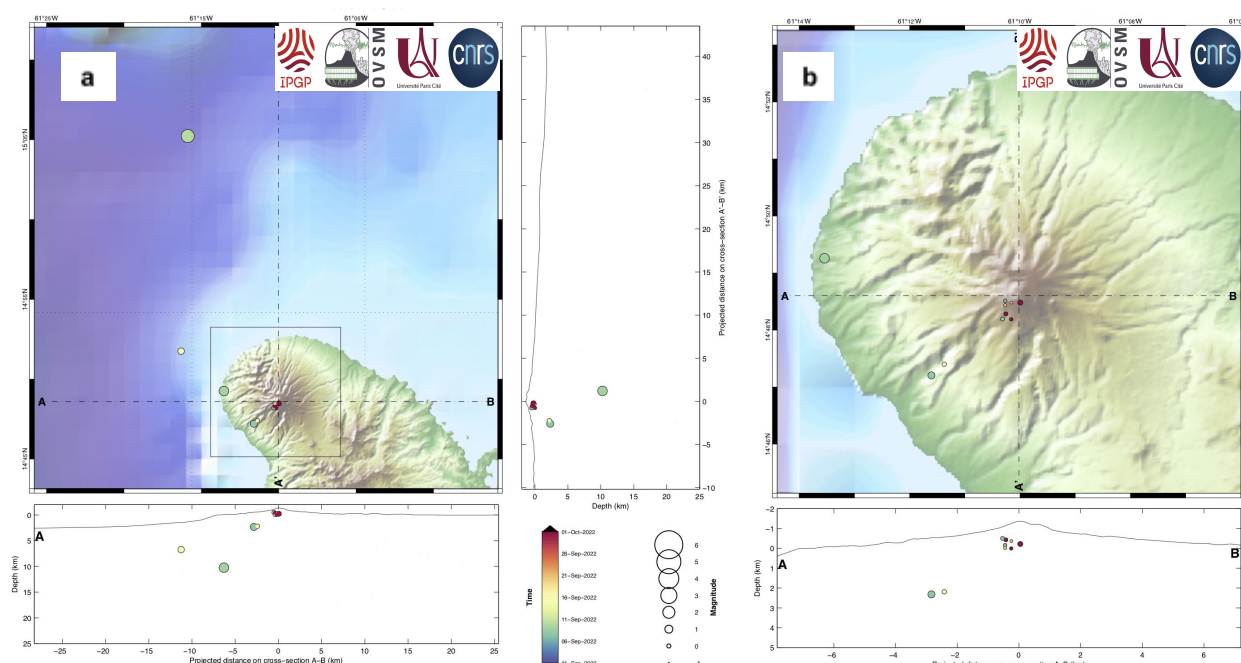


Figure 2. a) Carte de localisation manuelle de la sismicité de la Montagne Pelée au mois de septembre 2022 et coupes est-ouest indiquant la localisation en profondeur des hypocentres. Le séisme représenté en vert au nord de la Martinique est d'origine tectonique et situé à environ 160 km de profondeur. b) zoom sur la Montagne Pelée.

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

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 (déplacement de quelques millimètres), détecté sur au moins trois stations situées dans la partie sommitale de la Montagne Pelée. Ces déformations semblent se poursuivre en septembre 2022 mais restent stables et n'indiquent pas d'évolution à court terme. Ces signaux sont compatibles avec une source de pressurisation superficielle située à environ 1 km de profondeur sous la surface non loin de la zone où la sismicité récurrente est localisée. Malgré sa faible amplitude, cette source de déformation semble significative et est suivie par l'OVSM avec attention.



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 septembre 2022.

L'échantillonnage des sources chaudes de la rivière Chaude n'a pas été effectué au mois de septembre 2022. Les dernières valeurs de température, *pH* et conductivité et l'interprétation des mesures précédentes sont rapportées dans le bulletin du mois d'août 2022.

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.

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 jaunies 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 imagerie satellitale. Il n'y a pas eu d'observation satellitale en septembre 2022.

Émission sous-marine de bulles de gaz

Une zone d'émission de bulles de gaz à partir du fond marin a été observée au niveau de l'embouchure de la rivière des Pères, à moins de 11 m de profondeur, suite au témoignage d'un pêcheur fin juin 2021. 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. Les dernières mesures ont été effectuées le 13 septembre 2022 et ne montrent pas d'évolution significative.

Ce type d'émission de gaz est habituel sur des sites volcaniques sous-marins en état de réactivation mais aussi sur des sites anciens sans réactivation sismique au-dessus du niveau de base, par exemple en Dominique (Soufrière et Champagne), en Italie (sites de Panarea, Vulcano, Baie de Pozzuoli) et en Grèce (Santorin).

Dégazage passif par le sol sur la Montagne Pelée

Depuis 2021, l'OVSM réalise des mesures ponctuelles dans la zone de VEG1, avec l'appui hélicoptéré de la Sécurité civile et du STIS, qui ont montré des concentrations en dioxyde de carbone (CO₂) très supérieures au niveau de base naturel. 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'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 septembre 2022.

Activité fumerolienne

Au cours du mois de septembre 2022, 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 septembre, aucune coulée d'eau boueuse ni de lahar n'ont été enregistrés 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 accumulés sur ses flancs et peu consolidés.

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 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 effusif 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 2021. Aucune explosion n'est observée après le 22 avril 2021. 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 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 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 septembre 2022, un seul séisme a été ressenti en Martinique le 10 septembre à 22h22 (heure locale), confirmé par deux témoignages. Ce séisme de magnitude 5,2 a eu lieu à environ 98 km à l'est-sud-est de la Guadeloupe, et à environ 25 km de profondeur.

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 septembre 2022 un total de **84 séismes régionaux d'origine tectonique**, dont **70 ont pu être localisés** et entrent dans le cadre de la Figure 3, les autres étant plus lointains ou de trop faible magnitude.

Le séisme le plus important ce mois-ci ($M_L = 5,2$) s'est produit à environ 98 km à l'est-sud-est de la Guadeloupe, le 10 septembre 2022 à 22h22 heure locale, à environ 25 km de profondeur (Figure 3). D'après les témoignages, il a été ressenti par au moins deux personnes en Martinique et en Guadeloupe.



Autour de la Martinique, nous observons toujours au mois de septembre l'activité récurrente à l'est de la Caravelle, ainsi qu'à l'est de Sainte-Lucie (Figure 4). Le séisme le plus important ayant eu lieu dans cette zone ce mois-ci s'est produit à environ 88 km à l'est du Vauclin, le 12 septembre 2022 à 18h33 heure locale, à environ 20 km de profondeur. Il est situé dans la zone de rupture du séisme historique de 1839.

La localisation des séismes historiques de 1702, 1727, 1827, 1839, 1906, 1946, 1953 et 2007 est rappelée à la Figure 5.

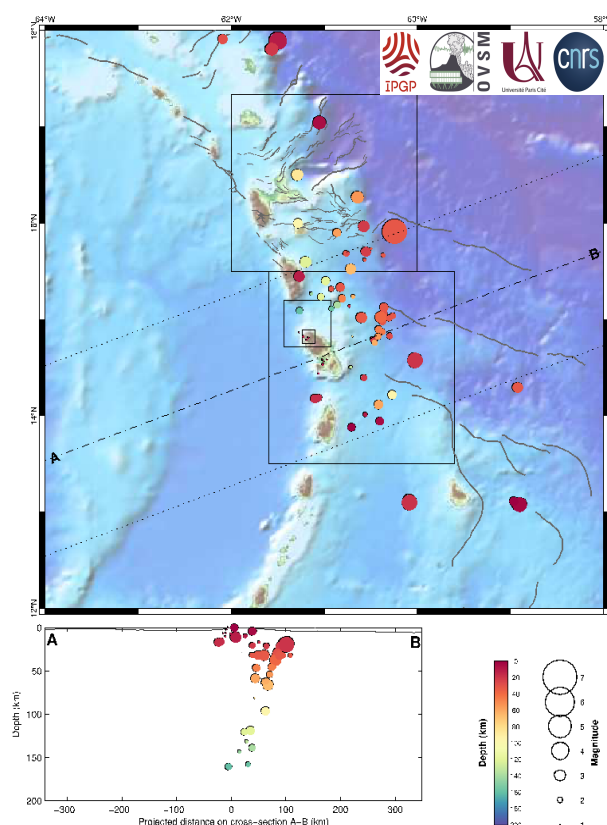


Figure 3. Partie supérieure : carte des hypocentres des séismes enregistrés et localisés par l'OVSM-IPGP au cours du mois de septembre 2022 sur l'arc antillais. Partie inférieure : représentation des séismes en profondeur le long du profil A-B.

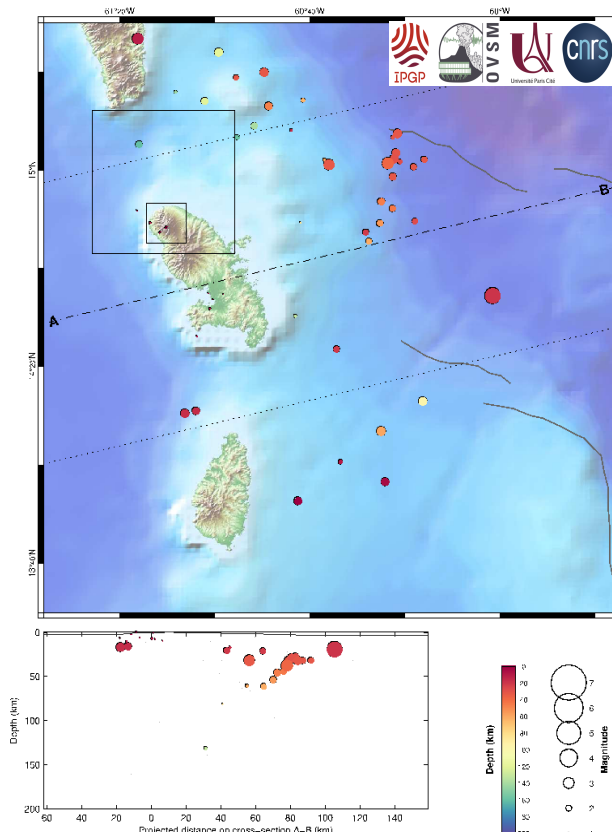


Figure 4. Partie supérieure : carte des hypocentres des séismes enregistrés et localisés par l'OVSM-IPGP au cours du mois de septembre 2022 autour de la Martinique. Partie inférieure : représentation des séismes en profondeur le long du profil A-B.

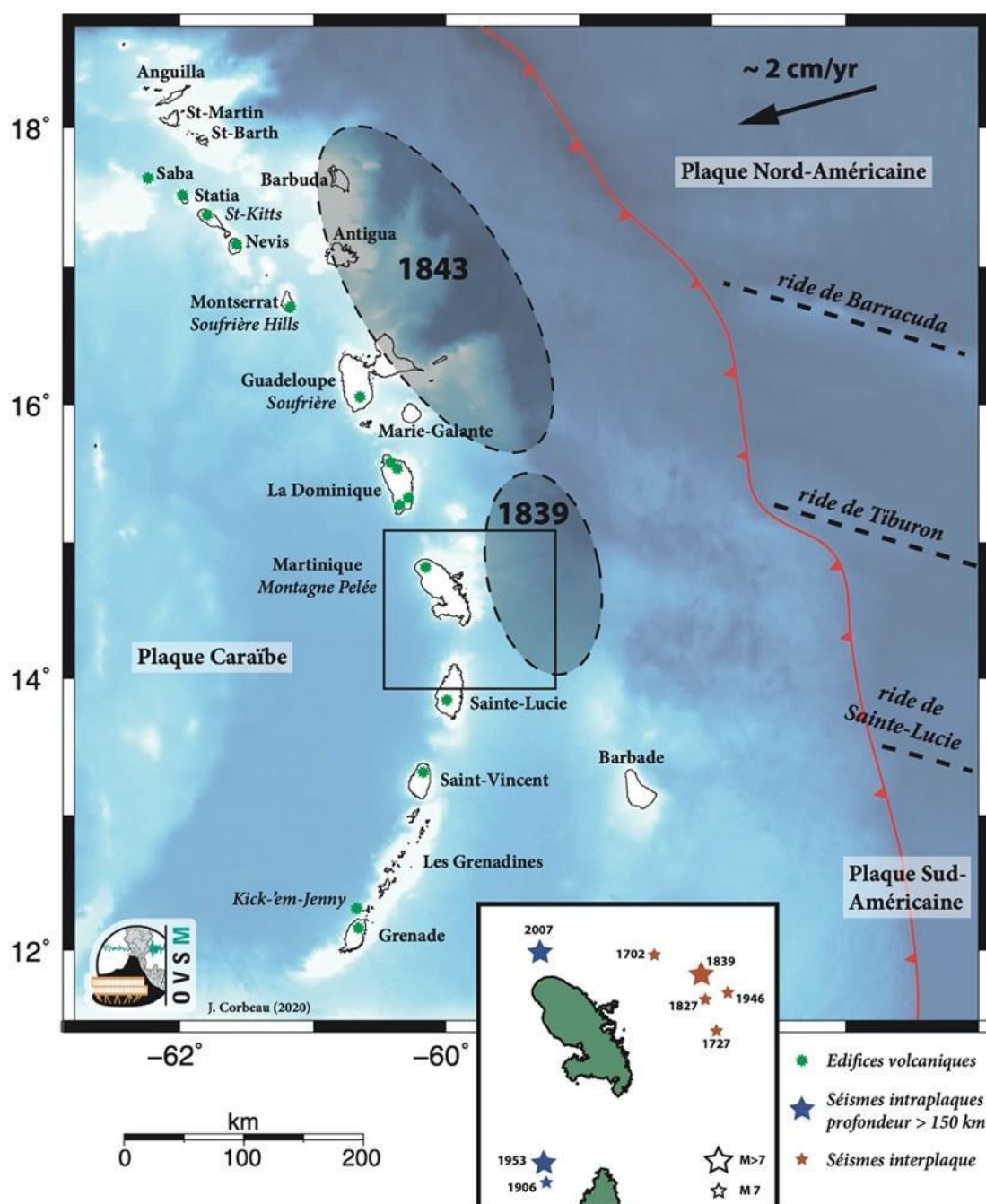


Figure 5. Localisation des séismes historiques de magnitude estimée supérieure à 7. Cette figure illustre aussi la relation entre l'activité tectonique associée à la subduction oblique des plaques Nord-Américaine et Sud-Américaine sous la plaque Caraïbe et l'activité volcanique dans les Petites Antilles. Figure simplifiée d'après Feuillet et al. (2011). Les étoiles vertes correspondent à la localisation des volcans.



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 ← OVSM-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'OVSM-IPGP
30 janvier 2023

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'OVSM-IPGP :

- le site internet : www.ipgp.fr/fr/ovsm/bilans
- le compte Twitter : twitter.com/ObsMartinique
- le compte Facebook : facebook.com/ObsVolcanoSismoMartinique

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