

POUR UN CHANTIER RGF A LA REUNION

A La Réunion, milieu insulaire à la géomorphologie escarpée (volcanisme récent, érosion très forte) en milieu tropical humide, la forte pression démographique fait que toutes les retombées d'un chantier RGF représentent des enjeux majeurs : l'exploitation de l'énergie géothermique apparaît comme incontournable au regard des engagements de la Région Réunion pour une autonomie énergétique à l'horizon 2030. Le volcanisme très actif et les événements cycloniques nécessitent la gestion permanente des risques volcaniques et naturels au sens large et l'adaptation des outils de prévention. La protection de l'environnement et de l'espace littoral, tout comme la gestion des déchets sont aussi problématiques à l'heure où le foncier manque pour créer de nouveaux centres de stockages, sans parler du besoin actuel et à venir critique de matériaux pour les grands chantiers du BTP. La ressource en eau et sa préservation sont devenues particulièrement préoccupantes en raison de la pression démographique grandissante qui, en cascade, induit des impacts sur l'environnement.

Les cartes géologiques au 1/50.000e de La Réunion ont plus de 40 ans. Alors même que de nombreux travaux scientifiques (carte des éruptions hors Enclos de La Fournaise, carte des cirques, carte volcano-tectonique du Piton des Neiges etc...) ou d'aménagement (tunnel de basculement des eaux Est-Ouest, nouvelle route du littoral, route des Tamarins) et des données nouvelles (levé géophysique hélicoptère ReunEM, campagne de tomographie sismique RHUM-RUM) ont été réalisés. La seule révision de la carte géologique – mission essentielle du RGF – cristalliserait tous ces travaux / données et justifierait à elle seule un chantier RGF à La Réunion. Dans le détail, bien d'autres travaux seraient à mener, d'autres données seraient à acquérir et valoriser pour doter le territoire réunionnais d'une infrastructure de connaissance géologique moderne – et cette tâche est à mettre en regard des attentes importantes de la société réunionnaise sur tous les usages du sous-sol. Les différents enjeux tant scientifiques que sociétaux appelant l'ouverture rapide d'un chantier RGF à La Réunion sont développés ci-après, et mis en perspective des acteurs et du paysage géoscientifique actuel.

1. Questions scientifiques majeures

Refonte de la carte géologique de La Réunion : La carte géologique 1/50 000ème date de 1974 : dans son contenu comme dans sa forme, elle doit être remise à jour, sous forme d'un produit type RGF – intégrant formations de surface et substrat, en cohérence avec les données du sous-sol, le levé EM hélicoptère, et les avancées scientifiques concernant l'histoire géologique de La Réunion. Par ailleurs elle devra intégrer diverses contributions réalisées depuis sa 1^{ère} édition : carte des 3 cirques au 1/10 000^{ème}, carte des coulées et nouvelles données de l'OVPF sur le Piton de la Fournaise, carte des éruptions hors Enclos de La Fournaise et risque volcanique associé, nouvelles données structurales et volcano-tectoniques du LGSR sur le Piton des Neiges, nouvelles datations, thèses, etc... Tous ces éléments doivent être intégrés au sein d'un même outil au service des enjeux sociétaux.

Sismicité à grande échelle sous l'île de La Réunion : La sismicité à l'échelle de l'île de La Réunion est surtout marquée par les séismes volcano-tectoniques liés à l'activité du Piton de la Fournaise. Néanmoins, l'OVPF enregistre en moyenne une dizaine de séismes par mois dit « locaux » non liés à l'activité volcanique, dont les hypocentres sont situés sous le massif du Piton des Neiges. Depuis plusieurs années, l'OVPF a élargi son réseau de surveillance sismologique à l'ensemble de l'île afin de mieux caractériser et localiser ces événements dont l'origine reste mal contrainte. Témoignent-ils d'une activité volcanique résiduelle du Piton des Neiges ou d'une activité tectonique ?

Construction et destruction de l'édifice polyphasé de La Réunion

De nombreux travaux ont été réalisés récemment (2006 à 2011) afin de caractériser les formations sous-marines des flancs de l'édifice réunionnais, depuis les grands fonds (campagne FOREVER et campagnes

ERODER) jusqu'au domaine de petit fonds (Campagne BATHYBAB). Les levés bathymétriques et acoustiques autour de l'île de La Réunion indiquent que les flancs du volcan sont constitués en partie par de gigantesques accumulations de débris issus de glissements de flancs de l'édifice volcanique (Lénat et al., 1990 ; Labazuy, 1996 ; Oehler, 2005 ; Le Friant et al., 2011 ; ...), auxquels viennent se superposer des gigantesques systèmes volcano-sédimentaires alimentés par des courants de turbidité issus des grandes rivières de l'île où de la déstabilisation du domaine côtier (Saint-Ange et al., 2011, 2013 ; Sisavath et al., 2011, 2012 ; Babonneau et al., 2013, 2016 ; Mazuel et al., 2016). Les échantillons récoltés par dragage sont pour partie des produits d'éruptions aériennes, mais également des coulées sous-marines dont certaines portent une signature isotopique inconnue à terre (Lénat et al., 2009 ; Smietana et al., 2009 ; Smietana, 2011). Par ailleurs, les travaux menés par Gailler, Lénat et d'autres ces 10 dernières années, sur la base de modélisations/interprétations de données géophysiques, notamment en gravimétrie, magnétisme, électrique, ont permis d'améliorer significativement la compréhension de la structure interne d'ensemble de La Réunion, dans sa partie émergée mais aussi dans son extension marine. Les nouvelles données aéromagnétiques haute résolution acquises sur l'ensemble de l'île en 2014 et des levés marins de détail en périphérie proche du littoral, permettraient des avancées à la fois en termes de structures et d'histoire, par recoupement avec des données ponctuelles géochronologiques disponibles ou à acquérir.

Relations structures / activité volcanique, hydrothermalisme / potentiel géothermique

Par le passé, les déconvenues de l'exploration géothermique à La Réunion ont montré la complexité de ce domaine géoscientifique et surtout l'importance d'une approche multidisciplinaire pour appréhender au mieux les complexes hypovolcaniques et une activité hydrothermale associée, susceptibles de représenter des systèmes géothermiques actifs. A la lumière des récentes synthèses de données à visée géothermale et en valorisant l'ensemble de ces données (terrain, analyses géochimiques, MT, polarisation spontanée, ...), mais aussi à la lumière de données nouvelles (magnétisme/EM héliportés), une réactualisation des modèles géologiques sur lesquels reposent l'exploration géothermique à La Réunion est à mener.

Hydrothermalisme du Piton des Neiges : Une trentaine de sources thermales et de fumeroles sont connues historiquement au Piton des Neiges, dont certaines ont donné lieu à un thermalisme qui a participé à la prospérité des cirques. Les activités récentes de prospection et d'analyse réalisées par le LGSR et le BRGM ont mis en évidence plus de 150 nouvelles sources et fumeroles. Il existe donc un système hydrothermal très actif au Piton des Neiges, qui pose la question de l'origine de la source de chaleur et du trajet des fluides. Ce système hydrothermal est-il lié au magmatisme terminal du Piton des Neiges dont l'âge fait encore débat, ou bien à un magma profond actuel sous l'édifice ? La forte teneur en CO₂ magmatique des sources plaide pour la deuxième hypothèse. Ce type de question peut et doit être résolu, tant pour évaluer le potentiel géothermal de ce volcan que pour préciser le risque des éruptions hors Piton de la Fournaise.

Nature et âge du magmatisme terminal du Piton des Neiges : La sismicité, les sources thermales et le CO₂ magmatique posent une question simple pourtant encore non résolue : Quel est l'âge et la nature du dernier magmatisme du Piton des Neiges ? Seuls des magmas basaltiques peuvent dégazer du CO₂. Hors les derniers magmas recensés sont trachytiques (12 ka U/Pb ou 29 ka K/Ar, ces âges ne font pas consensus). Certains dépôts explosifs sont associés à des bois carbonisés de moins de 12 ka, et d'autres formations, comme les cônes éruptifs d'Etang Salé par exemple, sont encore non datées mais leur position structurale ou leur faible érosion suggère un âge encore plus récent. Cette problématique est indissociable de celle de l'hydrothermalisme, puisqu'elle pose la question de la source de chaleur et du CO₂ sous le Piton des Neiges.

Eruptions très récentes hors Enclos de la Fournaise et fonctionnement du système volcanique : Une cartographie et des datations réalisées par le LGSR et l'OVPF montre que les agglomérations des Plaines (Plaine des Palmistes, Plaine des Cafres, Tampon) sont jalonnées d'éruptions vieilles de moins de 1000 ans. L'aléa existe donc mais les outils de connaissance et les réseaux de surveillance ne sont pas encore adaptés à la prévision de ce type de volcanisme excentrique. L'origine profonde des magmas alimentant ces éruptions fait actuellement l'objet d'une thèse dont la soutenance est programmée en fin de cette année, alors qu'une autre thèse en

cours recense les anomalies de concentration et de flux de CO₂ entre les deux volcans, dont certaines semblent corrélées aux périodes éruptives du Piton de La Fournaise. Cette activité magmatique hors du périmètre du volcan actuel, présente des enjeux sociétaux aussi bien pour la sécurité que pour le thermalisme.

Dynamique de mise en place des coulées au Piton de la Fournaise : L'écoulement, le dynamisme et la trajectoire des coulées de lave en domaine volcanique, et notamment au Piton de la Fournaise, dépendent de nombreux facteurs internes (composition, température, rhéologie, etc) et externes (topographie, présence d'obstacles, etc...), ce qui rend difficile la prévision de leur trajectoire. Notamment, l'effet de l'interaction lave-végétation sur la propagation des coulées est très mal connu, malgré le fait que la plupart des centres volcaniques effusifs soient végétalisés. Il est donc nécessaire d'acquérir de nouvelles données multi-sites et multi-paramètres sur les coulées de lave actuelles du Piton de la Fournaise afin de mieux contraindre les simulations numériques d'écoulement sur des zones vulnérables et végétalisées, et pouvoir in-fine mieux anticiper leur trajectoire. Un projet financé par l'ANR vient de débiter sur ces questions, et en particulier sur la mesure et la modélisation du rôle de la végétation, du dégazage, de la topographie et des modifications texturales et pétrochimiques sur la rhéologie des laves et leur capacité à l'écoulement.

Caractérisation des formations superficielles : La connaissance sur les formations superficielles potentiellement présentes sur les planèzes à fort enjeux (développement urbain croissant vers les hauts et les bords de ravines) est essentielle pour la précision des diagnostics sur les risques gravitaires de type ravinement et/ou glissement superficiel. Egalement, la précision géologique apportée par des observations de terrain et autres outils d'un programme RGF, notamment dans les différentes ravines et cours d'eau du territoire (lit et encaissements) permettra également de mieux cerner les risques d'érosion associés aux crues torrentielles et d'apporter des éléments techniques à la réflexion concernant le transport solide sur ces cours d'eau.

Dynamique de l'érosion : Le relief de La Réunion présente une morphologie très acérée qui atteste d'une dynamique érosive intense. Les principales structures érosives correspondent aux cirques du Piton des Neiges et aux canyons très incisés du massif du Piton de la Fournaise. La nature relativement homogène des formations géologiques de l'île, la très forte asymétrie de la pluviométrie et l'occurrence de phénomènes météorologiques extrêmes font de La Réunion un laboratoire idéal pour étudier les principaux processus mis en jeu dans l'érosion: l'incision des rivières, la déstabilisations des remparts (flancs des canyons de plusieurs centaines de mètres de haut) et le transfert sédimentaire sur l'île elle-même et au-delà sur les pentes sous-marines, jusqu'au domaine abyssal. Les cours d'eau de La Réunion sont soumis à des périodes d'assèchement total suivies de crues torrentielles, dévastatrices pour les ouvrages d'art. Disposer d'éléments géologiques fiables au sein du RGF pour élaborer des cartes d'aléa hydrodynamique est un enjeu fort du territoire réunionnais.

2. Enjeux sociétaux et économiques/industriels majeurs

La forte pression démographique concentrée notamment sur le Nord et l'Ouest de l'île induit une tension sur l'occupation du sol et du sous-sol extrêmement forte à La Réunion. Les enjeux de tous types (ressources, environnement, risques, etc.) se concentrent et requièrent tout particulièrement une connaissance fine du sous-sol. Ce niveau de connaissance est actuellement largement insuffisant – les enjeux les plus pressants sont les suivants :

Ressources en matériaux : l'accès aux ressources en matériaux du sous-sol dans le territoire aux dimensions finies de La Réunion constitue un réel enjeu. Par exemple pour identifier des ressources alternatives à celles qui étaient précédemment captées dans le lit des rivières, ou actuellement, de façon très aigüe, pour parvenir à alimenter en matériaux et notamment en « roches massives » les chantiers du BTP (en particulier l'actuel chantier de la nouvelle route du littoral). Ce domaine, pour une projection sur les prochaines dizaines d'années, est également à fort enjeu, avec la mise à jour en préparation du Schéma des Carrières.

Ressources en eau : En raison de l'hétérogénéité des formations volcaniques et de l'histoire géologique polyphasée de l'île, la distribution spatiale des ressources en eau de La Réunion est complexe. Sur le littoral, où l'essentiel de la ressource est exploitée, la vulnérabilité aux intrusions salines est contrôlée par la recharge, mais également par le contexte géologique (BRGM/RP-65621-FR) que cela soit dans le domaine terrestre ou dans le proche off-shore, qui conditionne les limites aval des aquifères. Des études antérieures (BRGM/RP-57185-FR et BRGM/RP-59245-FR) ont également montré la nécessité de disposer de connaissances géologiques pointues pour identifier et caractériser les ressources en eau d'altitude. L'enjeu de l'accès à une ressource en eau souterraine en quantité et de bonne qualité est ainsi intimement lié à la connaissance de notre sous-sol.

Risque volcanique : Le massif du Piton de La Fournaise accueille chaque année de plus en plus de visiteurs (selon une étude de l'ONF de 2014, 220 000 personnes par an entreprennent la randonnée vers le sommet). Une demande croissante émane des professionnels du tourisme comme du public pour permettre l'accès à des sites d'observation lors des éruptions. Face à ces impératifs contradictoires de protéger le public tout en considérant le Piton de La Fournaise comme un attracteur touristique, il devient toujours plus important d'anticiper les éruptions, et de pouvoir mieux appréhender le dynamisme des écoulements de coulées et leur trajectoire, de comprendre les causes et les précurseurs des phases explosives. A titre d'exemple, l'OVPF arrive souvent à anticiper le risque volcanique à l'échelle de quelques jours à quelques heures. Mais la dernière éruption de septembre 2016 n'a pu être anticipée que d'une cinquantaine de minutes. Il est donc crucial de continuer à améliorer le réseau de surveillance volcanique, les techniques d'observations et la compréhension du volcan.

Risque déstabilisation de flancs : L'amélioration de la surveillance du Piton de La Fournaise depuis 2007 a mis en évidence un glissement permanent du flanc Est de ce volcan, qui se réactive en période d'éruption. Une déstabilisation majeure du flanc Est du Piton de la Fournaise déclencherait un tsunami impactant les zones environnantes de l'Océan Indien et les côtes réunionnaises – où se concentre 80% de la population de l'île. Il est très important d'étudier et de comprendre les déformations à grande échelle et les instabilités de flanc en domaine volcanique, et pour la société d'éduquer le grand public sur cet aléa qui est actuellement ignoré sur les volcans basaltiques effusifs, notamment à La Réunion, où le volcan est avant tout considéré comme une randonnée populaire, surtout en période éruptive. Les fortes pentes et les canyons sous-marins caractérisent la zone côtière de La Réunion. Des phénomènes d'instabilités récents y ont été identifiés. Leur impact sur les zones côtières demeure pour l'heure inconnu.

Risque hydrodynamique : L'aléa lié aux crues torrentielles est un enjeu majeur pour les populations et les ouvrages d'art. Actuellement, l'anticipation des crues torrentielles passe par des mesures de hauteur d'eau et de débit des cours d'eau avec transmission des données. Hélas ces équipements sont régulièrement arrachés par la charge solide et donc peu fiables en période cyclonique. Des équipements de suivi par caméras existent et sont actuellement en cours d'expérimentation. S'ils permettent une bonne caractérisation des hauteurs et vitesses d'eau, ils ne permettent pas encore d'évaluer l'importance de la charge de fond. Une piste en cours de développement (thèse Région au LGSR) consiste à quantifier la dynamique et le transport de la charge de fond des rivières par l'enregistrement des ondes acoustiques associées. Cette instrumentation placée hors des cours d'eau présenterait l'avantage d'être moins vulnérable à l'aléa hydrodynamique.

Erosion et remobilisation des matériaux : Le passé très récent de La Réunion est jalonné d'évènements catastrophiques dus à l'érosion, comme l'éboulement de Grand Sable (cirque de Salazie) qui a tué 63 personnes en 1875 ou la rupture du barrage naturel de la rivière des Pluies en 2002. Les risques liés à l'érosion sont associés aux éboulements de parois ou à la remobilisation d'alluvions déposées par les crues et formant des barrages. Dans les deux cas, les vallées et les zones littorales de l'île, les plus densément peuplées et lieux des principaux axes de communication, peuvent être directement impactées par cette remobilisation. Dans le cadre de la protection d'enjeux aux abords de ces cours d'eau (très forte concentration d'enjeux humains aux exutoires de cours d'eau mais aussi le long des encaissements), la connaissance géologique dans les cours d'eau concernés est primordiale pour la réalisation d'aménagements adaptés et pérennes.

Phénomènes gravitaires destructeurs : ils recouvrent à La Réunion 3 formes principalement, toutes destructrices et constituent des enjeux permanents de surveillance et de prévention :

Glissements de terrain de grande ampleur : les projets MvTerre et MvTerre 2 ont permis de poser les principes de fonctionnement des glissements de terrain de grande ampleur et de recenser leurs occurrences historiques, d'élaborer des cartes géologiques des trois cirques de La Réunion, mais aussi de mieux détecter, comprendre, suivre et modéliser les mouvements de terrain de grande ampleur. Pour autant, l'étude de ces phénomènes, qui touchent des zones habitées, reste particulièrement critique à la Réunion.

Déboulés : La Réunion, et plus particulièrement le cirque de Salazie, est exposé à des « déboulés », phénomènes rapides pouvant engendrer des reculs de bordure de ravines très conséquents ou des créations / accentuations de talwegs. D'après Pinchinot (1984), à la Réunion, la période de retour de ce phénomène est au minimum centennale en raison du volume des précipitations et de sa durée. Belle (2014) a montré que lors de la mise en charge de l'aquifère de Grand-Ilet, les circulations d'eau souterraine peuvent engendrer la déstabilisation des terrains par augmentation de la pression interstitielle et des vitesses de circulation d'eau souterraine exerçant une érosion interne de type boulangère, renard ou suffusion. Afin d'améliorer la prévision de ces phénomènes et l'aménagement dans les zones qui y sont sujettes, une meilleure connaissance des formations superficielles et de la géomorphologie apportée par le RGF permettrait une meilleure prévention.

Effondrements de remparts : La Réunion présente de grands escarpements, pouvant approcher 1200m de hauteur où des effondrements plusieurs millions de m³ ont été recensés. Ces phénomènes de grande ampleur sont relativement peu fréquents (une vingtaine d'effondrements rocheux en masse recensés sur le territoire de La Réunion), mais à ce jour il n'est pas possible d'anticiper leur occurrence, ni d'identifier de signes précurseurs. Plusieurs îlets ou habitations sont malheureusement directement exposés à ces phénomènes. Concentrer les efforts de la communauté sur ce type d'évènements permettrait, à n'en pas douter, de progresser dans la prévention de ces évènements catastrophiques.

Littoral : Les travaux de caractérisation de l'aléa recul du trait de côte réalisés dans le cadre des PPRL mettent en relief les problématiques d'érosion que l'on connaît à La Réunion sur de nombreux espaces fortement urbanisés du littoral. L'analyse des données produites et le croisement avec les couches d'enjeux mettent en relief les risques à venir : dans le siècle à venir, plus de 500 à 600 bâtiments devraient être mis en péril à cause du recul du trait de côte sur l'ensemble du littoral réunionnais. Le rechargement des cordons littoraux est une solution régulièrement évoquée. Pour autant, il reste un travail conséquent à réaliser pour caractériser les gisements sous-marins potentiels, en termes de nature de matériaux, de localisation et de puissance des gisements. Cette question peut se poser sur les plages ouvertes sur l'Océan, comme la baie de Saint Paul, mais aussi sur les plages coralliennes de l'Ouest de La Réunion. Sur ces dernières, il existe par ailleurs une réelle problématique de stock de matériaux en place et de nombreuses interrogations sur les flux alimentant et épuisant ces stocks. Pour toutes ces raisons, passer d'une description linéaire d'évolution du trait de côte, à une description de l'évolution des stocks sédimentaires et de leurs équilibres actuels et futurs constitue un réel enjeu.

Géothermie : La Réunion est l'un des îles volcaniques les plus actives au monde. On l'a vu, de nombreux indicateurs d'hydrothermalisme y sont présents, et des gradients géothermiques jusqu'à 86 °C/km y ont été mis en évidence. Pourtant, l'énergie géothermique associée à ce volcanisme n'est pour l'instant toujours pas valorisée. De façon volontariste, La Réunion s'est engagée via le SRCAE sur un objectif d'autonomie énergétique à l'horizon 2030. D'autre part, les cirques de Salazie et de Cilaos, qui apparaissent les plus favorables, ont fait l'objet d'une demande de permis exclusif de recherche (PER) par un consortium industriel Volcanergie (Electerre + Akuo). La ressource en eau thermale est par ailleurs de plus en plus convoitée par l'industrie d'eau embouteillée. Un projet RGF représente clairement une action incitatrice forte pour soutenir cet intérêt croissant.

Environnement : la connaissance précise des formations géologiques et principalement des couches superficielles, notamment en milieu urbain (extension spatiale notamment en profondeur) est un des éléments

clés dans l'appréciation des risques environnementaux. L'outil RGF associé aux données existantes tel que les fonds géochimiques (naturel ou urbains quand disponibles) apportera ainsi plus de précision dans l'élaboration des diagnostics et la définition des mesures de gestion dans l'optique de limiter les impacts environnementaux. Par ailleurs, dans l'optique de la mise en place d'une économie circulaire sur le territoire réunionnais, la gestion raisonnée des matériaux naturels et la promotion du recyclage des déchets inertes constitue un des axes prioritaires de développement sur le territoire (cf. forum économie circulaire, sous l'égide du Conseil Régional et de Nexa du 26 au 29 septembre 2016). En lien avec le futur schéma départemental des carrières qui devra faire l'inventaire des ressources secondaires (notamment les matériaux issus du recyclage), l'outil RGF permettra de mieux cerner les ressources primaires (naturelles) afin de mieux réguler leur usage.

Aménagement du territoire : la très forte pression sur le foncier due à l'expansion et à la concentration démographique aboutit à des conflits d'usage sur le sol et le sous-sol de plus en plus nombreux et complexes. Le besoin d'une connaissance géoscientifique fine dans l'aide à la décision est essentiel et ne cesse d'augmenter.

Patrimoine géologique : Pour tous, La Réunion évoque en premier un objet géologique exceptionnel. C'est d'ailleurs le thème « Pitons, Cirques et Remparts » qui a valu à La Réunion son classement au patrimoine Mondial de L'UNESCO. Depuis ce classement, les professionnels du tourisme (accompagnateurs de moyenne montagne en particulier) s'intéressent de plus en plus à ce patrimoine géologique pour répondre à une demande d'un tourisme éco-responsable. Le Parc National de La Réunion est en train de mettre en œuvre un label « EcoParc » au sein duquel les professionnels du tourisme seront formés à transmettre la connaissance de ce patrimoine géologique. L'intégration des données géologiques sous forme d'un RGF sera clairement un outil incitatif pour ces démarches. La valorisation de ce patrimoine constitue clairement un enjeu de société touristique, pédagogique, et de conservation.

3. L'existence de données et travaux de qualité à exploiter

Travaux géologiques récents : tout naturellement, la première phase d'un chantier RGF à La Réunion consisterait à inventorier l'ensemble des travaux géoscientifiques menés au cours des dernières années (et depuis les années 70, date de la carte géologique), chez les différents acteurs du chantier : thèses des Universités, cartes des coulées de la Fournaise (OPVF, Universités), carte des cirques au BRGM, cartes volcano-tectonique du Piton des Neiges, données structurales, hydrologiques, géophysiques et géochimiques, datations, données du domaine sous-marin, échantillons de roches, etc. L'intégration de tous ces travaux constituerait déjà, à elle seule, une avancée importante de synthèse et de mise à disposition des connaissances.

Le **levé hélicoptéré RéunionEM**, en électromagnétisme/magnétisme mené à bien sur l'ensemble de l'île en 2015 constitue un outil essentiel pour l'imagerie de l'environnement géologique à la fois profond (magnétisme), et à haute résolution entre la surface et 300 m de profondeur environ (électromagnétisme). Il est donc utile à la fois pour éclairer l'histoire volcanologique de l'île, mais aussi les structures de sub-surface et jusqu'à la caractérisation des formations superficielles.

Données géophysiques et géochimiques de l'OVPF et des Universités : depuis sa création en 1979, l'OVPF a déployé de nombreux réseaux de surveillance sur le volcan du Piton de la Fournaise mais également à l'échelle de l'île de la Réunion. Actuellement, ce sont une centaine de capteurs (sismologiques, géodésiques (GNSS, inclinomètres, extensomètres), et concentration en gaz) qui enregistrent en continu les soubresauts du volcan (et de l'île) et les remontées de magma. Toutes ces données sont stockées à l'OVPF, dupliquées à l'IPGP, et accessibles via volobsis.ipgp.fr. Elles sont complétées par les données d'autres équipes de laboratoires

d'universités acquises en particulier dans le cadre du Service National d'Observation en Volcanologie (CNRS-INSU) ou à l'occasion de campagnes marines.

Données des campagnes à la mer : bien que situé en ZEE française, le domaine sous-marin autour de La Réunion souffrait, il y a quelques années, d'un manque cruel de données. C'est dans ce contexte que deux campagnes en mer complémentaires, FOREVER et ERODER, ont été réalisées ; FOREVER en avril 2006, ERODER en quatre parties réalisées de 2006 à 2011. La campagne FOREVER « FORMation et EVolution de l'Edifice volcanique de la Réunion » adresse une double problématique scientifique : la première concerne le rôle joué par la lithosphère dans l'expression en surface du volcanisme intra plaque et la seconde contribue à l'étude du phénomène d'instabilité de flanc des édifices volcaniques. La campagne ERODER « EROsion et Démantèlement de l'Edifice volcanique de la Réunion » s'intéresse, dans son ensemble, à l'étude des processus de démantèlement des édifices volcaniques, aux rôles respectifs des déstabilisations de flanc et de l'érosion ainsi qu'à la dynamique du transfert de matériaux sur les flancs de l'édifice volcanique jusqu'à la plaine abyssale. Elle s'inscrit dans une approche Terre-Mer.

Données sismologiques régionales : dans le cadre du projet « RHUM-RUM » financé par l'ANR, des stations sismiques permanentes et temporaires, ainsi que des OBS, ont été disposés dans tout l'Océan Indien. Le but premier de ce réseau sismologique est de préciser la nature et la structure du point chaud de l'Océan Indien. Bien au-delà, ces données sismologiques sont aussi exploitées pour suivre la progression des cyclones, le recensement des cétacés, la fréquentation maritime etc... Ces données sont encore très loin d'avoir été exploitées dans leur totalité, et sont disponibles pour être intégrées aux travaux produits dans un chantier RGF.

Données hydrologiques des Bassins versants expérimentaux des observatoires de l'OSUR, (station Erorun Rivière des Pluies et Station littorale Ermitage) : ces observatoires labellisés par l'Allenvi et l'Insu sont intégrés au SOERE RBV et S.O. « Littoral -Trait de côte », ces bassins versants expérimentaux sont définis sur la base d'un objectif d'étude des processus hydrologiques et de leurs conséquences sur la «Zone Critique » en milieu volcanique insulaire tropical. Sur les sites de la Rivière des Pluies et de la station récifale de l'Ermitage, l'OSU-Réunion mutualise ainsi ses moyens d'observation développés au sein de sa fédération de recherche OMNCG avec ses partenaires (Météo France, Office de l'Eau, BRGM). Les paramètres acquis concernent les trois principaux domaines de la dynamique du bassin versant : les conditions météorologiques, les flux hydriques (superficiels et souterrains) et les flux sédimentaires et géochimiques.

Données diverses : d'autres données apporteront une contribution importante aux travaux produits dans un chantier RGF. On peut citer notamment, les données de forages de la Banque du Sous-Sol, Le MNT détaillé Litto3D, des couvertures d'imagerie satellitaire, de gravimétrie, les données de campagnes géoscientifiques marines, etc.

4. Projets géoscientifiques collaboratifs récents, financés, ou en gestation – Projets industriels impliquant une activité géoscientifique

- Demande de PER géothermique sur Salazie et Cilaos par Volcanergie (AKUO+ETF)

- RenovRisk Erosion – FEDER/CPER (*en cours de soumission*) : *Phénomènes gravitaires et érosifs à l'échelle des bassins versants*. Ce projet est un programme expérimental qui s'appuiera largement sur les outils et méthodes développés dans le cadre du projet MvTerre 2 sur les glissements de grande ampleur à Salazie et les stations d'observation du Réseau National des Bassins Versants (RBV) dont la Station « Erorun » de la Rivière des Pluies. Cette station de la Rivière des Pluies est gérée par l'OSU-Réunion avec l'appui de l'Office de l'Eau Réunion.

- ReNovRisk Cyclone – Projet Interreg (*en cours de soumission*). Impact météorologique et océanographique des cyclones tropicaux sur les îles du sud-ouest de l'océan Indien - Climat actuel et futur.

- RenovRisk – Transfert - FEDER/CPER (*soumis*) : Risques cycloniques sur la micro-région de l'ouest réunionnais
- FEDER ReunEM : Géophysique héliportée à l'échelle de La Réunion (2014-2015).

- FEDER : Capitalisation, modélisation et mutualisation des données acquises sur le volcan Piton de la Fournaise (2013-2015) - archivage des données historiques de l'OVPF sur support numérique.
- FEDER : Surveillance sismologique et géodésique (GSP) de haute résolution du Piton de la Fournaise (2007-2013)
- FEDER, DEAL, Région - MvTerre 2 (BRGM, LGSR) : Etude des mouvements de terrain de grande ampleur, pour mieux les détecter, les comprendre, et en assurer le suivi et la modélisation (2010-2013). Précédé du projet MvTerre (2002 – 2008) , même thématique.

- ANR SlideVOLC (porteurs OVPF/IPGP): Les déstabilisations volcaniques : de l'observation à un modèle global des déformations actives (projet de 3 ans, 2016-2019).
- ANR LAVA (porteurs LMV-OVPF/IPGP) : Lava et la ville: l'évaluation des risques, la réduction des risques et la gestion des crises effusives (projet de 4 ans, 2016-2020).
- ANR STRAP (porteurs OSU-Réunion, OPGC, OMP, IPGP) : Le projet porte sur la caractérisation des panaches volcaniques depuis leur source jusqu'à l'état de vieillissement et de dispersion dans l'atmosphère. Le Piton de la Fournaise en est une des cibles principales (projet de 3,5 ans, 2015-2018).
- ANR SPICy (Armines, BRGM, Météo France, ...) : Système de Prévission des Inondations côtières et fluviales en contexte Cyclonique (projet de 3 ans, 2014-2017).
- ANR RHUM-RUM (porteurs LGSR/IPGP – Ludwig Maximilians Universität Munich): Réunion hotspot and Upper Mantle – Réunion Unterer Mantel (2012 – 2015). L'objectif est d'imager la structure du manteau sous La Réunion depuis la croûte jusqu'au noyau, afin de déterminer la géométrie et l'origine du panache mantellique à l'origine du volcanisme qui a formé l'île, et ses possibles interactions avec la lithosphère.

5. Laboratoires français soutenant cette lettre d'intention (via la marque d'intérêt d'un de leur chercheur/euse) :

- Laboratoire Géosciences Réunion, Université de La Réunion/Institut de Physique du Globe de Paris
 - Laboratoire Magmas et Volcans, Clermont-Ferrand et Saint Etienne
 - Observatoire Volcanologique du Piton de la Fournaise, Institut de Physique du Globe de Paris
 - Laboratoire Domaines Océaniques, Université de Bretagne Occidentale, Brest
 - Institut des Sciences de la Terre, Grenoble
 - Institut de Physique du Globe de Strasbourg
 - BRGM, UMR 7327 - BRGM, CNRS, Université d'Orléans
-