

**UN SITE VOLCANIQUE ANALOGUE LUNE-MARS À LA RÉUNION  
POUR PRÉPARER L'EXPLORATION FUTURE, GÉOLOGIQUE ET HUMAINE**

Guy Pignolet

Science Sainte-Rose, Sainte-Rose, La Réunion, France  
guy.pignolet@science-sainte-rose.net

Laurent Fontaine

Ville de Sainte-Rose, Sainte-Rose, La Réunion, France  
laurent.fontaine14@wanadoo.fr

Jean-Pierre Chabriat

UFR Sciences et Technologie, Université de la Réunion, La Réunion, France  
doyensc@univ-reunion.fr

avec Bruno Mamindy-Pajany

Maire de la Commune de Sainte-Rose, La Réunion, France

**RÉSUMÉ**

Quarante ans après les missions Apollo, la communauté spatiale internationale considère un retour habité vers la Lune, et au-delà, l'exploration de Mars par les humains. Pour préparer ces nouveaux développements, il sera utile d'avoir des sites analogues ayant des similitudes avec les conditions lunaires et martiennes, dans le but de tester des équipements et des procédures. Il y a eu des simulations en Antarctique et dans le nord du Canada, et il existe un site de recherches opérationnelles dans le désert de l'Utah aux Etats-Unis. A l'île de La Réunion, une région française de l'Union Européenne, il existe sur le Piton de la Fournaise des sites appropriés pour des simulations lunaires ou martiennes, en particulier à la « Plaine des Sables », une zone de paysage minéral située sur le territoire de la ville de Sainte-Rose. En 2002, un film documentaire a été fait sur ce site, avec la participation d'experts scientifiques, pour présenter d'une façon vivante ce à quoi pourrait ressembler une future exploration humaine du volcan Olympus Mons. L'île de La Réunion offre un excellent environnement en termes de logistique et de soutien professionnel, avec des infrastructures aux normes européennes, des vols directs fréquents depuis Paris et le reste de l'Europe, pratiquement sans décalage horaire. La Réunion étant un territoire européen, il y a un minimum de problèmes réglementaires et sécuritaires, en particulier pour les chercheurs européens. L'UFR Sciences et Technologie de l'Université de La Réunion peut apporter des contributions de qualité orientées vers le futur, en particulier sur les questions d'énergie et, en coopération avec le Parc National, sur les questions d'environnement et de contact avec le grand public. Un secteur audiovisuel puissant est disponible pour documenter et promouvoir les activités du Site Analogue. Sainte-Rose a déjà une expérience des activités spatiales avec le satellite collégien Spoutnik-40-Ans, une réunion mondiale du Comité Education de l'IAF en 1977, et en 2006, l'installation par la NASA d'une station de poursuite pour le lancement de la sonde New Horizons vers Pluton. Aujourd'hui, la ville de Sainte-Rose peut mettre à la disposition des chercheurs une base permanente, ainsi qu'une logistique de transports et de communication pour un Site Analogue opérationnel.

**1 – INTRODUCTION : LES SITES ANALOGUES**

Quarante années ont passé depuis les missions Apollo des années 70, et maintenant, la communauté spatiale internationale, les organismes gouvernementaux, les instituts de recherche et les grands groupes industriels internationaux considèrent un retour habité vers la Lune et, au-delà, l'exploration de la Planète Mars par les hommes (fig.1), sans compter de nombreuses missions automatiques de préparation et d'accompagnement. Pour faire progresser ces nouveaux développements, il sera utile d'avoir des sites analogues ayant des similitudes avec les conditions



*Fig.1 : la Terre, la Planète Mars, la Lune*

lunaires et martiennes, dans le but de tester des équipements et des procédures en termes de technologie et d'organisation. Il y a eu des simulations en Antarctique et dans le nord du Canada, et il existe un site de recherches opérationnelles dans le désert de l'Utah aux Etats-Unis et de nouveaux sites sont envisagés à Hawaii par les universitaires américains. En Europe, des simulations ont été réalisées par le Groupe International d'Etudes Lunaires (ILEWG) sur les terrains volcaniques de l'Eifel (fig.2) [ref.1].



*Fig.2 : Simulation d'une sortie extra-véhiculaire pour l'inspection de l'atterrisseur ExoGeoLab sur le site volcanique de l'Eifel (campagne ILEWG)*

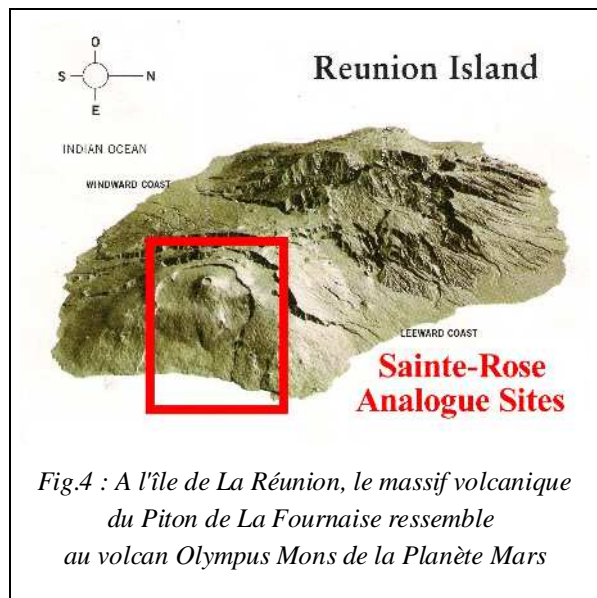
D'après Richard Léveillé, de l'Agence Spatiale Canadienne, "Les sites analogues sont ces endroits sur la Terre qui présentent certaines conditions géologiques, environnementales ou biologiques présumées d'un corps céleste, actuelles ou passées. Les études dites "analogues" sont nécessaires parce qu'elles nous permettent de comprendre le fonctionnement de certains processus sur Terre et ainsi d'interpréter et de valider les données reçues d'orbiteurs ou de robots mobiles d'exploration. Les sites analogues constituent aussi des endroits importants permettant d'optimiser les besoins scientifiques et technologiques et les stratégies d'exploration de missions robotisées ou habitées vers la Lune et Mars." [ref.2]. Pour la validation des technologies et des procédures, les sites analogues sont une étape intermédiaire utile entre les environnements de laboratoire, où les conditions sont connues et limitées par les choix des expérimentateurs et la réalité des futures explorations, où la part de l'inconnu et des découvertes est importante. Les tests sur un site analogue permettent ainsi d'élargir le spectre des capacités de réaction des engins et des hommes.

## 2 - UN SITE REMARQUABLE : LE PITON DE LA FOURNAISE



*Fig.3 : L'île de La Réunion, dans l'Océan Indien, une région volcanique de l'Union Européenne, à une nuit de vol des aéroports parisiens.*

A l'île de La Réunion (fig.3) (fig.4), une région française extérieure de l'Union Européenne, il existe sur le massif volcanique du Piton de la Fournaise des sites appropriés pour des simulations d'expérimentation lunaire ou martienne, en particulier à la « Plaine des Sables », une zone de paysage minéral située sur le territoire de la ville de Sainte-Rose.



*Fig.4 : A l'île de La Réunion, le massif volcanique du Piton de La Fournaise ressemble au volcan Olympus Mons de la Planète Mars*

En 2002, un film documentaire TV a été réalisé sur ce site (fig.5) [ref.3], avec la participation du géologue planétaire Charles Frankel et d'autres experts scientifiques, pour présenter d'une façon vivante ce à quoi pourrait ressembler une future exploration humaine du volcan Olympus Mons.



*Fig.5 : Images du film " On a marché sur Mars " tourné dans la Plaine des Sables à La Réunion*

Le film commence par une approche de la planète Mars avec des images 3D réalisées à partir des données recueillies par les sondes Viking, et quelques instants plus tard, pratiquement sans que l'on remarque la transition, se continue sur une approche finale filmée dans la Plaine des Sables à La Réunion.

“Nous avons cherché partout dans le monde, aux Etats-Unis, en Jordanie, nous n’avons rien trouvé de comparable, confie enthousiaste Greg Lanning, réalisateur du film On-a-marché-sur-Mars. La Plaine des Sables c’est Mars” [ref.4]. C'est un fait que beaucoup de touristes et de visiteurs du site font spontanément le rapprochement avec des paysages lunaires ou martiens.

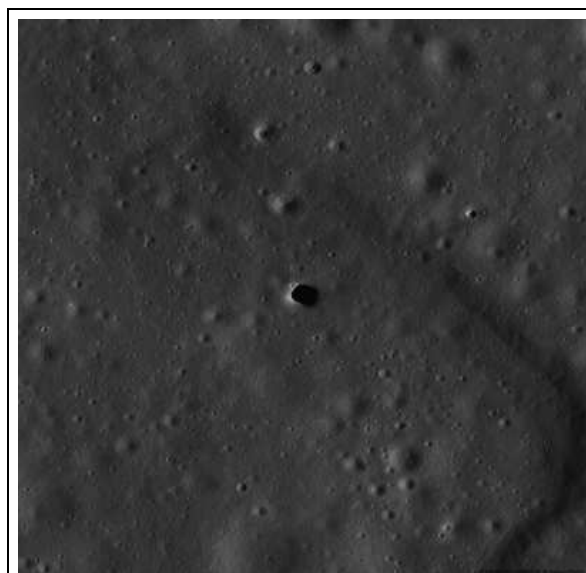
D'un point de vue géologique et structurel, le Piton de la Fournaise, haut de 7 km, l'un des plus grands volcans de la Planète Terre, ressemble beaucoup aux volcans martiens et à Olympus Mons en particulier.

### 3 - UN ENVIRONNEMENT LOGISTIQUE EXCELLENT

Pour les équipes de chercheurs et les expérimentateurs, l'île de La Réunion offre un excellent environnement en termes de logistique. Plusieurs vols directs relient chaque nuit Paris et le reste de l'Europe avec l'île de La Réunion, pratiquement sans décalage horaire. Sur place, ils peuvent retrouver des infrastructures territoriales avec un réseau routier et un environnement professionnel aux normes européennes, y compris dans

le domaine des communications. De plus, la Réunion étant une région française et un territoire européen, l'accès peut se faire avec un minimum de problèmes réglementaires et sécuritaires, en particulier pour les chercheurs de l'Union Européenne et de l'Agence Spatiale Européenne ESA. La commune de Sainte-Rose, petite par la taille de sa population, a néanmoins de grandes ambitions en matière d'énergies et de projets pour le futur, avec la plus grande ferme photovoltaïque de France et des projets régionaux pour mettre en oeuvre l'énergie thermique des mers. La commune a toute la capacité pour apporter son soutien logistique au développement d'un site analogue, en particulier en matière de transports, avec une autoroute qui met l'aéroport de Saint-Denis à moins d'une heure de Sainte-Rose, et de communications, avec l'Internet à haut débit et des faisceaux hertziens.

### 4 - UN REMARQUABLE ENVIRONNEMENT ACADÉMIQUE



*Fig.6 : Des tunnels de lave, semblables à ceux des pentes du Piton de la Fournaise, ont été découverts sur la Lune par la sonde japonaise Kaguya et ré-observés par la sonde américaine LRO.*

L'UFR Sciences et Technologie de l'Université de La Réunion et les instituts de technologie de l'île comptent des chercheurs et des laboratoires de qualité orientés vers le futur, en particulier sur les questions d'énergie. L'Université de La Réunion est le premier centre

européen à avoir fait la démonstration d'un système de transport d'énergie sans fil (TESF) par faisceau micro-ondes, une technologie essentielle pour les futures centrales solaires spatiales.

Partenaire du projet de Site Analogue Lune / Mars de Sainte-Rose, l'Université de La Réunion apporte au projet le soutien de ses équipes notamment en matière de volcanologie, d'énergies et de technologies, en particulier dans le domaine de la robotique, où elle pourra apporter des contributions importantes.

Un sujet d'étude spécialement intéressant pourrait être celui des tunnels de lave qui se trouvent sous les pentes du Piton de la Fournaise. Des tunnels semblables ont été repérés récemment (fig.6) [ref.5] dans les terrains volcaniques de la Lune par la sonde Kaguya (JAXA), et par la sonde LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) de la NASA dans la région des Monts Marius. La sonde MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) a fait des découvertes similaires sur les volcans martiens.

#### 5 - L'INTÉGRATION DANS LE PARC NATIONAL

La Plaine des Sables se situe au sein d'un Parc National particulièrement dédié aux questions d'environnement et de contact avec le grand public. La présence du site analogue Lune/Mars est un élément de valorisation et de prestige pour le Parc National de La Réunion, dont les équipes peuvent apporter leur expérience spécifique en matière de protection des environnements, un aspect important des futures missions d'exploration lunaires et martiennes.

En dehors des campagnes d'expérimentation, les modules et les équipements utilisés pour les simulations pourront être localisés près de la base logistique qui sera implantée au coeur du village de Piton Sainte-Rose, à l'entrée de la route touristique des Laves, avec un objectif d'information et d'éducation du grand public.

Le projet EuroMars (fig.7) [ref.6] est un exemple de structure susceptible de jouer une double fonction, expérimentale et éducative dans le cadre du Parc National de La Réunion.

#### 6 - DES RESSOURCES AUDIOVISUELLES

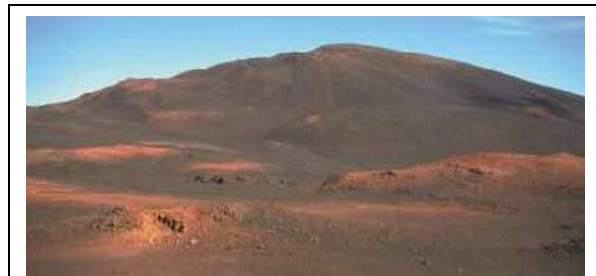
Un secteur audiovisuel puissant est disponible à La Réunion pour documenter et promouvoir les activités du Site Analogue Lune / Mars avec tout le personnel et les outils qualifiés pour couvrir ces deux aspects essentiels :

- la réalisation d'images à but d'exploitation technique pour enregistrer le déroulement des expériences et en permettre l'exploitation dans les meilleures conditions,



*Fig.7 : L'exemple de la station "Flashline" du groupe de recherche EuroMars dans l'île de Devon au nord du Canada*

- le suivi audiovisuel de tout le projet pour permettre d'en garder une trace documentaire qui puisse être exploitée pour communiquer vers le grand public et vers les institutions afin de développer l'adhésion et le soutien aux projets lunaires et martiens.



*Fig.8 : Le paysage lunaire / martien de la Plaine des Sables, site de tournage du film de simulation "On a marché sur Mars"*

Les équipes professionnelles réunionnaises ont sur place la capacité de réaliser des films sur les projets dans leur globalité, de faire des clips sur différents aspects, des DVD pédagogiques ou/et promotionnels,

etc., et de constituer des banques d'images complètes. A la Réunion, plus d'une centaine de techniciens (cadreurs, preneurs de son, chefs opérateur, monteurs, etc.) travaillent dans les domaines du tournage, de la post-production, du montage, et de la génération finale de films. De nombreuses sociétés de productions réalisent des dizaines d'heures de programmes par an pour la TV ou pour des entreprises (documentaires, reportages, clips, courts-métrages, films institutionnels, publicités, etc.), avec localement tout le matériel nécessaire pour les réalisations de ce type (caméra, son, éclairage, grue, steadycam, studio, rails de travelling, etc.). La Réunion a développé au fil des années de nombreuses compétences dans le domaine de l'audiovisuel. Elle dispose d'une école post-Bac (l'ILOD) qui forme aux techniques de l'audiovisuel jusqu'au Master, une école des Beaux-Arts et plusieurs festivals de documentaire et cinéma. Plusieurs diffuseurs TV sont présents sur l'île dont RFO Réunion du groupe public France TV, Antenne Réunion (groupe privé) et Noot TV sur le satellite.

Enfin, la Région Réunion a mis en place depuis le début des années 2000 des aides publiques spécifiques pour permettre le soutien à la production audiovisuelle, ce qui a permis de développer de manière importante la filière locale. Les activités d'un site analogue Lune / Mars représentent un nouveau challenge pour les nombreux talents et les compétences régionales.

#### 7 - CONCLUSION : LE SITE ANALOGUE LUNE MARS DE SAINTE-ROSE

Sainte-Rose a déjà une expérience des activités spatiales avec le satellite collégien Spoutnik-40-Ans, l'organisation d'une réunion mondiale du Comité Education de l'IAF en 1977, et en 2006, l'installation par la NASA d'une station de poursuite pour le lancement de la sonde New Horizons vers Pluton. Aujourd'hui, la commune de Sainte-Rose peut immédiatement mettre à la disposition des chercheurs lunaires et martiens des locaux pour une base administrative et technique permanente, ainsi qu'une logistique de transports et de communication pour un Site Analogue Lune / Mars opérationnel.

Une première visite des chercheurs de l'ILEWG pourra avoir lieu dès la fin de l'année 2010 pour une reconnaissance des terrains, une découverte du potentiel réunionnais et des rencontres avec les partenaires académiques, techniques et institutionnels. A l'issue du Congrès International d'Astronautique IAC-2011 qui se déroulera au Cap en Afrique du Sud, la communauté des futurs utilisateurs du Site Analogue de Sainte-Rose pourra venir à La Réunion pour une première campagne d'expérimentation.



*Fig.8 : Les locaux d'une ancienne gendarmerie, sur la coulée volcanique de 1977, sont prêts à accueillir le Site Analogue Lune/Mars de Sainte-Rose à l'île de La Réunion..*

Guy Pignolet, citoyen de Sainte-Rose, ingénieur retraité anciennement chargé d'études prospectives au Cnes et ancien président du comité Education de la Fédération Internationale d'Astronautique, a été chargé par la Commune de Sainte-Rose d'assurer le développement du Site Analogue Lune Mars de Sainte-Rose, en liaison avec le Groupe International de Travail pour l'Exploration de la Lune ILEWG et avec l'ensemble de la communauté des partenaires et des utilisateurs du site analogue.

#### REMERCIEMENTS ET CONTACT

Nous remercions M. Bruno Mamindy-Pajany, Maire de Sainte-Rose, et l'ensemble des membres du Conseil Municipal pour leur soutien sans faille qui a rendu possible ce projet de Site Analogue Lune Mars de Sainte-Rose. Merci aussi à nos collègues de l'UFR Sciences et Technologie de l'Université de La Réunion, en particulier le professeur Bernard Offmann, et merci à Jean-Marie Pernelle, de la société de production audio-visuelle En Quête Prod. Nous remercions particulièrement le géologue planétaire Charles Frankel [refs.7,8,9], responsable du projet Euromars, pour sa documentation et ses conseils.

Pour plus d'information concernant le Site Analogue Lune Mars de Sainte-Rose, merci de prendre contact avec le conseiller scientifique de la Commune de Sainte-Rose :

Guy Pignolet  
14 allée Vladimir Syromiatnikov  
97439 Sainte-Rose (La Réunion) – France  
[guy.pignolet@science-sainte-rose.net](mailto:guy.pignolet@science-sainte-rose.net)

## RÉFÉRENCES

1. ILEWG Eifel 2009 Campaign: Astronaut Extravehicular Surface/Subsurface Activities & Human Aspects. G. Groemer , W. Stumptner, B. Foing, et al. - 41st Lunar and Planetary Science Conference (2010) - [www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2010/pdf/1680.pdf](http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2010/pdf/1680.pdf)
2. Validation d'instrumentation spatiale dans les sites analogues - Richard Léveillé – 2007 - [www.u-bordeaux1.fr/exobio07/fichiers\\_cours/Leveille.pdf](http://www.u-bordeaux1.fr/exobio07/fichiers_cours/Leveille.pdf)
3. L'ascension de la Planète Rouge tournée à la Réunion – Journal de l'Île de La Réunion – 05 décembre 2002
4. La planète rouge recréée dans la Plaine des Sables – Journal de l'Île de La Réunion – 07 décembre 2002
5. Un tunnel sur la Lune – Site Internet Ciel&Espace – Emilie Martin - 10 mars 2010  
[www.cieletespace.fr/image-du-jour/4978\\_un-tunnel-sur-la-lune](http://www.cieletespace.fr/image-du-jour/4978_un-tunnel-sur-la-lune)
6. Euromars - un laboratoire pour la préparation des missions martiennes – Charles Frankel 2010 – Document Association Planète Mars - [www.planete-mars.com](http://www.planete-mars.com)
7. 2019 – Destination Lune – ARTE & Bonne Pioche - Laurent Lichtenstein, avec Charles Frankel – 20 juillet 2009 - [www.arte.tv/fr/Comprendre-le-monde/A-la-conquete-de-la-Lune/2019---destination-Lune/2747336.html](http://www.arte.tv/fr/Comprendre-le-monde/A-la-conquete-de-la-Lune/2019---destination-Lune/2747336.html)
8. La vie sur Mars, Charles Frankel, Editions du Seuil 1999
9. L'homme sur Mars – Charles Frankel – Dunod Paris 2007