

PROPOSITION DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE SPATIALE

Réponse à l'appel d'offres CNES 1999

I - RENSEIGNEMENTS GENERAUX

Discipline : **Sciences de la planète Terre et du climat**

Intitulé du projet : **SVO (Space Volcano Observatory)**

Indiquer à quel type d'activités se rattache la proposition :

Action engagée

Action nouvelle

Recherche technologique amont

Etude préparatoire

Développement instrumental

Exploitation de données

Autre (à préciser)

Organisme demandeur :

Nom : **Institut de Physique du Globe de Paris**

Adresse : **4 Place Jussieu**

Forme juridique : **EPSCP**

Personne ayant qualité pour engager le demandeur : **Jean-Louis le Mouél**

Laboratoire où seront menés les travaux :

Intitulé : **Observatoires Volcanologiques - UMS 821**

Adresse : **4 Place Jussieu, 75005 Paris**

Responsable scientifique :

Nom, prénom : **Briole Pierre**

Qualité : **Chargé de Recherche CNRS**

Téléphone : **Télécopie : 01 44 27 48 93 - 01 44 27 38 94**

e-mail : **briole@ipgp.jussieu.fr**

Date : **30 Avril 1999**

Signature du proposant :

Visa du Directeur de l'IPGP :

Visa du Directeur du Département d'Etudes Spatiales :

II - FICHE DE SYNTHÈSE DU PROJET

Résumé des objectifs Scientifiques :

L'objectif du projet SVO (Space Volcano Observatory), soumis à l'appel d'offres "Earth Explorer Opportunity Missions" de l'ESA est d'entreprendre la mise en place d'une constellation de 4 à 6 petits satellites dédiés de façon prioritaire à la surveillance opérationnelle des volcans. Le satellite proposé comporte un seul capteur (matrice CCD panchromatique sur 0.5-1 μ m de taille 4k x 4k pixels) pouvant être orienté avant-arrière et latéralement pour imager à haute résolution (pixels de 1.5m) une zone de 6x6 km. L'acquisition de telles données à haute résolution est indispensable pour surveiller des cratères actifs ou des dômes de lave qui sont des objets petits, quelques centaines de mètres seulement, mais extrêmement instables.

L'objectif de la présente demande est d'obtenir un soutien du CNES pour analyser de façon détaillée des images des satellites SPOT - particulièrement SPOT4 qui dispose d'un canal IR à 1.6 μ m - sur un certain nombre de volcans, afin de mieux cibler les caractéristiques que devra avoir le système SVO. Les résultats obtenus seront comparés aux observations radar disponibles (ERS, ENVISAT, RADARSAT). La complémentarité sur site volcanique des données visibles, IR et radar sera analysée. Des campagnes complémentaires au sol destinées à la validation des observations spatiales seront éventuellement demandées ensuite, dans le cadre d'autres programmes, en fonction des résultats obtenus à partir de l'imagerie.

Collaborations éventuelles :

Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes (ESGT) - Le Mans (M. Kasser)

Institut Géographique National (IGN) - Saint Mandé - F (C. Thom)

Open University (OU) - Milton Keynes - UK (D. Rothery)

Kings College London (KCL) - London - UK (M. Wooster)

Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) - Berlin - D (H. Hauber)

Istituto Internazionale di Vulcanologia (IIV) - Catania - I (M. Coltelli)

Centro de Vulcanologia - Universidade dos Açores (CVUA) - Ponta Delgada (P) (J. Gaspar)

Etapes clés du projet :

2000: Analyse des données SPOT sur 8 cibles. Bilan des autres données satellitaires et terrestres disponibles sur ces sites et inter-comparaison.

2001: Focalisation de l'étude sur 4 sites. Poursuite de l'analyse d'images sur ces sites. Validation sol.

2002: Synthèse des résultats obtenus.

Synthèse budgétaire (en kF 1999) :

1999	2000	2001	total
1528kF	800kF	60kF	2388kF

III - OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Préciser les objectifs à atteindre et les résultats attendus ainsi que la méthodologie envisagée.

1) Le projet SVO (Space Volcano Observatory)

L'objectif du projet SVO, soumis à l'appel d'offres "Earth Explorer Opportunity Missions" de l'ESA est d'entreprendre la mise en place d'une constellation de 4 à 6 petits satellites dédiés de façon prioritaire à la surveillance opérationnelle des volcans. Les caractéristiques essentielles du projet SVO et ses originalités par rapport aux autres systèmes existants ou projetés sont:

Caractéristiques du capteur

- imagerie haute résolution (1.5m) des volcans dans le visible: cette taille de pixel est indispensable pour échantillonner de façon suffisamment dense les cratères actifs ou les dômes de lave, qui sont de petits objets (quelques centaines de mètres) mais néanmoins la source effective des instabilités pouvant générer un risque dans les zones environnantes.
- imagerie stéréoscopique de ces objets au cours d'un même passage (visées avant et arrière) permettant la réalisation quasi temps réel d'un modèle numérique de terrain (MNT) de la zone surveillée.
- A l'aide du même capteur que pour le visible, imagerie haute-résolution (4.5m) des volcans dans le proche infra-rouge (0.8-1 μ m) lors des passages de nuit, permettant de surveiller les régions les plus chaudes d'un cratère (>450°C) ainsi que les coulées de lave actives.

Caractéristiques opérationnelles

- courte période de rafraîchissement des informations (par possibilité de basculement latéral de la caméra et mise en place d'une constellation de 4 à 6 satellites), soit 1 à 2 jours avec un premier satellite et 3 à 6 heures avec 6. Cette période est assez souvent (pas systématiquement) compatible avec des impératifs de protection civile.
- Déchargement direct temps réel des données sur des stations de réception directe situées à proximité de l'objet à surveiller.

Les informations complémentaires peuvent être trouvées dans le projet SVO joint en annexe de la présente demande.

2) Objet de la demande

Nous souhaitons travailler sur les données acquises dans le visible et dans l'infra-rouge par le satellite SPOT4 sur un certain nombre de volcans identifiées comme les plus dangereux actuellement au niveau mondial. La table (Table 1) ci-dessous, extraite du projet SVO-ESA indique huit volcans actifs actuellement et situés près de villes importantes. En complément de ces cibles potentielles, plusieurs volcans sont importants au plan national et européen, en particulier le Piton de la Fournaise (Réunion), la Soufrière (Guadeloupe), le Vésuve (Italie) et le volcan de Montserrat (UK), récemment actif et dont l'activité est supposée être représentative du type de phénoménologie qui pourrait éventuellement intervenir à la Soufrière de Guadeloupe en cas de crise. Cela représente un total de 12 cibles géographiques auxquelles pourraient éventuellement s'ajouter quelques volcans andins ou d'Amérique centrale dangereux et sur lesquels nous avons déjà travaillé (Misti (Pérou), Colima (Mexique), Villarica (Chili)).

2.1) Exploitation des données SPOT4

Sur 8 des 15 cibles mentionnées précédemment, nous souhaitons étudier une série, la plus complète possible, de données obtenus par l'imagerie SPOT4, à la fois en mode X multispectral permettant la prise en compte du SWIR (B4) à 1.6 μ m en en mode M monospectral utilisant le canal visible B2 à 10m. Nous avons besoin de séries multiples de données pour étudier

- la variabilité temporelle de l'image proprement dite sur ces sites particuliers
- les performances dans le domaine de la production de MNT à partir du 10m monospectral dans le cas de ces sites particuliers où le relief est très marqué.
- les possibilités offertes en termes de super-résolution par l'emploi de plusieurs images de la même zone.

2.2) Comparaison avec d'autres données spatiales ou aériennes

Sur les 8 cibles retenues, nous chercherons à comparer les résultats de SPOT4 à ceux disponibles à partir des satellites radar ERS, ENVISAT et RADARSAT. Des comparaisons seront également possibles avec des données de LANSAT7, et dans certains cas avec des données d'imagerie aéroportée. L'usage de données des satellites SPOT précédents est également très intéressante, dans la mesure où il permet l'étude de séries temporelles plus longues.

2.3) Validation sol

En fonction des résultats obtenus à partir de l'étude des données SPOT4, des missions spécifiques destinées à la validation terrain de telle ou telle observation sont envisageable facilement sur certains des sites mentionnés précédemment, en raison de l'existence d'Observatoires Volcanologiques déjà bien équipés ou en raison des collaborations que nous avons déjà avec des organismes locaux.

Zone tectonique	Volcan	Altitude (m)	Pays	Dernier événement important	Population exposée
Europe	Etna	3350	Italie	01/99	0.5 (Catania)
Africa	Nyamuragira	3058	Congo-K	27/10/98	0.5 (Goma)
Central America	Popocatepetl	5465	Mexique	23/09/98	>1 (Mexico City)
South America	Fuego	3763	Guatemala	19/11/98	0.5 (Antigua)
South America	Guagua Pichincha	4784	Equateur	07/10/98	>1 (Quito)
Japan - Aleutian	Sakura-Jima	1117	Japon	24/01/98	0.5 (Kagoshima)
South East Asia	Merapi	2911	Indonesie	depuis 1992	>1 (Jogyakarta)
South East Asia	Rabaul	688	Nouvelle Guinée	28/05/97	0.1 (Rabaul)

Table 1: Volcans les plus actifs au voisinage de grandes villes au cours des dernières années

IV - SITUATION ACTUELLE DU THEME DE RECHERCHE

Préciser la situation du thème de recherche dans le contexte national et international et compléter éventuellement par une bibliographie succincte ; exposer les résultats déjà acquis par les proposant sur le sujet avec une liste de références significatives.

On estime à 1500 le nombre de volcans potentiellement actifs sur Terre, et environ 500 l'ont été durant ce siècle. D'autre part, environ 10% de la population mondiale est exposée directement au risque volcanique sans compter les effets indirects (impact sur le climat, danger pour le trafic aérien, ...). La surveillance des volcans est donc une préoccupation importante pour la société. En dépit des efforts réalisés dans de nombreux pays, seuls quelques volcans sont correctement surveillés au sol. De plus, même dans les mieux équipés d'entre eux, la surveillance continue en temps réel des régions les plus dangereuses reste bien souvent impossible. L'exemple de l'éruption récente du volcan Montserrat (Antilles) illustre bien les difficultés rencontrées pour surveiller depuis le sol la croissance et les déstabilisations d'un dôme de lave actif. A titre d'exemple, la croissance du dôme de lave (un paramètre primordial pour suivre l'activité et tenter de prévoir sa prochaine déstabilisation) était suivie, lorsque les conditions d'accès et de risque estimé étaient favorables, à l'aide de visées optiques réalisées depuis un hélicoptère en vol stationnaire au dessus du dôme.

Parmi les méthodes futures pouvant permettre de mieux surveiller les volcans, il est clair que l'imagerie satellitaire, qu'elle soit visible, thermique ou radar a un rôle primordial à jouer à la fois sur les volcans déjà bien surveillés au sol et aussi sur l'ensemble des autres volcans actifs de la planète non surveillés actuellement.

VI - PERSONNELS PERMANENTS du laboratoire participant effectivement au projet

NOM, Prénom	Titre ou grade, âge	Appartenance administrative	% temps consacré au projet(prévision)
BRIOLE Pierre	CR1 37 ans	IPGP, UMR 7580	40%
1 CDD			100%
LOGNONNE Philippe	Professeur	IPGP, U. PVII	5%
CHEMINEE Jean-Louis	DR2	IPGP	5%
DIAMENT Michel	Phys 1	IPGP	10%
BONVALOT Sylvain	CR1-IRD	IRD, IPGP	20%
BOUDON Georges	Phys 2	IPGP	15%

VII - COLLABORATIONS EXTERIEURES (le cas échéant)

NOM, Prénom	Appartenance administrative	Contribution envisagée au projet (%)
ROTHERY Dave	Open University, UK	10%
WOOSTER Martin	Kings College London, UK	10%
HAUBER Ernst	DLR Berlin, D	10%
COLTELLI Mauro	Istituto di Vulcanologia, Catania, I	20%
GASPAR Joao-Luis	Universidade dos Açores, P	20%

VIII - Moyens à la disposition des proposant

Indiquer les moyens dont dispose le laboratoire et dont pourra bénéficier le projet : Grands appareillages, moyens de calcul

Stations de travail SUN

Financements : dotations ordinaires (Enseignement Supérieur, CNRS, CEA, INSERM, autres établissements publics à préciser), ressources contractuelles d'origine publique ou privée (préciser l'origine)

Les financements complémentaires relatifs à ce projet, en ce qui concerne les données annexes (hors données d'imagerie spatiale) et les validations terrain seront demandés à d'autres programmes nationaux (PNTS, PNRN) ou européens (5^e PCRD). Nous disposons déjà de séries de données SAR ERS sur plusieurs des volcans proposés.

Compte tenu des activités déjà en cours sur plusieurs des volcans proposés, les validations terrain recherchées seront issues en bonne partie de données acquises dans le cadre des réseaux de surveillance de ces volcans et ne nécessiteront pas de financements spécifiques trop onéreux.

D'autre part, le projet SVO prévoit aussi, dans le domaine du développement instrumental, la poursuite des travaux sur les matrices CCD à haute résolution susceptibles de remplacer la technologie des barrettes CCD dans l'avenir. Ce volet ne fait pas partie de la présente demande, mais des financements futurs pourraient être demandés dans ce cadre.

IX - CALENDRIER DU PROJET

Mentionner les étapes-clés de réalisation

2000: Analyse des données SPOT sur 8 cibles. Bilan des autres données disponibles et inter-comparaison.

2001: Focalisation de l'étude sur 4 sites. Poursuite de l'analyse d'images SPOT sur ces sites. Validation sol.

2002: Synthèse des résultats obtenus.

X - ECHEANCIER BUDGETAIRE PREVISIONNEL (en KF 99)

	1999	2000	2001	TOTAL
Equipements	100kF			100kF
Fonctionnement	70kF	30kF	30kF	130kF
Missions	30kF	30kF	30kF	90kF
CDD et vacations	220kF	220kF		440kF
Images	1108kF	520kF		1628kF
TOTAL	1528kF	800kF	60kF	2388kF

XI - PROGRAMME DES TRAVAUX POUR 2000

- 1) Traitement des images SPOT disponibles
- 2) Comparaison avec les autres informations disponibles relatives (satellites ou non) aux sites étudiées
- 3) Décision concernant les chantiers à développer plus en détail en 2001

XII - AIDE DEMANDEE AU CNES EN 2000

Equipements : Matériel scientifique inventorable d'une valeur égale ou supérieure à 50.000,00 F hors taxes. Liste et valeur d'achat (H.T.) :

1 station de travail pour traitement d'images + disques: **100kF**

Fonctionnement :

Logiciels de traitement d'images, SIG, ...: **50kF**

Consommable information, supports: **20kF**

Images SPOT

12 images SPOT4 sur 8 sites: 8 x (1 x 17kF + 11 x 8.5kF) **884kF**

4 programmations SPOT4 sur 8 sites: 4 x 8 x 7kF **224kF**

Missions:

Missions auprès des partenaires du projet (collaboration extérieure): **30kF**

CDD ET vacations :

1CDD (Paris, 1an, Traitement des données): **220kF**

FRAIS DE GESTION : Au maximum : 2,5 % des autres postes: **38kF**

MONTANT H.T. DE L'AIDE : **1566kF**

MONTANT T.V.A. : **323kF**

MONTANT T.T.C. : **1889kF**