

ACQUISITION, TRAITEMENT ET TRANSMISSION DE DONNEES DE VOLCANOLOGIE.

(J. TABBAGH, C. PAMBRUN & M. LARDY)

avec la collaboration de C. ARCHAMBAULT, J.P. EISSEN,
P. MAILLET, M. MONZIER & A. TABBAGH

RESUME - Le volcanisme tient un rôle primordial dans l'évolution de notre planète, on estime qu'il dissipe environ le tiers de l'énergie thermique du globe (y compris le volcanisme des dorsales).

Beaucoup de pays en voie de développement sont soumis aux risques géologiques majeurs et notamment aux risques volcaniques.

Depuis 1985, l'UR 1F du département TOA a entamé avec des partenaires français CNET, PIRPSEV, CNRS, IPG.P, Université de Paris VII, des collaborations pour l'étude de la prévision et de la surveillance des éruptions volcaniques en vue d'apporter sa contribution à la réduction des risques volcaniques dans les pays en voie de développement.

Des matériels simples et fiables ont été implantés sur deux volcans-laboratoires (Matthew 1986, Hunter 1988) situés dans le SO Pacifique. Ces outils entièrement automatiques effectuent des mesures météorologiques, thermiques et sismologiques quotidiennes transmises par voie satellitaire. Ces données sont exploitées de différentes façons après leur mise à disposition au centre CLS de Toulouse (Argos) :

- prélevées automatiquement chaque jour, via le réseau TRANSPAC depuis le centre de Nouméa ; après une rapide analyse, l'observateur commande d'éventuels tracés (variation de température, de pression, histogramme de sismicité, etc.). On envisage à terme la mise en place d'un système expert ;

- interrogé quotidiennement depuis le CTIV (centre de téléobservation informatisé des volcans, CRG GARCHY), le centre Argos de Toulouse fournit les données des dernières 24 heures ; traitées pour partie (élimination des redondances) elles sont transférées vers la banque de données de volcanologie créée au CIRCE (Orsay). Un fichier de données brutes et un fichier de données interprétées sont ainsi accessibles à tous les utilisateurs potentiels, via les moyens télématiques habituels.

Le CIRCE distribue également les données sous formes graphiques et numériques sur un serveur VIDEOTEX, ce qui permet à tous les possesseurs d'un Minitel d'avoir accès à l'essentiel (suivi en cas de crise). Toutes les données enregistrées depuis le début d'une opération peuvent être appelées.

De plus, des fichiers sur disquettes sont constitués au centre de recherches de Garchy, et au centre ORSTOM de Nouméa qui assure également la mise à disposition de certaines données auprès du service météorologique de Nouvelle Calédonie.

L'objectif est une participation à un observatoire mondial, pour l'acquisition de données de volcanologie en temps réel et une collaboration à la préparation d'une décennie internationale (1990-2000) pour la réduction des risques naturels.

Nous proposons donc d'exposer, à partir des outils utilisés, les procédures retenues (tri, représentation, accès, etc.) et de faire la démonstration en temps réel de l'accès aux données sur deux centres serveurs : CLS et CIRCE.

1. SURVEILLANCE DES VOLCANS

Le volcanisme qui témoigne de la dynamique de notre planète est associé à la création de dorsales localisées essentiellement sous la mer, à la destruction de croûte océanique (zone où le plancher océanique s'enfonce sous le manteau terrestre) et, en dehors des frontières de plaques, aux "points chauds" (Açores, Hawaii, Réunion, Canaries, etc.).

Des progrès notables sur la connaissance des volcans ont été enregistrés ces dernières années ; mais chaque édifice à son histoire, ses particularités et ses activités propres, qu'il faut reconstituer et surveiller en permanence.

La reconstitution des éruptions se fait à partir des annales historiques lorsqu'elles existent et par des prélèvements et analyses des matériaux émis au cours des éruptions.

La surveillance se fait par la mesure permanente de paramètres géophysiques et géochimiques. Sur les quelques 500 volcans actifs à la surface de la terre, peu sont surveillés et quelques dizaines sont dotés d'observatoires permanents. Des pays riches déploient souvent des moyens importants autour des volcans (Kilauea, Piton de la Fournaise, etc.), essentiels pour une meilleure compréhension des mécanismes volcaniques et des phénomènes associés à la dynamique de la terre. De tels observatoires réunissant des moyens matériels et humains importants ne peuvent être systématiquement installés sur des volcans aux cycles éruptifs espacés, les plus menaçants et souvent situés dans les pays en développement.

2. MOYENS D'INVESTIGATION

Les transmissions spatiales facilitent la mise en oeuvre à terre d'observatoires automatiques. C'est à l'initiative de PIRPSEV en 1981, et avec la participation du CNET (Service Environnement), qu'a été entreprise une expérience de téléobservation sur l'Etna ; l'expérience acquise a été transposée, et adaptée en 1986 à l'initiative de l'ORSTOM, sur deux îlots volcaniques du S.O. Pacifique, Matthews et Hunter.

Les techniques spatiales permettent d'assurer des mesures automatiques et permanentes pour un ensemble de paramètres significatifs en regard des édifices concernés. Cette surveillance s'apparente à une "sonnette d'alarme" capable de prévenir la communauté scientifique de la persistance de phénomènes anormaux susceptibles d'entraîner une investigation avec des moyens plus importants.

Le système de transmission spatiale utilisé (ARGOS) est associé à des moyens informatiques et télématiques qui facilitent le traitement et la distribution de l'information, à la fois auprès de pays dont les volcans sont sous surveillance (s'ils disposent de moyens de communications associés aux réseaux de transmission de données) et auprès de la communauté scientifique concernée.

3. ACQUISITION

Les mesures de sismologie, températures de fumerolles et de sol, complétées par des informations météorologiques sont transmises toutes les deux minutes et demie par les balises ARGOS sous forme de paramètres numérisés, quinze pour Matthews et dix-huit pour Hunter.

Les données acquises sur les deux volcans sont actualisées toutes les quatre heures et sont recueillies de façon héliosynchrone par les satellites TIROS, huit fois par jour. Après l'émission vers une des trois stations terrestres de réception, les messages sont accessibles moins de trois heures après leur acquisition auprès du centre de distribution CLS de Toulouse ; deux types d'exploitation sont alors réalisés.

4. EXPLOITATION ET TRAITEMENT DES DONNEES

4.1. De Nouméa

Nous interrogeons quotidiennement, via le réseau TRANSPAC, le centre ARGOS de Toulouse afin de contrôler le bon fonctionnement des stations et l'évolution éventuelle des paramètres.

A la vue des dernières données du dernier passage satellite, nous pouvons compléter l'interrogation par la récupération de données supplémentaires. La capture et l'automatisation du traitement de données enregistrées au cours des cent dernières heures, et disponibles au centre de distribution CLS de Toulouse, permet de suivre graphiquement les évolutions les plus récentes des paramètres mesurés sur les volcans MATTHEWS et HUNTER.

Après acquisition et sauvegarde sous "CROSSTALK", le programme "ARGOS", écrit et compilé sous TurboBASIC, permet la mise en forme des données, après suppression des redondances et des valeurs inutiles, et crée un fichier trié exploitable par un logiciel graphique, GRAPH-IN-THE-BOX par exemple. On peut donc tracer à l'écran et imprimer un ensemble de paramètres pour une période maximum de quatre jours (voir exemple 1).

Exemple 1 : Données récupérées auprès de CLS ARGOS à Toulouse, via
TOMPAC (TRANSPAC) depuis Nouméa.

PRV/C,0448,TX,241/10-243/00,09661

Prog 00448

09661 NO LOCATION 241/1332Z

(4) 35 56 69 72

80 72 117 99

164 10 65 44

159 09 10 00

36 55 70 68

80 72 114 100

171 10 66 44

159 09 10 00

09661 NO LOCATION 242/1903Z

(5) 43 59 70 65

80 74 112 96

227 19 64 45

159 09 10 00

42 60 70 67

80 73 114 98

187 11 62 44

159 09 10 00

09661 NO LOCATION 241/1510Z

(3) 35 56 69 72

80 72 117 99

164 10 65 44

159 09 10 00

36 55 70 68

80 72 114 100

171 10 66 44

159 09 10 00

09661 NO LOCATION 242/2041Z

(5) 43 59 70 65

80 74 112 96

227 19 64 45

159 09 10 00

44 62 70 65

80 75 122 98

235 15 64 45

159 09 10 00

... suite passage 37 à 42

ARGOS READY

/LOGOUT

Fichier ci-dessus remis en forme avant tracé

241243.MAT

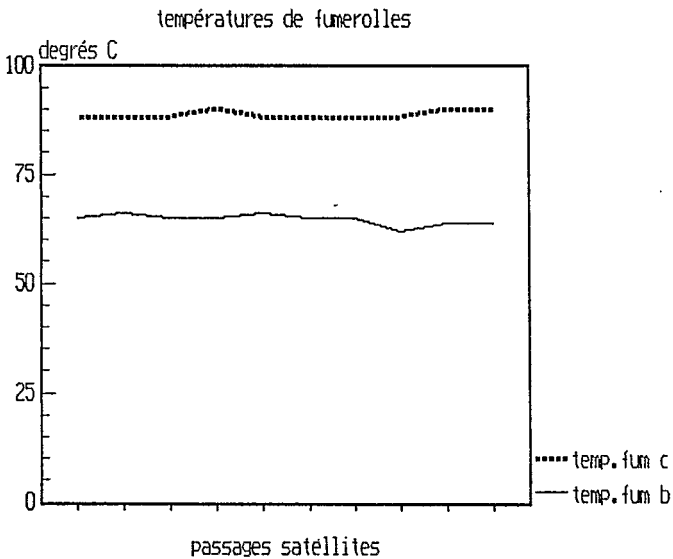
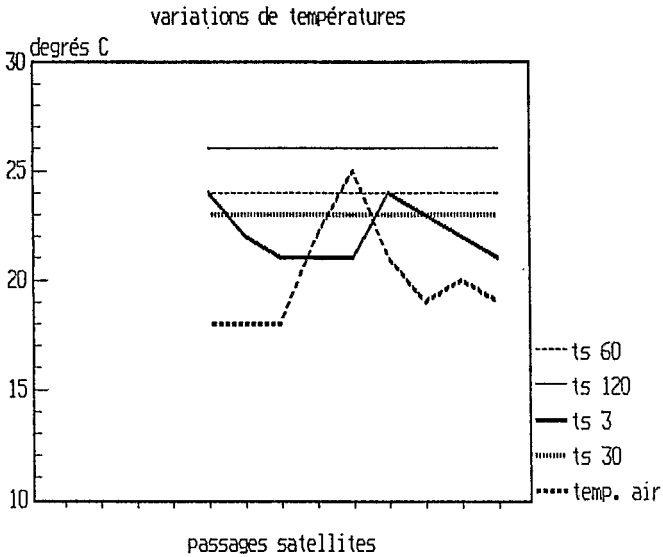
FICHIER 241243.MAT.DONNEES MATTHEW.DATE 241/10-243/00

FORMAT :

N	Tair	Tsol1	Tsol2	Tsol3	Tsol4	Ubat	Patm	Hr	TfumA	TfumB	TfumC			
35	18	23	24	26	24	23	999	82	10	65	88	0	0	0
36	18	23	22	26	24	23	1000	85	10	66	88	0	0	0
37	18	23	21	26	24	22	999	82	9	65	88	0	0	0
38	22	23	21	26	24	23	998	67	1	65	90	0	0	0
39	25	23	21	26	24	24	997	50	1	66	88	0	0	0
40	21	23	24	26	24	23	995	67	1	65	88	0	0	0
41	19	23	23	26	24	23	998	89	9	65	88	0	0	0
42	20	23	22	26	24	23	998	93	11	62	88	0	0	0
43	19	23	21	26	24	22	996	100	19	64	90	0	0	0
44	20	23	21	26	25	23	998	100	15	64	90	0	0	0

Tracés obtenus à partir du fichier 241243.MAT
de la page précédente

Exemple 1



4.2. Depuis le CTIV (CNRS-GARCHY)

On prélève une fois par jour l'ensemble des données (via micro-ordinateur et modem) des dernières vingt quatre heures, auprès du centre serveur ARGOS de Toulouse, à travers le réseau TRANSPAC ; un changement de format assure le compactage des fichiers qui sont stockés sur disquette.

Un ensemble de logiciels permet de trier ces données suivant l'heure de réception des messages, d'éliminer les doubles et de constituer un fichier de données brutes par mois, qui est consultable immédiatement. Un traitement plus complet est effectué une fois par jour ; il consiste à éliminer les erreurs de transmission, à calculer l'heure d'acquisition et la valeur des paramètres physiques à partir des formules de conversion et des constantes d'étalonnage, afin de créer un fichier de données interprétées pour chaque mois.

De plus, des logiciels ont été développées pour permettre des consultations à partir du système Vidéotexte (Minitel) ; à partir du traitement effectué précédemment on peut obtenir sous forme de courbes ou de données la variation quotidienne ou mensuelle d'un paramètre voir exemple 2).

L'ensemble de ces données disponible au CIRCE est stocké dans une banque de volcanologie lancée à l'initiative de PIRPSEV, et maintenant prise en charge par l'INSU. Toutes les données, conservées sous forme d'un fichier de données brutes et d'un fichier de données interprétées, sont accessibles par les moyens télématiques par la communauté d'utilisateurs.

CONCLUSION

Le développement de réseaux téléobservés sur des volcans actifs nécessite un examen méthodique des données ; leur analyse rapide entraînera à terme la mise en place de "systèmes experts" capables de mettre en évidence les variations significatives et de déclencher des alertes.

L'interconnexion des centres de calcul par les réseaux (FNET, EARN, EUNET, etc.), et donc du RIO dont la multiplication des points d'accès est en cours, devrait permettre de "ramener" vers les pays en développement les données précédemment acquises. La mise en place de messageries informatiques (RIO) ne pourra que favoriser les échanges entre les scientifiques qui participent à l'acquisition de données de volcanologie en temps réel pour la réduction des risques naturels.

Exemple 2 : Fichiers bruts disponibles au CIRCE récupérés par réseau TOMPAC
(TRANSPAC) depuis Nouméa.

MATTHEWS

448 9661 32 14488 01 47 14 6 51 75 70 66 81 74 142 97 114 01
 67 44 160 09 10 00 50 71 70 63 81 73 148 98 130 01 66 45 160 09
 10 00
 448 9661 32 14488 03 27 39 5 51 75 70 66 81 74 142 97 114 01
 67 44 160 09 10 00 50 71 70 63 81 73 148 98 130 01 66 45 160 09
 10 00
 448 9661 32 14488 01 47 14 6 51 75 70 66 81 74 142 97 114 01
 67 44 160 09 10 00 50 71 70 63 81 73 148 98 130 01 66 45 160 09
 10 00
 448 9661 32 14488 03 27 39 5 51 75 70 66 81 74 142 97 114 01
 67 44 160 09 10 00 50 71 70 63 81 73 148 98 130 01 66 45 160 09
 10 00

HUNTER

448 9662 32 14488 01 33 32 1 235 98 109 83 83 82 82 158 116 01
 255 00 01 00 00 00 08 00 01 255 254 254 127 71 209 42 250 248
 248 248 248 248
 448 9662 32 14488 01 38 31 2 234 99 110 84 84 84 83 169 132 03
 255 00 01 01 01 01 08 00 01 255 254 254 164 70 209 42 224 224
 224 250 250 248
 448 9662 32 14488 01 43 30 2 235 98 109 83 83 82 82 158 116 01
 255 00 01 00 00 00 08 00 01 255 254 254 127 71 209 42 250 248
 248 248 248 248
 448 9662 32 14488 03 13 14 1 235 98 109 83 83 82 82 158 116 01
 255 00 01 00 00 00 08 00 01 255 254 254 127 71 209 42 250 248
 248 248 248 248

Fichiers interprétés disponibles au CIRCE récupérés par réseau TOMPAC
(TRANSPAC) depuis Nouméa

DMAT1I89.09

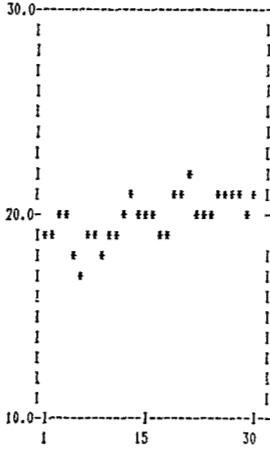
9661	89243	21	12	51	25.0	26.0	23.7	22.3	21.0	24.1	1013.	57.	1.
67.	94.	0	0	0									
9661	89244	1	14	52	20.0	26.0	23.7	22.3	24.3	23.5	1012.	73.	1.
67.	94.	0	0	0									
9661	89244	5	17	53	19.0	26.0	23.7	22.3	22.7	23.1	1015.	78.	3.
67.	94.	0	0	0									
9661	89244	9	19	54	18.3	26.0	23.7	22.7	21.3	23.0	1014.	79.	3.
68.	94.	0	0	0									
9661	89244	13	21	55	18.0	26.0	23.7	22.7	20.7	22.9	1013.	73.	3.
68.	95.	0	0	0									
9661	89244	17	23	56	21.7	26.0	23.7	22.7	20.0	24.0	1015.	59.	1.
68.	94.	0	0	0									
9661	89244	21	25	57	22.3	26.0	23.7	22.3	21.0	24.5	1014.	58.	1.
68.	94.	0	0	0									

DHUN1I89.09

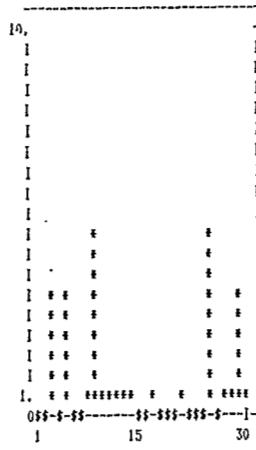
9662	89244	1	18	235	22.44	27.25	20.75	20.75	20.50	20.50	979.0		
58.0	-7.1	55.0	0.0	0.4	0	0	0	0	0	0			
9662	89244	6	38	237	22.36	19.75	20.50	20.75	20.50	20.75	983.5		
79.0	-3.5	89.0	0.0	3.1	0	0	0	0	0	0			
9662	89244	9	18	238	22.20	19.00	20.75	21.00	20.50	21.00	985.5		
80.5	0.0	88.0	0.0	4.6	0	0	0	0	0	0			
9662	89244	11	58	239	22.20	18.75	20.75	21.00	20.75	21.25	986.5		
80.2	0.0	88.0	0.0	5.4	0	0	0	0	0	0			

Tracés obtenus à partir du serveur vidéotexte (MINITEL) du CIRCE

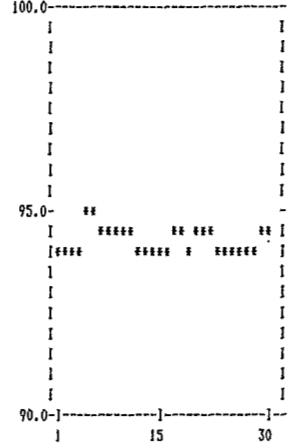
MATTHEW TEMPERATURE SOUS ABR1
SEPTEMBRE 1989



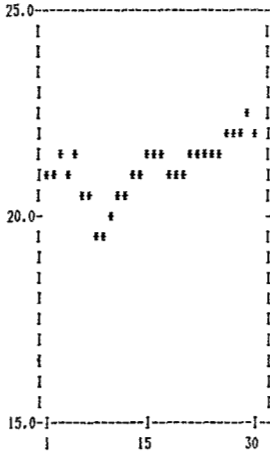
MATTHEW COMPTEUR SISMIQUE NIVEAU 1
SEPTEMBRE 1989



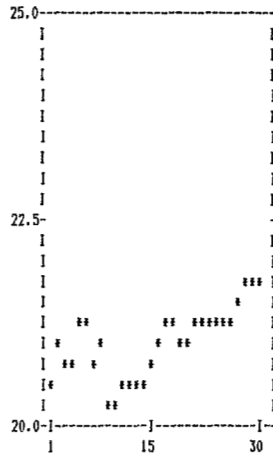
MATTHEW TEMPERATURE FUMEROLLE (3)
SEPTEMBRE 1989



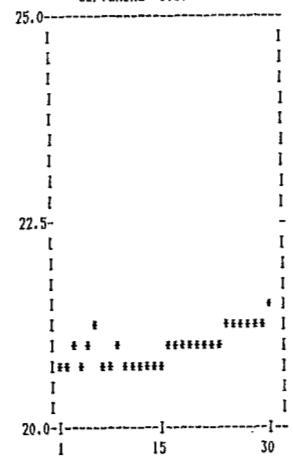
HUNTER TEMPERATURE 30 cm
SEPTEMBRE 1989



HUNTER TEMPERATURE 60 cm
SEPTEMBRE 1989



HUNTER TEMPERATURE 120 cm
SEPTEMBRE 1989



GLOSSAIRE

- CIRCE : Centre inter-régional de calcul électronique (CNRS) ;
CLS : Collecte et localisation de données satellitaires (ARGOS) ;
CNET : Centre national d'étude des télécommunications
CRG : Centre de recherches géophysiques, Garchy (CNRS)
EARN : European academic research network
PIRPSEV : Programme interdisciplinaire de recherche sur la prévision et la surveillance des éruptions volcaniques
TRANSPAC : Transmission de données par paquets
INSU : Institut national des sciences de l'univers
CTIV : Centre de téléobservation informatisée des volcans
FNET : Réseau français des machines Unix
EUNET : Réseau européen des machines Unix.