

ETUDES GEOPHYSIQUES DANS
LE MASSIF DE LA SOUFRIERE

- Guadeloupe -

Mesures électriques dans le massif volcanique

Michel PEUILLARD
Institut de Physique du Globe de Paris
Laboratoire de Physique du
Globe de Saint Claude

-Guadeloupe-

~~Michel Peillard~~

Marcs 1970

Introduction -

Le dôme proprement dit de la Soufrière de la Guadeloupe se présente comme un cône tronqué d'une grande régularité. Son sommet culmine à 1467 mètres, le diamètre de la base est d'environ 900 m, pour un plateau terminal de 400 m de diamètre, situé 200 m plus haut. Cet ensemble est formé de l'accumulation d'une brèche volcanique plus ou moins bien consolidée, d'une andésite à labrador, dominé par endroits des restes d'anciennes aiguilles de laves appelés pitons (Saussure, Dolomieu, Napoléon, etc...). Des fractures profondes sillonnent le plateau terminal, convergent toutes vers le centre, certaines semblent très anciennes, comme la grande fente du Nord qui, orientée sensiblement du Nord vers le Sud, partage le tronc de cône en deux secteurs sensiblement égaux. D'autres au contraire, plus jeunes, ont un développement plus réduit, fracture du Nord Ouest, ouverte ou remise en activité en 1797, éboulement Faujas, fracture ouverte en 1798, et dans le Sud Est, la plus récente la fracture de 1956, liée à l'activité volcanique de la même année.

Autrefois le siège d'une activité fumerollienne importante, le sommet du volcan a peu à peu perdu toute activité, seules des zones d'argiles de décomposition de couleur claire témoignent d'un proche passé encore spectaculaire.

L'activité fumerollienne actuelle est toute entière située au pied du cône ou dans son voisinage immédiat. On la retrouve localisée principalement sur les flancs Nord, Est et Sud.

C'est dans ce cadre que nous avons décidé d'entreprendre une campagne de mesures électriques du sous-sol. Systématiquement nous avons

- 1) un ensemble de racines d'aiguilles d'andésite à labrador compacte.
- 2) des brèches volcaniques plus ou moins consolidées de même nature ou de nature pétrographique voisine,
- 3) des zones altérées, d'origine hydrothermale ou fumerollienne donc profonde, avec présence de pyrite,
- 4) l'ensemble comportant des fractures rayonnantes, dont certaines bien visibles en surface.

On pourrait s'attendre à voir les contrastes suivants :

- l'andésite à labrador caractérisée par une résistivité importante.
- la brèche andésitique présentant une résistivité moyenne
- les zones altérées, les sites chauds, et les circulations d'eau susceptibles de donner les valeurs de résistivité les plus faibles.

Finalement notre prospection pouvait être caractérisée par des mesures de résistivité électrique dans une zone monotone à forte résistivité dont l'originalité était d'avoir, par endroit, des zones chaudes, altérées ou fracturées à très faible résistivité.

Méthode de travail -

Pour réaliser l'étude de la structure volcanique nous avons eu recours à la méthode dite des profils de résistivité.

Le quadripole utilisé avait les caractéristiques suivantes quatre électrodes AMNB disposées en ligne droite symétriquement par rapport au milieu O de AB. La longueur de la base AB de 100 m avait été choisie pour tenir compte de la nature du relief dans lequel nous étions amenés à évoluer, et l'écartement des électrodes MN avait été fixé à 10 m. Nous avons continué avoir obtenu la valeur de la résistivité apparente jusqu'à une profondeur de l'ordre de 25 à 30 m = $\frac{AB}{4}$. La valeur de la mesure était ramenée au centre du dispositif des électrodes et l'écartement séparant deux points de mesure avait été fixé à 50 m. Afin de tenter de s'affranchir dans une certaine mesure, des effets de relief, les profils avaient été choisis suivant au mieux les courbes de niveaux. Seul un profil s'écarte radicalement de cette règle et est placé suivant une ligne de plus grande pente du cône volcanique.

L'appareillage utilisé était un potentiomètre de prospection électrique A.O.I.P. qui, par la méthode d'opposition, permet de mesurer une différence de potentiel artificielle entre deux électrodes M et N.

Il faut tout de même signaler les grandes difficultés du travail sur le terrain. La totalité des mesures ayant été réalisées par une petite équipe à pied, au milieu des fougères et des mangles de montagne.

Travaux réalisés -

Quatre grands profils ont été réalisés.

Le premier ou profil A, part du flanc Nord de la Soufrière au lieu dit le Lac de Soufre, se poursuit le long du flanc Ouest en passant successivement au pied de la fracture du Nord Ouest et de l'éboulement Faujas, rattrape le sud du massif au lieu dit Savane à Mulets. Ce profil repart vers le Nord du massif par le flanc Est, en passant successivement par le col de l'Echelle, la partie supérieure des zones fumarolliennes des Chaudières et des sources du Carbet, il se termine au voisinage des fumarolles Colardeau dans le Nord de la Soufrière.

Le deuxième profil ou profil B, part de la partie supérieure du piton Tarade, passe au Sud du volcan en traversant la Savane à Mulets. Il se poursuit sur le flanc Sud de l'Echelle après avoir traversé la zone fumarollienne du Morne Misan.

Le troisième profil ou profil C part du flanc Est du Morne Goyavier, passe par le Sud du piton Tarade et rejoint la Savane à Mulets.

Le dernier profil ou profil D fait l'escalade du cône en partant du col de l'Echelle, traverse la série des trois fractures du flanc Sud-Est et atteint la limite Nord du plateau terminal en suivant le bord Est de la grande Fente du Nord.

Présentation des résultats -

Les valeurs mesurées ont été consignées dans les tableaux présentés en annexe. Ces valeurs ont été reportées sur les courbes des profils et sur la carte des résistivités de la Soufrière.

Sur le profil A, le repère 1 correspond au positionnement, sur le terrain, de l'extrémité de la fracture du Nord-Ouest, le repère 2 situe l'emplacement de la partie inférieure de l'éboulement Faujas. Le repère 6, toujours sur ce même profil, correspond à l'extrémité de la fracture de 1956.

Sur le profil B, le repère 5 correspond à la partie supérieure des Sources du Galion, le repère 7 à la fracture dite de la Rivière Claire, sur le flanc Sud-Ouest de l'Echelle.

Le repère 4 du profil C correspond à la partie supérieure de la source chaude du pied du Tarade.

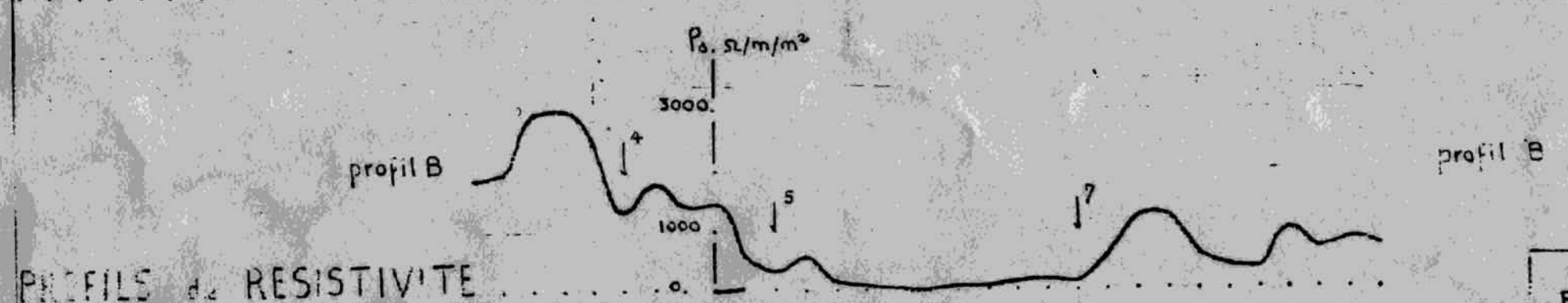
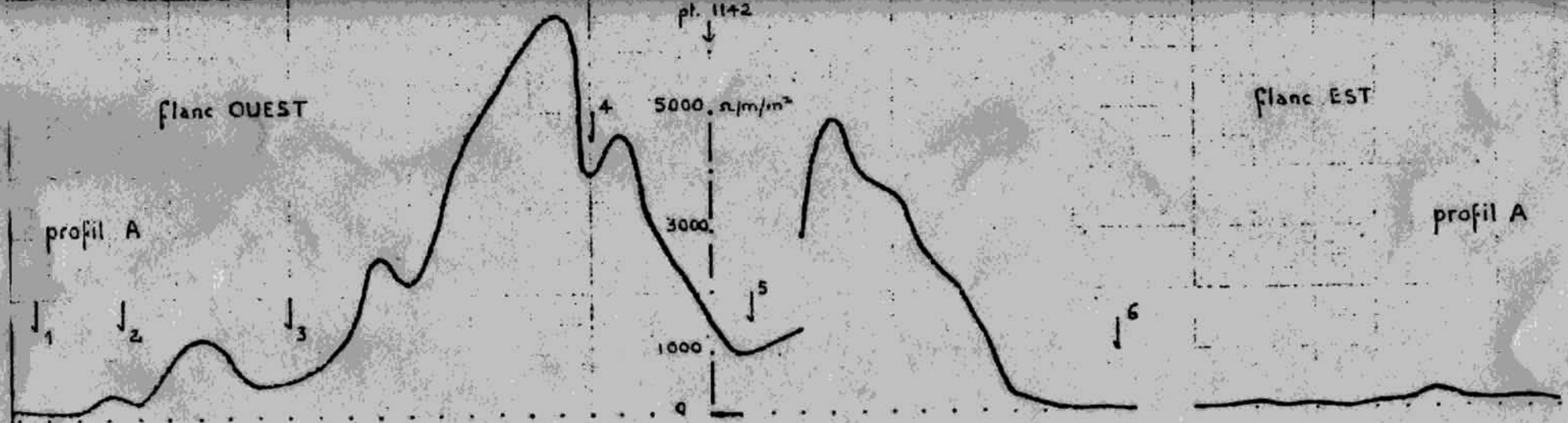
Le profil D traverse trois fractures, visibles sur le terrain, identifiées par les numéros : 6, 7 et 8, le numéro 6 étant la fracture de 1956 que l'on retrouve ici en altitude.

Quatre couleurs ont été choisies pour mettre en relief, sur la carte, les valeurs des résistivités mesurées. Le jaune symbolise les valeurs de la résistivité inférieure à $100 \Omega/m/m^2$. La couleur orange représente les valeurs de résistivités comprises entre 100 et $1000 \Omega/m/m^2$. Ces deux couleurs caractérisent ce que l'on pourrait appeler les faibles valeurs trouvées. La couleur verte est placée dans les zones où la valeur de la résistivité varie de 1 000 à $2000 \Omega/m/m^2$, la couleur noire enfin, placée dans les zones où les valeurs sont supérieures à $2000 \Omega/m/m^2$.

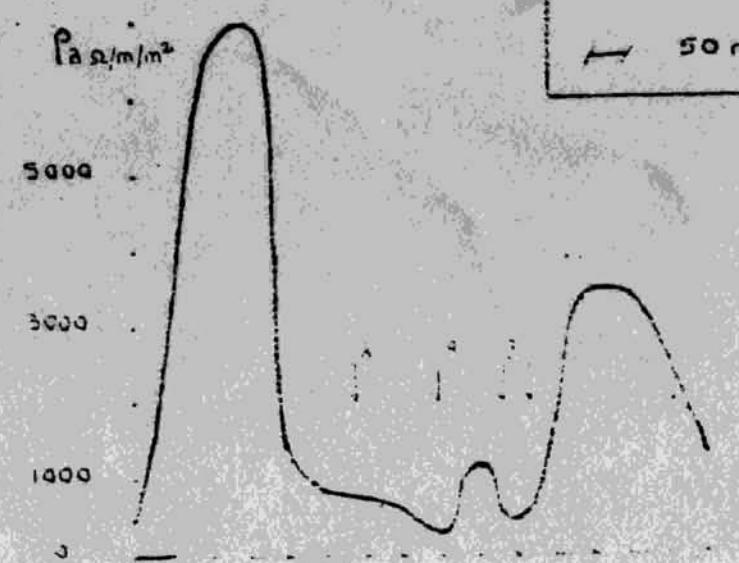
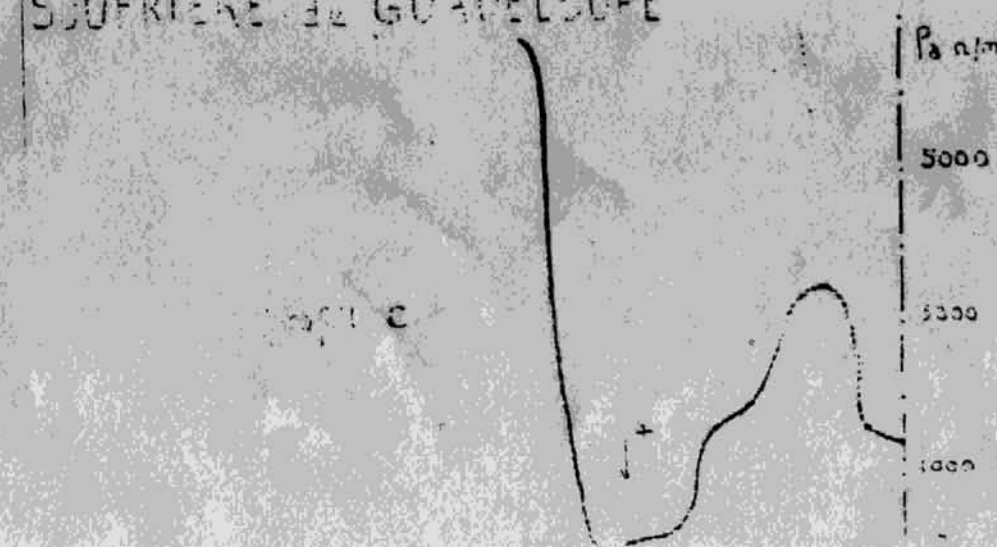
Interprétations -

Une gamme très étendue de valeurs a été relevée pendant la campagne de mesures. On peut dire que, d'une façon systématique, les valeurs les plus importantes ont été trouvées dans les zones dominées par de la roche saine, zones où il a fallu, par endroits, favoriser l'implantation des électrodes à la barre à mine. Les zones altérées argileuses, où la difficulté de mise en place des électrodes de mesure était nulle, ont, au contraire, donné des valeurs faibles à très faibles.

Les plus fortes résistivités obtenues l'ont été dans les zones Sud-Ouest (profil A) et Sud-Est (profil D) du dôme ; la valeur de la résistivité a dépassé $6000 \Omega/m/m^2$. Cette valeur se retrouve encore sur le



PROFILS de RESISTIVITE
SUDRIERE de GUADELOUPE



Echelle
50 m

flanc Est du Morne Goyavier. La zone Sud qui domine les Sources du Gallion garde encore une résistivité importante avec une valeur proche des $5\ 000\ \Omega/m/m^2$.

Une zone de valeurs intermédiaires, caractérisée par une résistivité de l'ordre de $3\ 000\ \Omega/m/m^2$, se trouve sur le plateau terminal de la Soufrière. Elle apparaît en core au sommet du piton Tarade et sur la crête de la coulée portant l'aire de stationnement aménagée au pied du volcan.

Les emplacements à très faible résistivité, inférieure à $500\ \Omega/m$ sont tous caractérisés par la proximité d'une zone fumarolienne encore en activité, ou la traversée d'une zone altérée ou fracturée, visible en surface.

La brusque chute de résistivité en 4 que l'on retrouve sur les profils A et B suggère une extension vers le Nord, de l'accident qui est à l'origine de la source thermique du pied du Tarade et des sources des Bains-Jaunes.

La chute de résistivité identifiée en 3 sur le profil A est, elle aussi, liée à une petite anomalie de température. Elle suggère un accident qui aurait favorisé la formation de la vallée de la ravine Marchand au pied de la Mamelle.

Compte tenu des forts contrastes de résistivité trouvés dans cette zone, il ne semble pas que la température des terrains ait joué ici, compte tenu de la longueur modeste de la base de mesure, un rôle déterminant. Les gradients latéraux de température en surface demeurent en effet modestes. Les températures extrêmes sont de l'ordre de 17°C pour les températures les plus basses et 30°C pour les températures les plus hautes, hors des zones où les dégagements fumarolliens sont actifs. Les faibles valeurs de résistivité doivent être attribuées à la nature argileuse des terrains traversés.

En guise de conclusion -

Cette étude aura eu pour effet de mettre en place, au moins d'une manière grossière, les masses magmatiques compactes constituant le volcan. Elle aura précisé l'extension vers le Nord, des circulations de la vallée des Bains-Jaunes. Elle aura aussi confirmé la présence d'une anomalie dans la région de la Mamelle, anomalie mise en évidence par les méthodes de thermométrie en surface ; elle aura fait apparaître les faibles valeurs de résistivité des terrains situés au Sud de l'Echelle, zone où l'importance des matériaux fins ou grossiers, plus ou moins bien consolidés, ne semble pas négligeable. Il reste enfin à signaler la valeur relativement faible de la résistivité des terrains constituant la partie supérieure du piton Tarade quand on compare cette valeur à celles trouvées, tant dans le secteur Sud Ouest du cône de la Soufrière que sur le flanc Est du Morne Goyavier.

Profil A (1)

N°	$\frac{AE}{2}$	$\frac{MN}{2}$	K	I mA	V mV	ρ^a	Observations
1	50	5	777,5	37,00	8,75	100,90	Fracture du Nord-Ouest
2	"	"	"	45,00	9,75	105,40	
3	"	"	"	41,50	8,25	117,10	
4	"	"	"	34,50	10,00	118,30	
5	"	"	"	41,50	22,00	412,10	
6	50	5	"	30,50	10,50	267,70	Affleurement de lave
7	"	"	"	8,20	9,25	877,10	
8	"	"	"	7,30	12,25	1304,70	
9	"	"	"	6,40	8,00	971,9	
10	"	"	"	6,20	4,25	532,9	
11	50	5	"	7,45	5,75	600,00	
12	"	"	"	6,40	6,75	820,00	
13	"	"	"	5,60	10,00	1388,40	
14	"	"	"	4,75	16,00	2618,90	
15	"	"	"	5,25	14,75	2184,40	
16	50	5	"	7,10	29,50	3230,40	
17	"	"	"	10,50	63,00	4665,00	
18	"	"	"	6,60	46,00	5418,90	
19	"	"	"	6,30	50,50	6232,30	
20	"	"	"	5,40	46,00	6623,10	
21	50	5	"	5,25	26,75	3961,50	Savane à Mulets - 1142 m -
22	"	"	"	7,80	46,50	4635,10	
23	"	"	"	5,35	21,25	3088,20	
24	"	"	"	25,00	75,00	2332,50	
25	"	"	"	6,40	12,00	1457,80	
26	50	5	"	4,25	5,25	960,45	Affleurement de lave
27	"	"	"	2,55	3,75	1143,38	
28	"	"	"	3,65	6,50	1384,59	
29	"	"	"	3,80	14,25	2915,62	
30	"	"	"	5,60	35,00	4859,37	

N°	$\frac{AE}{2}$	$\frac{ME}{2}$	K	I mA	V mV	p^a	
31	50	5	777,5	4,00	20,00	3887,50	affleurement de lave
32	"	"	"	5,50	25,75	3140,11	
33	"	"	"	5,20	17,75	2654,00	
34	"	"	"	3,95	11,00	2115,18	
35	"	"	"	6,50	10,75	1320,37	
36	50	5	"	40,00	10,50	278,88	fracture de 1956
37	"	"	"	43,00	0,00	108,49	
38	"	"	"	47,00	0,75	12,41	
39	"	"	"	31,00	1,00	25,08	
40	"	"	"	41,50	0,75	14,05	
41	50	5	"	17,50	0,75	33,30	
42	"	"	"	31,50	1,50	37,00	
43	"	"	"	7,25	0,75	80,40	
44	"	"	"	41,50	2,00	37,50	
45	"	"	"	58,50	4,25	56,50	
46	50	5	"	30,50	0,25	5,33	cône d'éboulement de fracture
47	"	"	"	45,00	5,50	95,00	
48	"	"	"	10,00	1,75	130,00	
49	"	"	"	23,00	9,00	304,20	
50	"	"	"	32,00	6,00	145,8	
51	50	5	"	26,00	4,00	119,60	
52	"	"	"	30,00	6,00	155,50	
53	"	"	"	31,50	3,75	92,50	

Profil B

N°	AP	MN	K	I mA	V mV	P ^a	
	2	2					
5	50	5	777,5	7,70	10,50	108,00	
55	"	"	"	27,00	9,00	198,90	
56	50	5	"	21,00	80,00	28,00	sommet du Tarade
57	"	"	"	40,00	15,00	3032,20	
58	"	"	"	9,25	29,00	2437,60	
59	"	"	"	7,85	13,25	1312,30	
60	"	"	"	55,00	120,00	1781,20	
61	50	5	"	4,95	9,00	1413,60	Savane à Mulets - 1142 m - Zone haute des S. du Galion
25	"	"	"	6,40	12,00	1457,80	
62	"	"	"	18,00	13,25	572,30	
63	"	"	"	4,90	2,00	317,30	
64	"	"	"	13,50	10,00	575,90	
65	"	"	"	10,00	2,00	155,50	
66	50	5	"	14,00	1,50	83,30	Matylis Zone fumarollienne du Mitan
67	"	"	"	49,00	1,75	27,80	
68	"	"	"	34,00	0,25	5,70	
69	"	"	"	55,00	1,75	24,70	
70	"	"	"	8,20	0,50	47,40	
71	50	5	"	4,80	0,75	121,50	Fracture de la rivière Claire
72	"	"	"	8,40	2,00	185,10	
73	"	"	"	24,00	4,25	137,70	
74	"	"	"	8,25	6,00	565,40	
75	"	"	"	13,50	21,00	1209,40	
76	50	5	"	7,90	12,75	1254,80	
77	"	"	"	33,00	24,25	571,30	
78	"	"	"	26,00	13,00	388,70	
79	"	"	"	13,50	6,25	359,90	
80	"	"	"	5,70	7,50	1023,00	
81	50	5	"	7,50	6,50	673,80	
82	"	"	"	9,50	10,00	818,40	
83	"	"	"	19,50	17,75	707,70	

Profil C

N°	$\frac{AF}{2}$	$\frac{MN}{2}$	K	I mA	V mV	p ^a	Partie haute de source thermale
84	50	5	777,5	9,10	79,00	6749,70	
85	"	"	"	5,40	15,00	2159,70	
86	"	"	"	7,85	0,75	74,30	
87	"	"	"	38,50	11,00	222,10	
88	"	"	"	6,40	3,00	364,40	
89	50	5	"	24,00	51,00	1652,20	
90	"	"	"	4,20	10,50	1943,70	
91	"	"	"	20,50	83,00	3147,90	
92	"	"	"	9,30	42,00	3511,30	
93	"	"	"	6,55	13,50	1602,50	

Profil D

no	$\frac{AR}{L}$	$\frac{MN}{2}$	R	I mA	V mV	ρ_s	Observations
94	50	5	777,5	7,65	4,75	462,80	
95	"	"	"	3,40	14,25	3258,60	
96	"	"	"	2,10	17,75	6571,70	
97	"	"	"	3,45	31,00	6986,20	
98	"	"	"	4,85	2,25	1482,90	
99	50	"	"	3,90	4,25	847,30	Traversée d'une fracture
100	"	"	"	6,75	6,75	777,50	
101	"	"	"	3,30	2,50	589,00	Fracture
102	"	"	"	16,00	5,75	279,40	
103	"	"	"	6,65	10,25	1198,40	
104	50	5	"	8,00	9,00	874,70	Fracture
105	"	"	"	14,50	34,00	1823,10	Fracture de 1956
106	"	"	"	6,00	27,00	3498,70	
107	"	"	"	8,15	36,00	3434,30	
108	"	"	"	7,30	24,00	2556,20	
109	50	5	"	4,40	7,50	1325,30	

-- BIBLIOGRAPHIE --

- BREUSSE J. J. - Contribution des méthodes géophysiques à la prospection des champs géothermiques- Nations Unies - Actes offi. de la Conf. Rome 21-31 Août 61. vol 2 - p. 141-144.
- LASFARGUES Pierre - Prospection électrique par courants continus - Masson & Cie -
- FEUILLARD Michel - Etudes géophysiques dans le massif de la Soufrière : Viange thermique du massif volcanique. (note).