

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES
SUR LES SOURCES THERMALES DE LA MARTINIQUE

APPLICATION AU THERMALISME

par

CI. MOURET



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
B.P. 6009 - 45018 Orléans Cedex - Tél. (38) 63-80-01

S.G.R. DES ANTILLES ET DE LA GUYANE

DIRECTION

0,900 km, Route de Didier
B.P. 394
97204 Fort-de-France Cedex
MARTINIQUE Tél. 71-88-68

Laboratoire d'essais de sols
Zone industrielle de Jarry
Baie - Mahault
GUADELOUPE

AGENCE

Cité S.I.G. Dugazon
B.P. 894
97110 Pointe-à-Pitre
GUADELOUPE Tél. 82-53-24

79 ANT 8

AVRIL 1979

B. R. G. M.

Service Géologique Régional
des Antilles et de la Guyane

Ministère de l'Industrie

B. R. G. M.
Service Géologique National

Synthèse des connaissances sur les sources
thermales de la Martinique

Application au thermalisme

par Cl. MOURET

R E S U M E

Ce rapport, imprimé dans le cadre de l'évaluation des ressources hydrauliques du SGR/Antilles présente l'état des connaissances sur les eaux thermales de Martinique, non pas dans un but géothermique, mais dans celui de thermalisme.

Le thermalisme revient régulièrement à l'ordre du jour. Faute de documents précis et synthétiques, on assiste sans cesse à des redites et des déformations de données.

Les sources thermales sont ici définies et étudiées en détail (résultats nouveaux et compilation des précédents). Des idées sont données quant à leurs possibilités d'aménagement et les contraintes qui s'y rattachent.

Ce rapport est une base de travail pour les futurs travaux et pour la promotion des recherches sur les eaux thermales de Martinique.

S O M M A I R E

I. Introduction

II. Définition des sources thermales

III. Répartition des sources thermales de la Martinique

IV. Les différentes eaux thermales de la Martinique

IV.1 - Eaux de la Montagne Pelée

- IV.1.1 - Eaux de la Rivière Chaude
- IV.1.2 - Eaux thermales du bord de mer
- IV.1.3 - Source thermale de la rivière Picodo
- IV.1.4 - Autres sources sur la Montagne Pelée

IV.2 - Les eaux des Pitons du Carbet

- IV.2.1 - Source d'Absalon
- IV.2.2 - Source de Didier
- IV.2.3 - Source des Pitons
- IV.2.4 - Source de Moutte
- IV.2.5 - Eaux chaudes proches de la Rivière Monsieur
- IV.2.6 - Eaux du sondage artésien de la Mairie de Fort de France
- IV.2.7 - Source de la Médaille
- IV.2.8 - Forage Desgrottes de Fond-Marie-Reine

IV.3 - Les eaux de la plaine du Lamentin

IV.4 - Les sources thermales disséminées

- IV.4.1 - Source de la Frégate
- IV.4.2 - Source du Diamant

IV.5 - Les sources non thermales souvent citées

- IV.5.1 - Sources gazeuses
- IV.5.2 - Sources froides

V. Caractéristiques générales des sources précitées

VI. Problèmes liés à l'aménagement d'une source thermale

VII. Rappels des propriétés thérapeutiques des eaux thermales de Martinique

- VII.1 - Eaux de la Montagne Pelée
- VII.2 - Des Pitons du Carbet
- VII.3 - Eaux de la plaine du Lamentin
- VII.4 - Eaux diverses

VIII. Conclusion

FIGURES DANS LE TEXTE

- Figure 1 : Plan de situation des sources thermales de la Martinique (et de celles non thermales citées dans le texte).
- Figure 2 : Domaines des eaux thermales de la Martinique (diagramme PIPER)
- Figure 3 : Répartition de la température des sources chaudes de la Rivière Chaude (Montagne Pelée - Martinique) Extrait du Rapport BRGM 77.ANT.36.
- Figure 4 : Evolution des caractéristiques du point le plus chaud des sources de la rivière Chaude (Montagne Pelée) ($x = 696,00$; $y = 1636,90$) (d'après les chiffres de S. ESCHENBRENNER, A. CAYOL et BRGM).
- Figure 5 : Représentation semi-logarithmique des analyses d'eau du Secteur Montagne Pelée - diagramme SCHOELLER-BERK LOFF.
- Figure 6 : Allure des variations thermiques du puits chaud à St Pierre - Martinique ($x = 693,36$; $y = 1633,67$; $z = 3$ m). (d'après les données inédites de l'Observatoire du Morne des Cadets)
- Figure 7 : Source thermale d'Absalon : Plan schématique du captage actuel et des travaux à exécuter.
- Figure 8 : Représentation semi-logarithmique des analyses réalisées sur les eaux thermales d'Absalon - diagramme SCHOELLER-BERKALOFF.
- Figure 9 : Représentation semi-logarithmique des analyses réalisées sur les eaux de Didier - diagramme SCHOELLER-BERKALOFF.
- Figure 10 : Représentation semi-logarithmique des analyses réalisées sur les eaux de quelques sources thermales de la Martinique - diagramme SCHOELLER-BERKALOFF
- Figure 11 : Représentation semi-logarithmique des analyses réalisées sur les eaux thermales de Moutte - diagramme SCHOELLER-BERKALOFF.
- Figure 12 : Représentation semi-logarithmique des analyses réalisées sur les eaux chaudes du Lamentin - diagramme SCHOELLER-BERKALOFF.
- Figure 13 : Représentation semi-logarithmique des analyses réalisées sur les eaux thermales de la Frégate - diagramme SCHOELLER-BERKALOFF.
-

ANNEXES JOINTES AU RAPPORT

- Annexe 1 - Bibliographie
- Annexe 2 - Provenance des eaux étudiées - n° d'identification
S.G.ANT. 1165
- Annexe 3 - Compositions chimiques des eaux thermales de la
Martinique
S.G.ANT. 1166
- Annexe 4 - Eléments mineurs dans les eaux thermales de la
Martinique
S.G.ANT. 1167
- Annexe 5 - Eléments en trace dans les eaux thermales de
la Martinique (d'après A. CAYOL 1975)
S.G.ANT. 1168
- Annexe 6 - Contexte géologique de quelques sources
thermales de la Martinique
S.G.ANT. 1169
-

I. I N T R O D U C T I O N

L'utilisation des eaux thermales a des fins thérapeutiques revient régulièrement à l'ordre du jour. En janvier 1979 un séminaire sur les eaux thermales s'est déroulé en Martinique, montrant s'il le fallait, l'importance qu'elles revêtent aux yeux des spécialistes.

Il nous a paru, dans ces conditions, nécessaire de faire le point des connaissances acquises sur les eaux thermales de la Martinique au 1er janvier 79 pour diverses raisons : d'abord informer l'ensemble des responsables et spécialistes de l'existence de ces travaux et de la nécessité d'aborder rationnellement l'étude des eaux thermales, ensuite pour éviter des redites et les erreurs provenant de ces redites.

Après un rappel des données existantes compilées avec les récents résultats obtenus, nous avons inclus un chapitre où l'on décrit les propriétés thérapeutiques des eaux thermales de la Martinique tirées de la bibliographie dont nous disposions.

Ce présent rapport a été financé par les crédits d'évaluation des ressources hydrauliques délégués par le Ministère de l'Industrie au Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Il fait suite au Rapport BRGM 76.ANT.36 réalisé sur fonds propres.

II. DEFINITION DES SOURCES THERMALES

La notion de source thermique est assez floue, nous retiendrons ici la définition donnée G. CASTAGNY et J. MARGAT en 1977.

Source thermique : "type particulier de source artésienne provenant d'un système aquifère dans lequel le gradient de température est un facteur appréciable de l'hydrodynamisme".

Dans la pratique, nous considérerons comme source thermique, toute source dont la température moyenne est supérieure à la température moyenne des eaux de surface au point donné. Ainsi en Martinique où le relief joue un rôle important dans la détermination de la température des eaux de surface, nous prendrons $0,9^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ environ pour gradient thermo-altimétrique sur le versant atlantique.

Des études en cours montrent que sur le bassin de la Rivière Capot, les eaux froides se trouvent en-dessous d'une droite passant par 26°C à 100 mètres d'altitude et $23,5^{\circ}\text{C}$ à 500 mètres, soit un coefficient thermo-altimétrique de $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Nous n'avons pas de relation identique sur le versant caraïbe, cependant compte tenu des résultats obtenus lors des derniers travaux réalisés en 1977, nous estimons qu'il faut décaler d'au moins 2°C vers le haut la précédente relation.

III. REPARTITION DES SOURCES THERMALES DE LA MARTINIQUE

Les sources thermales se répartissent suivant quatre secteurs (fig. 1) :

- autour de la Montagne Pelée, le plus connu regroupe trois ensembles de sources.
- autour des Pitons du Carbet, il regroupe quatre sources thermales principales et des sources froides à venues gazeuses.
- celui de la plaine du Lamentin englobant une dizaine de sources disséminées entre le canal du Lamentin et l'Habitation Carrère.
- dans le Sud de l'île.

Une analyse statistique multivariable effectuée sur Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- , $SO_4^{=}$, HCO_3^- , SiO_2 , B, F, NH_4^+ , pH et température, a permis de regrouper les eaux entre-elles. On peut noter les groupes suivants :

- groupe Lamentin - Frégate Diamant du type chloruré-sodique influencé par la mer.
- groupe Montagne Pelée (sources chaudes, source du bord de mer, puits chaud, source de la rivière Picodo avec quelques restrictions concernant cette dernière).
- groupe Absalon - Didier - eau des Pitons.
- groupe Moutte.

Cette méthode présente toutefois un inconvénient. Elle attribue une égale importance à tous les facteurs, ce qui ne reflète pas toujours la réalité. Nous préférons lui substituer dans le cas présent le diagramme de PIPER (fig. 2).

Le diagramme de PIPER tracé à partir des ions majeurs, permet une vision d'ensemble des faciès des eaux et de leurs affinités. Seule la quantité de substances dissoutes n'apparaît pas, mais cet inconvénient est pallié par les diagrammes semi-logarithmiques SCHOELLER-BERKALOFF (figures 5 et 8 à 13). La silice dissoute n'est pas représentée sur ces diagrammes.

Les eaux de Didier, Absalon, des Pitons, du forage Desgrottes et de la Médaille sont très proches de par leur composition bicarbonatée calcique.

Les eaux du Lamentin, de la Frégate et du Diamant occupent le pôle opposé chloruré-sodique.

Les eaux intermédiaires sont celles de la Pelée, de Moutte, de la rivière Monsieur et du sondage de la mairie de Fort de France.

DOMAINES DES EAUX THERMALES DE LA MARTINIQUE

Diagramme PIPER

- A chlorurée calcique et magnésienne
- B bicarbonatée calcique et magnésienne
- C chlorurée sodique et potassique
- D bicarbonatée sodique et potassique
- E magnésium dominant
- F calcium dominant
- G pas de cation dominant (mixte)
- H sodium dominant
- I sulfate dominant
- J bicarbonate dominante
- K pas d'anion dominant
- L chlore dominant

• Montagne Pelée

- 1, 2, 3, 168 Rivière Chaude
- 4, 171 Source du bord de mer
- 5 puits Chaud
- 42 Rivière Picodo

• Forage Desgrottes

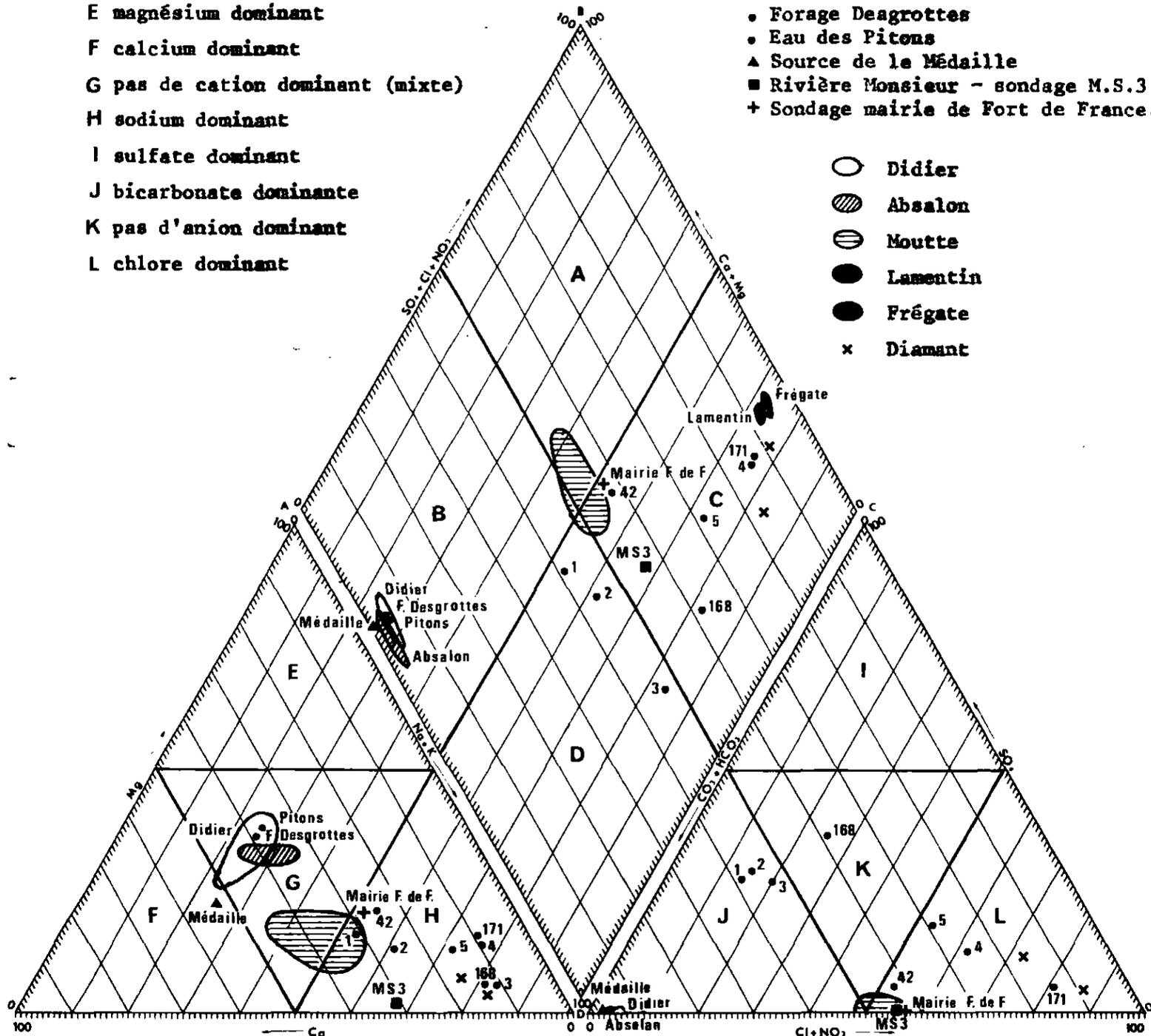
• Eau des Pitons

▲ Source de la Médaille

■ Rivière Monsieur - sondage M.S.3

+ Sondage mairie de Fort de France.

- Didier
- ▨ Absalon
- ▩ Moutte
- Lamentin
- Frégate
- x Diamant



N.B. Dans tous les cas, la balance ionique des points reportés est inférieure à 7 %.

FIGURE 2

B. R. G. M.

REPRÉSENTATION SEMI LOGARITHMIQUE DES ANALYSES D'EAU DU SECTEUR MONTAGNE PELÉE

Diagramme SCHÖELLER - BERKALOFF

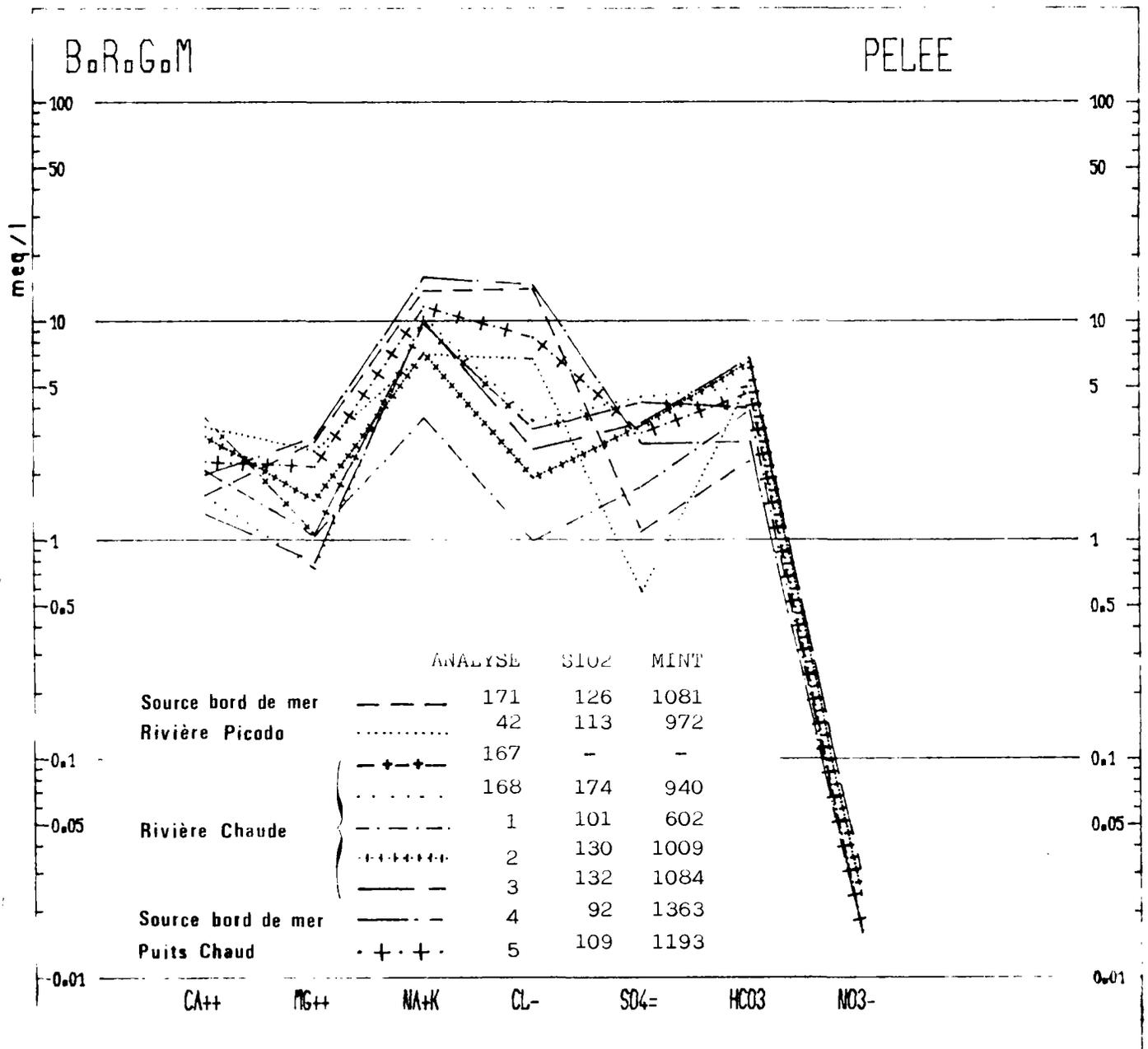


FIGURE 5

B. R. G. M.

REPRÉSENTATION SEMI LOGARITHMIQUE DES ANALYSES RÉALISÉES SUR LES EAUX THERMALES D' ABSALON

Diagramme SCHOELLER - BERKALOFF

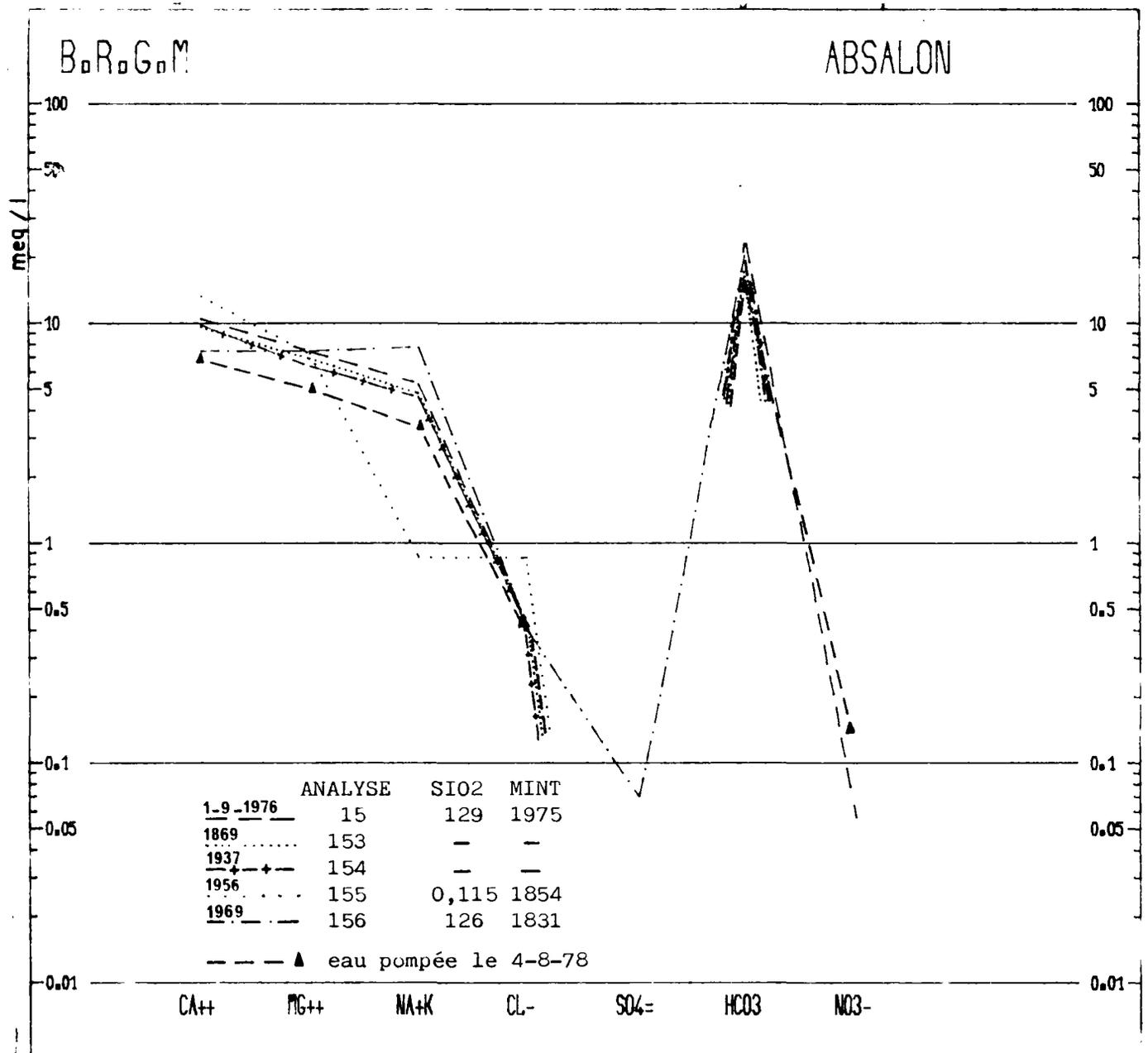


FIGURE 8

B. R. G. M.

REPRÉSENTATION SEMI LOGARITHMIQUE DES ANALYSES RÉALISÉES SUR LES EAUX DE DIDIER

Diagramme SCHOELLER - BERKALOFF

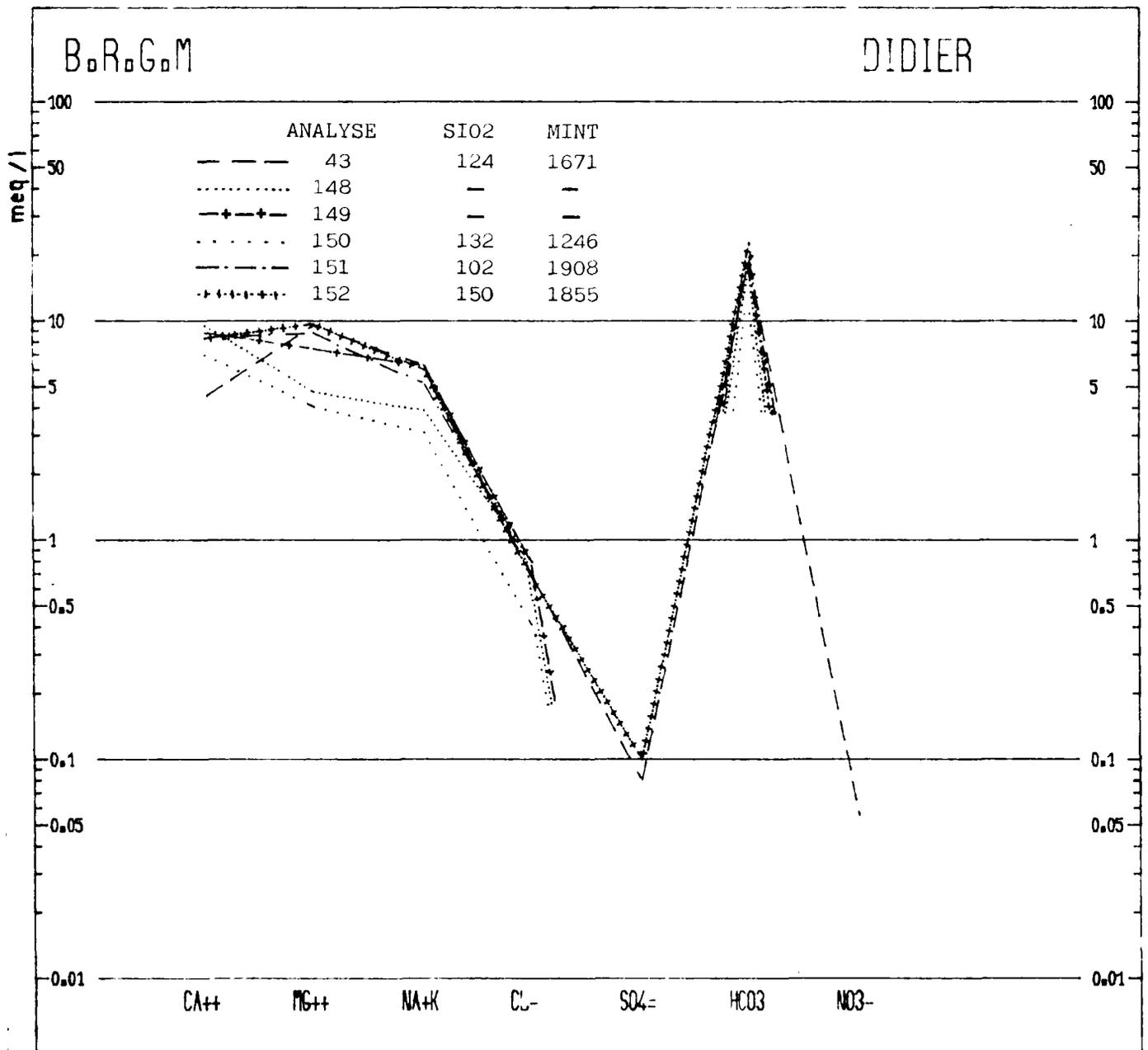


FIGURE 9

B. R. G. M.

REPRÉSENTATION SEMI LOGARITHMIQUE DES ANALYSES RÉALISÉES SUR LES EAUX DE QUELQUES SOURCES THERMALES DE LA MARTINIQUE

Diagramme SCHOELLER - BERKALOFF

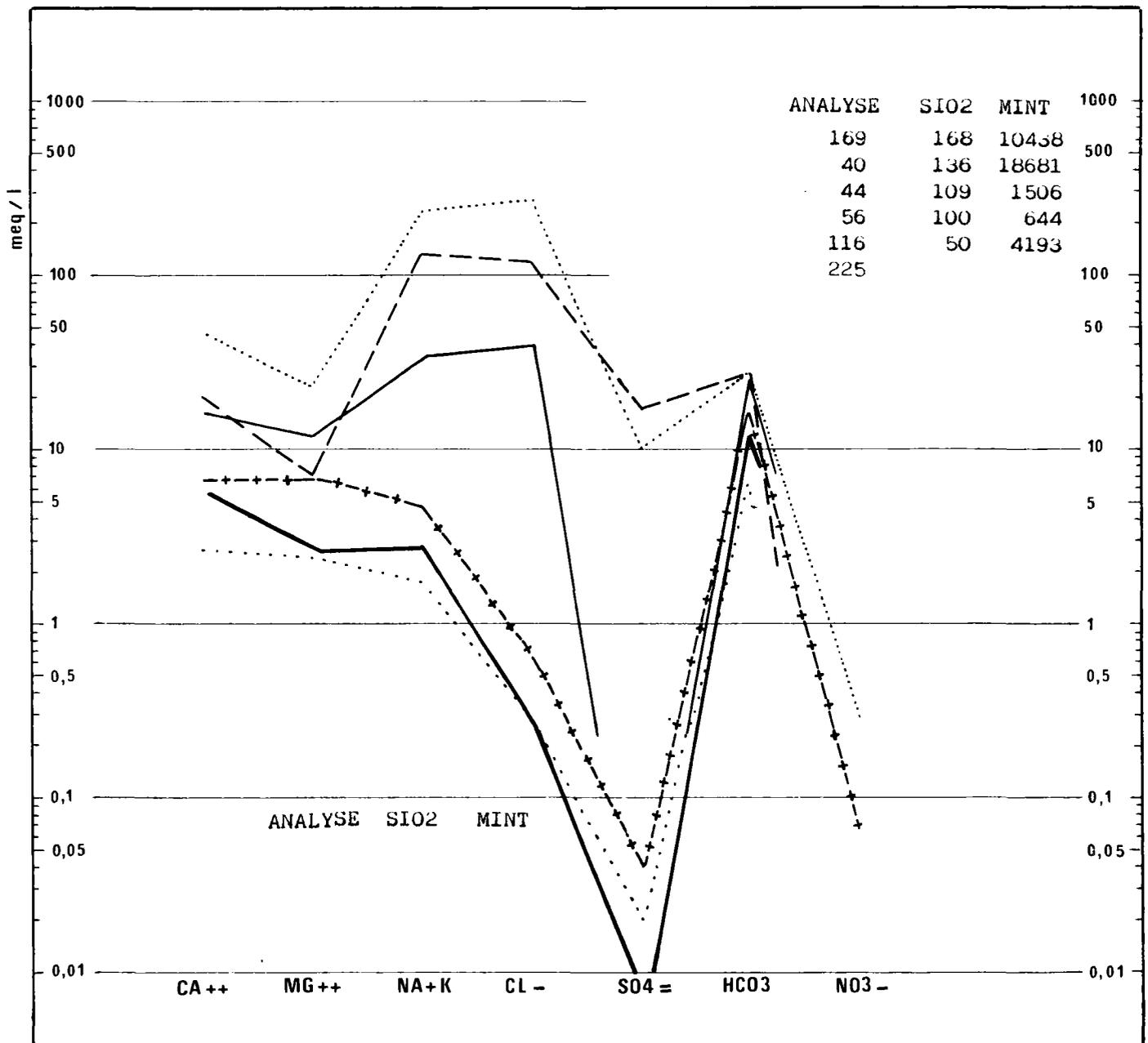


FIGURE 10

B. R. G. M.

REPRÉSENTATION SEMI LOGARITHMIQUE DES ANALYSES RÉALISÉES SUR LES EAUX THERMALES DE MOUTTE

Diagramme SCHOELLER - BERKALOFF

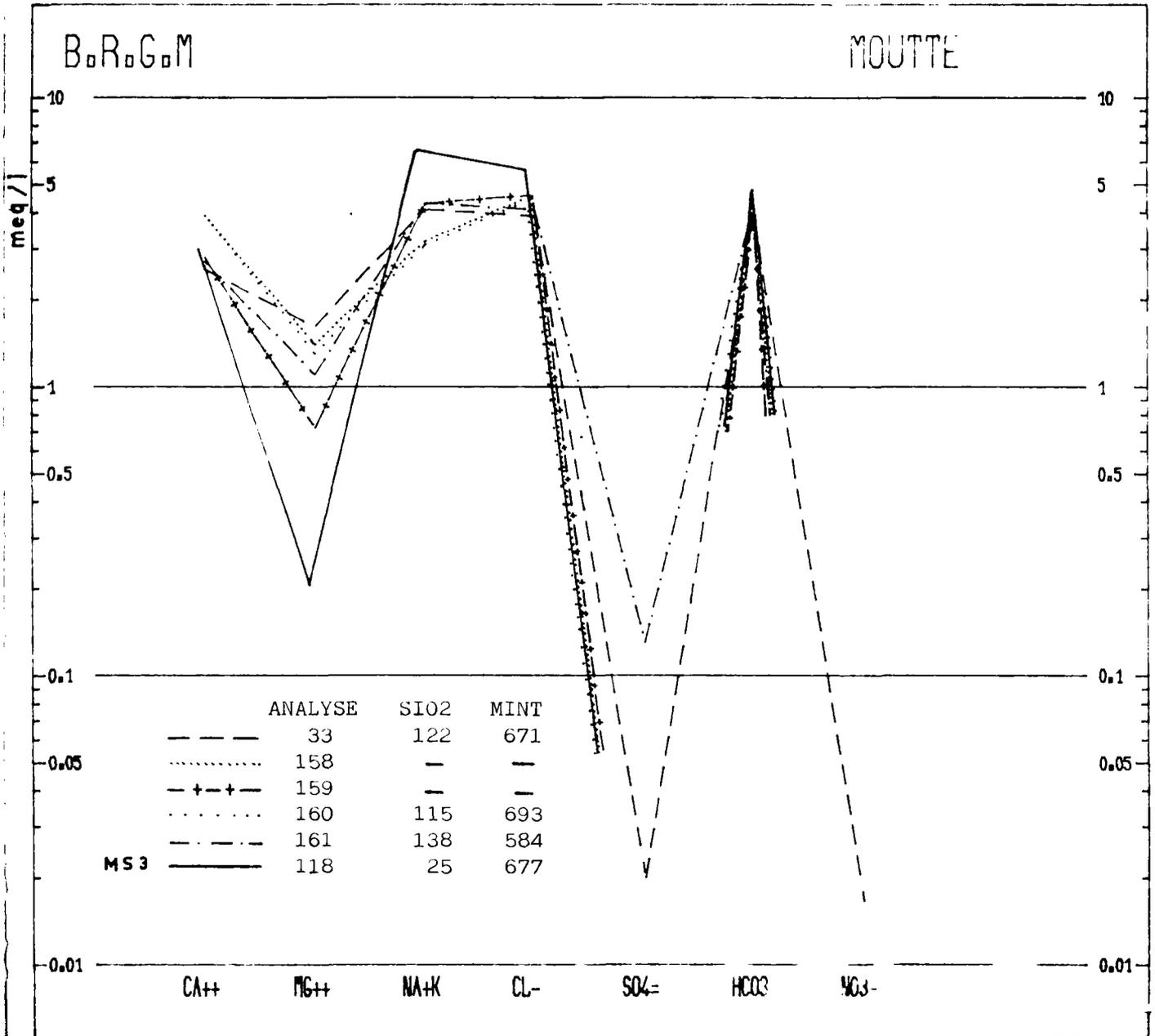


FIGURE 11

B. R. G. M.

REPRÉSENTATION SEMI LOGARITHMIQUE DES ANALYSES RÉALISÉES SUR LES EAUX CHAUDES DU LAMENTIN

Diagramme SCHOELLER - BERKALOFF

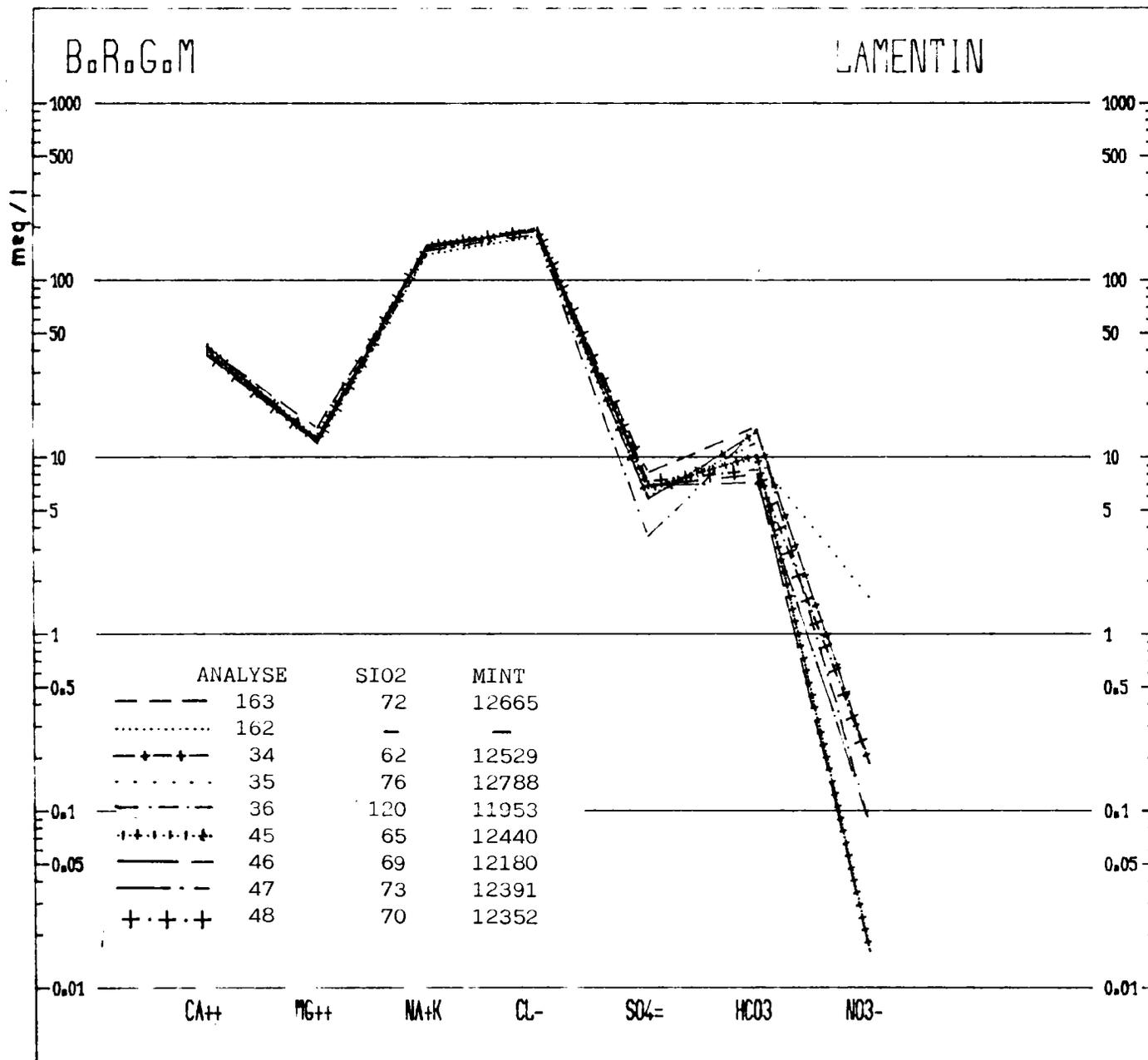


FIGURE 12

B. R. G. M.

REPRÉSENTATION SEMI LOGARITHMIQUE DES ANALYSES RÉALISÉES SUR LES EAUX THERMALES DE LA FRÉGATE

Diagramme SCHOELLER - BERKALOFF

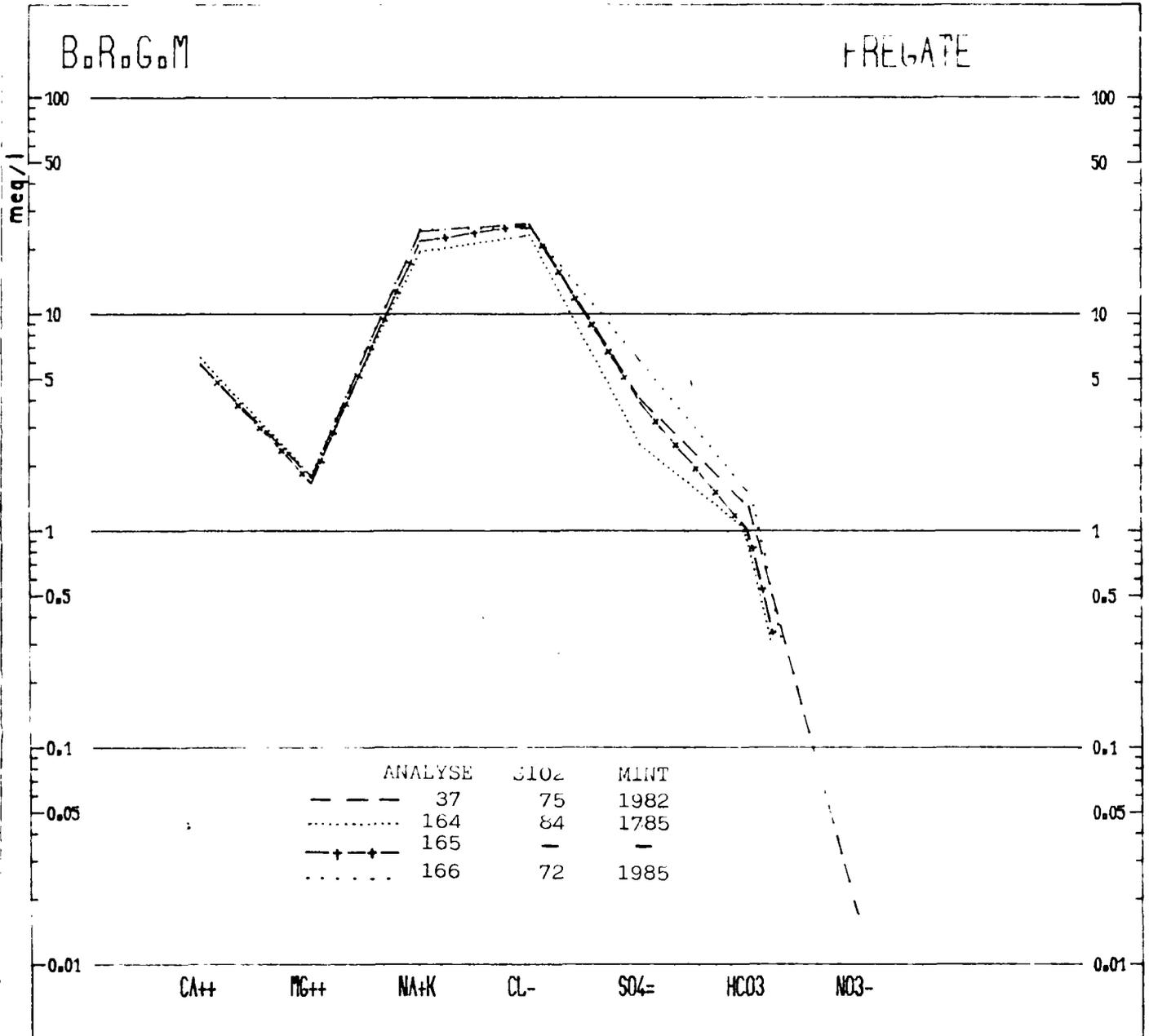


FIGURE 13

Température

Source chaude : 41,0°C le 30-8-76

Puits d'eau chaude : 45,5°C le 30-8-76

La différence de température est due simplement à une proportion différente du mélange de l'eau thermale avec l'eau de mer.

L'observatoire de Physique du Globe du Morne des Cadets (Martinique) a étudié l'évolution thermique du puits de juillet 1965 à juin 1976 et nous a fort aimablement communiqué ses résultats. Ceux-ci sont à considérer avec précautions.

Il existe des variations brutales de température (de 43,5 à 50,2 en 1965 et 1966) que l'on peut à priori imputer aux marées (fig. 6).

De 1965 à juillet 1970, on observe une température moyenne constante de l'ordre de 47,5°C. Puis jusqu'en mai 1975, on note encore une température constante mais décalée à 45°C. Les extrêmes sont alors de 40°C et 46,5°C. Cette baisse de température moyenne est probablement un artefact lié à l'appareillage utilisé.

En mai 1975 l'enregistreur sensible aux variations thermiques de l'air est remplacé par un thermomètre à maxima. Les oscillations se font alors entre 43,0°C et 48,3°C.

On peut donc raisonnablement conclure que la température moyenne de la nappe chaude reste constante.

Compte tenu de la température de l'eau de la Rivière Chaude (35°C) lorsqu'elle se réinfiltré, et de la température au puits chaud (de l'ordre de 45°C), l'hypothèse classique consistant à faire dériver les eaux chaudes du bord de mer d'une infiltration de celles des sources de la Rivière Chaude ne peut être valablement retenue.

Composition chimique

Il s'agit d'eaux de faciès nettement chloruré sodique. Le diagramme de la figure 5 montre qu'il s'agit d'une eau de composition chimique comparable à celles des eaux de la Rivière Chaude mélangée à de l'eau de mer. L'adjonction de 1 % d'eau de mer explique la composition de l'eau du puits chaud, à partir d'une eau de type rivière Chaude (point 3).

La similitude chimique des eaux du bord de mer et des eaux de la rivière Chaude conduit à envisager deux alimentations parallèles à partir d'un réservoir commun ou de deux réservoirs aux qualités comparables.

Problèmes liés à l'aménagement de ces sources

Si l'on met à part le risque volcanique non négligeable, les lieux se prêtent fort bien à un aménagement thermal avec possibilité de multiples bâtiments, piscines, etc ...

Il serait particulièrement utile de suivre d'ores et déjà, à un pas de temps serré, la variation de la température et de la conductivité (ou résistivité) de l'eau. L'étude gagnerait encore plus d'intérêt si elle était menée sur plusieurs sondages, même de profondeur limitée.

.../...

B. R. G. M.

ALLURE DES VARIATIONS THERMIQUES DU Puits (CHAUD A SAINT-PIERRE (Martinique)) ($x = 693.36 - y = 1633.67 - z = 3\text{ m}$)

(D'après les données inédites de l'Observatoire du Morne des Cadets)

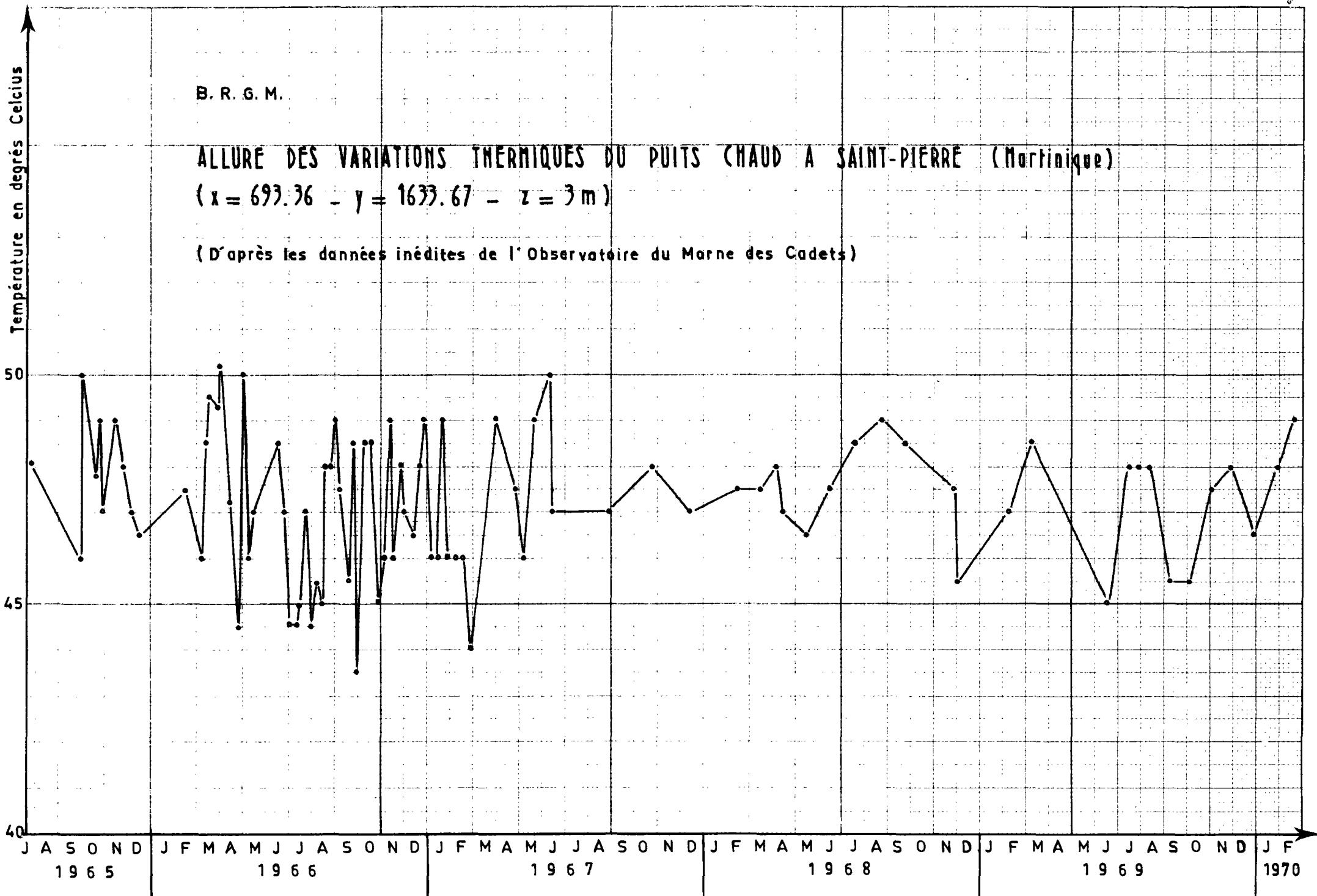


FIGURE 6

Il est intéressant de noter que les eaux les plus chaudes sont aussi les plus minéralisées. Ceci est un argument en faveur de la relation eau faiblement minéralisée - dilution par eau froide ou à basse température.

CORMY et al (1970) pensent que la minéralisation de l'eau chaude proviendrait du lessivage d'anciens dépôts fumerolliens. Il n'est pas certain que ce soit le cas ici, car nous connaissons en Martinique des eaux froides lessivant des dépôts fumerolliens et qui ne sont pas pour autant plus minéralisées. Nous pensons que l'intervention d'une source de chaleur peut fort bien expliquer leur composition et qu'il est nul besoin de faire appel à un lessivage.

Il semble qu'il y ait dans ce secteur un fort gradient thermique en surface et qu'une faible modification de la topographie se traduise par une variation significative de la température (S. ESCHENBRENNE 1969). Aussi les variations liées aux modifications topographiques masquent les variations réelles. Il faudrait pouvoir disposer d'un sondage profond afin d'effectuer à bon escient des profils thermiques.

Problèmes liés à l'aménagement de ces sources

Ces sources sont situées sur le tracé des coulées émises lors des dernières éruptions de la Montagne Pelée. Pour des raisons évidentes de sécurité, il semble fortement improbable de construire un établissement thermal dans un tel environnement.

IV.1.2 - Eaux_thermales_du_bord_de_mer

Localisation

Deux émergences sont actuellement connues dans ce secteur :

- la source chaude du bord de mer, dénommée également source du Prêcheur, ou source du bas de la coulée de rivière Blanche ou parfois source de St Pierre. Cette source, située en bordure d'une plage est difficilement repérable.

$$x = 693,65 \quad y = 1633,10 \quad z \approx 0 \text{ m}$$

Notons qu'il existe d'autres sorties d'eau chaude en mer.

- puits d'eau chaude, en bordure de la route du Prêcheur, dans le petit thalweg au Sud de la rivière Claire.

$$x = 693,36 \quad y = 1633,67 \quad z \approx 3 \text{ m}$$

Il existe dans ce secteur, une nappe d'eau chaude qu'on limite schématiquement par les rivières Claire et Sèche, mais sans données précises. Le puits traverse une partie de cette nappe ; la source du bord de mer en est un exutoire naturel.

Contexte géologique

La source se trouve dans les dépôts bréchiqes des nuées ardentes de 1902 et 1929. Le puits recouperait des dépôts ponceux et bréchiqes d'âge supérieur à 40.000 ans.

Débit

Quasiment nul pour la source. Le débit du puits dépend de bien des conditions hydrogéologiques. Il semble que des sondages implantés après étude géophysique soient à même de donner des débits très intéressants.

.../...

IV. LES DIFFERENTES EAUX THERMALES DE LA MARTINIQUE

IV.1 - Eaux de la Montagne Pelée

IV.1.1 - Eaux de la rivière Chaude

Localisation

Les eaux de la rivière Chaude sont issues d'une multitude de griffons situés de part et d'autre de cette rivière (fig. 3)

Le toponyme de Fontaine Chaude du Magma (Sambuc, 1869 ; de Reynal, 1936, Elisée, 1960 ...) désigne également ces sources. Elles ont survécu aux dernières éruptions de la Montagne Pelée (1792, 1851, 1902, 1929) et sans doute aux précédentes mais nous n'avons pas de document en témoignant.

point le plus chaud (3)	x = 696,08	y = 1636,91	z ≈ 600 m
deux autres points (1)	x = 696,16	y = 1636,88	z ≈ 650 m
(2)	x = 696,14	y = 1636,86	z ≈ 640 m

Contexte géologique

Les griffons se trouvent dans des ponces stratifiées, faiblement inclinées vers la mer et d'âge supérieur à 40.000 ans. Il s'agit de sorties d'eau ponctuelles de la taille du doigt ou de sorties le long de discontinuités au sein de la coulée.

Débit

Non mesuré, il est de l'ordre de quelques litres par seconde pour l'ensemble des griffons.

Température

Elle est très variable dans l'espace et dans le temps. Le 4 Août 1976, elle variait de 36 à 55°C, selon les griffons.

L'évolution thermique dans le temps a été observée pour le griffon le plus chaud, par S. ESCHENBRENNER (1969) de l'Observatoire de Physique du Globe du Morne des Cadets. Nous avons reporté sur la fig. 4 l'évolution des caractéristiques du point le plus chaud.

Caractéristiques physico-chimiques

Il s'agit d'eaux bicarbonatées sodiques à chlorurées sodiques dont la composition varie dans l'espace (voir fig. 2)

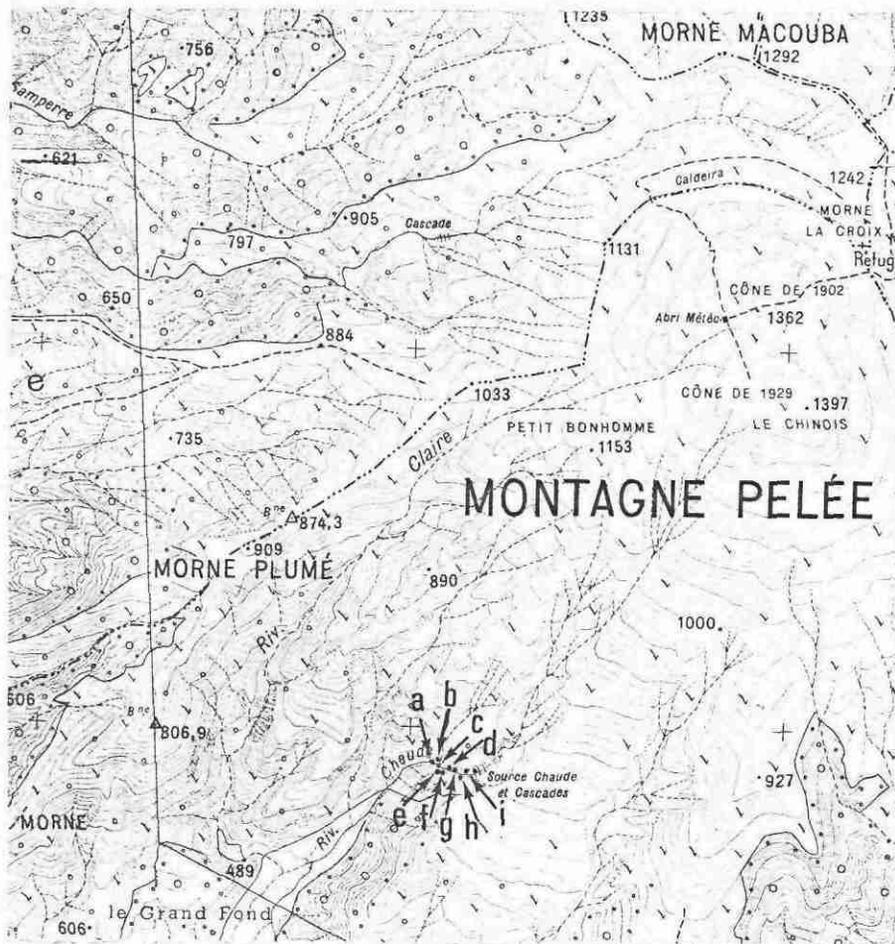
Les variations du chlore Cl⁻ suivies par S. ESCHENBRENNER de 1967 à 1969, ne montrent pas de variations importantes (moins de 14 %), cependant, pour en tirer des conclusions définitives, il faudrait suivre l'évolution, en sus du chlore, de la conductivité qui reflète directement la minéralisation totale de l'eau.

Le pH semble assez constant dans l'espace comme le montrent les mesures réalisées le 4 Août 76 (de 6,8 à 7,1). L'évolution du pH a été observée de 1967 à 1969 par le laboratoire de Physique du Globe du Morne des Cadets (fig. 4). Une variation du pH de 5,2 à 9,6 est fortement improbable. La valeur de 9,6 est à notre avis entachée d'erreur, et ne doit pas entrer en ligne de compte.

.../...

RÉPARTITION DE LA TEMPÉRATURE DES SOURCES CHAUDES DE LA RIVIÈRE CHAUDE (Montagne Pelée - Martinique)

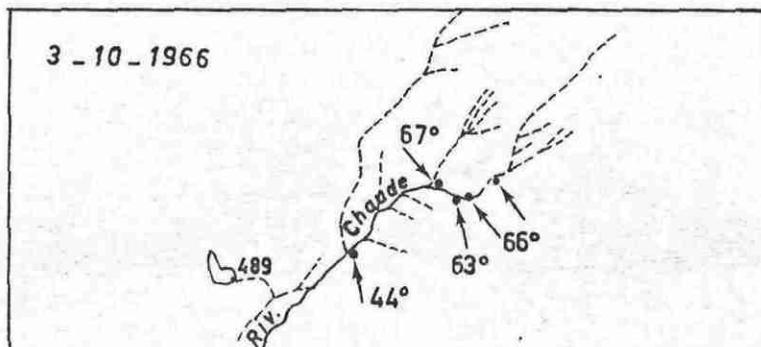
Extrait du rapport 77 ANT. 36



4-08-1976

a	39°	pH = 6,8	2 l/sec. (griffon)
b	55°	pH = 7,1	0,51 l/sec. ensemble de griffon
c	n°3 58°	pH = 7,1	0,05 l/sec. griffon
d		pH = 7,1	0,5 l/sec.
e			5 l/sec. diffus (joint)
f	47°C	pH = 7,1	0,3 l/sec. (griffon)
g	40,3°C	pH = 7,1	0,2 l/sec.
h	n°2 51°C	pH = 7,1	2 l/sec. (griffon)
i	n°1 36°C	pH = 7,1	2 l/sec. diffus (joint)

3-10-1966



B. R. G. M.

ÉVOLUTION DES CARACTÉRISTIQUES DU POINT LE PLUS CHAUD (x = 696,00 - y = 1636,90) DES SOURCES DE LA RIVIÈRE CHAUDE (Montagne Pelée - Martinique)

D'après les chiffres de S. ESCHENBRENNER (1969), A. CAYOL et B.R.G.M.

LÉGENDE

- Température en °C
- ◉ Cl en mg/l
- ◻ pH

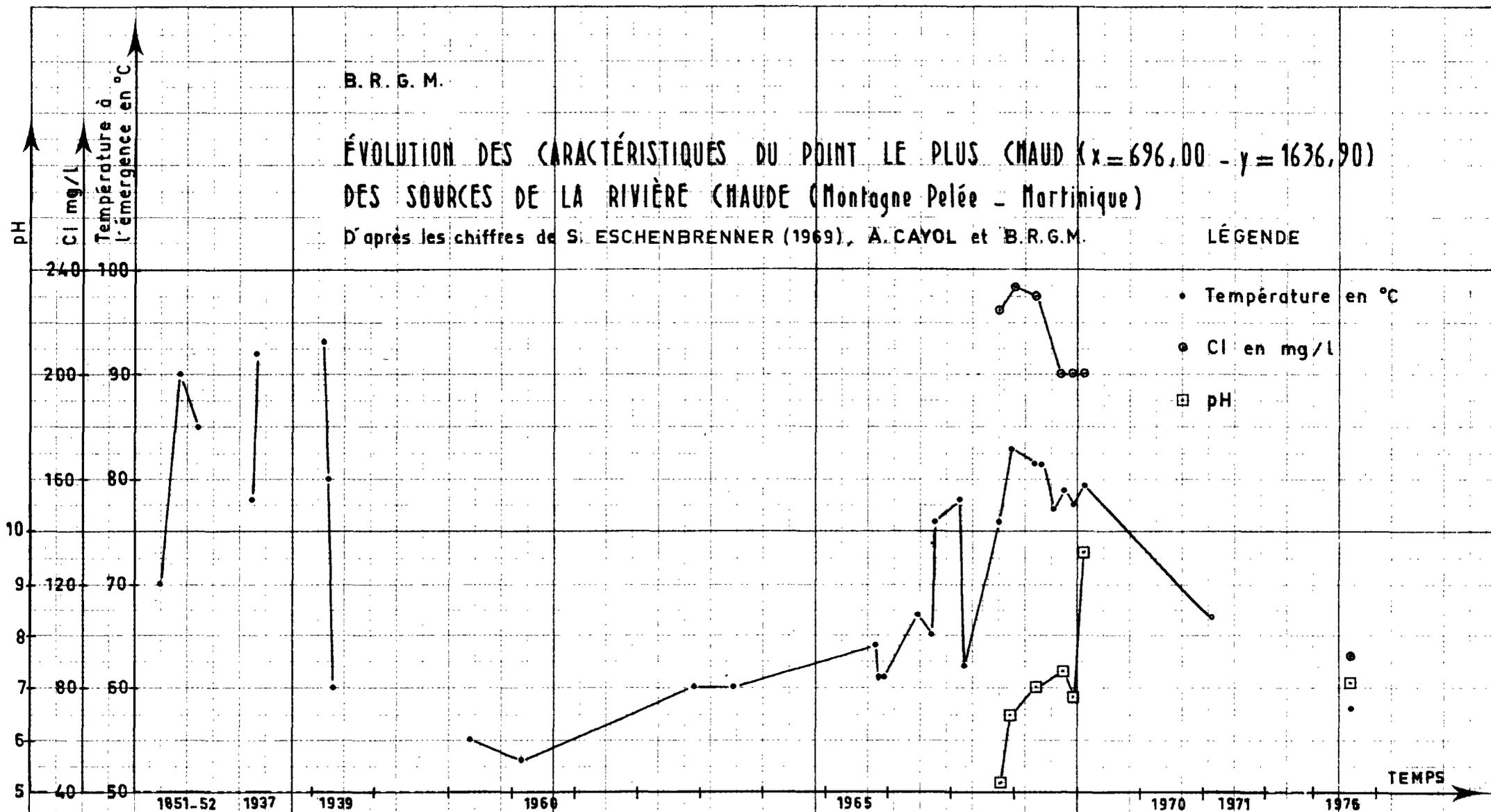


FIGURE 4

IV.1.3 - Source thermale de la rivière Picodo

Localisation

Signalons tout de suite l'abondance de toponymes à propos de cette source, cause de toute une cascade de confusion : source du Prêcheur (confusion avec la source du bord de mer), source de la rivière Messiny, source de St Pierre, source de la rivière La Mare (en réalité rivière de la Pointe La Mare). Elle a survécu aux éruptions de 1851, 1902 et 1929.

Cette source est actuellement difficile à localiser cartographiquement. Elle se trouve en rive gauche de la rivière Picodo (affluent de la rivière de la Pointe La Mare) en amont de la première cascade de 6 à 7 mètres de haut. Elle sort sur le bord d'une vasque qui recueille aussi l'eau de plusieurs griffons froids.

Contexte géologique

Le griffon se trouve dans les dépôts bréchiqes de nuées ardentes, dites "récentes". Il semble être placé sur le tracé d'une faille.

Débit

Non connu. Très faible, il peut être estimé à 0,5 l/sec. environ pour l'ensemble des griffons de la vasque.

Température

35,5°C le 24-9-76 (BRGM)

38,0°C environ d'après Sambuc (1869) et 37°C aux baignoires de l'établissement thermal existant à l'époque avec perte de 1°C depuis le griffon.

Composition chimique

L'analyse donnée par Sambuc (1869) reste ambiguë. Celle dont nous disposons montre un caractère chloruré sodique faible, les bicarbonates étant en presque aussi grande quantité que les chlorures (fig. 5) sa minéralisation est de 0,97 g/l et son pH de 7,20 (au laboratoire).

Problèmes liés à l'aménagement de cette source

Il semble bien que l'éruption de 1902 ait mis définitivement fin à l'utilisation de cette source.

Le site ne se prête pas à la création d'une station thermale.

IV.1.4 - Autres sources sur la Montagne Pelée

On ne trouve plus trace actuellement des sources citées par A. LACROIX (1904, p. 406 à 408) et situées le long de la Rivière Falaise, sur le flanc Est du volcan.

J.P. VIODE (comm. orale 1977) signale qu'une source chaude aurait existé non loin du carrefour route de Grande Savane du Prêcheur, Rivière l'Etang et aujourd'hui recouverte par un éboulement.

La source signalée par A. GRUNEVALLD sur sa carte géologique de Martinique n'a pas été retrouvée.

x

x x

IV.2 - Les eaux des Pitons du Carbet

IV.2.1 - Source d'Absalon

Localisation

L'établissement thermal d'Absalon se trouve sur la Commune de Fort de France, à 12 km du Centre Ville.

La "Source" est composée de plusieurs griffons. dont trois coiffés par la boîte de captage. Les coordonnées Lambert de cette boîte sont :

$$x = 704,74 \quad y = 1623,26 \quad z \approx +360 \text{ m}$$

Les autres griffons se répartissent de la façon suivante :

- deux dans la ravine longeant l'établissement thermal
- un au Sud de la boîte de captage, dû à la mise en charge provoquée par celle-ci.
- trois dans la rivière Dumanzé, dont un à l'aplomb d'une fissure et deux dans le lit même accompagnés d'un fort dégagement gazeux.

En 1978, deux sondages de reconnaissance ont été réalisés. Les résultats ont été publiés dans le rapport BRGM 78.ANT.36. Le premier (S.1), arrêté à la profondeur de 19,50 m sous le sol, se trouve à égale distance des trois griffons de la boîte de captage. Le second (S.2), arrêté à la profondeur de 47,50 m sous la surface du sol a été creusé immédiatement à l'Est du griffon NE de la boîte (fig. 7).

Contexte géologique

Le secteur d'Absalon est assez complexe sur le plan géologique. Une brèche andésitique est recoupée par une multitude de dykes enchevêtrés d'andésite massive. Les deux sondages ont recoupé des andésites massives parfois fracturées, certaines fissures conductrices montrent des traces d'hydrothermalisme. Dans la boîte de captage, le griffon NE se trouve à l'intersection de deux cassures N 150° E et N 60° E, le griffon S est un simple trou et le griffon NW correspond seulement à de petites venues d'eaux ; il n'y a pas de cassure ouverte et seulement un joint irrégulier N 135° E.

L'anomalie magnétique positive observée en décembre 1977 au passage de la source captée (prospection BRGM) correspondrait à un dyke andésitique.

Débit

Le débit des sources est resté assez mal connu ; leur régime est influencé par les pluies (il tombe localement 4 mètres d'eau par an, en moyenne).

Le 21 juillet 1976, 1,01 l/sec. a été mesuré pour l'ensemble des griffons de la boîte de captage et celui situé immédiatement contre elle. 1,1 l/sec. minimum a été mesuré en décembre 1977 et 0,7 l/sec. le 4-9-78 après réalisation des sondages.

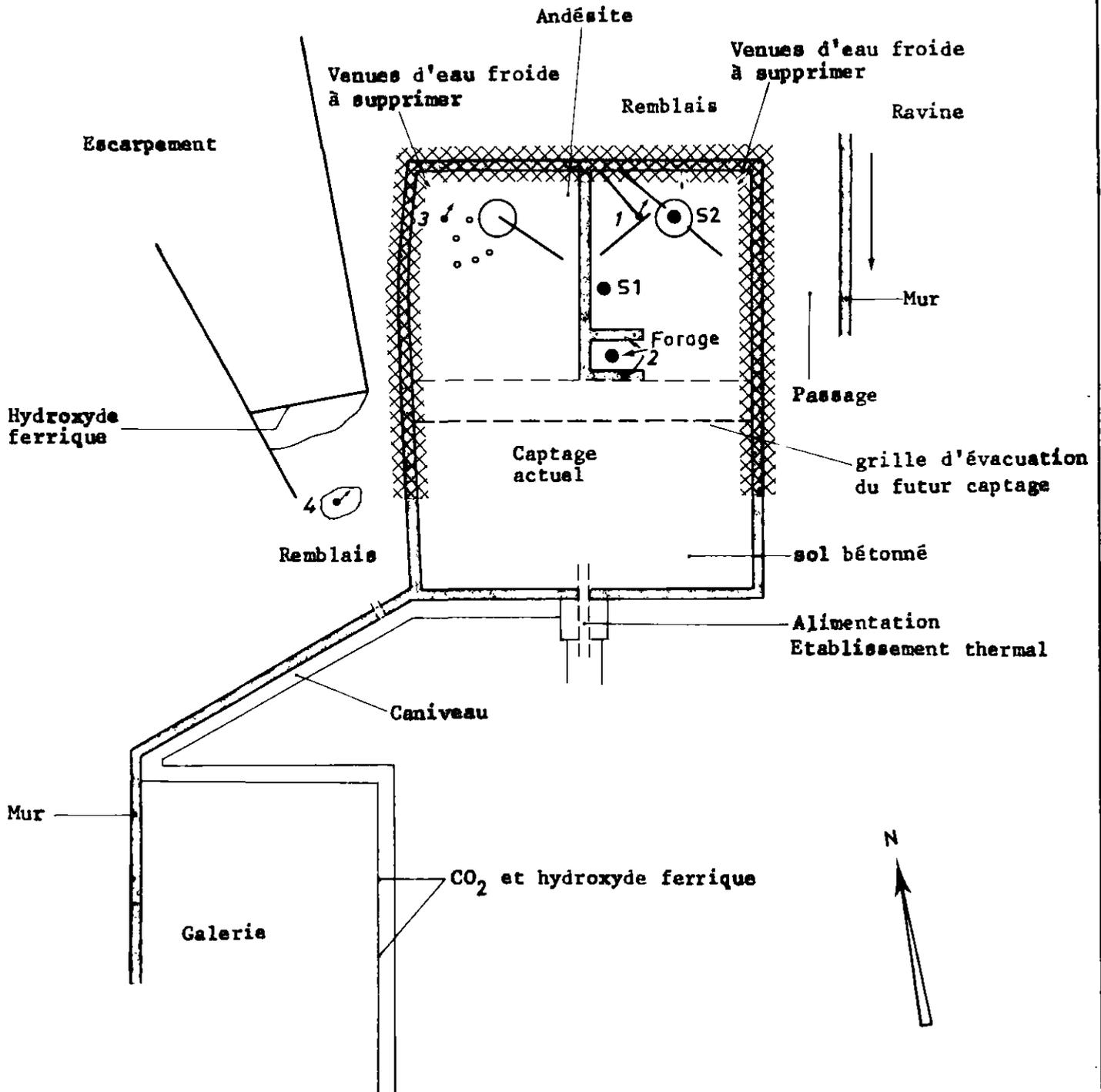
Le débit des dégagements gazeux serait d'après ROMER (1935) de 1,225 l/sec.

Chacun des deux sondages réalisés a montré un léger artésianisme naturel : 20 l/heure pour S.1 et moins de 100 l/heure pour S.2. Le pompage effectué dans S.2 à un débit moyen de 6,4 m3/heure (limite des possibilités de la pompe, à une profondeur de 16 m sous le sol) a provoqué le tarissement progressif des griffons sauf celui au Sud de la boîte qui néanmoins ralenti, ce qui montre d'une part l'interconnexion des fissures, d'autre part que l'eau peut être exploitée par pompage.

.../...

SOURCE THERMALE D' ABSALON
(Martinique)

PLAN SCHÉMATIQUE DU CAPTAGE ACTUEL ET
DES TRAVAUX A EXÉCUTER



Echelle approximative : 1/100

- ⊗ sons d'injection
- forage à exécuter
- ∩ griffon

Le débit pompé lors de l'essai était de 2,5 fois celui des émergences avant pompage.

Il ressort de l'étude des possibilités de captage des sources thermales d'Absalon qu'un forage en diamètre 280 mm, de 60 m de profondeur, près du griffon Sud de la boîte, et crépiné en acier inoxydable (diamètre intérieur entre 200 et 220 mm) devrait sans risque permettre de pomper 15 m³/heure au minimum.

La formation recoupée par les sondages est caractérisée par une transmissivité de l'ordre de 2 à 4.10⁻⁴ m²/sec.

Température

Les valeurs suivantes ont été relevées :

- 35,0°C : le 1-9-1976 mais dans l'eau de la boîte de captage
- 36,0°C : 1969
- 36,2°C : janvier 1935, novembre 1936, 30 avril 1937
- 36,5°C : 1956
- 37,0°C : Sambuc (1869)
- 38,0°C : le 14-12-77 au griffon NW, la boîte de captage étant vide, 37°C au griffon NE et 37°C au griffon Sud. On note 34°C dès que l'on s'éloigne de ces trois griffons.

Le griffon en rive gauche de la rivière Dumanzé (en face de la fissure) avait une température de 33,5°C en septembre 1976.

Les températures de l'eau dans les deux sondages sont toujours restées inférieures à celles des griffons de 2 à 3 degrés centigrades. On ne note pas de niveau plus chaud à une certaine profondeur, mais une température uniforme sur toute la hauteur des sondages.

- | | | |
|---|--------------------------------------|----------------|
| le 3 Août 1978
(avant le pompage
d'essai) | - à l'émergence | 35,5°C |
| | - au fond de S.1 | 32,5°C |
| | - au fond de S.2 | 32,1°C |
| le 4 Août 1978 | avant le pompage d'essai | |
| | - à la sortie de la boîte de captage | 35,5°C |
| | - après le pompage d'essai | |
| | - à la sortie de la boîte de captage | 35,3°C |
| | eau pompée dans S.2 | 32,5 à 32,3°C. |

L'ensemble de ces mesures montre que les eaux thermales profondes d'Absalon sont mélangées à de l'eau froide en petite quantité. Les eaux pompées sont un peu plus diluées que l'eau des émergences.

Composition chimique

L'eau d'Absalon a un caractère bicarbonaté mixte avec toutefois prédominance de Ca⁺⁺. La composition semble assez stable. En outre dans les analyses de 1869, 1937, 1956, 1976, les sulfates n'apparaissent pas (moins de 1 mg/l pour celles de 1976 et 1978). La valeur de l'analyse de 1969 peut être retenue ^{comme} un plafond des teneurs en sulfate des eaux d'Absalon (fig. 8).

Il n'a été décelé ni brome, ni arsenic. La minéralisation totale de l'eau des griffons oscille entre 1,83 et 1,97 g/l et la résistivité varierait de 520 à 423 ohms.cm.

Le pH oscille de 6,20 à 7,20.

.../...

Comme l'avaient déjà montré les mesures de température, l'eau pompée dans S.2 est un peu moins minéralisée que celles des griffons mais dans une proportion minime. Sa composition reste très comparable.

Les eaux d'Absalon déposent un produit ocre dont Sambuc (1869) donne la composition :

un gramme de dépôt, desséché à 100 degrés contient :

oxyde ferrique FeO ₃	650,6 mg
carbonate de chaux CaCO ₃	120,1 mg
carbonate de magnésie MgCO ₃	8,8 mg
acide silicique	60,8 mg
matières organiques	159,5 mg

La composition chimique du gaz serait la suivante (prélèvement de J.J. RISLER du 14-12-1977).

gaz carbonique	CO ₂	99,9 ± 0,2 % en volume
oxygène libre	O ₂	0,15 ± 0,05
azote libre	N ₂	0,4 ± 0,1
méthane	CH ₄	< 1 pp.m
Ethane	C ₂ H ₆	< 1 pp.m
argon	Ar	100 pp.m ± 15

La radio-activité des eaux d'Absalon, due essentiellement au radon demeure faible : 0,04 millimicrocurie par litre de gaz pris à l'émergence.

Problèmes liés à l'aménagement de cette source

Dans son état actuel, la boîte de captage présente un inconvénient majeur. Elle met en charge les griffons occasionnant alors des fuites à sa périphérie, ce qui se traduit par une diminution du débit. C'est pour remédier à cet état de fait qu'il a été proposé d'une part d'exploiter l'eau par forage et d'autre part de modifier la chambre de captage. Rappelons brièvement les principales conclusions obtenues du Rapport BRGM 78.ANT.36 (fig. 7).

"Il ressort donc que si l'on veut disposer d'un débit satisfaisant permettant l'extension des activités de la station thermale et dans des conditions sanitaires optimales il faudrait exploiter cette eau thermale par pompage et exécuter un forage à cette fin. Le débit potentiel d'un tel forage permettrait de se passer de bache de stockage : on peut l'évaluer en effet sans risque à 15 m³/heure au minimum pour un forage de 60 m de profondeur foré en diamètre 280 mm, équipé de crépines en acier inoxydable de diamètre intérieur compris entre 200 et 220 mm.

Le réservoir actuel devra être détruit.

Un voile d'injection par coulis de ciment devra être effectué jusqu'à une profondeur de 5 mètres environ tout autour des griffons actuels. On complètera l'isolation des ruissellements superficiels par l'exécution d'un muret en béton étanchéifié, scellé dans le rocher.

En période d'arrêt de pompage, les griffons actuels devront permettre l'évacuation des eaux vers l'aval. Pour ce faire, ils seront dégagés après la destruction de la boîte de captage par mise à nu du rocher. Un toit s'appuyant sur les murets latéraux les couvrira. L'évacuation de l'eau vers l'aval se fera par un caniveau derrière une grille : ainsi le gaz carbonique et l'eau pourront s'échapper sans obstacle, sans mise en charge des griffons.

.../...

L'emplacement du forage pourrait être le griffon n° 2, le plus en aval et aussi le plus chaud.

Les crépines du forage seraient installées de 20 à 60 mètres de profondeur".

En outre l'aménagement extérieur de la station thermale sera dicté par les exigences du périmètre de protection, imposé par la loi, et dont le but est d'assurer la conservation de la qualité des eaux. L'extension de ce périmètre est calculée par le géologue officiel agréé en matière d'eau et d'hygiène publique pour la Martinique.

IV.2.2 - Source de Didier

Localisation

Cette source a aussi été appelée source Roty ou eau des Pitons (Sambuc, 1869) L'accès est aisé par une route à partir de Fort de France.

x = 704,99 y = 1621,54 z = +210 m

Contexte géologique

Il est très mal connu. L'établissement actuel d'embouteillage de l'eau masque les affleurements. D'après la carte, on est dans une zone de ponces reposant sur et sous des conglomérats, le tout étant sur des tuffites. Une faille reconnue localement pourrait conduire l'eau thermale.

Débit

Eau : 1,53 l/sec. soit 5,52 m³/heure (de REYNAL, 1936)
Gaz : 0,90 l/sec. soit 3,23 m³/heure (ELISEE, 1960)

Température

32°C (de REYNAL, 1936)

Cette température serait faible pour un usage thérapeutique. Il n'y a pas de donnée plus récente. La mesure au griffon n'est guère possible dans l'état actuel des lieux.

Composition chimique

L'eau de Didier est bicarbonatée mixte (Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ sont en quantité assez proche). La minéralisation totale varie de 1,24 à 1,91 g/l et le pH de 6,15 à 7,40. La composition chimique est relativement variable au niveau des anions. Il est probable que les teneurs en sulfates ne sont pas réellement nulles dans les analyses 148, 149, 150 et 151 mais en-dessous des limites de détection analytique (fig. 9). Il y a des dépôts ocreux comme à Absalon.

La composition chimique du gaz n'est pas connue quantitativement. D'après de REYNAL (1936), il y a presque uniquement du gaz carbonique mélangé aux cinq gaz rares, avec une faible proportion d'azote, une proportion variable d'oxygène et un gaz combustible (qui serait du méthane). Cette composition chimique des gaz n'est pas sans nous rappeler ce que l'on connaît à Absalon. Dans ces conditions, il y aurait également un peu de radon.

Problèmes liés à l'aménagement de cette source

Cette source est utilisée pour l'alimentation en eau de table. Elle se prêterait facilement à des fins thérapeutiques, mais dans l'immédiat cette hypothèse semble écartée.

.../...

IV.2.3 - Source des Pitons

Localisation

Un griffon se trouve situé en rive gauche de la rivière de Case-Navire dans une boîte en béton non recouverte. Un second griffon se trouve à quelques mètres en amont dans le lit de la rivière. Coordonnées Lambert du griffon aval :

x = 705,25 y = 1620,54 z = +129 m

Contexte géologique

Assez mal connu, un relevé de détail serait utile. On ne note pas, à priori, de faille importante à proximité. Les terrains intéressés appartiennent, comme à Didier, au volcanisme intermédiaire des dacites à hornblende des Pitons du Carbet.

Débit

De l'ordre de 0,1 l/sec. (27-9-76)

Température

28°C le 27-9-76

Composition chimique

L'eau des Pitons est bicarbonatée mixte et semblable à celle de Didier mais un peu plus diluée (fig. 10). Son pH est de 7,2, sa minéralisation de 1,506 g/l. Elle dépose aussi des substances ocres et possède un dégagement gazeux naturel dont le débit et la composition chimique ne sont pas connus. On peut penser que cette dernière se rapproche vraisemblablement de celle des gaz de la source de Didier.

Problèmes liés à l'aménagement de cette source

Dans l'immédiat cette source ne semble pas vouée à un développement important. Elle n'a pas de passé médical et les versants sont abrupts. La température pourrait être relevée de façon appréciable par un captage approprié, aménagement du griffon ou un sondage, mais auparavant, il serait nécessaire d'avoir plus d'information sur les qualités de cette eau.

IV.2.4 - Source de Moutte

Localisation

La source de Moutte (ou Fontaine de Moutte) se trouve dans la banlieue immédiate de Fort de France. L'ancien établissement thermal côtoie un atelier d'embouteillage.

x = 709,99 y = 1618,52 z = +82 m

Contexte géologique

L'eau sort à la base d'une coulée de lave andésitique, affectée d'un débit sub-horizontale (sheeting) appartenant à la base du volcanisme des Pitons du Carbet et surmontant les tuffites de Fort de France. L'eau remonterait le long d'une faille puis suivrait horizontalement le contact andésite - tuffite. (cf. Annexe 6).

Débit

0,77 l/sec. (ELISEE, 1960)
En réalité, semble plus élevé.

.../...

Température

30,5°C au griffon (ELISEE, 1960)

L'accès actuel au griffon est assez difficile et ne permet guère d'effectuer des mesures.

Composition chimique

L'eau de Moutte a une composition chimique qui se situe aux confins des faciès bicarbonatés mixtes et chlorurés mixtes. Ca⁺⁺ peut dominer ou au contraire Na⁺ (fig. 11).

Cette eau a un faciès assez différent de celui des autres eaux thermales des Pitons du Carbet, ce qui explique sa divergence en analyse statistique multivariante.

Sa minéralisation totale oscille de 0,58 à 0,69 g/l et son pH de 6,05 à 6,60.

C'est une eau assez riche en fer (jusqu'à 40 mg/l).

L'eau de Moutte laisse un précipité ocre comme à Absalon. Elle possède un débit gazeux dont la composition n'est pas connue.

Problèmes liés à l'aménagement de cette source

Les anciens thermes sont détruits. Seule subsiste une vétuste installation de mise en bouteille. Un éventuel aménagement futur devra absolument tenir compte des exigences du périmètre de protection ; l'installation actuelle laisse fort à désirer sur le plan de la protection de l'eau.

IV.2.5 - Eaux chaudes proches de la Rivière Monsieur

Localisation

Il s'agit d'eaux se situant non loin de Moutte et rencontrées au cours de sondages hydrogéologiques dirigés par le B.R.G.M. (fig. 1).

- sondage Rivière Monsieur M S.3 x = 709,95 y = 1617,12 z = +18,00 m
- sondage Rivière Monsieur M S.4 x = 709,90 y = 1616,96 z = +16,00 m
- forage d'eau Rivière Monsieur M F.1 à 15 mètres de M S.3.

Contexte géologique

Les sondages M S.3 et M S.4 recoupent des tuffites et quelques calcaires. Des niveaux de lave andésitique fracturée recoupent ces tuffites (- 56,2 à - 61,50 m) dans M S.3 puis brèches andésitiques fracturées de - 61,5m à la fin du sondage, - 65,0 ; - 5,50 à la fin du sondage, - 65,0 dans M S.4). L'eau chaude provient de ces andésites fracturées, comme l'ont montré les logs thermiques et probablement à la faveur d'une faille comme celle qui fournit l'eau de Moutte.

Débit

Un pompage d'essai dans M S.3 à 8 m³/h (pompe à 26 mètres de profondeur) et de durée 6h 45 mn a montré une transmissivité T de 2 à 2,6.10⁻⁴ m²/sec. pour les laves fracturées contenant les eaux chaudes.

.../...

Température

- M S.3 37° minimum, car mesures en haut du sondage seulement mais eau plus chaude en-dessous.
M S.4 37°C à partir de 50 m de profondeur puis 38,5 à partir de 57 m.
M F.1 à 54 m, brusque élévation de température ; de 54 à 56,5 m, température de 34,0°C à 36,2°C ; de 59 à 61 m, température de 36,2°C à 37,5°C ; 38°C à 66 m.

Composition chimique

Seule l'eau de M S.3 est connue (fig. 11). Elle est chlorurée sodique et reste assez proche de l'eau de Moutte, bien que présentant un rapport Ca^{++}/Mg^{++} plus grand.

Il est nécessaire d'effectuer d'autres analyses avant de se faire une idée précise de la composition chimique réelle. Il est intéressant de noter la similitude avec l'eau de Moutte.

Problèmes liés à l'aménagement de cette source

Si des études médicales révélaient des propriétés intéressantes pour ces eaux, un aménagement serait relativement facile.

Des débits intéressants peuvent être pompés et on pourrait même espérer trouver des eaux plus chaudes en rendant par exemple le captage plus adéquat ou en recherchant la répartition des gradients thermiques.

IV.2.6 - Eau du sondage artésien de la Mairie de Fort de France

Localisation

Ce sondage, aujourd'hui détruit se trouvait dans la cour de la mairie de Fort de France, au centre ville. Il s'agirait, sous toute réserve, du sondage indexé sous le numéro 1178-603 dans les archives du B.R.G.M. (application du code minier français).

Contexte géologique

Le sondage précité recoupe les alluvions qui composent le sous-sol du centre ville (sables, argiles, tourbes,...). On ne sait pas de quel niveau provient l'eau.

Débit

De l'ordre ou inférieur à 0,1 l/sec comme débit de débordement au-dessus du sol. Le débit pompé n'est pas connu.

Température

Elle serait tiède (A. CAYOL, Comm. orale, 1976)

Composition chimique

Il s'agit d'une eau au faciès chloruré sodique peu accentué, les bicarbonates étant assez abondants (fig. 10). Sa minéralisation totale est de 4,19 g/l, sa résistivité de 300 ohms.cm et son pH de 5,85. Un dépôt ferrugineux existait autour du sondage.

Problèmes liés à l'aménagement de cette source

Aucun aménagement n'est envisageable dans un tel contexte urbanisé.

.../...

IV.2.7 - Source de la Médaille

Il s'agit d'une source située dans le lit même de la Rivière Blanche, à l'aval du village de la Médaille près du confluent avec la ravine Cadoré. Cette source est indiquée sur la carte IGN au 1/20.000e.

Les seules données que nous possédions provenaient de la thèse de A. CAYOL (1975) qui a pu l'échantillonner à une époque où cela était possible.

Sa température serait de 27°C.

D'après l'analyse chimique, ce serait une eau bicarbonatée calcique, pH et silice ne sont pas indiqués (fig. 10).

Tout aménagement de cette source à des fins thermales est quasiment impossible. L'accès se révélant très difficile.

IV.2.8 - Forage Desgrottes de Fond Marie Reine

Il s'agit encore d'un cas particulier, où il y a bien température anormale mais où l'origine profonde des eaux n'est pas une certitude absolue.

Localisation

Ce forage se trouve dans la plaine de Fond Marie Reine, non loin du Morne Rouge. Il est proche d'un hangar à bananes situé sur la propriété de M. E. Marraud des Grottes. Ses coordonnées Lambert sont :

x = 702,16 y = 1632,70 z = +340 mètres

Contexte géologique

Ce forage recoupe des niveaux de cendres volcaniques et de ponces fracturées de la Montagne Pelée ainsi que des niveaux de tourbes. Sa profondeur est de 41,0 mètres.

Débit

Débit de débordement du forage : 0,450 l/sec. le 26-10-77
Débit minimum pompable : 1,880 l/sec. (essai du 26-10-77)
Débit du gaz : de 0,018 l/sec. (26-10-77) à 0,023 l/sec (5-12-77).

Température

De 28,5 à 28,6°C.

Composition chimique

L'eau est bicarbonatée calcique, avec une faible teneur en sulfates. Sa minéralisation totale est de 644 mg/l et le pH de 6,7 (fig. 10).

La composition chimique du gaz est la suivante :

gaz carbonique	CO ₂	50,9 ± 0,2 % en volume
méthane	CH ₄	31,0 ± 0,1 %
azote libre	N ₂	17,4 ± 0,1 %
argon	Ar	0,3 ± 0,05%
oxygène libre	O ₂	0,2 ± 0,05%
éthane	C ₂ H ₆	≤ 5 pp.m

.../...

L'origine des gaz est discutée. Il semble qu'elle soit due pour une grande part à la présence de tourbes, comme l'ont montré les importants dégagements gazeux aux passages des niveaux tourbeux lors d'un récent forage. Ces gaz doivent également pour partie avoir une origine plus profonde. Pour l'instant il n'y a pas d'arguments décisifs à ce sujet.

Des bactéries anaérobies sulfatoréductrices pourraient être à l'origine des phénomènes observés dans ce forage : gaz, faiblesse de la teneur en sulfates, corrosion des métaux ferreux et peut être même à l'origine de la température qui n'est que de 4°C au-dessus de la normale locale.

Des mesures de composition isotopique du gaz (isotopes du carbone de CO₂ et CH₄) permettraient peut être de trancher sur l'origine de ces gaz (méthode de Y. BOTTINGA 1969).

D'un point de vue plus pratique, cette eau ressemble fortement à celle de Didier par son profil chimique, mais avec une minéralisation plus faible.

Des données comparatives plus importantes seraient particulièrement intéressantes.

Problèmes liés à l'aménagement de ce forage

Si des études médicales montraient des propriétés thérapeutiques intéressantes, l'aménagement ne poserait aucun problème d'environnement (accès, périmètre de protection, etc...).

x

x x

IV.3 - Les eaux de la plaine du Lamentin

Localisation

Nous avons pu recenser les sources suivantes :

Source du parking de l'aéroport x = 714,18 y = 1614,00 z ≈ 2,3 m
Elle se trouve dans un fossé bordant un parking d'avion en mauvais état. Les travaux effectués masquent différents griffons qui se reforment sous le macadam ou ... sous les bâtiments.

Source rive droite de la Lézarde

Accès facile à partir de la zone industrielle du Lamentin.

x = 714,21 y = 1614,97 z = 1,0 m

Source de la voie ferrée

Cette source se situe entre les deux rails d'une voie ferrée désaffectée qui traverse les mangroves (elle débute derrière le terrain de la DDE à la zone industrielle du Lamentin).

x = 714,25 y = 1615,70 z = 1,30 m

.../...

Source de l'Héliport

Dans une prairie, tout près de la grande piste de l'aéroport

x = 714,92 y = 1614,00 z = 3,0 m

Sources de l'Habitation Carrère

n° 1	x = 715,20	y = 1613,34	z = 3,0 m
n° 2	x = 715,17	y = 1613,35	z = 3,0 m
n° 3	x = 715,18	y = 1613,38	z = 3,0 m

Il y a au moins une dizaine d'autres griffons de part et d'autre du canal Carrère dont l'accès est rendu difficile par les marécages et les hautes herbes. Nous n'avons pas pu les répertorier.

Contexte géologique

L'origine des sources thermales de la plaine du Lamentin est la mieux connue en Martinique quoique posant encore bien des problèmes. Les travaux d'EURAFREP à la fin des années 60 ont permis de définir une orientation NW-SE des gradients de température, centrée sur un drain oblique recoupé au cours du sondage LA 101 entre - 150 et - 250 m et formé de roches très altérées et très hydrothermalisées.

L'étude géophysique appliquée à la géothermie menée par le B.R.G.M. à la fin de 1977 a montré l'existence de failles, dont l'une, importante, passe par la source située sur le bord de la Lézarde. Ces failles seraient orientées comme le drain et l'anomalie thermique, NW-SE.

Dans un récent travail, D. WESTERCAMP (1978) interprète les cartes magnétiques de la Martinique et rattache la zone thermale du Lamentin à deux lignes d'accidents tectoniques, l'une NW-SE (système faillé Bellefontaine, Ste Luce, l'autre SW-NE (système faillé Presqu'île des Trois Ilets, Lamentin, Presqu'île de la Caravelle). Après critique des diverses hypothèses, il conclut que les eaux thermales du Lamentin seraient liées à l'anomalie magnétique négative située entre Rivière-Salée et Fort de France.

Débit

Le débit des sources de la plaine du Lamentin est dérisoire (moins de 0,01 l/sec. par source). La rencontre du drain d'eau chaude au cours du forage de LA 101 a donné lieu durant trois semaines à une éruption d'eau à 91°C qui s'est arrêtée par colmatage naturel (self-sealing).

Température

Dans la plaine du Lamentin, les températures des eaux thermales se répartissent ainsi :

Sce du parking aéroport	38,0°C	20-9-76	Sces de l'Habitation Carrère
Sce rive droite de la Lézarde	46,0°C	20-9-76	1) 49,0°C 28-9-76
Sce de la voie ferrée	52,0°C	20-9-76	2) 50,0°C 28-9-76
Sce de l'Héliport	34,5°C	20-9-76	3) 50,5°C 28-9-76

Dans LA 101, la température était de 91°C à - 150 m et de 93°C à - 250 m. Au-delà de cette limite, la température diminuerait progressivement motivant alors l'arrêt du forage à 771 m. compte tenu du gradient obtenu en fin de forage, il semble qu'un gisement potentiel d'eau très chaude se situe à environ - 1.500 mètres.

.../...

Composition chimique

Les eaux du Lamentin sont très proches les unes des autres par leur composition chimique et sont nettement chlorurées sodiques. On note des dégagements gazeux dont la composition chimique n'est pas connue, mais contenant semble-t-il du gaz carbonique (fig. 12).

L'eau du forage LA 101, non portée sur le diagramme, leur est semblable.

La minéralisation totale varie de 11,9 à 12,8 g/l et le pH de 7,0 à 7,3. Le caractère chloruré sodique est imputable à un mélange d'eau de mer et d'eau douce minéralisée.

Cependant, de nombreux travaux "expérimentaux" portant sur les interactions entre l'eau de mer et les roches volcaniques dans des conditions hydrothermales, montrent que l'eau thermale résultante est caractérisée par un type chloruré calcique net que l'on ne retrouve pas au Lamentin.

Il semble plus probable que les eaux du Lamentin soient des eaux, douces à l'origine, ayant lessivé dans des conditions hydrothermales soit des séries sédimentaires d'origine marine, soit des roches volcaniques déposées en milieu sous-marin.

Les eaux du Lamentin précipitent des dépôts ocre.

Problèmes liés à l'aménagement de ces sources

Compte tenu de l'aspect des lieux et de leur disposition (mangroves, aéroport) et des très faibles débits en surface, l'eau des sources thermales de la plaine du Lamentin n'a plus guère de chance d'être utilisée à des fins thérapeutiques.

x

x x

IV.4 - Les sources thermales disséminées

IV.4.1 - Source de la Frégate

Localisation

Au Sud du François, à proximité de la RN.1 conduisant au Vauclin.

x = 728,10 y = 1616,04 z = 10 mètres.

Contexte géologique

L'eau remonte le long d'un dyke andésitique traversant les conglomérats du François (annexe 6). La source elle-même se trouve près du dyke, à l'intersection avec une fracture photogéologique.

Les mangroves locales masquent probablement une partie des eaux thermales qui vont à la mer en sous-écoulement.

.../...

Débit

Moins de 0,1 l/sec. Il pourrait peut être ^{être} amélioré par une prospection géophysique et géologique détaillée.

Température

32,1°C (de REYNAL, 1936)

Composition chimique

L'eau de la Frégate se rapproche un peu de celle du Lamentin. Elle est chlorurée sodique mais sa minéralisation n'oscille qu'entre 1,72 et 1,98 g/l et son rapport $\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{Cl}^-}$ est plus bas (fig. 13). Son pH oscillerait entre 6,60 et 7,45

Problèmes liés à l'aménagement de cette source

Dans l'état actuel des lieux, tout aménagement est rigoureusement impossible, à cause de la route. Toutefois, des études détaillées géologiques et géophysiques pourraient aboutir à d'autres emplacements.

IV.4.2 - La source du Diamant

Localisation

Cette source se situe immédiatement au bord de la mer, à l'Ouest de la plage de Petite Anse du Diamant.

x = 707,05 y = 1600,20 Z ≈ 5 m

Au total, il y a six petits griffons.

Contexte géologique

Cette source se trouve dans une zone d'andésites très broyées (annexe 6). Ces andésites broyées appartiendraient à la série ancienne Pointe Burgos, roches du Diamant, d'âge ≈ 1 million d'années. La source se situerait dans une zone silicifiée, le long du contact intrusif du Morne Jacqueline et près d'une faille majeure.

Débit

0,3 à 0,5 l/sec. au total.

Température

35°C

Composition chimique

L'eau du Diamant a un caractère chloruré sodique marqué. Son profil est très comparable à celui des eaux du Lamentin (fig. 10). Sa minéralisation oscille entre 10,44 et 18,68 g/l et son pH entre 6,2 et 6,7. On y note un faible dégagement gazeux aux griffons.

Problèmes liés à l'aménagement de cette source

Dans un tel contexte, il n'est pas possible d'envisager un aménagement sur le site même. Pour se faire, il conviendrait de conduire l'eau par canalisation sur environ 150 à 200 mètres.

x

x x

IV.5 - Les sources, non thermales, souvent citées

IV.5.1 - Sources gazeuses

On peut considérer qu'il n'y a aucune raison à priori pour attribuer à ces eaux des propriétés particulières. Elles ont en général des caractéristiques d'eaux froides. Nous nous contenterons uniquement de les citer. Le contexte géologique de quelques-uns est donné en annexe 2.

L'adjonction de gaz d'origine profonde ne confère pas pour autant à des eaux de surface un caractère thermal.

On peut citer les sources suivantes :

- | | | | |
|---|------------|-------------|-----------|
| - Deux Choux | x = 704,40 | y = 1629,55 | z = 570 m |
| | x = 704,42 | y = 1629,53 | z = 570 m |
| - Rivière du Lorrain | x = 704,33 | y = 1629,21 | z = 470 m |
| | x = 704,31 | y = 1629,17 | z = 480 m |
| - Source de la Rivière Mitan (Morne Vert): | x = 700,25 | y = 1627,60 | z = 275 m |
| - Gaz dans la rivière de Beauvallon (Morne Vert) | | | |
| - Source du Vieil Antoine (Morne Vert) : | x = 701,30 | y = 1624,94 | z = 440 m |
| - Source dans la rivière du Carbet citée dans GRUNEVALLD, 1965. | | | |

IV.5.2 - Sources froides

- | | | | |
|---|----------------------------|-------------|-----------|
| - Source de l'Alma (Fond St Denis) | x = 704,32 | y = 1627,41 | z = 560 m |
| - Source de la Tracée (Gros Morne) | (cf. thèse A. CAYOL, 1975) | | |
| - Source de la Baudelle (Rivière-Pilote) | | | |
| - Source du Mont Béni (eau de Champflore à Morne Rouge) | x = 701,86 | y = 1631,10 | |
| - Sondage S.1 de la Mauny | | | z = 450m |
| - Source de La Meynard (Lamentin) | x = 710,40 | y = 1618,30 | z = 60 m |
| - Trou Salé (Ste Anne) | x = 731,64 | y = 1598,70 | z = 20 m |
-

V. CARACTERISTIQUES GENERALES DES SOURCES PRECITEES

Les sources thermales de la Martinique, décrites précédemment présentent en général des mêmes manques de connaissance :

- variation suivie de la composition chimique, qui pourrait être visualisée directement par mesure de conductivité ou de résistivité.
 - manque de valeurs fiables du pH (il n'est pas souvent précisé si les mesures sont faites sur le terrain ou en laboratoire ; celles faites par le BRGM et publiées dans le rapport BRGM 76.ANT.36 sont réalisées sur le terrain).
 - manque de mesures précises des sulfates. Leur variation est souvent celle du laboratoire qui les a analysés.
 - manque de connaissances de la composition chimique des gaz, lorsqu'ils existent (seules celles d'Abbeville et du forage Desgrottes sont connues).
 - manque de mesures sur les émanations de radon (radio-activité naturelle)
 - manque de connaissances des précipités ocreux qui se forment dans la plupart des cas.
 - manque de mesures suivies de température
 - manque de suivi des débits, pour vérifier les influences de la pluie et les quantités écoulées.
 - manque de connaissances détaillées des contextes géologiques. Celui-ci pourrait être facilement supprimé par des levés de détail et éventuellement des prospections géophysiques (méthodes électriques, magnétiques ou magnéto-telluriques complémentaires).
 - manque de connaissances et surtout de résultats récents sur les propriétés réelles de ces eaux. Les longues énumérations de Sambuc (1869), nous semblent bien exhaustives.
-

VI. PROBLEMES LIES A L'AMENAGEMENT D'UNE SOURCE THERMALE

L'aménagement d'une source thermale en établissement de cure requiert plusieurs conditions :

- une source ayant des qualités connues, des propriétés thérapeutiques démontrées, une composition bactériologique offrant des garanties d'hygiène, un débit suffisant.
- un établissement répondant aux normes officielles du Ministère de la Santé.
- un environnement favorable : accès aisé, possibilités d'hébergement dans un climat agréable.

Seule la première de ces conditions sera abordée ici.

Pour avoir les qualités souhaitées, il faut à peu de choses près combler les lacunes indiquées au paragraphe V.

Le débit peut en général être amélioré ainsi que la température grâce à un captage adéquat (chaque cas étant particulier) et nécessite une étude au coup par coup visant à capter l'eau avant le captage. Son mélange en surface avec de l'eau non thermale, peut se faire soit par l'intermédiaire d'un forage, soit en réalisant l'aménagement du griffon. En ce qui concerne l'aménagement du griffon, le principe reste simple.

Près de la surface du sol, la roche est décomprimée naturellement, ce qui se traduit par une ouverture des fissures. L'épaisseur de cette zone décomprimée est variable selon la position dans la vallée, la pente, etc... mais est en général de l'ordre de 20 à 30 mètres. L'eau thermale circulant le long d'une fissure profonde emprunte les fissures ouvertes proches de la surface. Ceci a trois effets :

- séparation du débit en plusieurs débits moindres
- mélange avec des eaux plus superficielles et froides
- variation des caractéristiques physico-chimiques : baisse de la température et de la minéralisation.

La recherche du conduit principal de venue des eaux thermales peut donc être faite à partir de griffons proches, les uns des autres, en se guidant sur la température et la résistivité au fur et à mesure du creusement. Il va de soi que tout travail à l'explosif est à proscrire puisqu'il pourrait modifier l'arrangement naturel des fissures.

Une des plus grosses contraintes est celle des périmètres de protection qui sont demandés par la loi et déterminés par le géologue agréé par le Ministère de la Santé en matière d'eau et d'hygiène publique. Rappelons ici brièvement le principe

Les périmètres de protection sont des zones soumises à des interdictions et des réglementations diverses dans le but de protéger la qualité chimique et bactériologique des eaux destinées à la consommation ainsi que la stabilité de cette qualité.

La définition des périmètres de protection est hydraulique. Ce sont les conditions générales hydrologiques et hydrogéologiques qui déterminent la taille et la forme des divers périmètres.

On distingue trois périmètres de protection pour lesquels les réglementations ou interdictions sont d'autant plus sévères qu'ils sont plus près de la source.

- le périmètre immédiat

Situé autour du captage, il est destiné à la protection immédiate de cet ouvrage et à ôter tout risque de contamination immédiate.

Toute pollution dans cette zone est particulièrement dangereuse.

- le périmètre rapproché

Situé schématiquement de façon concentrique autour de l'ouvrage de captage, il est destiné à empêcher toute pollution dans la zone proche du captage et donc les eaux, souterraines ou superficielles, convergent vers celui-ci.

- le périmètre éloigné

Le périmètre éloigné englobe tous les terrains présentant un quelconque risque de pollution pour les eaux captées.

En matière de source thermale, le problème des périmètres de protection est particulièrement délicat et le géologue peut être en droit de demander des études complémentaires s'il estime insuffisant l'état des connaissances locales.

En général, on ne connaît pas les circuits hydrothermaux des sources. Les eaux de pluie s'infiltront et percolent à travers les terrains et les fractures qui les affectent. En profondeur, elles subissent une élévation de température, variable selon le lieu et la disposition relative de l'aquifère et de la source de chaleur, qui s'accompagne de mises en solution d'éléments en provenance des roches ~~encaissantes~~. Des circuits de convection s'établissent. Le fait que des eaux puissent arriver tièdes ou chaudes en surface implique une certaine vitesse de remontée et aussi un certain débit. Les failles ou les dykes constituent en général des zones plus favorables à la circulation rapide de ces eaux. Il y a toujours mélange avec des eaux froides lors de la remontée et plus particulièrement dans la zone de décompression superficielle.

Le périmètre de protection doit tenir compte, autant que possible, des connaissances quantitatives et géométriques de la source étudiée et c'est là que peut intervenir un minimum de travaux à effectuer.

VII. RAPPELS DES PROPRIETES THERAPEUTIQUES DES EAUX THERMALES DE MARTINIQUE

A partir de la bibliographie existante, nous résumons ici les principales propriétés thérapeutiques des eaux thermales de la Martinique.

VII.1 - Eaux de la Montagne Pelée

Sources de la Rivière Chaude

Leur eau serait bonne contre les rhumatismes (pas d'établissement officiel). Bibliographie de M. de REYNAL (1936)

Eaux du bord de mer au NW de St Pierre

Aucune utilisation thérapeutique de ces eaux n'a été signalée à ce jour.

Source chaude de la Rivière Picodo

Lors de l'existence de l'établissement thermal (avant 1902) CATEL (cité dans Sambuc, 1869) écrivait : "Elle conviendrait aux maladies de la peau, aux douleurs rhumatismales, articulaires, etc... puis dans les tumeurs lymphatiques, les scrofules, le carreau, les engorgements des viscères abdominaux, suites de fièvres intermittentes rebelles, toutes les fois qu'il n'y a pas de dégénérescence organique ; enfin, dans les maladies gastro-intestinales chroniques, suites de coliques sèches, etc...".

Sambuc (1869) comparait ces eaux à celles de Nérès, d'Avène, de Sail les Bains et d'Evian.

x

x x

VII.2 - Des Pitons du Carbet

Source d'Absalon

Sambuc (1869) cite CATEL (1846) médecin en chef à la Martinique :

"Il a été envoyé par les hôpitaux de la colonie à l'établissement Absalon, du 1er janvier 1840 au 1er juillet 1845, 150 malades atteints d'affections diverses et tous y ont recouvré la santé. Un grand nombre de ces malades étaient affectés depuis longtemps de douleurs rhumatismales rebelles, de paralysies à divers degrés, d'arthrites invétérées, d'ankyloses incomplètes, etc... Ces eaux conviennent à la suite des entorses, dans certaines affections cutanées, les engorgements lymphatiques. Les affections syphilitiques anciennes cèdent ordinairement à l'usage de ces eaux lorsqu'on a employé infructueusement les autres moyens thérapeutiques. Elles seraient utiles dans les engagements de viscères abdominaux qui sont la suite des fièvres intermittentes rebelles, etc....".

Sambuc cite également les 278 traitements suivants qui se sont opérés du 1er janvier 1864 au 1er juillet 1868 :

- 144 anémies ou cachéries palendéennes
- 4 coliques sèches
- 67 rhumatismes ou douleurs rhumatismales, arthrites.

.../...

- 16 fractures diverses
- 10 gastralgies, dyspepsies
- 3 névralgies sciatiques, 2 eczémas, 13 hépatites, 4 paralysies, 5 entorses, luxations,
- 3 accidents syphilitiques, 2 gravelles, cystites, 1 goutte, 2 coxalgies, 2 ostéites (?)

On voit donc quelle est la variété des affections soignées dans le passé, mais on reste en droit de se demander s'il n'y a pas un peu d'exagération. D'ailleurs SAMBUC signale de façon très objective que certaines personnes, non comprises dans les chiffres précités ont recouvré la santé, rien qu'à cause du changement d'air. Il est souhaitable de compléter ces données par des observations actuelles, selon le schéma donné par S. RAMPON et J. FRANCON (1977). Notons enfin que SAMBUC comparait ces eaux à celles du Mont-Doré (source du Grand Bain), de Chateldon, de Neyrac et de St Alban.

Source de Didier

L'eau de Didier aurait des propriétés assez comparables à celles de l'eau d'Absalon et servait à soigner rhumatismes, anémies, gastralgies, dyspepsie, affections syphilitiques rebelles, eczémas, ecthymas, entorses, coliques sèches, paralysies, coxalgies (voir SAMBUC, 1869). Du 1er janvier 1864 au 1er juillet 1868, il y a eu 1053 convalescents à Didier, 11 d'entre eux ont subi un effet fâcheux, 55 ont eu un résultat douteux, 987 ont subi un effet avantageux (SAMBUC, 1869). On ne possède guère de données plus récentes.

Source des Pitons

Cette eau n'a jamais été utilisée pour le thermalisme. On peut supposer que ses propriétés se rapprochent de celles de l'eau de Didier mais sans doute de façon atténuée. Cette eau a été mise en bouteille pendant quelques années entre les deux guerres.

Source de Moutte

L'eau de Moutte a une forte teneur en fer. SAMBUC (1869) la comparait aux eaux de Spa, Pyrmont, Provins, Rennes les Bains, Casteljaloux, Forges et même Orezza (Corse) et précisait "Parmi ces eaux, qui constituent l'élite des eaux ferrugineuses, la source de Moutte a droit à une place distinguée". AMIC et CATEL, cités par SAMBUC disaient "les affections pour lesquelles elles peuvent être surtout efficaces sont : l'atonie générale ou locale, la chlorose, l'aménorrhée, les catarrhes chroniques, les écoulements anciens, la gastralgie et les embarras d'estomac coïncidant avec un état anémique, les ulcères atones, les convalescences longues et pénibles".

D'une manière générale, elle conviendrait dans toutes les maladies ou dans des états simplement constitutionnels, où le sang présente un appauvrissement de son élément ferreux ou globulaire (SAMBUC, 1869).

Le docteur MONTESTRUC a utilisé ces eaux pour traiter les anémies de lépreux et les ankylostomiasés. Voici une de ses observations :

"Sujet à 850.000 globules rouges par mm³ et 25 % d'hémoglobines avec ankylostomes, et lépre traitée par les sulfones. Seul traitement anti-anémique

par l'eau brute de Moutte. En six mois, globules rouges : 1 825 000 ; hémoglobines : 85 %".

Eaux chaudes proches de la Rivière Monsieur ; sondage artésien de la mairie de Fort de France, source de la Médaille, forage Desgrottes de Fond-Marie-Beine.

Elles n'ont eu aucune utilisation thérapeutique jusqu'à présent.

x

x x

VII.3 - Eaux de la plaine du Lamentin

SAMBUC (1869) citait la source de l'Espérance (47,6°C), sans la situer avec précision et la comparait aux eaux de Balaruc, Bourbonne, Wiesbaden, Soden, Kreuznach, Onthe Catini et plus particulièrement aux eaux de Lamotte les Bains, Plan de Phazy et Kissingen. "On ne peut placer au-dessus d'elles, que les eaux de Hombourg et de Nauheim... Néanmoins, l'eau de Hombourg est froide, celles de Nauheim ne dépassent pas 39°C.." "Elle est bromurée, elle contient du manganèse". Elle était utilisée en bains dans les affections rhumatismales et les paralysies. D'après SAMBUC, on aurait pu l'utiliser aussi contre le lymphatisme, la scrofule, les plaies atones, les ulcères, les fractures et encore comme excitants de la circulation abdominale ; elle pourrait même augmenter l'appétit, prise en boissons à petite dose, favoriser la digestion et à des doses plus élevées, après refroidissement, exercer une action purgative.

x

x x

VII.4 - Eaux diverses

Source de la Frégate

SAMBUC (1869) la comparait aux eaux de Luxeuil, Bourbon Lancy, Schwalheim (Hesse), Salz, Pouillon et Préchacq et précisait "elle ne fait qu'égaliser ces eaux au point de vue de sa teneur en chlorures, mais elle se place bien à leur tête par sa richesse en fer et manganèse".

Le docteur CLERVILLE-CLERR, propriétaire du temps de SAMBUC disait qu'elle était employée avec succès contre les fièvres intermittentes rebelles, la chlorose et certaines affections des organes génitaux chez la femme. Et ce dernier d'ajouter qu'elle conviendrait aussi pour traiter les scrofules, le lymphatisme, les paralysies, les rhumatismes articulaires avec engorgement, les plaies et ulcères atones, certaines névroses et névralgies étroitement liées à l'anémie, enfin les congestions veineuses, abdominales ou hémorragiales. Des résultats plus récents seraient fort utiles.

.../...

Source du Diamant

Aucune utilisation officielle n'est connue mais les habitants ont l'habitude de les utiliser pour des bains, ce qui les délasse et "guérit leurs rhumatismes".

VIII. C O N C L U S I O N S

La présente étude fait le point des connaissances actuelles sur les sources thermales de Martinique non pas sur le plan géothermique mais sur celui d'une application à la médecine (thermalisme).

Le problème des établissements thermaux revient régulièrement à l'ordre du jour et on assiste en général à des redites, qui de plus déforment les données.

Cette synthèse, effectuée à partir de travaux d'origines très diverses et de consistances très diverses correspond à la nécessité de regrouper en un seul document des données très éparses et très décousues afin de faire le point.

Il s'avère qu'il y a un grand manque de données à combler. Si le choix des responsables est de promouvoir certaines sources thermales, il faut sans plus tarder accumuler des données à leur sujet, au minimum variations de débit, de température, de résistivité et connaissance détaillée du contexte géologique et hydrogéologique.

Ce dernier point est d'autant plus nécessaire que la détermination d'un périmètre de protection peut gêner l'implantation de bâtiments sur quelques dizaines de mètres autour d'une source.

Dans tous les cas, il peut être possible d'améliorer les conditions actuelles de débit et de température et même dans une certaine mesure celle des compositions chimiques, en adaptant les captages au contexte local.

=====

B I B L I O G R A P H I E

- ABBATUCCI (S.) 1922 - Stations hydrominérales des Colonies françaises. Rapports du Congrès de la Santé Publique. Marseille.
- ABBATUCCI (S.) MATIGNON 1924 - Bréviaire thermal des coloniaux - Paris
- ABBATUCCI (S.) 1931 - Stations thermales et climatiques des Colonies - Hyg. Soc. n° 1.
- BARRABE 1952 - Rapport géologique sommaire sur les principales sources minérales de la Martinique.
- BOTTINGA (Y.) 1969 - Calculated fractionation factors for carbon and hydrogen isotop exchange in the system calcite - carbon dioxide - graphite - methane - hydrogen - water vapour - geochimica - cosmochimica acta ,33 p. 49.
- BUTTERLIN (J.) 1956 - La constitution géologique et la structure des Antilles, 1 vol., Centre National de la Recherche Scientifique - édit., Paris, 453 p.
- CAYOL (A.) 1975 - Contribution à l'étude hydrologique et hydrogéochimique de la Martinique ; thèse 3e cycle Paris VI.
- CHANSOLLES-DESSABLONS (G.) 1938 - Contribution à l'étude des eaux thermo-minérales dans une de nos vieilles colonies françaises : l'île de la Martinique. Thèse Méd., Paris
- CHANVALON (Th. de) 1763 - Voyage à la Martinique, 1 vol. Bauche, édit. Paris, pp. 19-20.
- CASTANY (G.) MARGAT (J.) 1977 - Dictionnaire français d'hydrogéologie. Orléans, BGRM. édit. 250 p.
- CONSEIL REGIONAL DE LA MARTINIQUE - dossier thermalisme.
- CORMY (G.) DEMIANS D'ARCHIMBAUD (J.) SURCIN (J.) 1970 - Prospection géothermique aux Antilles Françaises, Guadeloupe et Martinique. Geothermics spécial issue 2 - U.N. Symp. dev. util. geoth. resources Pisa. Vol. 2 Part 1 pp. 57-72.
- COTTEZ (S.) avec collaboration THIBAUT (1973) - Recherche d'eau souterraine dans le bassin de la Rivière Monsieur - Rapport BRGM 73.ANT.23, 23 p + 6 ann. + additif de 3 p + 1 ann.
- COTTEZ (S.) MOURET (Cl.) 1976 - Résultats hydrogéologiques de la campagne de recherches d'eau souterraine à "La Mauny", commune de Rivière-Pilote (Martinique) Rapport BRGM 76.ANT.25, 7 p. 4 fig. 4 ann.

- COTTEZ (S.) MOURET (Cl.) 1977 - Expertises sanitaires de captages d'eau en Martinique. Notes de synthèse sur les reconnaissances effectuées et sur les réglementations à appliquer. Rapport BRGM 78.ANT.8, 13 p. + 16 photos + 27 fiches de points d'eau classées par responsable administratif.
- COTTEZ (S.) avec coll. RISTLER (J.J.) 1978 - Etude des possibilités de captage des sources thermales d'Absalon par forage (Martinique) - Compte rendu des travaux effectués en 1978. Rapport BRGM 78.ANT.36, 10 p., 5 fig. 2 Ann.
- DEMIANS D'ARCHIMBAUD (J.) 1967 - Etudes des possibilités géothermiques de la Martinique et de la Guadeloupe - Rapp. Eurafrep. inéd.
- DEMIANS D'ARCHIMBAUD (J.) 1969 - Comparaison des fluides recueillis lors de l'éruption de LA 101 aux eaux de sources voisines - Rapp. Eurafrep. inéd.
- DENEUFBOURG (G.) 1968 - Etude de la source d'Absalon (Martinique) NRG 4 p. inéd.
- DOREL (J.) ESCHENBRENNER (S.) FEUILLARD (M.) 1972 - Les volcans actifs de la Guadeloupe et de la Martinique, Petites Antilles. Bull. volc. t. 36-2, pp. 359-381.
- DUBARRY, LARAUZA (V.) 1970 - Perspectives du thermalisme à la Martinique.
- ELISEE (A.G.) 1960 - Les ressources hydrominérales de la Martinique - thèse doct. méd. Bordeaux, n° 138, 54 p.
- ESCHENBRENNER (S.) 1967 - Mesures de températures de la nappe phréatique de la basse vallée de la Rivière Claire (Nov. 1966 - Mai 1967) Rapp. Inéd. Observ. Morne des Cadets.
- ESCHENBRENNER (S.) 1969 - Surveillance des sources chaudes (flanc S.W. de la Montagne Pelée). Observ. Morne des Cadets 17 p. dactyl.
- LACROIX (A.) 1904 - La Montagne Pelée et ses éruptions Masson Ed. 662 p.
- LOPOUKHINE (M.) MOURET (Cl.) 1977 - Etude géothermique des sources de la Martinique - Rapport BRGM 78.ANT.36, 32 p. + 5 tabl. + 14 fig. + 7 ann.
- MONTESTRUC (E.) 1955 - Considérations sur les examens de laboratoire à l'Institut Pasteur de la Martinique en 1954. Arch. Inst. Pasteur Martinique, t. 8, pp. 3-27.
- MONTEZUME 1975 - Mémoire consacré à la source d'Absalon - Attestation d'hydrologie Univ. Montpellier
- MOURET (Cl.) 1976 - Note sur la source d'Absalon - BRGM SGR/Antilles - 4p.
- MOURET (Cl.) 1977 - Les eaux souterraines à la Martinique : recherche et exploitation. Bull. Ass. Prof. Biol. Géol. Martinique n°9, 56 p. 14 fig. 6 photos
- MOURET (Cl.) 1978 - Les sources du bassin versant de la Rivière Capot. Premiers résultats - Rapport BRGM 78.ANT.30.
- MOURET (Cl.) 1979 , , - Contribution à l'étude hydrologique et hydrogéologique du bassin versant de la Rivière Capot (Martinique) - Thèse 3e cycle Montpellier C.E.R.H)

- PAPA (F.) PILACHON (S.) 1976 - L'eau de consommation dans l'île de la Martinique. Bilan des analyses bactériologiques 1972 à 1975 Inst. Pasteur Martinique, 38 p.
- PAPE (L.) 1877 - La Martinique. Influence de son climat sur l'Européen. Thèse Méd. Montpellier.
- PELLETIER (B.) 1974 - Les andésites du Sud-Est martiniquais. Thèse 3e cycle géol. et minéral. Orléans 202 p.
- PETIT (J.E.) 1932 - Géographie médicale de la Martinique. Thèse Méd. Paris.
- LE PRIEUR, PEYRAUD, RUFZ 1852 - Eruption 1851 de la Montagne Pelée - Rev. coloniale - 2e série T.7 - pp. 314-320, T.9, pp. 72-96.
- LE PRIEUR 1854 - Rapport sur les bouches de la Montagne Pelée à la Martinique - Rev. coloniale 2e série T.12, pp. 66-77.
- RAMPON (S.), FRANCON (J.) 1977 - Le thermalisme à la Martinique - Bilan et perspectives d'avenir - Rapport du Conseil Régional de Martinique - 34 p.
- REVERT (E.) 1949 - La Martinique : étude géographique et humaine - nouvelles Editions Latines - Paris.
- REYNAL (H. de) 1936 - Les sources thermales de la Martinique - la presse médicale n° 32 - 16 p.
- ROMER (A.) 1937 - Les eaux thermales des bains d'Absalon (Martinique) - Ann. phys. globe - France d'Outre-Mer, n° 21.
- SAGET (M. le) 1955 - La source d'eau de Moutte à la Martinique. Arch. Inst. Pasteur Martinique, T.8, pp. 49-53.
- SAGET (M. le) 1956 - Composition chimique de l'eau d'Absalon. Arch. Inst. Pasteur Martinique, T.9, p.51.
- SAMBUC 1869 - Etude sur les eaux thermales de la Martinique. Un. méd. Gironde et Arch. méd. navale, T.11, pp. 47-60.
- SAMBUC et alt. 1923 - Petite notice sur les eaux minérales de Moutte. Renseignements généraux. Imp. ant. Fort de France.
- SURCIN (J.) 1967 - Guadeloupe - Martinique - Mission géothermique 1967 - Rapport Eurafrep. Inéd.
- SURCIN (J.) 1969 - Rapport de fin de campagne - Sondages destinés à des mesures de gradients de températures. Plaine du Lamentin (Martinique) Rapp. Eurafrep. Inéd.
- SURCIN (J.) 1971 - Rapport de fin de mission. Campagne Core-drill 1970 - Martinique - Rapp. Eurafrep. Inéd.
- SYLVESTRE (E.) LOTAUT (E.) 1947 - Annuaire de la vie martiniquaise, T.1.
- VAILLANT 1961 - Rapport géologique sur les eaux thermominérales de la Martinique
- WESTERCAMP (D.) 1967 - Guadeloupe et Martinique - Remarques sur quelques données chimiques relatives aux eaux thermales. Rapp. Eurafrep. Inéd.

WESTERCAMP (D.) 1970 - Rapport de fin de sondage. Lamentin LA 101 Martinique.
Rapp. Eurafrep. Inéd.

WESTERCAMP (D.) 1972 - Contribution à l'étude du volcanisme en Martinique. Thèse
3e cycle Orsay - 278 p.

WESTERCAMP (D.) 1978 - Une contribution à l'évaluation du potentiel géothermique
de l'île de la Martinique. Relations entre les phénomènes hydrothermaux
anciens et récents et les structures volcano-tectoniques profondes et de
surface. Rapport BRGM 78.ANT.33 - 20 p. + 15 fig. + 2 ann.

PROVENANCE DES EAUX ETUDIÉES - N° IDENTIFICATION

Ident.	Provenance	Ident.	Provenance
1	Rivière Chaude 4-8-1976	36	Voie ferrée 20-9-1976
2	Rivière Chaude 4-8-1976	45	Héliport 28-9-1976
3	Rivière Chaude 4-8-1976	46	Carrère n° 1 28-9-1976
167	Rivière Chaude 1934	47	Carrère n° 2 28-9-1976
168	Rivière Chaude 1968	48	Carrère n° 3 28-9-1976
4	Source du bord de mer 30-8-1976	37	Frégate 21-9-1976
171	Source du bord de mer 30	164	Frégate 1869
5	Puits chaud 30-8-1976	165	Frégate 1937
42	Rivière Picodo 24-9-1976	166	Frégate 1968
15	Absalon 1-9-1976	169	Diamant
153	Absalon 1869	40	Diamant 23-9-1976
154	Absalon 1937		
155	Absalon 1956		
156	Absalon 1969		
43	Didier 27-9-1976		
148	Didier 1869		
149	Didier 1935		
150	Didier 1939		
151	Didier 1961		
152	Didier 1968		
33	Moutte 17-9-1976		
158	Moutte 1869		
159	Moutte 1939		
160	Moutte 1955		
161	Moutte 1968		
118	Rivière Monsieur 1973		
44	Eau des Pitons 27-9-1976		
56	Forage Desgrottes 5-2-1977		
225	La Médaille		
163	Lamentin 1968		
162	Lamentin 1869		
34	Parking de l'aéroport 20-9-1976		
35	Bord de la Lézarde 20-9-1976		

COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX THERMALES DE LA MARTINIQUE
IONS EN MG/L SI02 ET MINT EN MG/L

IDENT	CA++	MG++	NA+	K+	CL-	SO4=	HCO3-	NO3-	PH	SI02	MINT
EAUX DE LA MONTAGNE PELEE											
1.	2.07	1.04	3.26	0.349	0.99	1.75	3.90	0.0167	10	101.	601.50
2.	2.96	1.51	6.48	0.662	1.92	3.33	6.51	0.0217	10	130.	1008.70
3.	1.31	0.74	9.48	0.536	2.59	3.42	6.80	0.0237	10	132.	1043.50
167.	3.60	1.06	7.50	2.200	3.20	4.24	4.00	0.0	0.0	0.	904.30
168.	1.60	0.74	9.70	0.790	3.50	4.50	5.00	0.0	6.75	0.	174. 940.15
4.	1.98	2.95	15.22	0.615	14.59	2.75	2.80	0.0167	10	92.	1363.40
171.	1.60	2.80	13.00	0.670	14.00	1.10	2.30	0.0	6.75	0.	126. 1081.25
5.	2.27	2.16	10.91	0.695	8.39	3.08	4.70	0.0166	90	0.	109. 1192.70
42.	3.28	2.55	6.57	0.477	6.70	0.58	5.34	0.0167	20	0.	113. 972.20
EAUX D'ABSALON											
15.	10.50	7.44	5.00	0.323	0.41	0.0	22.95	0.0537	20	0.	129. 1974.80
153.	9.60	6.90	4.29	0.520	0.41	0.0	21.00	0.0	0.0	0.	0. 1690.34
154.	9.79	6.40	4.36	0.270	0.39	0.0	21.00	0.0	6.2	0.	0. 1679.21
155.	13.25	7.30	0.65	0.0	0.85	0.0	21.00	0.0	0.0	0.	115. 1854.00
156.	7.50	7.50	4.60	3.200	0.39	0.07	22.00	0.0	6.25	0.	126. 1830.93
EAUX DE DIDIER											
43.	4.50	9.55	5.91	0.362	0.68	0.08	19.00	0.0557	40	0.	124. 1671.30
148.	9.51	4.75	3.34	0.560	0.79	0.0	17.16	0.0	0.0	0.	0. 1421.38
149.	8.85	7.48	5.70	0.560	0.78	0.0	21.70	0.0	0.0	0.	0. 1772.21
150.	7.00	4.06	2.90	0.200	0.40	0.0	13.70	0.0	0.0	0.	132. 1245.73
151.	8.39	8.83	4.85	0.330	0.78	0.0	22.60	0.0	0.0	0.	102. 1907.79
152.	8.30	9.70	5.90	0.100	0.66	0.10	23.00	0.0	6.15	0.	150. 1854.68
EAUX DE MOUTTE											
33.	2.55	1.61	3.94	0.164	3.89	0.02	3.95	0.0166	60	0.	122. 670.60
158.	3.90	1.40	3.00	0.200	4.60	0.0	4.10	0.0	0.0	0.	0. 585.21
159.	2.80	0.72	4.10	0.200	4.60	0.0	4.00	0.0	0.0	0.	0. 574.15
160.	3.90	1.30	2.90	0.200	4.50	0.0	4.10	0.0	0.0	0.	115. 693.14
161.	2.70	1.10	4.10	0.210	4.10	0.13	4.30	0.0	6.05	0.	138. 583.94
EAU DU SONDAGE RIVIERE MONSIEUR MS3											
118.	3.00	0.20	6.52	0.070	5.46	0.0	4.40	0.0	7.10	0.	25. 677.35
EAU DES PITONS											
44.	6.70	5.83	4.35	0.331	0.68	0.04	17.00	0.0617	20	0.	109. 1505.70
EAU DU FORAGE DESGROTTE											
56.	2.66	2.40	1.64	0.100	0.28	0.02	6.70	0.0	6.70	0.	100. 643.70
EAU DE LA MEDAILLE											
225.	6.00	2.55	2.80		.27		11.00				
EAU DU SONDAGE DE LA MAIRIE DE FORT-DE-FRANCE											
116.	17.00	12.00	30.10	1.500	35.49	.00	27.00	.0005	85	0.	50. 4193.49
EAUX DE LA PLAINE DU LAMENTIN											
163.	42.00	14.50	150.00	3.700	190.00	8.20	19.00	0.0	6.15	0.	72.12665.28
162.	43.47	12.00	133.70	6.000	177.40	6.00	12.10	0.0	0.0	0.	0.11648.09
34.	42.50	12.67	149.57	3.538	190.00	5.83	13.90	0.1857	10	0.	62.12528.50
35.	40.90	13.02	154.35	3.436	197.49	7.08	9.85	1.6137	0.0	0.	76.12788.20
36.	37.50	12.21	143.48	3.846	181.01	3.58	14.44	0.0847	0.0	0.	120.11952.60
45.	40.15	12.43	150.87	3.923	193.01	6.67	10.25	0.0167	30	0.	65.12440.00
46.	38.00	12.18	149.13	4.436	191.01	6.88	8.00	0.0167	10	0.	69.12180.00
47.	37.50	12.76	153.48	4.333	195.49	6.88	7.20	0.0847	10	0.	73.12391.20
48.	39.00	12.44	151.30	4.000	192.51	7.29	8.51	0.1857	10	0.	70.12351.70
EAUX DE LA FREGATE											
37.	5.90	1.76	23.83	0.359	26.20	4.08	1.30	0.0166	60	0.	75. 1982.40
164.	6.29	1.79	16.58	2.800	23.16	2.50	1.00	0.0	0.0	0.	84. 1725.27
165.	5.86	1.66	21.30	0.420	25.90	3.90	1.00	0.0	0.0	0.	0. 1811.30
166.	5.80	1.80	24.00	0.590	25.00	6.10	1.50	0.0	7.45	0.	72. 1984.68
EAUX DU DIAMANT											
169.	20.00	7.00	130.00	4.600	120.00	17.00	28.00	0.0	6.20	0.	168.10438.45
40.	46.50	22.88	223.48	9.538	271.01	10.63	27.49	0.2746	70	0.	136.18681.00

MINT = MINERALISATION TOTALE

LES ZEROS DE SI02 N'EXISTENT PAS DANS LA REALITE ET CORRESPONDENT A UNE ABSENCE DE DONNEES . PAR CONSEQUENT MINT EST ERRONEE DANS CES CAS LA .

ELEMENTS MINEURS DANS LES EAUX THERMALES DE MARTINIQUE

(Extrait du rapport BRGM 77.ANT.36)

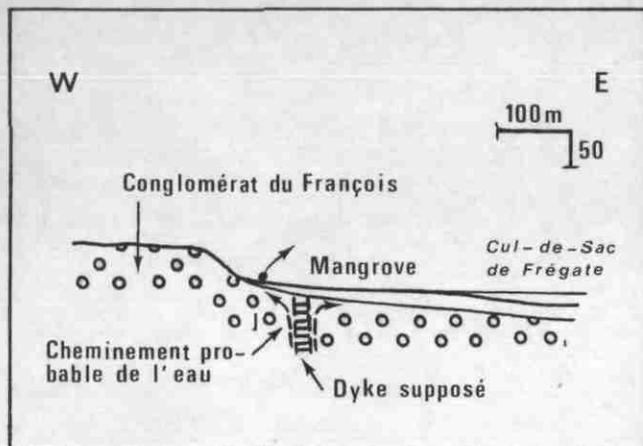
	F mg/l	B mg/l	NH ₄ mg/l	Ba mg/l	Sr mg/l	Li 10 ⁻³ mg/l	Rb 10 ⁻³ mg/l
Montagne Pelée							
1	0,32	0,4	≤ 0,1	≤ 1	≤ 0,1	650	≤ 100
2	0,35	1,1	≤ 0,1	≤ 1	≤ 0,1	1050	≤ 100
3	0,54	1,3	≤ 0,1	≤ 1	≤ 0,1	980	≤ 100
4	0,72	2,0	0,2	≤ 1	0,2	270	≤ 100
5	≤ 0,72	2,5	≤ 0,1	≤ 1	≤ 0,1	520	≤ 100
42							
Absalon							
15	≤ 0,10	≤ 0,1	0,2	≤ 1	1,0	80	≤ 100
Didier							
43	≤ 0,10	0,4	0,3	≤ 1	0,2	100	≤ 100
Moutte							
33	0,11	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 1	≤ 0,1	≤ 10	≤ 100
Eau des Pitons							
44	≤ 0,10	0,4	0,3	≤ 1	0,4	60	≤ 100
Forage Desgrottes							
56	≤ 0,10	≤ 0,1	6,0	≤ 1	0,25	≤ 10	100
Lamentin							
34	0,56	37,5	0,2	≤ 1	20,0	1180	500
35	0,40	44,0	0,2	≤ 1	18,8	1230	490
36	0,12	44,0	0,2	≤ 1	16,8	850	540
45	0,29	35,0	0,4	≤ 1	19,5	1200	520
46	0,19	35,0	1,4	≤ 1	19,1	1230	530
47	0,13	37,0	0,6	≤ 1	18,2	1230	530
48	0,21	35,0	0,4	≤ 1	19,8	1210	510
Frégate							
37	0,22	0,5					
Diamant							
40	≤ 0,10	72,0	0,6	≤ 1	11,6	7500	800

ELEMENTS EN TRACE DANS LES EAUX THERMALES DE MARTINIQUE (EN 10⁻³ MG/L)

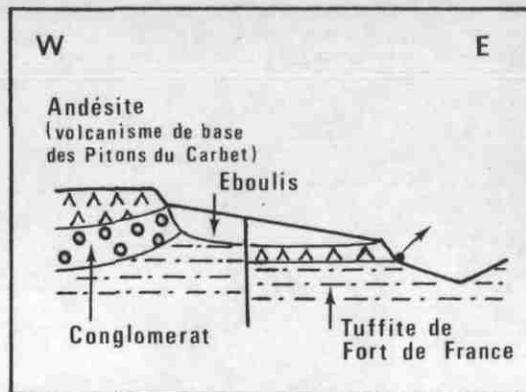
(d'après A. CAYOL 1975)

dates	Sources	B	Hg	Sb	Ti	Tl	Mn	Pb	Ga	W	Cr	Ge	Bi	Be	Mo	Sn	V	Ag	Cd	Cu	Sr	Ba	Li	Rb	Ni	Co
Juin 1970	Absalon	234	-	-	-	-	156	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	<7,8	7,8	-	7,8	>780	468	78	<23		
	Frégate	83	-	-	-	-	166	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<8,3	<8,3	-	8,3	>832	83,2	16,6	<25		
	Moutte	60	-	-	-	-	300	30	-	-	-	<3	-	-	-	-	<3	3	-	3	>301	301	6	<9		
	Tracée	3,9	-	-	-	-	0,4	0,4	-	-	0,13	-	-	-	-	3,9	0,13	<0,13	-	0,4	,13	<1,3	0,04	0,4		
	Médaille	3,4	-	-	-	-	0,37	1,7	-	-	<0,17	-	-	-	-	1,7	0,17	<0,17	-	0,51	17	<1,7	0,04	<0,4		
Février 1971	Montagne Pelée (bord de mer)	>1000	-	-	-	-	300	<3	-	3	-	-	-	-	3	50	<3	<3	-	3	100	100	1000	30		
	Rivière Chaude (?)	>1000	-	-	-	-	5	<3	-	3	-	-	-	-	3	50	3	<3	-	3	300	<100	1000	30		
	Lamentin	>1000	-	-	-	-	5	<3	-	3	-	-	-	-	<3	<3	<3	<3	-	<3	>1000	100	200	10		
Janvier 1971	Didier				10		300	<10	-		5				-	100	30			10	1000	300	100	10	-	-
	Eau des Pitons				-		800	<10	-		10				-	300	150			10	>1000	300	100	20	-	-
	Absalon				-		800	<10	-		10				-	200	150			10	>1000	300	100	20	-	-
	Moutte				-		>1000	<10	-		10				-	200	30			10	800	300	10	10	30	-
Octobre 1970	Frégate				-		80	<10	-		<3				<3	100	150			10	>1000	30	30	10	<3	-
Janvier 1971	Lamentin (?)				3		1000	20	-		10				<3	300	100			150	500	30	30	20	10	-
Août 1970	Diamant				-		300	<10	3		<3				<3	<3	80			3	>1000	<30	>1000	30	<3	<3
Octobre 1970	Diamant				-		500	<10	-		-				<3	20	80			3	>1000	<30	>1000	30	-	-

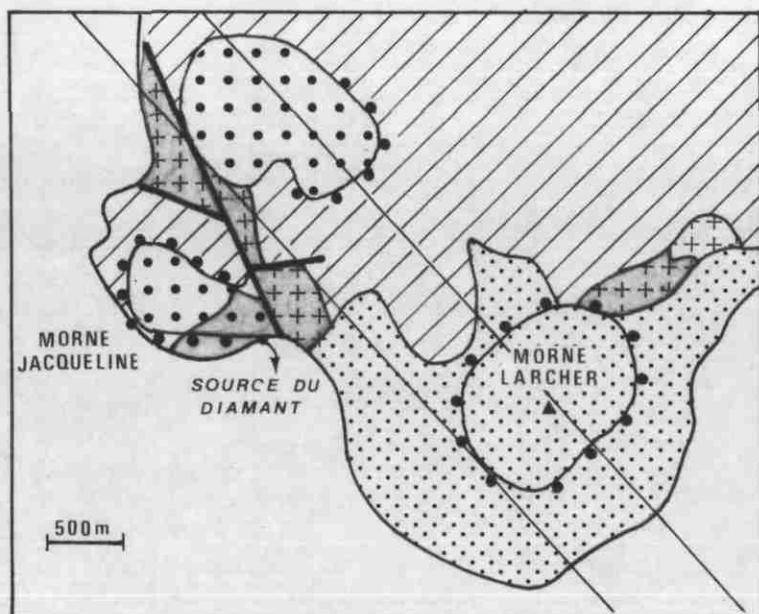
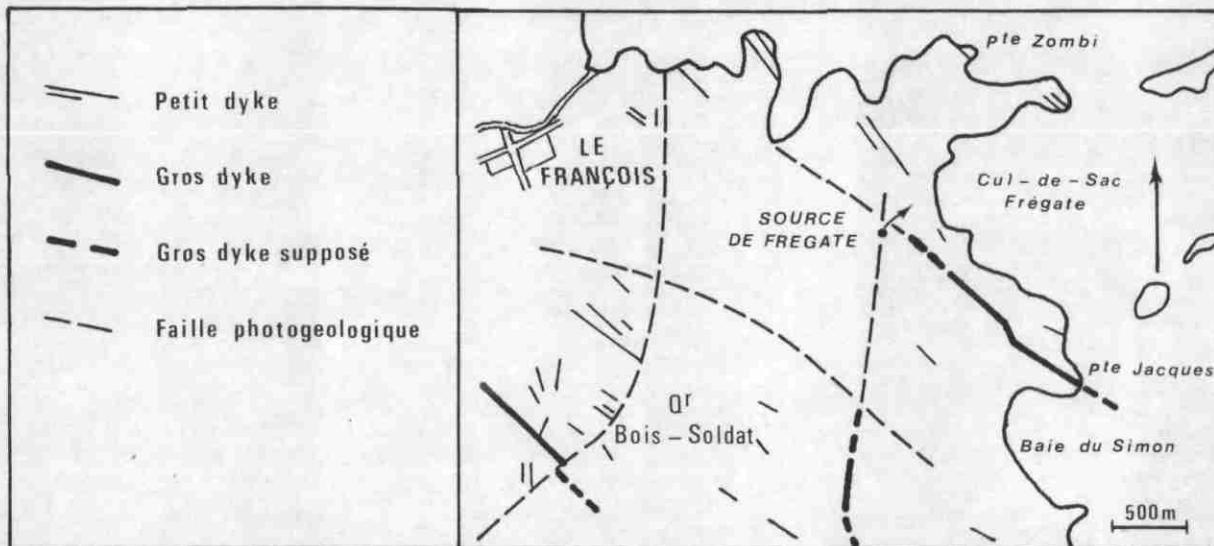
CONTEXTE GEOLOGIQUE DE QUELQUES SOURCES THERMALES DE MARTINIQUE



SOURCE DE LA FREGATE
(Adapté d'après B. PELLETIER 1974)



FONTAINE DE MOUTTE
(d'après D. WESTERCAMP 1972)



SOURCE DU DIAMANT
(d'après D. WESTERCAMP 1978)