

10. REFERENCIAS CITADAS

- Funvisis (1994) Estudio Neotectónico y de Geología de Fallas Activas de la Región Nororiental de Venezuela. Proyecto Intevep 92-175. *Funvisis para Intevep, S.A.* 3 Vol. *Inédito*.
- Mocquet, A.; Beltrán, C; Lugo, M.; Rodríguez, J. A. & Singer, A. (1996) Seismological interpretation of the Historical data related to the 1929 Cumaná earthquake, Venezuela. *3rd International Symposium on Andean Geodynamics*. 203-206 (*Extended Abstract*).
- Philip, H.; Rogozhin, E.; Cisternas, A., Bousquet, J.C., Borisov, B. & Karakhanian, A. (1992) The Armenian earthquake of 1988 December 7: faulting and folding, neotectonics and paleoseismicity. *Geophys. J. Int.*, 110:141-158.

ANEXO 1:

Informe del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)

John LaBRECQUE

Laboratorio de Espectroscopía Atómica y Nuclear
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
(IVIC)

Venezuela

Tél. 58-2-504.14.32

Fax 58-2-504.12.01

E-mail: jlubreque@ivic.ivic.ve

**SUMMARY OF ACTIVITIES OF THE BRITISH COUNCIL ACADEMIC LINK
(EARTHQUAKE RISK ASSESMENT) AND CONICIT PROJECT S1-95000448
(DESARROLLO DE METODOS PARA MEDIR EL RADON EN SUELOS
TROPICALES CON MIRAS A LOCALIZAR FALLAS Y ESTABLECER
MODELOS DE PREDICCION SISMICA) RELATED TO THE JULY 9, 1997
EARTHQUAKE IN SUCRE, VENEZUELA**

**J.J. LaBRECQUE, Coordinator of the Projects
October 3, 1997**

This summary will be very brief since it is needed by FUNVISIS as soon as possible and I am traveling to the USA and China within two working days.

The British Council Academic Link started March 1995 and renewed March 1997. This Link is between the Earth Resources Centre (ERC) of the University of Exeter and the Atomic and Nuclear Spectroscopy Laboratory of IVIC. Most of the two weeks each year allotted to this link, have been spent on the La Victoria fault and the Caracas area for lack of travel funds in Venezuela BUT, last October we did measure radon and other soil-gases across the El Pilar fault at Las Toscanas, between Casanay and Río Casanay. The fault here seem to be complex because of branching and was difficult to tell if there were two or three branches (parallel) These measurements will serve as a reference for the activity before the earthquake.

The British Embassy also funded a separate trip, end of August, 1997 for one of the British researcher in which we again measured the soil-gases at Las Toscanas, as well, as at the San Miguel finca (Carrizal de la Cruz), where the fault was opened up by the earthquake. Measurements were also taken near the La Victoria fault, across the Avila fault and at selected sites in Caracas and at IVIC which were measured for the last three years.

The CONICIT Project was submitted in April of 1995, BUT funding didn't appear until April, 1997 and didn't officially start until the First of July, about one week before the earthquake of Sucre, after most of the equipment was acquired. This a multi-institution project with participation of the Laboratorio de Espectroscopía Atómica y Nuclear (LEAN) of IVIC, the Earth Resources Centre (ERC) of the University of Exeter, UK, the University of Simón Bolívar (USB). BUT, some activities were going on before that with equipment of both the University of Simón Bolívar (USB) and IVIC

This activities and those of the CONICIT project are follows:

- 1) Measurements of Radon in thermal water from a natural spring for about a year before the earthquake and continuing by the USB group.

- 2) Measurements of Radon (Total, Rn-222 and Rn-220) in soils at some IVIC sites in 1994-1997. Las measurements before the earthquake in May/June were erratic and thought the new equipment was not functioning correctly but later found out these could have been the radon precursors, BUT at the time we didn't think that one could see them so far away, but the literature supports this after we found time to read it !
- 3) Measurements of Radon in soils at the San Miguel and Las Toscanas sites across the El Pilar fault, two days after the earthquake, month later and two months later. The first two times we were there, there were minor earthquakes; the first time during the evening between our measurements and the second time, when we were actually taking measurements. This, we have some very interesting data
- 4) Measurements of Radon in water from the stream which runs about 100 meters parallel to the main fault at Las Toscanas about three times a day and again some very interesting results since they were just before and after minor earthquakes.
- 5) Measurements for three hour periods, every five minutes at the radon peaks over the fault were done as well as hourly readings for a day before and after a minor earthquake.
- 6) The IVIC group, have also a lot of other data on the precision and accuracy of the method employed as well as comparison with different parameters.
- 7) For obviously reasons, the FUNVISIS group which has a large amount of related data, which also forms part of this CONICIT project in part, is reported in more detail herein.

I'm sorry we can't report any of our final results yet since most of us who work on this project are only part time and we have been spending most if not all of our time collecting data and hope that we can start to do the necessary calculations and interpretation of them early next year. But, that is only if the seismic activity in Venezuela becomes stable or if more technical staff become available !!

PARTICIPANTING STAFF

Most of the staff only participate between 5-20% of their time on these projects
(BC = British Council Link; C = CONICIT project)

LEAN/IVIC

J.J. La BRECQUE (coordinator of the BC + C)
P.A. Rosales (BC + C)
P. Cordovez (BC + C)
D.A. Aponte (services contracted by C)

ERC/UE

B. Evans (BC + C)
J. Merefield (BC + C)
D. Duffy (BC)
P. Grainger (BC + C)

USB

L. Sajo (C)
D. Castro (C)

FUNVISIS

A. Singer (C)
F. Audemard (C)
J. Rodríguez (C)
A. Sánchez (C)
A. Pernía (C)
N. Reyes (C)

ANEXO 2:

Informe de la Universidad de Nantes

Antoine MOCQUET
Maître de Conférences
UPRES - EA 2156 "Dynamique et Evolution de la
Terre et des Planètes"
Laboratoire de Géophysique et Planétologie
Faculté des Sciences et Techniques
2 rue de la Houssinière, BP 92208
44322 NANTES CEDEX 3
Tél. 02.40.37.49.56
Fax. 02.40.37.49.48
E-mail: mocquet@chimie.univ-nantes.fr

El presente anexo documental contiene las observaciones del Dr. Antoine Mocquet realizadas en fecha posterior a la actuación de las comisiones de FUNVISIS en el estado Sucre. Dichas observaciones no han sido cotejadas en campo por los funcionarios del Departamento de Ciencias de la Tierra.

Annexe documentaire

I. Séisme du 9 Juillet 1997

Nota Bene: Les directions mentionnées dans ce rapport sont corrigées de la déclinaison magnétique et sont donc données par rapport au Nord géographique. La déclinaison du champ magnétique, mesurée pendant la mission par GPS était de 14°W.

1. Agua Caliente 10.496 N; 63.486 W; VIII, localement IX (MMI)

Sources thermales. Les parois calcaires des bassins formés par les sources thermales ont été rompues. L'eau contenue dans les bassins s'est déversée dans la lagune de Buena Vista. D'après la personne habitant sur les lieux, un sifflement souterrain comparable au bruit du vent était associé à des vibrations. Ce sifflement venait de l'Est. Il a été suivi par des oscillations fortes dans une direction Est-Ouest, puis par des vagues représentatives des ondes de surface que la personne décrit de la main par un mouvement rétrograde. La durée totale a été courte, "ni même une minute" (sic). La description de ce témoin est très similaire à celle rapportée à Terra Nova, plus de 15 kilomètres à l'Ouest de Agua Caliente.

10.495 N; 63.492 W (Carrizal de la Cruz)

A 500 mètres à l'Ouest de Agua Caliente la route goudronnée est traversée par une rupture de surface dextre de direction générale N75E. Son état de dégradation ne permet pas de mesure précise des déplacements. Le rapport de FUNVISIS signale qu'un tube d'alimentation en eau avait été comprimé et sectionné à cet endroit. Ce tube était réparé lors de notre passage (observation effectuée le 18 Août).

10.493 N; 63.515 W (Carrizal de la Cruz)

La route goudronnée est traversée par une fracture de surface N125 de plus de 2 mètres de large. Son état de dégradation ne permet pas de mesure précise des déplacements (observation effectuée le 18 Août)

2. Agua Fria abajo 10.451 N; 63.261 W; VII (MMI)

Les maisons sont très fissurées. Sept glissements de terrain induits par le séisme ont été observés par les habitants dans le Cerro El Canton, situé à l'Ouest du village. Les glissements de terrain sont localisés sur le flanc Ouest de la montagne. La rivière, Quebrada Agua Fria, s'est asséchée pendant les secousses, puis est revenue après quelques secondes (7-8 secondes). Plusieurs secousses (répliques ?) ont été ressenties dans les instants qui ont suivi. Le commissaire du village, qui se trouvait à Caracas lors du séisme de 1967, considère qu'il a ressenti le séisme de 1997 à Agua Fria abajo plus fortement que celui de 1967 à Caracas.

3. Agua Fria arriba V (MMI)

Sommet de colline. Les maisons anciennes ont été fissurées sans dommages majeurs, ni fissuration du sol. Les cadres sont tombés des murs et les objets des étagères. Les sensations ont consisté en un seul choc très dur pendant un temps court, suivi de plusieurs secousses faibles (répliques ?) durant 30 secondes à une minute. Les mouvements ont été ressenti de l'Est vers l'Ouest.

4. Arenas 10.279 N; 63.936 W, IV-V (MMI)

Les pans de murs de l'église coloniale qui subsistaient avant le séisme se sont effondrés partiellement ou totalement. Ces destructions peuvent être opposées à l'état de conservation de l'église coloniale de Catuaro, qui, bien que déjà en ruines avant le séisme, n'a pratiquement pas souffert (cf. La Pica).

5. Blanco Lugar 10.498 N; 63 357 W; VIII (MMI)

Précurseur: 3 heures avant le séisme, un jet d'eau vertical a jailli d'une source naturelle. Une pierre jetée dans la source était relancée en l'air.

Sommet de colline. Au moins 2 maisons de parpins détruites Un mort dû à l'effondrement d'un mur de parpins, 4 blessés. Deux types de mouvements, caractéristiques des ondes P et S, ont été ressentis. Les habitants ne pouvaient pas se tenir debout. Le séisme a été ressenti pendant peu de temps (sans évaluation en secondes possible). Un témoin a observé la propagation (de l'Est-Sud-Est vers l'Ouest-Nord-Ouest) des fentes de tension (N111E) de plus de 1 mètre de profondeur qui sont observables en face de la façade Est de l'église. Les deux fentes principales sont pratiquement parallèles, de 15 à 20 centimètres de large chacune, longues d'une dizaine de mètres et séparées de 2 à 3 mètres. Les habitants ont comblé ces fentes avec des pierres et des parpins. Aucun déplacement latéral n'est observable. Un affaissement d'environ 5 cm du compartiment Nord est possible. Cependant, cette mesure doit être prise avec précaution, car elle a été effectuée durant la saison des pluies, un mois après le séisme.

L'église, antérieure à 1929 est irréparable. Le corps de bâtiment a une direction générale Est-ouest. Des pans de murs de plus de 3 mètres de haut sont tombés dans une direction Nord-Sud ou sont sur le point de s'effondrer. Les petites cloches de l'église, suspendues à un portique extérieur, ont sonné. Les piliers du portique, constitués d'un mortier ancien, ont été légèrement endommagé; les cloches ne sont pas tombées. Des fissures sont observables dans les murs de l'école située dans le prolongement Ouest de l'église, ainsi que des fentes de tension. A l'intérieur des salles de classe, la plupart des pupitres ont été renversés dans la direction Nord-Sud.

Pendant le séisme, toute la route de terre qui monte de Rio Casanay vers El Limon a été affectée par des fentes et par du "lateral spreading". Les maisons de "adobe" et de "carata" situées sur les pentes de la colline ont peu souffert, seulement quelques fissures rapidement réparées.

6. Campoma VIII (MMI)

Rupture de surface N125E à travers la route goudronnée Cariaco-Campoma. Déplacement dextre (12 cm) encore visible malgré la dégradation des structures (observation faite le 18 Août) notamment due à la présence

d'eau sous la route. Les dalles de béton du canal d'irrigation (Nord-Sud) situé à proximité sont fissurées sur plusieurs dizaines de mètres tout au long du canal. Certaines dalles se sont chevauchées les unes sur les autres sur 9 cm de long, avec un saut vertical de 4 cm.

10.490N; 63.579W (champ cultivé)

Terre de culture très meuble. Le 19 Août, la rupture de surface (monotrace N75E) était encore visible sur plusieurs dizaines de mètres à travers la partie centrale du champ, mais la nature du sol et les pluies postérieures au séisme n'ont pas permis de mesures fiables du déplacement. Deux ouvriers qui travaillaient dans le champ pendant le séisme ont été plaqués au sol. Les parois du trop-plein d'eau qui borde le champ du côté Nord se sont affaissées par endroits. D'après l'un des ouvriers, des phénomènes de liquéfaction, cônes d'éjection de sable de 20 à 30 centimètres de haut, sont visibles à Campo Alegre, à la sortie Nord de Cariaco.

7. Cangrejal VIII (MMI)

La plupart des maisons ont été fissurées mais ne se sont pas effondrées. Par contre, certaines maisons de parpin étaient suffisamment endommagées pour s'effondrer lors de l'une des répliques, le 9 Août 1997. Les mouvements ont été ressentis dans une direction Est-Ouest, perpendiculairement à l'axe de la vallée de la Quebrada Cangrejal. Les secousses ont duré très peu de temps, "1 seconde" (sic), mais très fortement. Elles ont fait déborder l'eau contenue dans des bidons de 200 litres sans que ceux-ci soient renversés.

8. Cariaco VIII, localement IX (MMI)

Le village de Cariaco est construit sur des sédiments holocènes gorgés d'eau, déposés dans la lagune de Campoma, ce qui explique l'amplification des mouvements forts lors du séisme. Nous n'avons pas étudié en détail les effets de site à cet endroit, car ils avaient déjà fait l'objet d'études approfondies par les équipes vénézuéliennes, japonaises, américaines et allemandes qui y ont séjourné dans les premiers jours qui ont suivi le séisme. De plus, un mois après le séisme, la vision que nous avons du village était modifiée par les travaux de démolition et de reconstruction qui avaient débuté. En accord avec le rapport de FUNVISIS, nous assignons une intensité MMI de VIII à cette localité, avec des points très locaux à IX (canalisations sectionnées, déformations des dalles de béton des canaux d'irrigation, ruptures de la route goudronnée, notamment à l'Ouest de Cariaco, dans la direction de Campoma). Cependant ces valeurs élevées (IX) ne nous semblent représentatives qu'à des niveaux très locaux, principalement situés le long de la rupture de surface. A l'échelle régionale, l'intensité maximale nous paraît plus proche de VIII. Les témoignages recueillis se classent en deux catégories. Les personnes au repos ont ressenti un premier choc violent vertical, suivi d'oscillations horizontales. Le Sr. Francisco Caraballo (cf. paragraphe II) a été projeté à terre dans sa maison de parpins, dont le sol est une dalle de béton. Il n'a pas pu se relever durant le passage des ondes de cisaillement. Il faut toutefois signaler que cette personne est âgée (77 ans) et manchot des deux bras. Ce premier choc n'est pas mentionné par des personnes jeunes qui marchaient au moment du séisme. Celles-ci décrivent 3 type de mouvements: 2 oscillations horizontales légères, suivies d'un mouvement fort

caractéristique des ondes de Love, c'est-à-dire horizontal anti-horaire. Les personnes jeunes pouvaient se tenir debout sans pouvoir avancer. Elles estiment la durée totale des mouvements à environ 10 secondes.

La rupture de surface est principalement exprimée par des fentes de tensions (N135E) et des plis (axes N35E) en échelon, en accord avec les déformations attendues d'un décrochement dextre de direction générale Est-Ouest.

10.488 N; 63.548 W (Hangar entrée Sud de Cariaco, Las Manos)

Le déplacement latéral dextre de la grille d'entrée est évalué à 40 cm dans la direction N75E. La valeur reportée dans le rapport de FUNVISIS est de 27 cm.

10.489 N; 63.543 W (Chemin contournant le château d'eau de Cariaco par le Nord)

Talus fissuré (N105E) sur 5 (?) mètres de profondeur par effet de bord. Deux morts par effondrement de murs: une maison détruite, 16 fissurées gravement. Deux sensations fortes: un "bruit de canon" (sic) (onde P) puis des mouvements oscillatoires dans la direction Nord-Sud (ondes S). Les témoins disent être habitués aux tremblements de terre, mais ils ne peuvent pas évaluer la durée des secousses. Les gens habitant près de la lagune de Campoma étaient habitués de voir chaque année des gaz s'enflammer spontanément dans la lagune. Ils ont remarqué que ce phénomène n'avait pas eu lieu cette année. Depuis le séisme, des eaux "noires comme de l'huile" (sic) sont émises dans la lagune (témoignage recueilli le 16 Août).

9. Casanay 10.500 N; 63.431 W; VIII (MMI)

Au Nord de Casanay, à travers la route de Carupano, rupture de surface d'environ 10 mètres de large. Les fentes ouvertes ont une direction N125E. Le déplacement dextre cumulé, mesuré par le décalage des lignes blanches des bords et du milieu de la route, est évalué à 60 centimètres dans la direction N125E. Le déplacement dextre cumulé des mêmes lignes blanches, mesuré perpendiculairement à celles-ci, suivant la direction N95E, est évalué à 55 centimètres. La composante d'ouverture des fentes n'a pas pu être évaluée car celles-ci étaient trop détériorées (observations effectuées le 18 Août). Le décalage dextre des lignes blanches, mesuré seulement le long de la fracture principal N125E, est évalué à 17 centimètres. Le lendemain du séisme, la zone de fracture était beaucoup plus étroite et ne consistait qu'en deux riedels synthétiques, qui, d'après le rapport de FUNVISIS, ne totalisaient que 25 centimètres de déplacement. La question se pose donc de savoir si les valeurs élevées de déplacement que nous avons observées 40 jours après le séisme correspondent à une relaxation post-sismique très importante (près de 1 cm par jour) ou à des effets d'accommodation interne aux matériaux de la chaussée. Nous préférons privilégier cette seconde hypothèse, à moins que les données GPS recueillies par l'équipe allemande dans les semaines qui ont suivi le séisme ne mettent en évidence des déplacements post-sismiques notables.

La maison neuve en parpin et toit de zinc, qui se trouve en prolongement de la rupture sur le bas-côté Ouest de la route, n'a absolument pas souffert. Un paysan se trouvait au moment du séisme dans une hutte de bois derrière cette maison. Il a vu la rupture se propager du Sud-Est vers le Nord-Ouest. D'après lui, la rupture visible sur la route peut se suivre à travers champs. Il était assis lorsqu'il a ressenti des oscillations légères provenant également du Sud-Est, puis des secousses horizontales très fortes, dans une direction perpendiculaire (ondes S) qui l'empêchaient de se lever. Tous les objets posés sur des étagères sont tombés au sol, mais sa hutte de bois n'a pas souffert de dégâts. Après ces fortes secousses, il a vu les palmiers se tordre, puis a aperçu un frémissement de la terre se propager de l'Est vers l'Ouest. S'agit-il de la première réplique ?

10. Chacopata V (MMI)

Le séisme a été senti fortement (de l'Est vers l'Ouest) pendant un temps assez long, "1 à 2 minutes" (sic), mais les gens pouvaient se tenir debout et marcher. Tout le monde est sorti dans la rue. Une seule maison a été fissurée, toutes les autres sont intactes quelque soit leur mode de construction, mais les objets sont tombés des étagères. Quatre répliques ont été ressenties faiblement dans les jours qui ont suivi. A noter que le cordon littoral qui borde la lagune de Chacopata à l'Est est intact.

11. Chamariapa Afuera 10 544 N; 63.531 W; VI (MMI)

Limite Nord de la lagune de Campoma, sol constitué de schistes crétacés. Les personnes qui dormaient ont été réveillées. La plupart des habitants sont sortis de leurs maisons. Dans tout le village, un seul mur est tombé. Quelques maisons de parpins, sans poutres et aux toits légers ont été légèrement fissurées.

12. Chiguana VIII (MMI)

Sol très meuble, argiles expansives de la Formation Chiguana (Plio-pléistocène). Vu le temps disponible, nous nous sommes concentrés sur les effets du séisme dans l'exploitation d'aquaculture (élevage de crevettes) de cette localité. Le village même de Chiguana a été précisément étudié par les autres équipes qui se sont trouvées sur le terrain dans les jours qui ont suivi le séisme. Après Cariaco, ce village est celui qui a le plus souffert. Lors de notre visite, le 19 Août, les travaux de déblaiement et de réparation auraient faussé notre vision des dégâts.

10.498N; de 63.652W à 63.666W (Exploitation d'aquaculture de Chiguana)

Les observations effectuées dans l'exploitation d'aquaculture montrent des mouvements très forts pendant le séisme. Les réservoirs remplis d'eau ont explosé et la digue de retenue des bassins d'exploitation a été plissée et fracturée, engendrant le vidage complet des bassins. Des plis de près de 2 mètres de haut, comparables en orientation (axe N65E) à ceux observés à l'échelle de l'affleurement dans la Formation Chiguana, ont été formés. Plusieurs facteurs ont contribué à la formation de ces plis. D'une part, leur géométrie (plis sigmoïdes) est en accord avec une compression Nord-Ouest Sud-Est en contexte de décrochement dextre. D'autre part, le cœur des plis est associé à de la liquéfaction et à des éjections d'eau verticales, dus aux sur-pressions de fluide dans les argiles expansives. Ces dégâts importants sont principalement dus aux conditions de site: proximité de la mer, superficialité de la nappe phréatique, présence d'argiles expansives, bassins d'exploitation situés à l'aplomb de la limite entre les argiles expansives et le bord de mer (palétuviers). Cependant, l'ampleur de ces dégâts peut aussi être le signe de mouvements forts caractéristiques des régions proches des terminaisons de rupture.

13. Cumacatal V (MMI)

Deux sensations fortes ont été ressenties, seulement quelques maisons fissurées, beaucoup sont intactes. Observations identiques le long de la route de terre entre El Pilar et Cumacatal. Pas de fissures dans le sol, ni glissements de terrain.

14. Cumana

Quelques témoignages complémentaires au rapport de FUNVISIS

Un chauffeur de voiture décrit très précisément l'arrivée successive des différentes ondes. Alors qu'il roulait au pas, il a ressenti une secousse violente (onde P) au niveau de sa roue avant droite (il a cru que son pneu avait crevé). Le choc l'a projeté contre sa portière, lui cognant la tête. Etourdi, il a senti que son volant ne répondait pas et que sa voiture était violemment secouée. Il est alors descendu de voiture et a eu la nausée car, étant debout, il voyait la route onduler et le mouvement qui l'agitait était caractéristique des ondes de Love, c'est-à-dire horizontal et anti-horaire. Cette personne, ainsi que d'autres témoins, évaluent la durée totale de 10 à 15 secondes.

La señora Ana Julia Melchior, âgée de 80 ans, a connu à El Peñon les séismes de 1929 et de 1997. Son témoignage sur le séisme de 1929 est consigné au paragraphe II. Trois chocs distincts ont été ressentis en 1997. Le mouvement venait de l'Est vers l'Ouest. Ils ont été fortement ressentis, mais n'étaient pas assez puissants pour faire tomber cette personne âgée.

15. Cumanacoa 10.251 N; 63.917 W; IV-V (MMI)

A la sortie Sud de la ville, sur la route de San Lorenzo, champs de canne à sucre face à la Faille de San Francisco. Les témoins ne peuvent évaluer la durée des oscillations, comparables à des vagues provenant du N200E. Les effets ressentis à Cumanacoa sont représentatifs d'interférences constructives locales des ondes de surface dans une vallée relativement encaissée remplie de sédiments très meubles. La direction N200E correspond au flanc de la montagne qui borde la vallée (effet topographique). Aucune fissuration du sol ni glissement de terrain ne sont reportés. D'après le Presbitero Alexander Rafael Castro Moreno, historien de la région Nord-orientale du Venezuela, les fissures visibles dans les églises de Cumanacoa, Arenas et San Lorenzo datent du séisme de 1929 et, pour les plus anciennes de la région (églises coloniales) des incendies soufferts lors de la guerre d'indépendance du Venezuela au début du XIX^{ème} siècle. Ces fissures se sont réouvertes en 1997, mais aucune fissure néo-formée n'a été observée. En particulier, le sommet du clocher Nord de l'église de Cumanacoa, terminé après 1929, est intacte. Les fissures réactivées les plus facilement observables se situent à la base des tympans des églises. Les seuls dégâts entièrement imputables au séisme de 1997 sont la chute de trois petites flèches de plâtre qui étaient situées au sommet du tympan de l'église de San Lorenzo et le déplacement des tuiles situées sur le toit.

16. El Cautaro VIII (MMI)

Pente de colline. Presque toutes les maisons, notamment celles en parpin, ont été détruites. Une jeune fille a été légèrement blessée aux bras et aux jambes par l'écroulement d'un mur de parpins. Tout le monde est tombé au sol sans pouvoir se relever. Deux séries rapprochées de mouvements horizontaux Nord-Sud ont été ressentis. Du "lateral spreading" s'est formé tout au long du bord Ouest de la rivière orientée Nord-Sud. La fente de bordure peut se suivre sur près de cent mètres. Des fissures déjà existantes dans le sol et dans le goudron de la route ont été accentuées. D'après les habitants, ces dégâts importants contrastent avec l'absence de dégâts dans le village de Chorochoro, situé à environ un kilomètre à l'Est.

Une dame et sa fille qui travaillaient dans un champ plat situé à "une demi-heure" (sic) de El Cautaro sont tombées à terre. Ne pouvant se relever, elles ont été roulées sur une vingtaine de mètres vers le Sud en quelques secondes. Le mouvement rétrograde que cette dame indiquait de la main était identique à celui attendu des ondes de Rayleigh.

17. El Limon 10 501 N; 63.327 W; VII (MMI)

Pente de colline. Une maison de parpins à deux étages, à piliers et poutres de béton, a été entièrement détruite: le premier étage s'est effondré sur le rez-de-chaussée, suivant une direction Nord-Sud. Une jeune fille de seize ans qui se trouvait au premier étage est sortie indemne en s'accrochant à l'un des piliers. Les piliers du rez-de-chaussée et du premier étage n'étaient pas solidaires, mais séparés par une lourde dalle de béton (effet de colonne courte). Deux types de mouvements ont été ressentis: verticalement, puis oscillations horizontales. Les témoins pouvaient difficilement se tenir debout. Les cinq témoins estiment une durée totale de 5-6 secondes. Une fissure étroite (N41E), sans déplacement apparent, s'est propagée du Sud-Ouest vers le Nord-Est. Elle peut se suivre à

travers la route goudronnée puis à travers le sol bétonné d'une maison de parpins. Le sens de propagation de la fissure a été observé par la propriétaire de la maison.

18. El Salobre 10.509 N; 63.300 W; VIII (MMI)

Trois morts (une mère et 2 de ses enfants) dans l'écroulement de leur maison. Deux observations intéressantes peuvent être effectuées sur la route au Sud du Village de El Salobre. Mis à part Blanco Lugar, où les fentes observées sont peut-être associées à la rupture de surface, cette dernière n'a été clairement observée que jusqu'à Las Varas, situé 2 km à l'Est de Casanay (cf. rapport de FUNVISIS). Le site de El Salobre, situé à plus de 10 km à l'Est de Las Varas, est l'unique endroit où nous suspectons la présence d'une rupture de surface additionnelle. Une révision rigoureuse de cet endroit nous paraît nécessaire, car si notre hypothèse se révélait justifiée, cela prolongerait la signature de surface de la rupture de plus de 10 km vers l'Est. Les habitants de Nueva Columbia sont prêts à aider les chercheurs désireux de suivre l'extension de cette rupture sur le terrain.

Aux coordonnées géographiques indiquées ci-dessus, la rupture consiste en deux branches N55E disposées en échelon. Ces deux branches sont décalées d'environ 10 mètres par deux familles parallèles de fissures (N105E) qui sont bien visibles dans le goudron de la route. D'après les témoins de Nueva Colombia et de El Salobre, les deux fractures N55E se prolongent à travers champs. Les arguments en faveur d'une rupture de surface sont d'une part la similitude de cette géométrie avec celle observée à travers les routes de Casanay et de Cariaco - où la rupture de surface est bien indentifiée - et d'autre part la présence de microstructures extensives dextres dans les fractures N55E. L'absence de marqueurs nets sur la route, tels que des bandes de peinture, n'a pas permis de mesurer précisément les déplacements. Ils semblent cependant faibles, inférieurs à 10 cm. La direction générale de l'ensemble des structures est N80E, en droite ligne à l'Est de Las Varas.

Le deuxième phénomène intéressant se situe sur le côté Ouest de la route, à quelques dizaines de mètres en contrebas de la structure précédente. Il s'agit d'une fente qui traverse de part en part une maison de "adobe" nouvellement construite sur un talus de remblais. La propagation de cette fente, du Sud-Est vers le Nord-Ouest, a été observée par le propriétaire de la maison, âgé d'une trentaine d'années. Sa fille est tombée jusqu'aux genoux à l'intérieur de la fente lors de sa propagation. Il l'a retirée, a couru dehors en emportant sa fille dans ses bras, puis est tombé, sans pouvoir se relever. Il évalue la durée à quelques secondes. La maison de "adobe" a bien résisté aux secousses. La localisation de cette fente rectiligne en bordure de route, sur du remblai, nous amène à considérer qu'il ne s'agit pas d'une rupture de surface mais d'un effet de type "lateral spreading".

19. El Toporo 10.458 N; 63.336 W; VII (MMI)

Une fente rectiligne s'est propagée du Nord vers le Sud. D'après le témoin, cette fente peut se suivre sur 3 km vers le Sud, en direction de Agua Clara, Cerro El Paraiso. Le séisme a été ressenti pendant moins de 10 secondes. Deux sortes de mouvements ont été ressenti, le premier, associé à "une odeur de gaz" (sic) a duré 1 à 2 secondes, le second 5 à 6 secondes. Tombé les mains au sol, le jeune homme (environ 1 m 80 pour 90 kilos) n'a pas pu se relever pendant les secousses. Bien que située à seulement quelques mètres de la fente, la maison de ce témoin

("adobe") n'a pratiquement pas souffert. L'observation de la carte topographique dans cette région suggère que la fente et les mouvements forts pourraient être attribués à des effets topographiques (cf Guaruta).

20. El Vicio 10.578 N; 63.571 W; V (MMI)

Sol ferme sur terrain plat constitué de schistes créacés et de colluvions pelliculaires. Pratiquement pas de fissures dans les maisons. Le mouvement est venu du Sud-Est. Il consistait en oscillations perpendiculaires à la direction de propagation (ondes de cisaillement) Le bruit semblait venir du Nord-Ouest, du fait d'un effet de résonance sur le flanc de la montagne.

21. Ensenada Honda

Côte Sud du Golfe de Cariaco, en face de la zone la plus profonde, au niveau de la première baie à l'Ouest de Punta Guaracayal. Un témoin (Sra. Iñes Longard) a d'abord ressenti un léger tremblement. La mer s'est légèrement retirée, puis un mouvement plus fort a été ressenti, associé à un bruit semblable à "un marteau-piqueur" (sic), tandis que la mer continuait de se retirer vers la partie la moins profonde de la baie (vers l'Est). La mer est ensuite revenue calmement, sous la forme d'une vague de faible amplitude. L'une des deux bouées qui étaient ancrées au large de la plage a été déplacée de 120 mètres vers le Nord. Durant les mouvements, des phénomènes de liquéfaction ont été observés: cônes de sables blancs et éjection d'eau dans une fissure qui se propageait de l'Est vers l'Ouest à une distance de 10 à 20 mètres du bord de la plage. Cette fissure a sectionné des installations en béton au niveau du sol. Le bord de la plage s'est affaissé.

Sur la côte Nord du golfe, à Guacarapo (8 kilomètres à l'Ouest de Chiguana), aucun dégât n'a été observé. Par contre, la mer s'est retirée lentement sur une distance de 30 mètres, puis est revenue, également lentement, au bout de 5 minutes. Une observation identique a été reportée à Los Cachicatos, à environ 12 kilomètres au Nord-Ouest de Guacarapo. La distance reportée pour le retrait de la mer est ici de 50 mètres.

22. Guaruta 10.454 N; 63.342 W; VII (MMI)

Cinq glissements de terrain induits par le séisme ont été observés, dont trois sur le flanc Nord du Cerro El Paraiso. Un témoin qui marchait vers le sommet de la colline a vu une fente se propager à ses côtés de l'Est vers l'Ouest, alors qu'il tombait au sol. Les secousses ne lui permettaient pas de se relever. Cette fente pourrait prolonger celle observée à El Toporo. Elle pourrait correspondre à un effet de bord de montagne. Des études de terrain sont nécessaires pour vérifier cette hypothèse.

Dans le village de Guaruta, construit sur un sol argileux meuble, la plupart des 106 maisons ont été fissurées. Trois maisons anciennes se sont écroulées. Les descriptions fournies par les habitants sont représentatives des ondes de surface: "vagues" (sic) animées d'un mouvement rétrograde, se propageant pendant environ 10 secondes du Nord vers le Sud. Deux bidons d'eau cylindriques, de 200 litres chacun, ont été renversés.

23. Juan Sanchez 10.490 N; 63.323 W; VII (MMI)

Sol sédimentaire ferme et plat. L'ensemble des habitants a ressenti un mouvement faible puis fort. Les réserves des magasins ont été saccagées par les secousses. Il était possible de se tenir debout en s'accrochant aux piliers des maisons. Sur 124 maisons (briques et parpins sur socle de béton), 51 maisons pratiquement intactes, 48 maisons fissurées gravement, 25 inhabitables (au moins deux maisons de parpins entièrement effondrées). Une fissure étroite (N165E s'orientant au N10E vers le Nord) peut se suivre sur plusieurs dizaines de mètres. Elle traverse les sols de béton d'au moins trois maisons (dont les deux détruites), mais ne présente pas de traces dans le goudron de la route.

24. La Ceiba VII (MMI)

Pente de colline. De la "fumée" (sic) est sortie du sol quand celui-ci s'est ouvert dans les maisons. D'après le commissaire du village, sur 76 maisons, 12 se sont effondrées ou ont été gravement endommagées au point de devoir être détruites, 54 ont été fissurées et 10 sont restées intactes. Seuls des mouvements cisailants ont été ressentis, sans pouvoir évaluer la durée des secousses. Un glissement de terrain induit par le séisme a été observé en bord de route. La première réplique a été ressentie 18 jours (27 Juillet) après le séisme et depuis cette date, "il ne se passe pas un jour sans réplique" (sic) (témoignage recueilli le 17 Août).

25. La Funcia 10.450 N; 63.465 W, VI-VII (MMI)

Sol sédimentaire plat dans la terminaison de la vallée du rio Carinicua. Pas de rupture de surface. Toutes les maisons de briques sont fissurées, certaines gravement. Tout le monde est sorti dehors. Seules quelques personnes ne pouvaient se tenir debout. Le mouvement ressenti était un mouvement de balancier léger puis fort, accompagné d'un bruit sourd venant de l'Est. Cette direction correspond également à l'axe de la vallée. La durée a été estimée à moins de 30 secondes. Une personne témoigne avoir été constamment poussée vers l'Ouest.

26. La Pica 10.446 N; 63.445 W

Glissements de terrain induits par le séisme le long de la route Pantoño-La Pica. Les effets observés à Santa Cruz se répètent tout au long de la route qui rejoint Santa Cruz à La Pica: seulement quelques fissures dans les maisons, quelque soient les matériaux de constructions employés. A Catuaro, l'ancienne église coloniale, qui avait été incendiée pendant la guerre d'indépendance du Venezuela au début du XIXème siècle, n'a pas souffert du séisme, bien qu'elle soit déjà en ruines (il ne reste que certains pans de mur). Cet état de conservation après le séisme contraste avec la destruction des ruines de l'église d'Arenas.

27. Nueva Columbia VIII (MMI)

Pente de colline, sol meuble. Deux types de mouvements ont été ressentis, le second - "vagues" (sic) - représentatif d'ondes de surface. Sur 50 à 60 maisons (principalement de "bahareque"), 6 se sont effondrées, des

dizaines (sans autre précision) ont été fissurées. Il n'y a pas eu de blessé. Par contre, nous avons recensé près d'une trentaine de maisons gravement endommagées le long de la route qui relie Rio Casanay à Nueva Columbia.

Des témoins rencontrés à Nueva Columbia nous ont signalé la présence de fissures et de glissements de terrain induits par le séisme dans la région de Periquito, à environ 10 km au Nord-Est de Nueva Columbia. Une source d'eau froide serait devenue chaude après le séisme. Nous n'avons pas eu le temps d'aller vérifier ces informations sur place.

A noter également qu'à Campeare, situé à environ 4 km au Nord Nord-Ouest de Nueva Colombia, la station sismologique de l'université de Oriente a été renversée par les mouvements forts associés au séisme. Un contre-amiral de la marine qui survolait la région dit y avoir observé des fissures dans le sol. Les habitants ne reportent pas de fissuration de leurs maisons. Par contre, une fissure N135E a été reportée entre Campeare et Las Margaritas. Dans cette dernière localité, une lagune d'eau froide riche en soufre se serait formée après le séisme. Nous n'avons pas eu le temps matériel d'inspecter cette région, mais nous en recommandons une étude plus détaillée.

28. Rio Abajo 10.400 N; 63.610 W; V (MMI)

Des glissements de terrain induits par le séisme sont visibles le long de la route abrupte qui part vers le Sud à partir de Villa Frontado (Muelle de Cariaco) jusqu'à Blascoa (formation sédimentaire pliocène Villa Frontado). Au Nord de Blascoa, le séisme a été ressenti par tout le monde, sans dégâts majeurs, seulement quelques maisons fissurées. Des glissements de terrain sont également visibles le long de la route de terre qui s'engage dans la faille de Rio Grande, le long du Rio Carinicua. Près de Rio Abajo, un homme qui vit seul dans la campagne a ressenti fortement le séisme, mais il pouvait se tenir debout et courir. Il a observé un glissement de terrain dans le flanc de montagne qui lui faisait face. Sa maison de "adobe", construite sur une terrasse alluviale du Rio Carinicua, n'a pratiquement pas été fissurée. Les pieux de soutien de la maison sont solides et enterrés de plus de 1 mètre dans le sol. Ce témoin a ressenti les secousses pendant quelques secondes. Le bruit associé aux secousses provenait du N35E, ce qui correspond à la fois au back-azimuth de l'épicentre et à l'orientation de la vallée encaissée du Rio Carinicua. D'après lui, des canalisations auraient été sectionnées dans le village de San Pedro, qui est situé dans la même vallée, à une dizaine de kilomètres au Nord-Est de Rio Abajo.

29. San Antonio del Golfo

Témoignage complémentaire au rapport de FUNVISIS par la señora Antonia Auigail Certad. Le séisme de 1997 a été ressenti plus longtemps – 3 chocs distincts au lieu de 1 en 1929 – que celui de 1929 dans la même localité. Les maisons ont été fissurées dans la partie basse de la ville, en bord de mer. Une maison de briques, construite en 1922 et qui avait résisté au séisme de 1929, s'est effondrée. Avant le séisme, un puits s'est asséché. La température des sources thermales n'a pas varié avant et après le séisme. Les coordonnées géographiques de ces sources sont: 10.441 N; 63.798W. Des fissures parallèles à la côte ont également été observées au point de localisation 10.443N; 63.791W. De même des fissures N65E ont été observées près des sources de El Volcancito (10.456N; 63.746W). Ces dernières se sont asséchées pendant le séisme.

30. Santa Cruz V-VI (MMI)

Sol sédimentaire. Une maison détruite, quelques maisons légèrement endommagées, plusieurs maisons intactes. La plupart des maisons sont anciennes, de type "bahareque". Séisme ressenti pendant plusieurs secondes, les ondes P et S bien différenciées. Tous les objets, dans toutes les maisons, sont tombés des étagères (idem à Pericantar). Pas d'autres effets reportés, pas de blessés. Les cloches de l'église n'ont pas sonné. Six répliques ont été ressenties dans les jours qui ont suivi.

31. Soledad 10.586 N; 63.540 W; VI (MMI)

Sol ferme sur terrain plat. Les tuiles des maisons de "bahareque" sont tombées, mais les maisons elle-même sont restées debout. Sur les 210 maisons du village, environ 80 pour cent ont été fissurées par le séisme, mais également par les répliques qui ont suivi. Un bruit venant de Casanay (du Sud-Est) a été entendu avant les secousses. Les gens avaient du mal à rester debout, il n'était pas possible de courir. Seulement quelques objets sont tombés des étagères. D'après les habitants, les dégâts auraient été comparables (fissures et chutes de tuiles) à El Silencio, situé 2 km au Nord de Soledad, et plus importants au Manzanillo, à environ 10 km au Nord-Est, sur la côte Nord de la péninsule.

32. Terra Nova 10.480 N; 63.634 W; VII (MMI)

Sol sédimentaire plat, proche des lagunes. Le témoin (personne âgée) a vu la rupture (N86E) se propager de l'Est vers l'Ouest. La rupture, de 25 centimètres de large, peut être suivie sur plusieurs dizaines de mètres. Elle affecte deux réservoirs d'eau en béton. Déplacement dextre de 24 cm dans la direction N86E. A la propagation de la rupture était associée un bruit comparé à un sifflement "doux comme le vent" (sic). L'homme a alors été projeté à terre, les deux mains au sol, et n'a pas pu se relever, tandis qu'une onde d'amplitude comparable à "la taille d'un homme debout" (sic) se propageait d'Est en Ouest, accompagnée d'un bruit "indescriptible" (sic) Le témoin estime que le passage de l'onde a duré environ 40 secondes.

A environ 200 mètres plus au Nord, après avoir traversé un pont de fortune en métal, fente très rectiligne (N66E) de 25 à 35 cm de large, qui suit la rive Nord de la rivière sur plusieurs dizaines de mètres. Le compartiment Sud est affaissé d'environ 25 cm. Il est difficile d'attribuer le terme de rupture de surface à cette fente; il peut aussi s'agir d'un effet de rive.

33. Villa Frontado (Muelle de Cariaco) VII-VIII (MMI)

Ce site a été étudié en détail par les différentes équipes qui y ont séjourné dans les quelques jours qui ont suivi le séisme, c'est pourquoi seules quelques observations sont reportées ici. Ruptures de surface N90E avec déplacement horizontal d'un mur de béton. La mesure exacte du déplacement n'a pas été effectuée, car elle aurait été faussée par le basculement du mur. L'église, qui comporte des piliers et un socle de béton, n'a été que légèrement fissurée. Un réservoir d'eau sur pilier de béton s'est brisé en tombant au sol. Plusieurs maisons, anciennes ou de "bahareque", sont détruites. Toutes les maisons, quelque soit leur mode de construction, sont

II. Témoignages sur d'autres séismes

1. 17 Janvier 1929

Sr. Eladio Martinez (né en 1915, Agua Fria arriba)

Rien ne s'est passé, si ce n'est que le séisme a été ressenti très faiblement sur une durée assez longue.

Anonyme (né en 1915, Cariaco)

Le séisme de 1929 a été ressenti moins fortement que celui de 1997.

Sr. Francisco (alias Pachico) Caraballo (né en 1920, Cariaco)

Retraité de l'éducation nationale se dédiant à l'étude de la fondation et de l'histoire du village de Cariaco.
Adresse: Casa n° 28, Calle Las Flores, Cariaco, Municipio Ribero, Estado Sucre.

Il y a d'abord eu un premier choc, qui a fait tomber sa mère au sol, mais pas lui, âgé de 9 ans à l'époque. Ce premier choc n'a pas été ressenti par deux jeunes filles qui pilaient du maïs en chantant. Ensuite sont venues les oscillations fortes: les deux jeunes filles se sont arrêtées de travailler et ont paniqué. Il n'était pas possible de se déplacer, mais l'on pouvait se tenir debout. Le village de Cariaco n'a pas beaucoup souffert. Les maisons étaient de "tapia" et le seul dégât a été la chute sur le côté de la petite église de "bahareque". Dans les jours qui ont suivi, les décombres de l'église ont été utilisés pour construire l'église actuelle. A cette époque, la rivière qui passe à Cariaco faisait le tour du village par le Sud. Une fracture s'était ouverte tout au long de la rive de la rivière ("lateral spreading"). Jusqu'en 1997, le séisme de 1929 était le séisme le plus fortement ressenti par le Sr. Caraballo. Le séisme de 1997 a été beaucoup plus fortement ressenti que celui de 1929. Ce témoin des deux séismes ne peut pas évaluer la durée de chacun d'entre eux. Par contre, il peut affirmer que celui de 1929 a été ressenti plus légèrement et plus longtemps que celui de 1997, ce qui supporte l'interprétation suivant laquelle la rupture du séisme de 1929 ne s'est pas étendue jusqu'à Cariaco. Ce témoignage est important, car il émane d'une personne très claire d'esprit et très cultivée, qui fait actuellement des recherches sur l'origine et l'histoire de Cariaco.

Sra. Ana Julia Melchior (El Peñon, près de Cumana, née en 1917)

Le mouvement venait de l'Ouest vers l'Est, c'est-à-dire en sens inverse de celui décrit par cette même personne pour le séisme de 1997. Les maisons de torchis ne furent que légèrement abimées. Les personnes et les objets tombèrent au sol. La durée et la force du séisme de 1929 furent plus faibles que celles de 1997. "Une seule crevasse, tout droite et suffisamment grande pour aller y chercher du sel" (sic) s'était formée. Il doit s'agir de la rupture de surface documentée par Paige (1930). A sa connaissance, aucune réplique ne fut ressentie, le château de Cumana resta intact et il n'y eu pas de morts. Ces dernières affirmations sont très optimistes au vu des documents d'époque. Il se peut toutefois que cette personne ne s'en souvienne plus du fait de son jeune âge à l'époque (12 ans) et de son éloignement du centre de la ville de Cumana.

fissurées, le plus généralement de manière importante. Le tube d'alimentation en eau qui est situé sous le pont à côté de l'église a été sectionné dextralement. Le déplacement est évalué à 15-20 cm dans la direction N75E, ce qui est en accord avec les valeurs de déplacement (23 cm) mesurées par l'équipe de FUNVISIS au coeur du village dans les jours qui ont suivi le séisme.

Des fissures ouvertes, de direction générale N110E, étaient encore visibles à travers la route goudronnée, en face de la station service au carrefour de la route Villa Frontado-Blascoa. Par contre, le tube d'alimentation en eau qui avait été sectionné était réparé (observation faite le 18 Août).

10.478 N; 63.647 W (Route Villa Frontado-Cariaco)

Zone de décrochement dextre associé avec plus d'axes N40E en échelon. Le décalage cumulé du bord de route est évalué à 20 cm dans la direction N65E.

10.483 N; 63.611 W (Route Villa Frontado-Cariaco)

Mêmes observations que précédemment, mais les marqueurs de déplacement ont été altérés et ne permettent pas de mesure précise (observation faite le 18 Août).

Anonyme (Cumanacoa)

Le père d'une dame interviewée à la sortie Sud de Cumanacoa (cf. I) lui décrivait des effets similaires à ceux ressentis en 1997, effets représentatifs d'interférences constructives locales des ondes de surface dans une vallée relativement encaissée remplie de sédiments très meubles. Les maisons avaient bien résisté et l'église n'avait pratiquement pas souffert, seulement légèrement fissurée. Ce dernier point est corroboré par le témoignage du Presbitero Alexander Rafael Castro Moreno, historien de la région Nord-orientale du Venezuela, qui nous a appris qu'à cette époque le clocher Nord de l'église de Cumanacoa était encore en construction et n'avait pas souffert. Par contre, dans la montagne au Sud de la vallée (partie Sud de la Faille de San Francisco) de nombreuses chutes de pierre avaient eu lieu et une fracture s'était ouverte le long du bord de la montagne, du Sud-Est vers le Nord-Ouest. Nous pensons que cette fracture correspond à un effet de site, car, s'il s'agissait d'une rupture de surface de la faille de San Francisco, les dégâts occasionnés aux habitations de Cumanacoa et des villages environnants auraient dû être beaucoup plus importants. En résumé, les effets macrosismiques reportés pour le séisme de 1929 sont plus importants que ceux de 1997, ce qui est en accord avec une zone épiscopale plus proche de la région de Cumanacoa en 1929 qu'en 1997

Sr. Pio Hernandez (né le 11 Juillet 1902, "El Chuparal" (sic) (Chuparipal ?) près de la Loma del Carmen, à une dizaine de kilomètres au Sud Sud-Est de Carupano, vit actuellement à Guaruta)

Le séisme de 1929 a été ressenti moins fortement que celui de 1997. A cette époque, le village de Chuparipal ne comportait que quelques maisons de "adobe, plus légères que les maisons actuelles" (sic). Il n'y avait pratiquement pas eu de dégâts dans ce village. Par contre, les dégâts avaient été plus importants (sans pouvoir être plus précis) à la Loma del Carmen. Un glissement de terrain avait eu lieu près de ce village.

Anonyme (El Cordon, 10.486 N; 63.552 W; vivait près de La Pica en 1929)

En 1929, comme en 1997, une source abondante a été observée dans cette localité. En 1929, le témoin était enfant. Il a ressenti plus fortement le séisme de 1997 à El Cordon que celui de 1929 à La Pica, où il vivait à l'époque. Les oscillations avaient duré peu de temps et l'avaient fait tomber par terre, mais aucune maison ne s'était effondrée. Tout le monde était sorti dehors. Le débit des sources avait augmenté; aucune réplique n'avait été ressentie. L'un des murs de l'église coloniale de Catuaro était tombé. On notera cependant que, d'après le presbitero de Arenas, Alexander Rafael Castro Moreno, cette église était déjà endommagée à cette époque, notamment du fait des incendies qu'elle avait subis au XIX^{ème} siècle durant la guerre d'indépendance. Parmi les autres églises de la région, celle de Santa Cruz s'était complètement effondrée, celles de Pampapar et de San Feliz, coloniale (Caicara de Maturin), ainsi que le château de Araya étaient "tombées" (sic, sans autre précision). Par contre, l'église de San Antonio de Maturin n'avait pas souffert de dommages.

Sr. Pedro Leon (né en 1916, Nueva Columbia, vit actuellement au Cangrejal)

Le séisme de 1929 avait été ressenti sur une même durée, "1 seconde" (sic), mais moins fortement à Nueva Columbia que celui de 1997 au Cangrejal. Les gens étaient restés dans leurs maisons, "ils ne savaient pas ce qu'était un séisme" (sic). Les maisons étaient de "carata" et aucune n'était tombée. Aucune fissuration du sol n'avait été observée.

Sr. Nicolas Marcano (Rio Grande) (Témoin absent lors de la mission, à contacter)

Sra. Antonia Auigail Certad (San Antonio del Golfo)

Le séisme de 1929 a été ressenti moins longtemps en 1929 qu'en 1997. En 1929, la Sra. Antonia Auigail Certad était enfant. Elle était en train de piler du maïs lorsqu'elle a fortement ressenti un seul grand choc similaire à une détonation. Tout le monde a ressenti le séisme, la plupart des personnes sont sorties en courant. Le télégraphe a été coupé. Seuls l'un des murs de torchis de l'église de San Antonio del Golfo et l'une des maisons sont tombées. A cette époque, les maisons étaient de "adobe" et de "bahareque". La mer n'avait pas eu de comportement particulièrement remarquable. Des répliques ont été ressenties.

Sr. Barretos (né en 1924, Santa Cruz)

Deux séismes ressentis, l'un à 2 heures du matin, le second à 5 heures du matin. Les effets ont été très exactement identiques à ceux de 1997 (V-VI MMI). Les maisons étaient de "adobe" et de "bahareque". Les cloches de l'église n'ont pas sonné.

2. 6 Février 1944

Anonyme (Casanay)

La façade de l'église de Casanay est tombée. Les maisons tombaient "comme des châteaux de carte" (sic). Durant toute l'après-midi et la nuit suivante, des répliques ont été ressenties.

Sr. Barretos (né en 1924, Santa Cruz)

Tout le monde est sorti dehors.

3. 12 Juin 1974

Sr. Eladio Martinez (né en 1915, Agua Fria arriba)

Des fractures ont été observées dans le sol et des maisons sont tombées. Un seul séisme ressenti, pas de répliques, contrairement aux sensations de 1997.

Sr. Pedro Leon (né en 1916, Cangrejal)

Le séisme souleva les tuiles des maisons. Les bouteilles posées sur des étagères tombèrent au sol. Les maisons furent fissurées mais aucune ne s'effondra. Le séisme fut ressenti sur une longue durée, "2 minutes" (sic) par opposition à "la seconde" (sic) estimée pour les séismes de 1929 à Nueva Columbia et 1997 au Cangrejal par le même témoin. De même qu'en 1997, beaucoup de répliques furent ressenties dans les jours qui suivirent.

Habitants du village de El Cautaro

Quelque soit leur mode de construction, depuis la grange de bois jusqu'aux maisons de parpins, les maisons ont été fortement secouées mais aucune n'est tombée, contrairement à ce qui s'est passé en 1997. Des fissures se sont formées dans le sol et quelques personnes sont tombées.

4. Autres informations

Sur l'histoire de la région Nord-orientale du Venezuela, notamment la fondation et l'histoire ecclésiastique, contacter l'historien Presberito Alexander Rafael Castro Moreno. Adresse. Calle El Medio, n° 13, Arenas, Municipio Montes, Estado Sucre.

Références bibliographiques

FUNVISIS, 1997. *Evaluacion preliminar del sismo de Cariaco del 9 de Julio de 1997*, F. de Santis Coord., Caracas.

Paige S., 1930. The earthquake at Cumana, Venezuela. January 17, 1929, *Bull Seism. Soc. Amer.*, 20, 1-10.