

This document was produced
by scanning the original publication.

Ce document a été produit par
numérisation de la publication originale.

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA

OPEN FILE 2079

**COMPTE-RENDU DE VISITES DE TERRAIN DANS LA
RÉGION DE CHICOUTIMI, QUÉBEC,
SUITE AU TREMBLEMENT DE TERRE DU
25 NOVEMBRE 1988**

J.J. Veillette

Jean Vallée

1989



**Energy, Mines and
Resources Canada**

**Énergie, Mines et
Ressources Canada**

Canada

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA

OPEN FILE 2079

**COMPTE-RENDU DE VISITES DE TERRAIN DANS LA
RÉGION DE CHICOUTIMI, QUÉBEC,
SUITE AU TREMBLEMENT DE TERRE DU
25 NOVEMBRE 1988**

J.J. Veillette

**Division de la science des terrain
Commission géologique du Canada
601 Booth, rue Booth, Ottawa, Ontario
K1A 0E8**

**Jean Vallée, professeur
Département des sciences appliquées
Université du Québec à Chicoutimi
Chicoutimi, Québec
G7H 2B1**

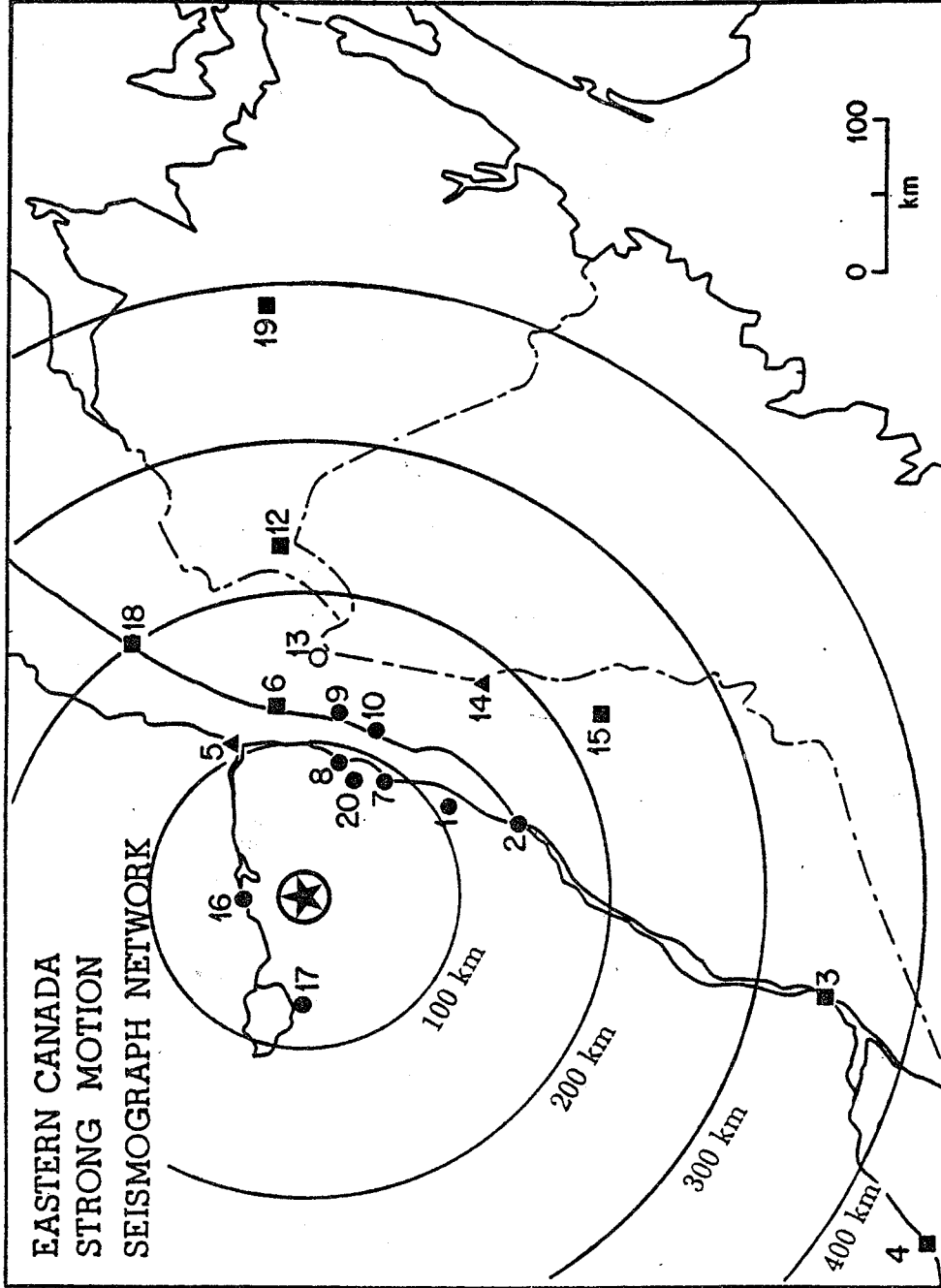
COMPTE-RENDU DE VISITES DE TERRAIN DANS LA RÉGION DE CHICOUTIMI, QUÉBEC,
SUITE AU TREMBLEMENT DE TERRE DU 25 NOVEMBRE 1988

INTRODUCTION

Un tremblement de terre de magnitude (M_s) 6,0 dont l'épicentre se situait à 36 kilomètres au sud des villes de Chicoutimi et de Jonquière au Québec (Fig. 1) et à 28 kilomètres sous la surface a secoué l'est du continent le 25 novembre 1988 à 18:46 (HNE). Il s'agit du plus important tremblement de terre de l'est de l'Amérique du Nord au cours des derniers cinquante ans. Il fut ressenti de Halifax à Toronto et au sud jusqu'à New York et Washington, E.U. (Munro et North, 1988). Les mesures d'accélération maximale verticale et horizontale apparaissent au tableau 1. À la requête de la Division de la science des terrains de la Commission géologique du Canada le premier auteur s'est rendu à Chicoutimi le 26 novembre 1988 afin d'évaluer sommairement l'impact du séisme sur la stabilité des dépôts meubles de la région. Ce rapport fondé sur une visite de deux jours sur le terrain s'ajoute aux observations de Tuttle, Such et Seeber (1989 a et b) et à celles de Mitchell, Tinawi et Law (1989) rapportées récemment. Les observations au sol ont été enregistrées avant les premières chutes de neige importantes de la saison.

LES SÉDIMENTS MEUBLES DE LA RÉGION DE CHICOUTIMI

La cartographie des sédiments quaternaires de la région a été réalisée par LaSalle et Tremblay (1978). Les argiles de la mer de Laflamme mises en place lors de la dernière déglaciation recouvrent les points bas de la topographie. Dans le passé les glissements de terrain les plus importants de la région se sont produits dans ces argiles marines. A St-Jean Vianney le 4 mai 1971 un énorme glissement de terrain entraînait la mort de 31 personnes et causait des dommages et des pertes matérielles considérables. Ce glissement est sur le site même d'un ancien glissement de terrain qui se serait produit il y



1. Réseau d'enregistrement des secousses fortes de l'est du Canada: octobre 1988. L'étoile indique l'épicentre (adapté de Munro and North, 1988)

Table 2: Peak Vertical and Horizontal Acceleration.
 Tableau 2: Accélération maximale verticale et horizontale.

Station	Distance (km)	Azimuth (°)	Vertical		Horizontal*	
			Acc. (% g)	Freq. (Hz)	Acc. (% g)	Freq. (Hz)
16 Chicoutimi-Nord, Qué.	43.2	17.6	7.2	18.2	10.9	13.3
17 St-André, Qué.	63.6	291.3	3.7	12.5	10.9	20.0
20 Les Éboulements, Qué.	90.4	134.2			9.1	6.4
7 Baie-St-Paul, Qué.	91.0	145.6	11.7	10.5	15.5	4.1
8 La Malbaie, Qué.	93.0	123.4	6.9	6.7	10.3	10.0
5 Tadoussac, Qué.	109.2	88.1	3.8	16.7	2.5	16.7
1 St-Ferréol, Qué.	113.8	166.1	5.4	11.8	8.7	8.3
10 Rivière-Ouelle, Qué.	114.4	128.3	1.8	7.7	4.1	8.3
9 St-Pascal, Qué.	122.7	122.1	3.4	3.3	5.6	6.9
2 Québec, Qué.	149.3	182.5	2.2	10.0	5.0	10.5
14 Ste-Lucie-de-Beauregard, Qué.	176.8	149.6	1.0	4.0	1.4	4.0
Dickey, Me.	198.3	125.3	2.35		9.10	
Island Falls, Me.	322.5	135.7	0.40		0.55	
Milo, Me.	359.2	152.1	0.37		0.45	
Lyon Mt., N.Y.	431.1	209.9	0.40		0.36	
Massena, N.Y.	445.6	220.2	0.26		0.69	
Machias, Me.	470.8	141.6	0.18		0.22	
Newcomb, N.Y.	524.2	209.5	0.17		0.28	
Palisades, N.Y.	819.9	196.2	0.04		0.035	

* largest of the two horizontal components

* plus grandes des deux composantes horizontales

Tableau 1 (de Munro et North, 1988)

a 400 à 500 ans (LaSalle et Tremblay, 1978). La limite de la dernière transgression marine étant aux environs de 170 m d'altitude dans la région de Chicoutimi, ces argiles sensibles se trouvent donc sous ce niveau.

VISITES DE TERRAIN

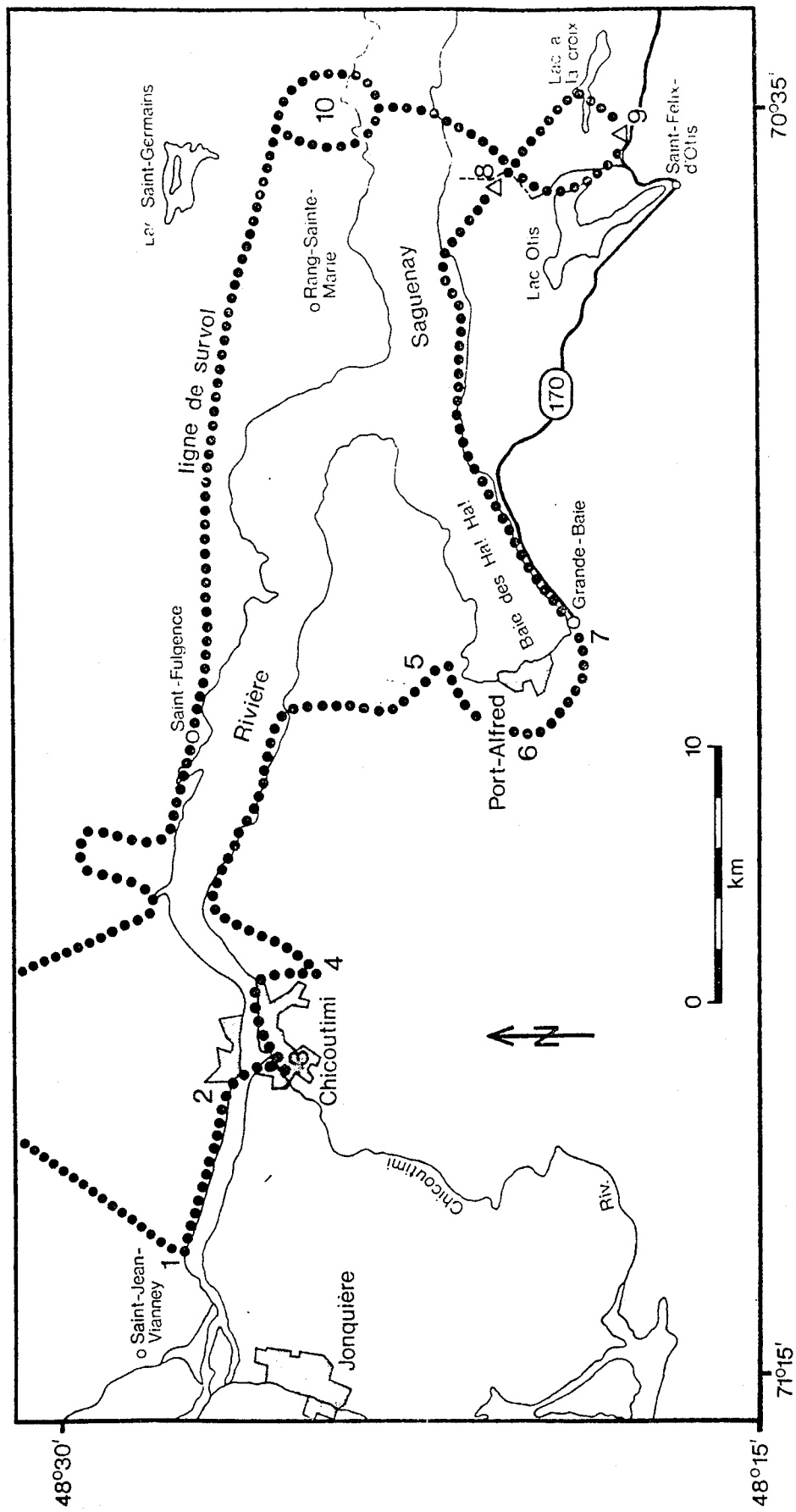
Des sites précis de glissements de terrain, signalés le long des routes, ont d'abord fait l'objet de visites au sol. Un survol aérien a ensuite été axé sur la détection de sites de glissements de terrain dans des zones d'argile marine éloignées de l'infrastructure routière afin d'évaluer l'impact du séisme en milieu naturel.

LES GLISSEMENTS DE TERRAIN SITUÉS LE LONG DE LA CHAUSSÉE

Suivant des indications fournies par des responsables de l'état des routes de la voirie provinciale deux glissements de terrain ont été localisés en bordure de la chaussée le long d'une route asphaltée et un troisième le long d'un chemin secondaire (Fig. 2 sites 8 et 9). Ces glissements semblent causés par la secousse principale du 25 novembre bien qu'aucun n'ait été confirmé par des témoins oculaires. Un seul (site 8) est sous la limite marine (170 m) et aucun n'est situé dans les argiles sensibles de la mer de Laflamme.

Le glissement de St-Félix d'Otis

Ce glissement est situé au sud de la route 170 (Fig. 2 site 9) à environ 2 km à l'est du village de St-Félix (Carte 22 D/7, 380700E, 5349580N). La partie supérieure du glissement est à la tête d'un ravin et à une altitude approximative de 274 m. La limite supérieure du glissement a atteint la chaussée et a nécessité le blocage partiel de la circulation routière (Fig. 3). La surface affectée est d'une longueur d'environ 50 m et d'une largeur de 25 m sur



2. Carte du survol des sites estimés susceptibles aux glissements. 1. Saint-Jean Vianney. 2. Rive nord. 3. Est de la rivière Chicoutimi. 4. Berges de la rivière du Moulin. 5. L'Anse à Benjamin. 6. Zone d'anciens glissements. 7. Ancien glissement. 10. Ste-Rose du Nord. Les sites 8 et 9 représentent les glissements de l'Anse à Didier et de St-Félix d'Otis situés le long de la chaussée.

a 400 à 500 ans (LaSalle et Tremblay, 1978). La limite de la dernière transgression marine étant aux environs de 170 m d'altitude dans la région de Chicoutimi, ces argiles sensibles se trouvent donc sous ce niveau.

VISITES DE TERRAIN

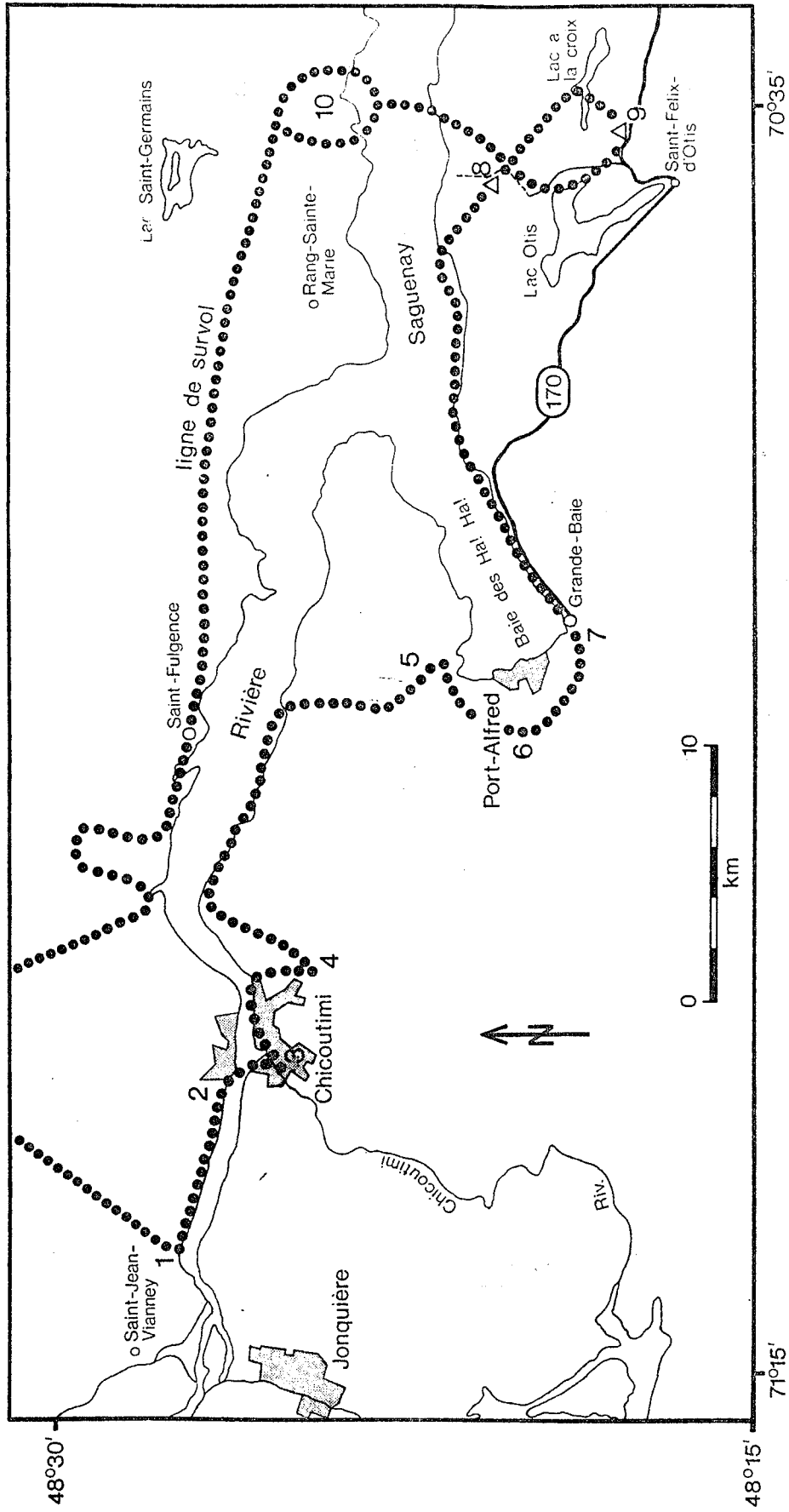
Des sites précis de glissements de terrain, signalés le long des routes, ont d'abord fait l'objet de visites au sol. Un survol aérien a ensuite été axé sur la détection de sites de glissements de terrain dans des zones d'argile marine éloignées de l'infrastructure routière afin d'évaluer l'impact du séisme en milieu naturel.

LES GLISSEMENTS DE TERRAIN SITUÉS LE LONG DE LA CHAUSSÉE

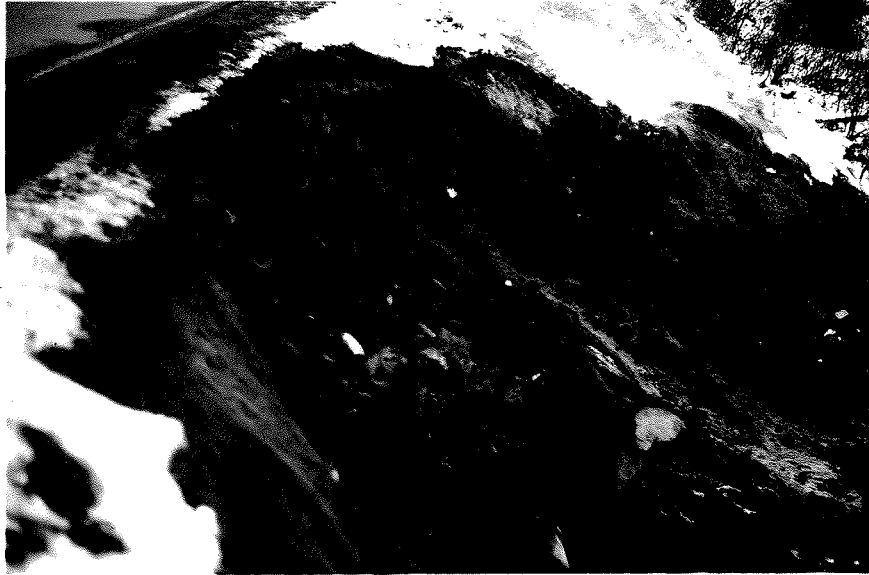
Suivant des indications fournies par des responsables de l'état des routes de la voirie provinciale deux glissements de terrain ont été localisés en bordure de la chaussée le long d'une route asphaltée et un troisième le long d'un chemin secondaire (Fig. 2 sites 8 et 9). Ces glissements semblent causés par la secousse principale du 25 novembre bien qu'aucun n'ait été confirmé par des témoins oculaires. Un seul (site 8) est sous la limite marine (170 m) et aucun n'est situé dans les argiles sensibles de la mer de Laflamme.

Le glissement de St-Félix d'Otis

Ce glissement est situé au sud de la route 170 (Fig. 2 site 9) à environ 2 km à l'est du village de St-Félix (Carte 22 D/7, 380700E, 5349580N). La partie supérieure du glissement est à la tête d'un ravin et à une altitude approximative de 274 m. La limite supérieure du glissement a atteint la chaussée et a nécessité le blocage partiel de la circulation routière (Fig. 3). La surface affectée est d'une longueur d'environ 50 m et d'une largeur de 25 m sur



2. Carte du survol des sites estimés susceptibles aux glissements. 1. Saint-Jean Vianney. 2. Rive nord. 3. Est de la rivière Chicoutimi. 4. Berges de la rivière du Moulin. 5. L'Anse à Benjamin. 6. Zone d'anciens glissements. 7. Ancien glissement. 10. Ste-Rose du Nord. Les sites 8 et 9 représentent les glissements de l'Anse à Didier et de St-Félix d'Otis situés le long de la chaussée.



3. Photographies du glissement de St-Félix d'Otis.
Partie sommitale montrant le recouvrement d'asphalte à gauche. Cliché
204783-N, CGC (Haut).
Vue aérienne lors des travaux de réfection le 29 novembre 1988. Cliché
204783-B, CGC (Bas).

une pente estimée à environ 20%. Le décollement semble être de moins de 2 mètres d'épaisseur. Au moment de la visite du 27 novembre la surface du glissement était gelée. Les travaux de réfection étaient déjà en cours mardi le 29 novembre (fig. 3).

Le glissement de Rivière-Éternité

Ce glissement est minime et de moindre importance que les deux autres. Il est situé à 5 km à l'est du village de Rivière-Éternité au sud de la route 170. A cet endroit la route longe un petit lac occupant un bassin rocheux et le glissement de terrain semble avoir été localisé presque entièrement dans le remblai de la chaussée du côté du lac. Il s'agit ici d'un déplacement n'excédant pas une cinquantaine de mètres cubes. Il avait déjà été rempli lors de la visite du 27 novembre.

Le glissement de l'Anse à Didier

C'est le plus important des trois glissements situés en bordure de la chaussée tant du point de vue du volume de sol déplacé que par ses caractéristiques physiques (Fig. 2 site 8). Il est situé à environ 2 km au sud du Saguenay entre le chemin secondaire menant à l'Anse à Didier et la Rivière à la Croix (Carte 22 D/7, 379790E, 5354490N).

La partie sommitale est à une altitude d'environ 122 m donc sous la limite marine. Le sable fin et le silt constituent les sédiments déplacés avec des quantités moindres d'argile. La surface du glissement est d'environ 30 m de longueur le long de la pente par 30 m de largeur le long du côté sud de la chaussée. Une tranche de sol estimée à 7 m de profondeur dans la partie amont a été déplacée (Fig. 4). Ce glissement possède donc le volume de matériel le plus imposant.



4. Photographies du glissement de l'Anse à Didier.
Vue aérienne du glissement montrant l'affaissement d'une partie de la
chaussée, du chemin secondaire de l'Anse à Didier. Cliché 204783-I, CGC
(Haut).
Vue du terrain (Centre), la flèche indique la localisation d'écoulements
d'eaux souterraines (piping), cliché 204783 CGC, vus de près (Bas) cliché
204783-L CGC, l'orifice fait environ 0,60 m de diamètre.

Immédiatement sous la route, dans la partie sommitale du glissement, des conduits d'eaux souterraines (piping) à environ 5 m de profondeur sous la surface du chemin, indiquent qu'il y avait un écoulement souterrain des eaux sous la chaussée à cet endroit. Cette situation a pu contribuer à l'instabilité de ce site (Fig. 4).

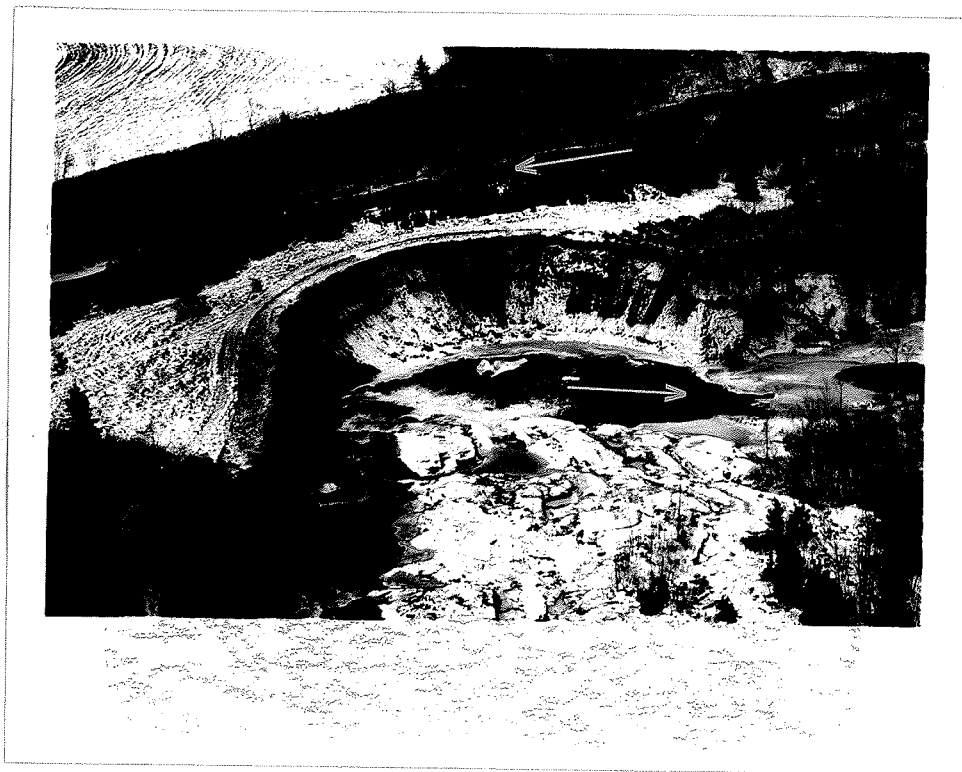
Un quatrième glissement à environ 20 km au NE de Ste-Rose du Nord le long de la rivière Ste-Marguerite n'a pu être visité. Ce glissement était de faibles dimensions et le lundi, 28 novembre, les responsables de la voirie déclaraient avoir terminé les travaux de réfection.

SURVOL AÉRIEN DE SITES ESTIMÉS SUSCEPTIBLES AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN

Suivant un examen stéréoscopique des photographies aériennes de plusieurs endroits identifiés comme potentiellement mais naturellement instables (J. Vallée), un survol en hélicoptère (Fig. 2) à basse altitude nous a permis de constater que les endroits visités ne montraient aucun indice de déplacement ou de déformations récentes.

Les argiles marines

Un survol détaillé de la zone cicatrisée de St-Jean-Vianney et de la Rivière-aux-Vases, de même que de nombreux ravins à pentes raides entre St-Jean-Vianney, la Baie, St-Félix, Ste-Rose, St-Fulgence et St-Honoré (figure 2), alors que le terrain était encore libre de neige n'a révélé aucune fissure suspecte et aucun glissement, même mineur, possédant des caractéristiques permettant de croire à un événement récent. La figure 5 montre un endroit potentiellement très instable où la capture par exagération de méandre est évidente. A cet endroit la rivière du Moulin coule sur une surface rocheuse inclinée qui favorise l'érosion et mènera à la capture éventuelle du cours d'eau



5. Vue aérienne du mince ruban de sédiments meubles potentiellement instables dans un méandre de la rivière du Moulin où la capture par exagération est éminente. Cliché 204783-F, CGC. Les flèches indiquent la direction du courant.

de l'aval vers l'amont. Le mince lambeau d'argile qui demeure n'a montré aucun indice de déformation.

Les parois rocheuses

Un survol au-dessus de certaines parois rocheuses, surtout celles de la rive nord du Saguenay n'a révélé aucun indice permettant de croire à des dislocations de la roche en place ou à des éboulis rocheux récents.

INCIDENTS RAPPORTÉS SUITE AU SÉISME DU 25 NOVEMBRE

Diverses plaintes reliées aux dommages occasionnés aux structures ou à des manifestations de terrains ont été formulées dans les jours suivant le séisme. Certains de ces sites ont été visités par J. Vallée. Les renseignements sur ces sites sont fragmentaires. Une liste est jointe en annexe.

REMARQUES

Les glissements de terrains le long de la chaussée visités le 27 novembre 1988 sont situés à environ 50 km à l'est de l'épicentre. Tuttle et al. (1989 a et b) ont rapporté des glissements à l'ouest de l'épicentre. On constate aussi que les glissements importants le long de la chaussée dans la région de Chicoutimi ont eu lieu dans des remblais de sols pulvérulents et non dans les argiles marines. Sur ce dernier point Mitchell et al. (1989) dans un rapport du comité national canadien de génie sismique, ont rapporté au moins 6 glissements le long de routes importantes au Québec. A ces 6 glissements nous ajoutons celui de St-Félix d'Otis (Fig. 2) le long de la route 170 et celui de l'Anse-à-Didier, bien que ce dernier soit situé le long d'une voie secondaire. Ces derniers ont rapporté des fissures longitudinales sur l'épaulement de voies ferrées dans la région du Lac St-Jean, de même que des glissements de terrain

à d'autres endroits au Québec le long des voies ferrées. Par contre ils ont noté que les remblais bien compactés de la région de Chicoutimi ne semblaient pas avoir subi de déformations. Même une sablière aux parois raides ne semble pas avoir été dérangée. Enfin la plupart des manifestations de terrains rapportés par Tuttle et al (1989 a et b) dans la vallée Ferland-Boilleau résultent de la présence d'un gradient hydraulique dans des sols saturés rendant ainsi ces sols sensibles aux vibrations. Les cas de glissements de terrain en sol cohérent surviennent normalement à l'automne et très souvent au printemps dans la région.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les responsables de l'état des routes de la région de Chicoutimi pour nous avoir indiqué la localisation des glissements de terrain de même que M. Luc Marchildon de l'université du Québec à Chicoutimi pour son aide sur le terrain. La coopération de Maurice Lamontagne et de A.F. Barcados de la Commission géologique du Canada est également appréciée. M. J. Wallach de la CCEA a commenté une première version du rapport.

RÉFÉRENCES

LaSalle, P. et Tremblay, G.

1978: Dépôts meubles, Saguenay Lac Saint-Jean, Ministère des Richesses naturelles, Rapport géologique no. 191, 61 p.

Mitchell, D., Tinawi, R. and Law, T.

1989: The 1988 Saguenay earthquake--a site visit report; Geological Survey of Canada, Open File, 1999, 92 p.

Munro, S.P. and North, R.G.

1988: The Saguenay earthquake of November 25, 1988, Strong Motion Data. Le tremblement de terre du Saguenay, le 25 novembre 1988, Enregistrement des secousses fortes; Geological Survey of Canada, Commission géologique du Canada, Open File Report no. 1976, Dossier public, numéro 1976, 5 p. 3 fig., 2 tables, 2 tableaux.

Tuttle, M., Such, R. and Seeber, L.

1989a: Ground failure associated with the November 25th, 1988, Saguenay earthquake in Quebec Province, Canada; Lamont-Doherty Geological Observatory, Palisades, New York, Internal Report.

1989b: Ground failure triggered by the November 25th, 1988 Saguenay earthquake, NCEER Bulletin, January 1989.

ANNEXE

C A S V I S I T É S

Direction régionale du Saguenay - Lac-Saint-Jean

Ministère de l'environnement du Québec

<u>Endroits</u>	<u>État de la situation</u>	<u>Date de visite</u>
- Marcel Tremblay 4391, chemin Saint-Pierre Laterrière (Québec) Tél.: (418) 543-0239	- Fissure sous la maison - Évacuation maintenue	27 novembre 1988 Rapport émis
Rue Paquet Ferland-Boilleau (Québec)	- "Volcan de sable" - Aucune évacuation	27 novembre 1988 Rapport émis
Laurent Simard 474, Route 381 Ferland-Boilleau (Québec)	- Fissure sur le terrain - Dommage à la maison - Aucune évacuation	27 novembre 1988 Rapport émis
Route 381 Ferland-Boilleau (Québec)	- Fissure sur le terrain - Dommage à la maison de Michel Simard - Aucune évacuation - Embâcle dans la rivière	27 novembre 1988 Rapport émis Certificat de travaux émis (75% - 25%)
Digue Ouiqui Hébertville (Extrémité lac Kénogami)	- 2 glissements de terrain dans le sable - chalet et maison à proximité - Aucune évacuation	28 novembre 1988 Rapport émis
Gilles Deschênes 6017, chemin Saint-Wilbrod Jonquière (Québec)	- Dommage important à la maison - Aucun danger de glissement de terrain - Aucune évacuation	30 novembre 1988 rapport à venir
Rosaire Lavoie Chemin de l'Anse à Benjamin Ville de La Baie (Québec)	- Fissure sur le terrain - Dommage important à la maison - Dossier à suivre au printemps danger de glissement au dégel - Aucune évacuation	29 novembre 1988 rapport à venir

<u>Endroits</u>	<u>État de la situation</u>	<u>Date de visite</u>
2471, du Park Ville de La Baie (Québec)	<ul style="list-style-type: none">- Fissure sur le terrain- Risque faible- Dommage à la maison- Évacuation non maintenue	29 novembre 1988 rapport à venir
842, boul. Saguenay Chicoutimi (Québec)	<ul style="list-style-type: none">- Plainte de tremblement de la maison après le séisme- Aucun dommage- Aucune évacuation- Beaucoup de peur	29 novembre 1988 rapport à venir
Benoît Marcotte 6720, boul. Grande-Baie Ville de La Baie (Québec)	<ul style="list-style-type: none">- Fissure sur le terrain- À voir au cours des prochaines semaines	Aucune visite
Luc Dionne 3860, chemin du Cap Saint-Honoré (Québec)	<ul style="list-style-type: none">- Trou sur son terrain diamètre : 2 pieds- Puisard ou puits effondré- Aucun dommage au bâtiment- Aucune évacuation	1 décembre 1988 Rapport à venir
Maurice Gagnon 159, rang Saint-Joseph Saint-Fulgence	<ul style="list-style-type: none">- Fissure importante en bordure du terrain- Aucun danger pour la maison- Aucune évacuation- À suivre au printemps	1 décembre 1988 Rapport à venir
Michel Sigouin 3767, route de l'Église Laterrière (Québec)	<ul style="list-style-type: none">- Glissement de terrain dans l'argile en bordure de la rivière- Aucun danger pour la maison- Évolution à suivre au printemps	3 décembre 1988 rapport à venir
Daniel Vallée 521, rue Dequen Chicoutimi (Québec)	<ul style="list-style-type: none">- Fissure importante dans la maison située à proximité d'une coulée importante- Évacuation par la sûreté municipale- Recommandation de maintenir cette évacuation par prudence	7 décembre 1988 Rapport émis