



COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
RAPPORT DIVERS 56

Le glissement de terrain de Lemieux du 20 juin 1993, vallée de la rivière South Nation, sud-est de l'Ontario - dossier photographique

G.R. Brooks, J.M. Aylsworth, S.G. Evans, et D.E. Lawrence

1994



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada



This document was produced
by scanning the original publication.

Ce document est le produit d'une
numérisation par balayage
de la publication originale.

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
RAPPORT DIVERS 56

**Le glissement de terrain de Lemieux du 20 juin 1993,
vallée de la rivière South Nation, sud-est de l'Ontario -
dossier photographique.**

G.R. Brooks, J.M. Aylsworth, S.G. Evans, et D.E. Lawrence

1994

© Ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources 1994

En vente au Canada par l'entremise de nos
agents libraires agréés et autres librairies
ou par la poste auprès du

Groupe Communication Canada - Édition
Ottawa, Canada K1A 0S9

et des

Bureaux de la Commission géologique du Canada :

601 rue Booth
Ottawa, Canada K1A 0E8

3303-33rd Street N.W.
Calgary, Alberta T2L 2A7

Des exemplaires de cette publication sont également
déposés dans diverses bibliothèques publiques du Canada.

N° de catalogue M41-8/56F
ISBN 0-660-94554-1

Prix sujet à changement sans préavis

Also available in English

Photo de la couverture :

Le glissement de terrain de Lemieux le 20 juin 1993. La coulée d'argile sensible s'est produite près de l'ancien site de l'agglomération de Lemieux, en Ontario. La rupture a déplacé de 2,5 à 3,5 Mm³ de sable, de silt et d'argile qui ont coulé dans la vallée de la rivière South Nation, inondant 3,3 km du fond de la vallée et bloquant la rivière South Nation. CGC 1993-296

Adresse des auteurs

Division de la science des terrains
Commission géologique du Canada
601, rue Booth
Ottawa, (Ontario)
K1A 0E8

Conception et mise en page

Patsy A. Melbourne

*Le glissement de terrain de Lemieux du 20 juin 1993,
vallée de la rivière South Nation, sud-est de l'Ontario -
dossier photographique.*

G.R. Brooks, J.M. Aylsworth, S.G. Evans, et D.E. Lawrence

Résumé

Aux environs de 15 h 30, le 20 juin 1993, une coulée d'argile sensible s'est produite près de l'ancien site de l'agglomération de Lemieux, en Ontario. Le glissement a mis en cause de 2,5 à 3,5 Mm³ de sable, de silt et d'argile qui ont coulé dans la vallée de la South Nation, inondant 3,3 km du fond de la vallée et bloquant la rivière South Nation. Tard le 22 juin 1993, la rivière a surmonté le barrage et l'eau s'est remise à descendre. La présente étude fournit un dossier photographique de l'événement et des conditions subséquentes.

Abstract

Beginning at about 15:30 on June 20, 1993, a sensitive clay flow occurred near the former townsite of Lemieux, Ontario. The failure involved 2.5 to 3.5 Mm³ of sand, silt, and clay which flowed into South Nation Valley, inundating 3.3 km of the valley bottom and impounding South Nation River. By late June 22, 1993, the river overtopped the dam and again flowed downstream. This paper provides a photographic record of the event and post-failure conditions.

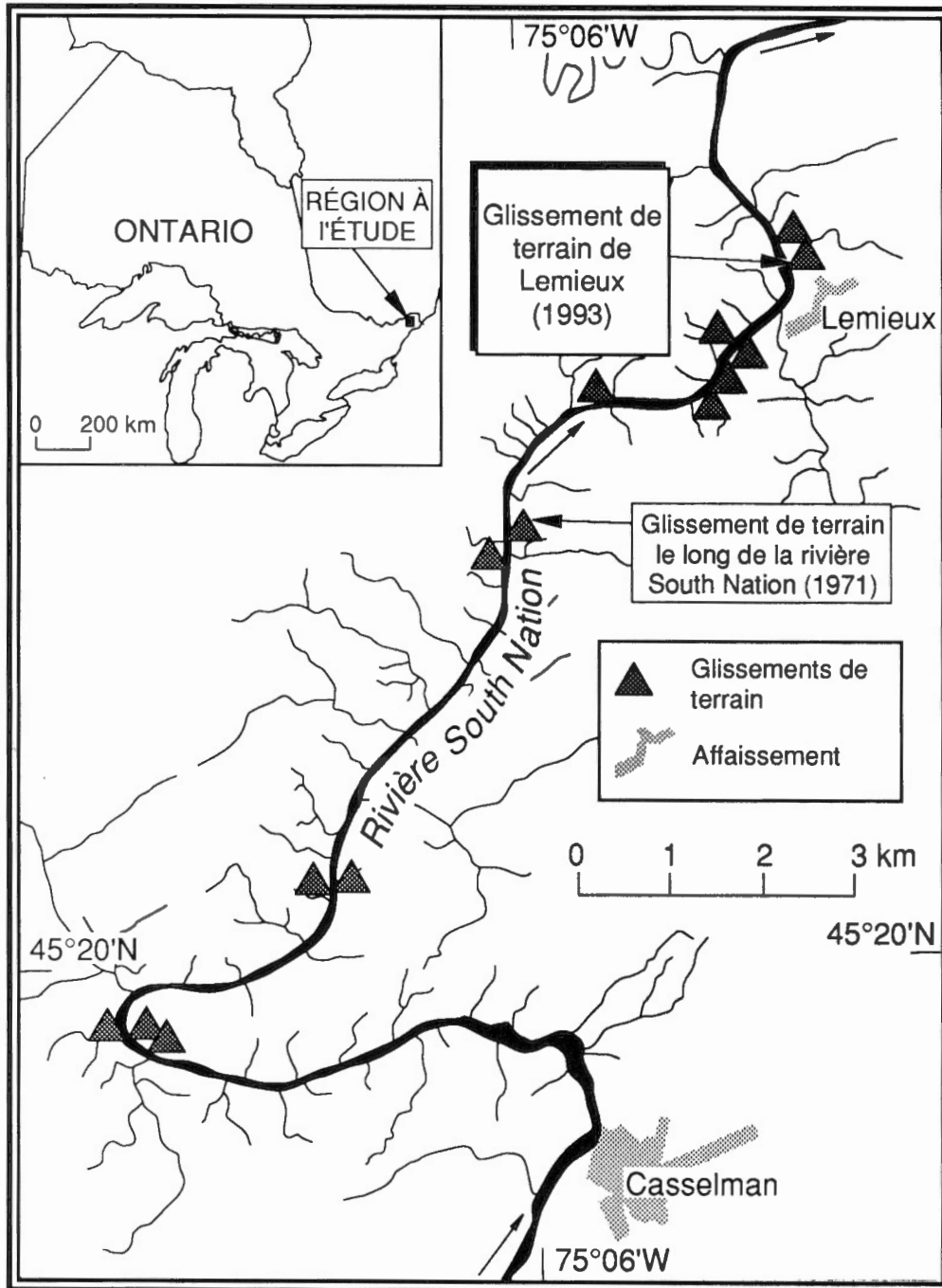


Figure 1. Le 20 juin 1993, un glissement de terrain se produit près de l'ancien site de l'agglomération de Lemieux, en Ontario, à 50 km à l'est d'Ottawa. Le glissement de Lemieux est le plus récent d'une longue série de coulées d'argile sensible et de glissements rétrogressifs qui se sont produits le long de la vallée de la South Nation entre Casselman et Lemieux (modifié d'après Richard, 1982).

Introduction

Au milieu de l'après-midi, le 20 juin 1993, une coulée d'argile sensible s'est produite à l'endroit de l'ancien site de l'agglomération de Lemieux, en Ontario, à 50 km à l'est d'Ottawa (fig. 1). Comme l'ont indiqué Evans et Brooks (sous presse), le glissement a mis en cause de 2,5 à 3,5 millions de mètres cubes (Mm^3) de sable, de silt et d'argile qui ont coulé dans la vallée de la rivière South Nation, inondant 3,3 km du fond de la vallée. Ces débris ont bloqué la rivière South Nation, ce qui a provoqué l'inondation du fond de la vallée, en amont, jusqu'à Casselman, en Ontario (fig. 1). Tard dans la journée du 22 juin 1993, les eaux de la rivière South Nation ont surmonté ce barrage et se sont remises à descendre. L'érosion fluviale due à la restauration du courant a causé une augmentation massive de la turbidité des eaux, ce qui a amené une détérioration de la qualité des eaux pour les fermes et les collectivités situées en aval. L'ouverture faite par la rivière dans l'amas de débris s'est produite lentement et le phénomène a duré au moins jusqu'en novembre 1993, amenant le niveau des eaux captives à baisser de façon graduelle. Il n'y a pas eu de perte de vie associée au glissement de terrain.

Peu après 15 h 30, des témoins oculaires situés à plusieurs endroits, à la fois en amont et en aval du cratère laissé par le glissement, ont observé l'existence d'une grosse vague et des débris qui se déplaçaient dans la vallée de la South Nation. Au pont qui se trouve sur la route de comté 8, qui traverse la rivière South Nation à environ 800 m en amont du glissement, d'autres témoins ont d'abord noté des arbres qui se déplaçaient dans la vallée fluviale. Une personne a rapporté une onde de déplacement d'environ 2 m de hauteur qui remontait la rivière. Elle a été suivie par l'écoulement de débris qui ont fini par remplir le fond de la vallée, atteignant jusqu'à 12 m de profondeur. Comme on l'a observé au pont de la route de comté 8, le mouvement des débris dans la vallée fluviale s'est fait sur une période d'environ une demi-heure. Un témoin oculaire, situé à environ 2 km en aval du cratère, a rapporté l'existence d'une onde de déplacement de 2 à 3 m de hauteur qui descendait la rivière à «grande vitesse». Peu après 16 h, le mouvement par rétrogression dans le cratère a atteint et coupé la route de comté 16. Un camionneur qui se dirigeait vers le sud sur cette route n'a pas pu empêcher son camion de descendre dans le cratère; il a été rescapé plus tard. Des témoins oculaires ont rapporté que vers 16 h 30 une dernière poussée de mouvement s'est produite qui comportait la subsidence et le transport de sédiments. Ces mouvements ont déplacé le camion de 20 m dans le cratère, tandis

que d'autres sections de la route ont été traînées beaucoup plus loin (jusqu'à 200 m). Le mouvement majeur à l'intérieur du cratère semble s'être terminé vers environ 16 h 30.

Comme l'ont évalué Evans et Brooks (sous presse), il ne semble pas y avoir eu de cause évidente de déclenchement du glissement, quoiqu'une nappe phréatique élevée semble avoir été un facteur important de la rupture. À ce sujet, les précipitations totales (neige et pluie) mesurées à l'Aéroport international d'Ottawa, entre le 1^{er} janvier et le 20 juin 1993, atteignaient 553,9 mm, dépassant de 36 % la moyenne janvier-juin de 47 années (406,3 mm) (tableau 1). Cette période de janvier à juin 1993 a été la plus humide des premiers semestres depuis 1947. En juin 1993, avant le glissement de terrain, 73,6 mm de pluie sont tombés (96 % du total de la moyenne des précipitations pour les moins de juin des 47 années) et 15,8 mm sont tombés le 20 juin. Une forte pluie s'est produite dans l'après-midi du 20 juin, mais on ne sait pas combien était tombé avant le glissement. Dans l'ensemble, durant l'hiver 1993, il y a eu des chutes de neige supérieures à la normale, et de fortes chutes se sont produites en mars et au début d'avril. Ce fait combiné à une fonte rapide au printemps et à de fortes pluies printanières ont amené les niveaux phréatiques jusqu'à la surface ou presque. Au moment du glissement, les niveaux phréatiques étaient élevés dans la région de Lemieux, ce qui était apparent vu la fréquence des étendues d'eau stagnante dans les champs de l'endroit.

Le glissement de terrain de Lemieux est le plus récent d'une longue série de coulées d'argile sensible et de glissements rétrogressifs qui se sont produits le long de la vallée de la South Nation entre Casselman et Lemieux. On compte environ 13 cicatrices de glissements historiques et préhistoriques le long de la vallée; le plus récent de ces glissements s'est produit le 16 mai 1971, à 4,5 km en amont du glissement de Lemieux (voir Eden et al., 1971). La possibilité d'un glissement à Lemieux avait été reconnue par les autorités locales. Les propriétés de la plupart des résidents avaient été expropriées en 1989-1990.

Les glissements de terrain le long de la rivière South Nation sont dus à la présence d'une argile silteuse sensible connue généralement sous le nom «d'argile à Leda». Les argiles à Leda sont de la farine de roche produite par l'abrasion glaciaire. Comme l'ont résumé Carson et Bovis (1989), la sensibilité est généralement liée à la haute teneur en eau des argiles; à la texture flocculée des particules d'argile; à une faible attraction électrique entre les particules; à une faible pression géostatique au moment du dépôt des argiles; et au lessivage, postérieur au dépôt, des

sels contenus dans les argiles. Suite à des perturbations ou des remaniements, les argiles à Leda perdent toute ou presque toute leur résistance au cisaillement. De nombreux glissements dans la vallée de l'Outaouais et les basses terres du Saint-Laurent se sont produits dans des sédiments argileux à Leda.

Les argiles à Leda sont omniprésentes dans la région des basses terres du Saint-Laurent et de la vallée de l'Outaouais. Elles ont leur origine dans la sédimentation glaciomarine dans la Mer de Champlain qui s'est produite vers la fin de la Glaciation laurentidienne. Le long du tronçon de la vallée de la South Nation qui est propice aux glissements de terrain, les sédiments glaciomarins sont enfouis sous des sables du delta d'esker de Russell et Prescott (Gadd, 1976; Richard, 1982; Chapman et Putnam, 1984). Ce delta d'esker est le vestige d'un complexe deltaïque qui s'est formé dans la Mer de Champlain par l'action de la prorivière des Outaouais et de ses tributaires. Plus tard, il a été découpé par des cours d'eau lorsque le niveau relatif de la mer a baissé (Gadd, 1987). La rivière South Nation a creusé une vallée profonde de 23 m à travers les sables et dans le silt et l'argile glaciomarins sous-jacents. À Lemieux, une zone d'argile sensible forme la partie inférieure des versants de la vallée (Evans et Brooks, sous presse).

Depuis le 20 juin 1993, le site a changé considérablement suite à l'érosion des flancs du cratère, à l'érosion et à la revégétation des débris et à l'incision que la rivière a faite dans ces débris. Cette étude fournit de l'information générale et constitue un dossier photographique des caractéristiques importantes du glissement de terrain qui disparaissent graduellement.

Tableau 1. Sommaire des précipitations; Aéroport international d'Ottawa
(Source : Environnement Canada)

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Total
Précipitation moyenne 1939-93:	60.0	59.2	66.4	68.9	74.9	76.9	406.3
Précipitation, 1993:	109.0	60.5	86.5	144.1	80.2	*73.6	553.9
Chutes de neige moyennes, 1986-93:	49.6	45.2	32.3	9.1	1.2	0.0	137.4
Chutes de neige, 1993:	75.8	78.6	92.8	41.6	0.0	0.0	288.8

* Les précipitation de juin 1993 ne couvrent que la période du 1^{er} au 20 juin.



Figure 2. Photographies aériennes du site de Lemieux **a)** avant le glissement (21 novembre 1945; PNA A9615-91) et **b)** après le glissement (22 juin 1993, CAS 93049-13). Le site se trouve sur un tronçon droit de la vallée de la South Nation, juste en aval de la rive concave extérieure d'un méandre (fig. 1). Le glissement de 1993 s'est produit à l'endroit où l'on retrouve la cicatrice d'un glissement rétrogressif antérieur; une ligne tiretée délimite la paroi de fond de l'ancienne cicatrice. Cette cicatrice forme une terrasse le long du versant de la vallée, à environ 15 m au-dessus du lit de rivière antérieur au glissement. La majeure partie de la région qui s'est effondrée était des terres agricoles en friche et un peu de forêt mélangée. La rupture s'est produite entre deux ravins se prolongeant vers l'est à partir du versant de la vallée (A et C). Un ravin plus petit (B) situé entre les deux premiers a été oblitéré par le glissement. L'étendue de la rupture semble avoir été contrôlée par la présence du ravin C, puisque le cratère suit plus ou moins la crête supérieure du ravin et commence ensuite à s'incurver à l'entour, derrière lui (fig. 2b). La présence de ce ravin a probablement fourni suffisamment de drainage à la région immédiate pour prévenir une rupture. À noter la barre dans la rivière qui coïncide approximativement avec le bord amont de l'embouchure du cratère; elle apparaît sur les cartes et sur les photographies aériennes du site depuis au moins les années 1940.



La photo b) a été prise deux jours après le glissement et avant que la rivière bloquée eût surmonté les débris dans la vallée de la South Nation. Le cratère a 680 m de longueur et jusqu'à 320 m de largeur et couvre 17 ha (Evans et Brooks, sous presse). La forme allongée n'est pas symétrique; des rentrants tournés vers l'extérieur s'étendent à la fois des côtés nord et sud. Les numéros renvoient aux figures 7, 8, 10a, 10b, 11a et 11b.



Figure 3. Vue aérienne du glissement de terrain de Lemieux (CGC 1993-254F) prise à la fin de la matinée, le mercredi 23 juin 1993. Le glissement a déplacé entre 2,5 et 3,5 Mm³ de matériaux dont la majeure partie a coulé dans la vallée de la South Nation, bloquant la rivière (avant-plan). La surface du cratère se trouve jusqu'à 12 m sous le delta d'esker de Russel et Prescott et descend légèrement vers la vallée de la South Nation.

→

Figure 4. a) Les débris du glissement, consistant en blocs transportés de matériaux relativement intacts dans une matrice d'argile et de silt liquéfiés, ont enfoui le fond de la vallée sur environ 1,6 km en amont et 1,7 km en aval de l'embouchure du cratère. Cette vue aérienne est orientée vers l'aval, en direction du pont de la route de comté 8 qui traverse la rivière South Nation à environ 800 m en amont du cratère, et montre les débris qui ont coulé vers l'amont le long du fond de la vallée. Au pont, les débris remplissent la vallée sur une profondeur évaluée à environ 12 m (photo : Ottawa Citizen). **b)** L'accumulation des débris dans la vallée de la South Nation a bloqué la rivière en amont du cratère. Immédiatement après le glissement, les eaux de la rivière se sont mises à monter et ont fini par passer par-dessus ces débris. Les eaux retenues ont atteint, dans le fond de la vallée, une hauteur maximale d'environ 12 m au-dessus de leur hauteur antérieure au glissement, ce qui a causé, en amont, des inondations qui ont atteint Casselman, en Ontario (fig. 1). Cette photographie a été prise vers la fin de la matinée, le mercredi 23 juin 1993, approximativement au moment où les eaux retenues de la rivière atteignaient leur hauteur maximale; la photo montre une vue en travers de l'embouchure du cratère, vers l'amont, dans la vallée de la South Nation. (CGC 1993-254B)

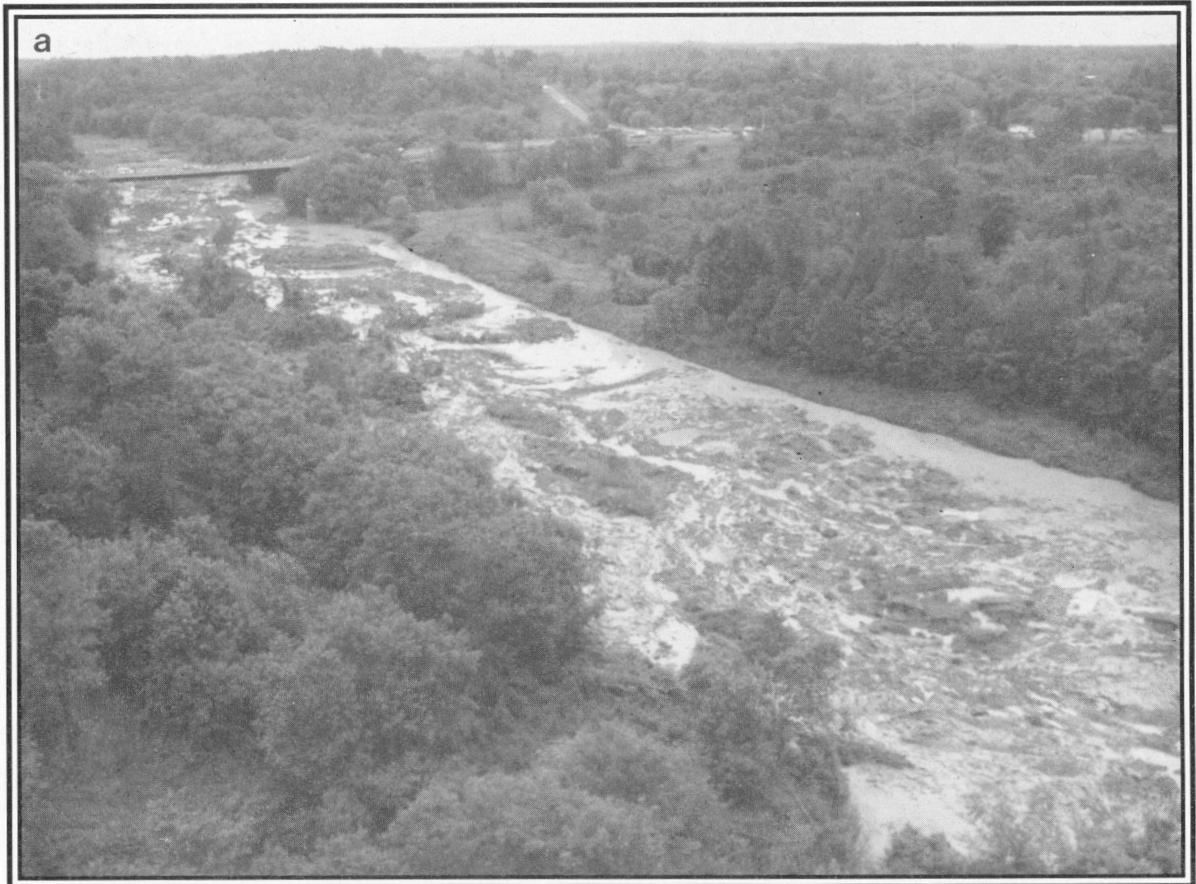




Figure 5. Vue en aval, en travers de l'embouchure du cratère, montrant les débris glissés qui se sont déplacés en aval le long du fond de la vallée (CGC 1993-254A). La photo a été prise à la fin de la matinée, le mercredi 23 juin 1993, des heures après que les eaux retenues de la rivière eussent surmonté le barrage formé par le glissement et eussent recommencé à descendre. Indication d'une modification rapide de la turbidité des eaux, la couleur des eaux change de foncées à claires à partir de l'embouchure du cratère, où l'écoulement commence à s'accélérer en travers de la crête du barrage de glissement, causant l'érosion et le transport des débris. De hauts niveaux de turbidité de l'eau ont détérioré la qualité de l'eau pour les fermes et les agglomérations situées en aval pendant plusieurs jours après la reprise du courant dans la rivière.

Figure 6. Après avoir surmonté le barrage dû au glissement de terrain, la rivière South Nation s'est écoulee initialement sous la forme d'une grande nappe subdivisée par des blocs intacts de sédiments et par de la végétation transportée (voir fig. 5). La rivière a graduellement incisé les débris (2 m le 7 juillet), réduisant ainsi le niveau des eaux retenues et créant un chenal relativement étroit et sinueux. Des photographies comparatives du cours de la rivière, vers l'aval, immédiatement sous la lèvre inférieure de l'embouchure du cratère révèlent ce changement : a) prise au début de l'après-midi, le jeudi 24 juin 1993, avant que ne se soit faite une incision significative (CGC 1993-254I) et b) le 11 octobre 1993, après une incision d'environ 5 m. Les photographies ont été prises au même endroit : les flèches en a) et en b) montrent une crête proéminente commune. (CGC 1993-306)

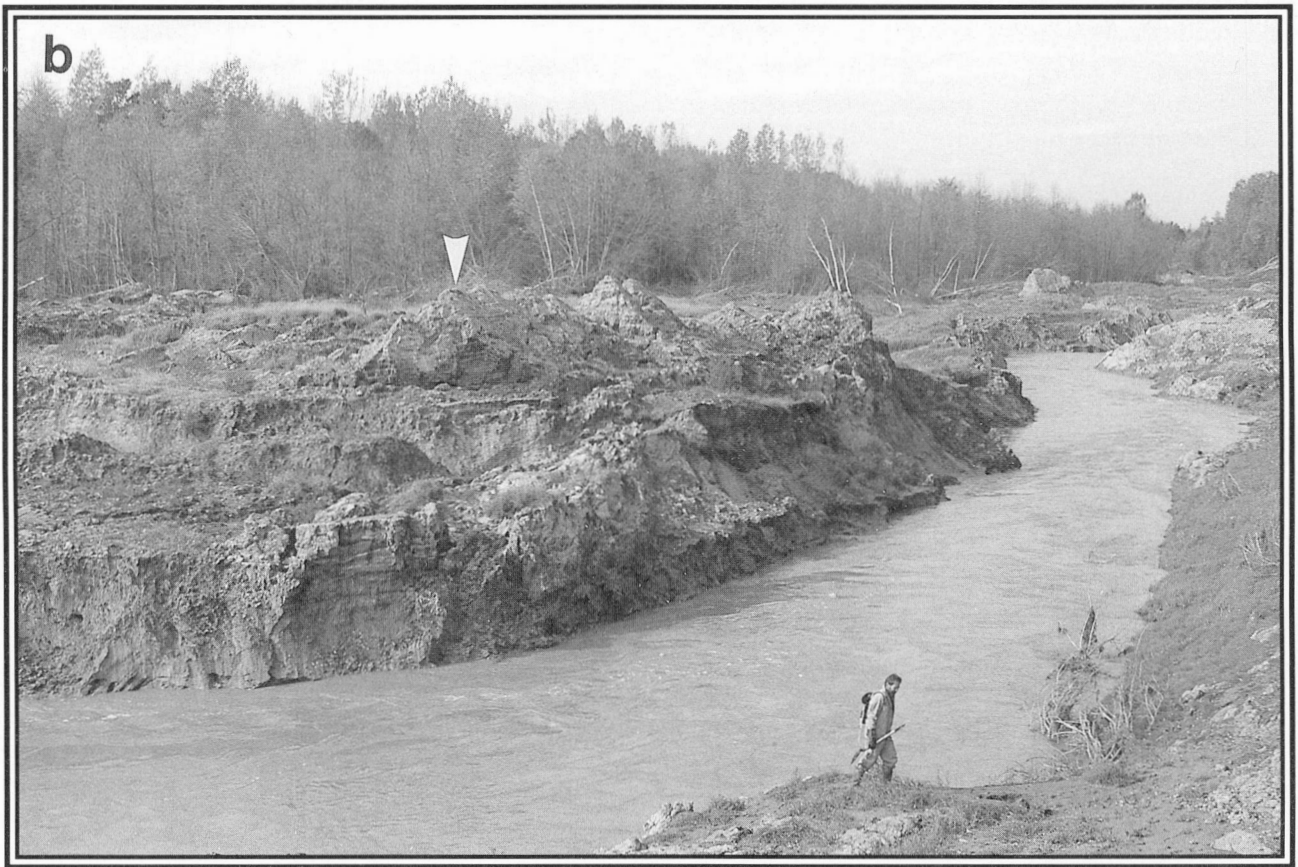




Figure 7. Vue le long de la paroi nord, vers la paroi du fond. Le long du cours de la vallée de la South Nation susceptible de glissements de terrain, les sédiments glaciomarins (silts et argiles) sont enfouis sous des sables deltaïques. Les parois du cratère révèlent l'existence d'une séquence négative de sédiments qui passent de sables amorphes à des sables silteux interstratifiés, à des sables fins/silts laminés avec de minces couches d'argile, puis enfin à des argiles laminées avec de minces couches de silt. Les dépôts dans la partie supérieure de la séquence n'ont pas été remaniés au cours du glissement, mais ils se sont plutôt fracturés pour former des blocs mobiles dans les débris. Pendant des mois après la coulée, l'eau suintait de toutes les laminations les plus grossières sur les parois du cratère. CGC 1993-295A

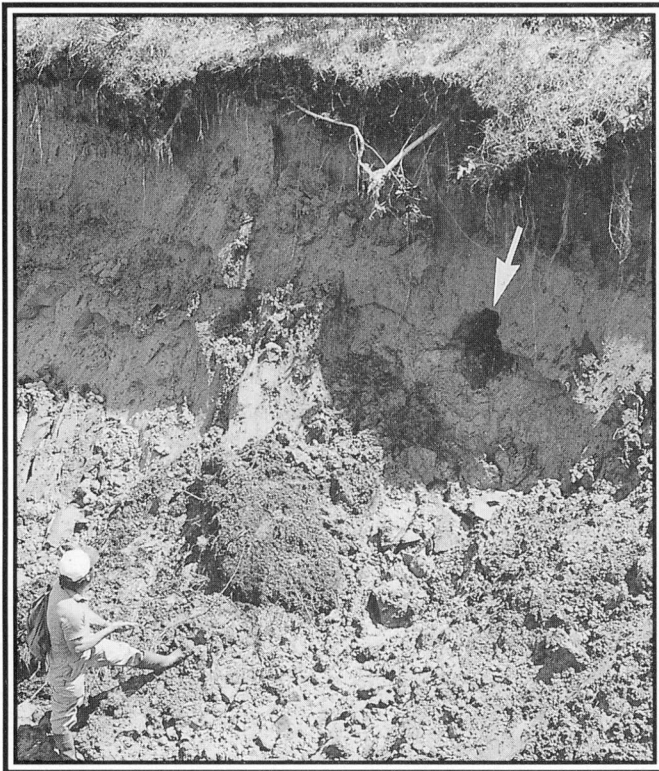


Figure 8. La présence répandue d'eau stagnante et les indications de drainage dans le sous-sol sur la surface intacte en bordure du cratère indiquent que le niveau phréatique était élevé au moment du glissement de terrain. Après la rupture, les eaux souterraines suintaient des parois du cratère et il y avait érosion de renards horizontaux aux endroits où l'écoulement était concentré. Le diamètre de ces renards s'échelonnait de 0,1 à 1 m et la plupart étaient situés à une profondeur d'environ 2,5 m à l'interface sable/silt. Le renard visible sur cette photographie était situé sur la paroi de fond du cratère où l'on a observé dix-huit renards actifs le jeudi 24 juin 1993. Le diamètre et la profondeur de beaucoup de ces renards ont continué d'augmenter au cours de l'été. CGC 1993-295B

Figure 9. Dans les débris qui sont restés dans le cratère, il y a des blocs de sédiments intacts et des bandes de sol et des arbres restés debout qui forment des crêtes linéaires dans l'argile remaniée et les eaux retenues (fig. 2b). La disposition des crêtes est contrôlée par la façon dont s'est effectué le retrait de la paroi du fond mais, étant donné que la majeure partie des débris a coulé dans la vallée fluviale, la configuration du retrait ne reflète vraisemblablement que le stade final du glissement. Si l'on présume que le retrait se fait perpendiculairement aux crêtes, la ligne des crêtes révèle que la rupture s'est généralement produite le long des côtés du cratère, de façon oblique par rapport au grand axe du cratère. Cette configuration du retrait a accru de façon significative la largeur du cratère et a contribué à la formation d'un rentrant à la fois sur les côtés nord et sud du cratère. Dans les deux tiers inférieurs du cratère, il existe un linéament qui part de la rivière et qui semble être une zone de cisaillement entre la coulée de débris dans la partie centrale du cratère et les débris écoulés à partir du rentrant du côté nord.

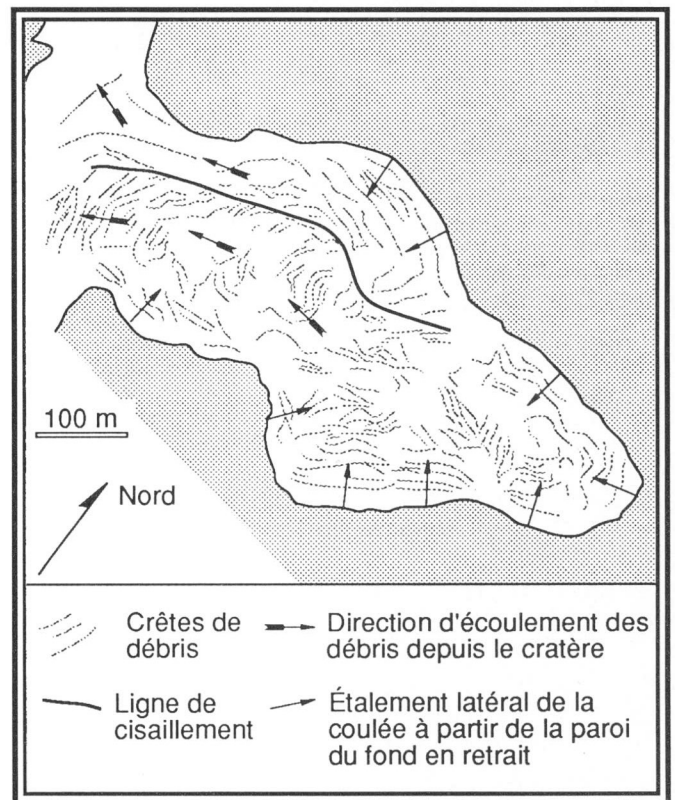




Figure 10. a) Des crêtes à arêtes vives et **b)** des blocs de forme prismatique de sédiments intacts sont des éléments proéminents des débris, en particulier à l'intérieur de la partie supérieure du cratère; la personne qui paraît sur la photo donne une idée de l'échelle. Les crêtes sont composées d'interstrates horizontales d'argile, de silt et de sable qui sont visibles en **b)**. Une étude comparative des interstrates dans les crêtes et les blocs et des dépôts intacts de la paroi latérale donne à penser qu'il y a eu un peu de subsidence et de déplacement.

b

À cause de l'horizontalité des interstrates, ces crêtes ne peuvent être attribuées à une rupture par rotation, mais plutôt à un déplacement latéral et à une subsidence différentielle des blocs (voir Carson, 1977). Entre les crêtes à arêtes vives, les débris consistent généralement en blocs perturbés et en sédiments remaniés, les blocs les plus fracturés et basculés présentant des indications de glissement le long des interstrates. CGC 1993-295C; CGC 1993-295D





Figure 12. Dans les semaines et les mois qui ont suivi le glissement, le dépôt des débris a provoqué un dénoyage qui a produit de petits «volcans» de boue à la surface de la partie inférieure du cratère. CGC 1993-295G

Figure 11. a) Les dernières étapes de la rupture le long du rentrant sur le côté nord du cratère ont comporté des ruptures par rotation plutôt qu'une subsidence et un déplacement comme sur le côté sud. Deux blocs ayant pivoté sur eux-mêmes sont visibles sur cette photographie; leurs surfaces s'inclinent vers la paroi. Sont aussi visibles sur la photographie à la base de la paroi des microcônes alluviaux formés par les suintements qui ont transporté du sable et du silt à partir du côté du cratère. Des cônes semblables sont fréquents à la base de la paroi, tout le long de la bordure du cratère. CGC 1993-295E
b) La couverture rigide (sol, sable et silt) du dernier bloc pivoté s'est fracturée et certaines pièces ont basculé vers l'avant. De l'argile silteuse grise a été poussée devant le dernier bloc pivoté, soulevant le sol d'un bloc antérieur. CGC 1993-295F

Remerciements

Nous voudrions remercier la Société de conservation de la South Nation; le personnel de l'Ottawa Citizen; les témoins oculaires Andrée Benson, Dennis Bremner, Steve Dick, Martine Lafrance, Kevin McBride, Richard Rainville et Steve Washam pour avoir fourni de l'information et des photographies du glissement de Lemieux. Nous voudrions aussi remercier Larry Dyke pour avoir lu cette étude de façon critique. Les auteurs seront heureux de recevoir toute information que voudront bien fournir les témoins oculaires de futurs glissements de terrain.

Références

Les références suivies d'un astérisque () sont des publications de la Commission géologique du Canada également disponibles en français.*

Carson, M.A.

1977: On the retrogression of landslides in sensitive muddy sediments; Canadian Geotechnical Journal, v. 14, p. 582-602.

Carson, M.A. and Bovis, M.J.

1989: Slope processes; in Chapter 9 of Quaternary Geology of Canada and Greenland, Fulton, R.J., (ed.); Geological Survey of Canada, no. 1 (also Geological Society of America, The Geology of North America, Volume K-1) p. 583-594.*

1984: The physiography of southern Ontario; Ontario Geological Survey, Special Volume 2, 270 p.

Eden, W.J., Fletcher, E.D., and Mitchell, R.J.

1971: South Nation River landslide; Canadian Geotechnical Journal, v.8, p. 446-451.

Evans, S.G. and Brooks, G.R.

in press: An earthflow in sensitive Champlain Sea sediments at Lemieux, Ontario, June 20, 1993, and its impact on the South Nation River; Canadian Geotechnical Journal, v. 31.

Gadd, N.R.

1976: Surficial geology and landslides of Thurso-Russell map area, Ontario; Geological Survey of Canada, Paper 75-35, 7 p.

1987: Geological setting and Quaternary deposits of the Ottawa region; in Quaternary geology of the Ottawa region, Ontario and Quebec, (ed.) R.J. Fulton, R.J.; Geological Survey of Canada, Paper 86-23, p. 3-9.

Richard, H.S.

1982: Géologie de surface, Russell, Ontario; Commission géologique du Canada, carte 1507A, échelle 1/50 000.