

## PROBLÉMATIQUE

En avril 2005, la municipalité de Petite-Rivière-Saint-François, située en bordure du fleuve Saint-Laurent au nord-est de la ville de Québec, a été confrontée aux caprices de la nature. Des pluies exceptionnelles combinées à la fonte des neiges ont provoqué des glissements de terrain, du ravinement et le débordement de cours d'eau, ce qui a entraîné l'évacuation préventive d'environ 85 résidences. En tout, une soixantaine de mouvements de terrain, dont plus d'une quarantaine de glissements, ont été répertoriés sur le territoire. Le ministère de la Sécurité publique (MSP) a demandé l'intervention du ministère des Transports du Québec (MTQ) dont l'expertise est reconnue dans le domaine des mouvements de terrain, pour évaluer l'état des lieux, permettre la réintégration de nombreuses résidences en toute sécurité et recommander des travaux de protection.

## DÉROULEMENT DES ÉVÉNEMENTS DU PRINTEMPS 2005

La remontée graduelle des températures à la fin de mars 2005 a d'abord provoqué la fonte des neiges et a été suivie, dans la première semaine d'avril, de précipitations abondantes qui ont entraîné une crue des eaux et le débordement de certains ruisseaux. Au moins deux glissements de terrain se sont alors produits. Le réchauffement a ensuite atteint les secteurs montagneux, ce qui a augmenté la saturation des sols et le ruissellement des eaux en direction du village. On a pu observer à ce moment certains dommages à des bâtiments, occasionnés par des mouvements lents et le fluage des sols en surface. Puis la fonte des neiges dans la montagne accompagnée d'autres pluies abondantes dans la dernière semaine d'avril ont déclenché de nombreux glissements et des crues majeures dans les ruisseaux. Les égouts pluviaux ont alors débordé. Des chemins et la voie ferrée ont été coupés ou encombrés de débris. Des sols et des débris de toutes sortes ont été transportés un peu partout, endommageant sur leur passage des terrains et des maisons. Il est finalement tombé 390 mm de pluie en avril 2005, comparative-ment à une moyenne de 99 mm pour ce mois.

## TRAVAUX SUR LE TERRAIN

Une dizaine d'ingénieurs du Service de la géotechnique et de la géologie ont effectué de nombreuses inspections visuelles des talus, des ravins et des sites de glissements. L'équipe du Service a compilé plusieurs informations sur l'état général des lieux,

l'inclinaison des talus, la nature des sols et du roc, ainsi que les familles de fractures. On a examiné les informations disponibles, les photographies aériennes et les données météorologiques. Un relevé par laser aéroporté a été effectué, ce qui a permis par la suite d'obtenir un modèle numérique très précis de la topographie du terrain. Plusieurs forages avec pose de piézomètres et d'inclinomètres ont enfin été réalisés. Trente-cinq propriétés ont fait l'objet d'une fiche descriptive indiquant l'état de la situation en mai 2005, le danger appréhendé et les travaux recommandés, avec des photos, des profils topographiques et des croquis à l'appui.

## CONTEXTES GÉOLOGIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE

L'information recueillie a été analysée et interprétée à la lumière des contextes géologique et géomorphologique du secteur. La majeure partie du village est située à moins de 10 m au-dessus du niveau de la mer, à la base d'un versant rocheux d'âge précambrien, dont l'altitude moyenne est d'environ 400 m avec quelques sommets entre 500 m et 830 m d'altitude. Ce versant rocheux est surtout constitué de gneiss. Au pied du versant, sous les 120 m d'altitude, viennent s'appuyer des terrasses de dépôts quaternaires reposant sur des roches cambro-ordoviciennes. Les dépôts quaternaires observés sont formés, selon les endroits, de till, de sable et gravier ou d'argile silteuse. Les roches cambro-ordoviciennes sont constituées de calcaire et surtout de schistes souvent très altérés et ayant parfois l'aspect d'un sol en surface.

La configuration topographique, la faible profondeur du socle rocheux, la forte dénivellation et la faible profondeur du lit des cours d'eau qui débordent ou changent de parcours facilement, favorisent un drainage très rapide des eaux de ruissellement de pluie et de fonte nivale, de la montagne vers la base du versant où sont situées la plupart des habitations. Ces eaux de ruissellement alimentent les matériaux constituant les terrasses situées à une altitude inférieure, qui seaturent après chaque précipitation. Ces conditions sont propices aux instabilités de terrain et peuvent se maintenir plusieurs jours.

## MOUVEMENTS DE TERRAIN ET RAVINEMENT

Selon les matériaux en présence, les mouvements de terrain observés sont profonds ou superficiels. Leur déclenchement a souvent été favorisé par des interventions humaines telles les modifications apportées au drainage naturel des versants et les excavations en pied de talus. La majorité des glissements (75 %)

ont été superficiels (moins de 40 cm de profondeur) et se sont produits dans les tills (figure 1), souvent dans des talus d'excavation. Plusieurs coulées de débris ont été observées à la sortie des ravins. Un nouveau ravin très profond a même été formé en quelques heures (figure 2). La distance d'étalement des débris dans le cas des glissements superficiels a été approximativement égale ou inférieure à une fois la hauteur du talus. On a aussi noté dans quelques cas le déplacement lent d'une importante masse instable de schiste argileux altéré, délimitée par un bourrelet de compression à la base du talus et des fissures de tension au sommet (figure 3).

### RÉINTÉGRATION DES RÉSIDANTS

Les constats issus du travail d'analyse des experts du MTQ ont permis la réintégration sécuritaire des résidants évacués. On a sensibilisé les autorités municipales et les résidants à la nécessité d'éviter les mauvaises pratiques qui agissent comme éléments déclencheurs ou aggravants, en particulier les excavations en pied de talus non compensées par un soutènement adéquat, ou les aménagements de terrain modifiant le régime d'écoulement naturel des eaux et provoquant d'importantes concentrations d'eau. Le MTQ a conseillé la réalisation de travaux de stabilisation pour 15 résidences et un bâtiment commercial. Il a recommandé l'évacuation définitive de 5 résidences en raison de la présence de fissures et de masses de sols instables pouvant se mettre en mouvement même dans des conditions météorologiques non exceptionnelles. Finalement, une dernière résidence derrière laquelle une masse instable de roc très altéré se déplace très lentement est encore sous analyse.

### MÉTHODES DE STABILISATION ET DE PROTECTION

Il existe plusieurs méthodes de stabilisation. Les méthodes actives, visant à empêcher que survienne un glissement de terrain (adoucissement de la pente, construction d'un contrepoids ou d'un mur de soutènement, etc.), n'ont pas été retenues pour la majorité des cas en raison du contexte géomorphologique et de l'exiguïté des lieux. Bien que l'eau soit la principale cause des glissements, les méthodes actives agissant sur l'écoulement des eaux n'ont pas été retenues non plus en raison de l'entretien et des modifications potentielles aux structures hydrauliques existantes que cela exigerait. Les méthodes passives se sont avérées les plus appropriées (déplacement du bien à protéger, installation d'une clôture

de captage, d'un mur de retenue ou d'un merlon avec fosse de captage). Elles permettent de protéger les personnes et les biens contre les effets appréhendés des mouvements de terrain, sans avoir à modifier le talus ou les conditions d'écoulement des eaux souterraines dans le talus. La mise en place de merlons (figure 4) a ainsi été recommandée à certains propriétaires de bâtiments menacés.

### CONCLUSION

L'intervention du MTQ a permis de mieux connaître les contextes géologique et géomorphologique de la région et les éléments qui contrôlent la stabilité des versants. La municipalité de Petite-Rivière-Saint-François est un site particulièrement exposé au danger de glissements de terrain en raison de la conjugaison d'un relief très prononcé, de conditions climatiques particulières et de la présence de sols imperméables favorisant le ruissellement. Le territoire à l'étude présente aussi des conditions propices aux inondations et au débordement de cours d'eau. La stabilité des pentes peut également être touchée par les modifications d'origine anthropique des talus ou du régime d'écoulement des eaux de ruissellement. Malgré les travaux réalisés pour augmenter la sécurité des lieux et des citoyens, plusieurs secteurs demeurent sujets aux glissements. Toute nouvelle intervention devra donc tenir compte de cette problématique. Les DT dont le territoire comprend des sites sujets à des glissements de terrain peuvent recourir à l'expertise du SGG dans l'analyse du risque et la planification d'interventions.

### RESPONSABLES :

Denis Demers, ing., Ph. D

Pascal Locat, ing. stag. M. Sc.

Paul Flon, ing., M. Sc.

Service de géologie et géotechnique

DIRECTEUR :

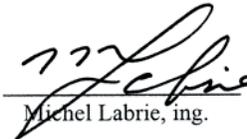
  
Michel Labrie, ing.



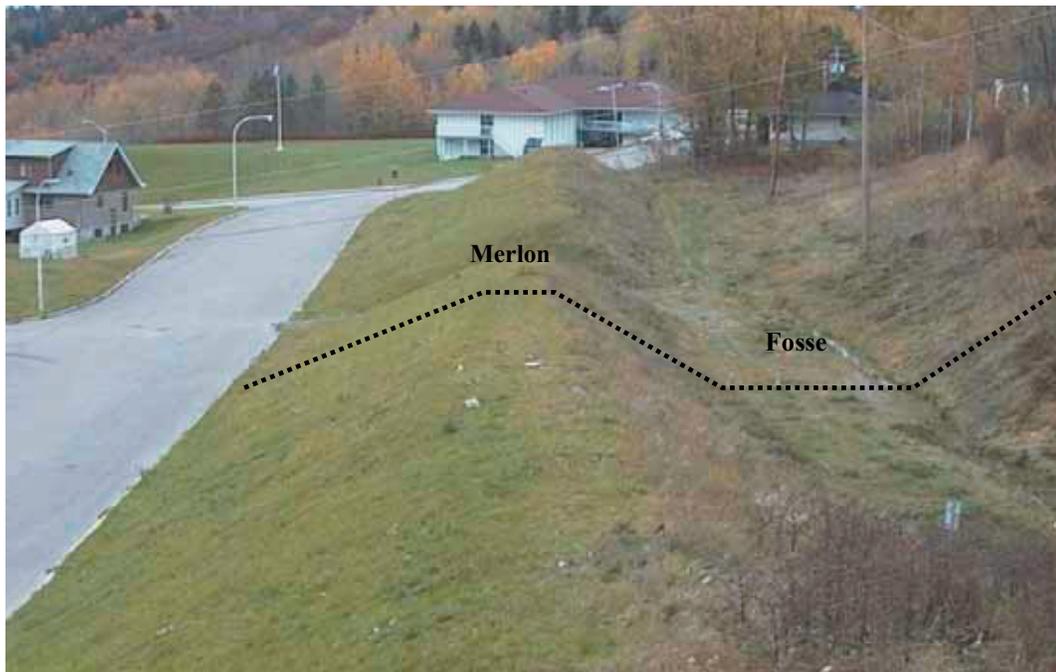
Figure 1 : Glissement superficiel dans le till



**Figure 2 : Nouveau ravin formé en quelques heures**



**Figure 3 : Fissure délimitant une masse de schiste altéré se déplaçant lentement**



**Figure 4 : Exemple d'un merlon avec fosse de captage**