

LA GESTION DES RISQUES DE GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LES SOLS ARGILEUX AU QUÉBEC

Denis Demers

Ministère des Transports du Québec, Québec, Canada (denis.demers@mtq.gouv.qc.ca)

Denis Robitaille, Janelle Potvin

Ministère des Transports du Québec, Québec, Canada

Chantal Bilodeau

Ministère de la Sécurité publique, Québec, Canada

Clotilde Dupuis

Ministère des Affaires municipales et des Régions, Québec, Canada

RÉSUMÉ

Afin de diminuer les risques associés aux glissements de terrain qui surviennent dans les argiles marines, principalement dans la vallée du Saint-Laurent, le gouvernement du Québec a récemment mis en place un système de gestion qui repose sur quatre volets. Premièrement, un nouveau programme de cartographie au 1/5000 des zones sujettes aux glissements a été mis en place en 2003 et celui-ci s'accompagne de cadres normatifs adaptés aux diverses situations. Deuxièmement, chaque région cartographiée bénéficie d'un programme de gestion des risques pour le bâti, élaboré en partenariat avec les municipalités concernées. Troisièmement, le gouvernement assure un soutien technique et financier, particulièrement pour les situations d'urgence ou pour des travaux de prévention. Finalement, des sessions de formation et de sensibilisation apportent un encadrement complémentaire visant une meilleure intégration de tous ces efforts dans la communauté. L'expérience des 30 dernières années au Québec montre que chacun de ces volets est essentiel à une gestion efficace des risques de glissements de terrain.

ABSTRACT

To reduce risks in landslide prone areas, the Quebec Government has recently modified his risk management program. Put in place in 2003, a new governmental mapping program produces maps at a 1/5000 scale. These maps are accompanied by a frame of rules and regulations, which are applied by municipality authorities. When an area is mapped, the government and the regional authorities work together to elaborate a risk management program adapted for the area. In case of emergency or if a landslide is impending, the government can give technical and financial support to people or to municipalities. Finally, the government offers training and awareness programs.

1. INTRODUCTION

En raison de sa diversité d'environnements géologiques et géomorphologiques, le territoire de la province du Québec subit différents types de mouvements de terrain. L'inventaire des glissements de terrain consignés par le Service de la géotechnique et de la géologie du ministère des Transports du Québec (Fortin *et al.*, 2008) indique qu'environ 80 % de ceux-ci sont concentrés à l'intérieur des limites d'invasion marine post-glaciaire (figure 1). Ces glissements surviennent très majoritairement dans des sols argileux.

Pour la plupart, ils se produisent sur les berges argileuses des cours d'eau et sont souvent provoqués par le sapement du pied des talus causé par l'érosion dans les méandres. Les cas de glissements rotationnels, superficiels ou profonds, sont très fréquents (Demers *et al.*, 1999a et b). Bien que la plupart soit de dimension de l'ordre de quelques dizaines de mètres, ils peuvent néanmoins être très dommageables pour les biens (figure 2) et les infrastructures (figure 3).

Ces glissements rotationnels constituent parfois l'amorce d'un mouvement rétrogressif qui engendre en quelques minutes des cicatrices gigantesques, que l'on appelle coulée argileuse (figure 4). Celles-ci peuvent atteindre des dimensions de plusieurs centaines de mètres et causer des pertes de vie et des dommages matériels considérables, comme ce fût le cas de Saint-Jean-Vianney en 1971 (Tavenas *et al.*, 1971).

L'inventaire du ministère des Transports du Québec (Fortin *et al.*, 2008) révèle également que près de 40% des glissements de terrain ayant fait l'objet d'une demande de soutien gouvernemental ont une cause de nature anthropique (Fortin *et al.*, 2008). Pour ces cas, l'activité humaine a agi en tant que facteur déclencheur ou facteur aggravant. Les cas de remblais non contrôlés en sommet de talus (figure 5), les déblais en pied ainsi que les concentrations d'eau vers les pentes, sont les causes d'origine humaines qui sont les plus fréquemment notées en territoire habité.

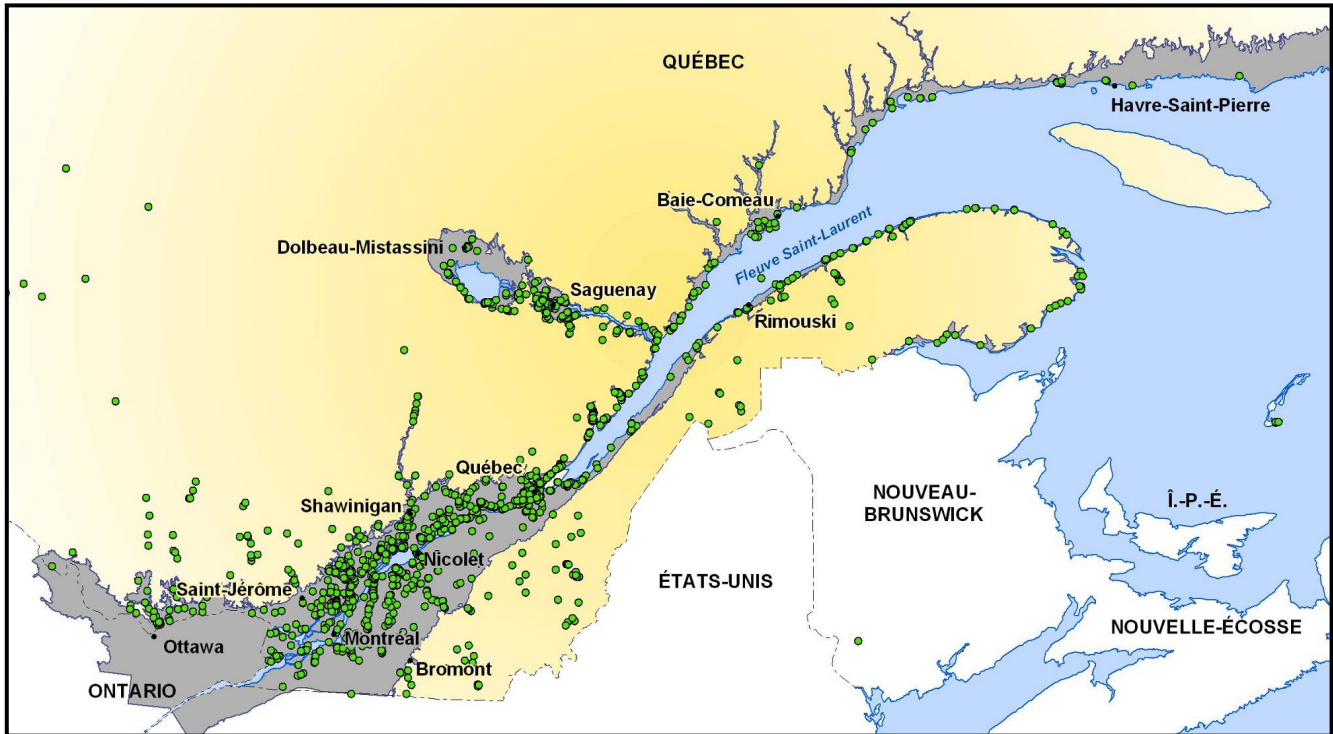


Figure 1 – Distribution des dépôts marins post-glaciaires (trame pleine grise) et répartition des données de l'inventaire des mouvements de terrain du MTQ (points verts)

Puisque les glissements de terrain dans les sols argileux sont très fréquents (quelques centaines par année), qu'ils peuvent survenir dans les régions les plus densément habitées et conséquemment, qu'ils peuvent être très dommageables, le Gouvernement québécois a revu son approche en matière de gestion des risques associés à cette problématique au cours des dernières années.

En raison de son expertise dans le domaine des glissements de terrain, le Service de la géotechnique et de la géologie, du ministère des Transports, a participé activement à l'élaboration de cette nouvelle approche, de concert avec ses partenaires du ministère de la Sécurité publique et du ministère des Affaires municipales et des Régions. Le présent article décrit les actions qui ont été entreprises et explique le mode de gestion qui a été développé afin de réduire le niveau de risque pour la population.

2. HISTORIQUE

En modifiant sa « Loi sur la Protection civile » en 1964, le gouvernement du Québec s'est doté d'une première politique pour intervenir lors de sinistres naturels (Gouvernement du Québec, 2002). Cependant, ce n'est qu'à partir de la coulée argileuse catastrophique de Saint-Jean-Vianney en 1971 qu'il a commencé à se doter d'outils et de politiques afin de mieux gérer les risques de glissements de terrain sur son territoire.



Figure 2 – Glissement rotationnel dans des sols argileux, ayant affecté les fondations d'une résidence (rivière Delisle, 2005)

Un premier programme de cartographie des zones exposées aux mouvements de terrain débuta donc et permit la réalisation de nombreuses cartes à l'échelle du 1/20 000 (Lebuis *et al.*, 1983; Rissmann *et al.*, 1985). Pour des raisons évidentes, les secteurs cartographiés concernaient surtout ceux sujets aux coulées argileuses.



Figure 3 –Glissement rotationnel profond ayant endommagé les structures d'un pont (rivière Salvail, 2000)



Figure 4 –Petite coulée argileuse ayant endommagé une partie du centre-ville de Nicolet (1955)

Parallèlement à ces efforts de cartographie, une première politique de prévention des risques fut instaurée. Dans le cadre de la mise en œuvre de la Politique d'intervention en matière d'accidents naturels reliés à l'eau « PIANEAU », les citoyens affectés par des glissements de terrain purent bénéficier d'indemnités et un programme de prévention à coûts partagés fut mis en place. De nombreux travaux de stabilisation furent alors entrepris à divers endroits, pour la plupart où des signes d'instabilité apparaissaient (Bergeron *et al.*, 1981).

En 1979, deux lois importantes pour la gestion des risques furent adoptées par le gouvernement québécois. La Loi sur la protection des personnes et des biens en cas de sinistre, facilita le soutien financier pour les personnes sinistrées. Cependant, cette loi ne prévoyait aucune indemnité

gouvernementale pour des actions de prévention ou de préparation aux interventions (Gouvernement du Québec, 2002).

D'autre part, la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (L.R.Q., c. A-19.1) créait les municipalités régionales de comté (MRC), soit une entité responsable de l'aménagement du territoire, et les obligeait à élaborer un schéma d'aménagement et de développement (SAD). Parmi les responsabilités inhérentes à cette planification territoriale, les MRC devaient déterminer les zones soumises à diverses contraintes naturelles, dont les glissements de terrain et établir des normes visant le contrôle de l'utilisation du sol dans ces zones; ce contrôle devant être exercé par les municipalités locales par leurs documents d'urbanisme.

Au début des années 1980, le soutien financier pour le programme de cartographie des zones exposées aux glissements de terrain, ainsi que celui du programme PIANEAU pour la réalisation de travaux préventifs, fut interrompu. Seul le soutien financier gouvernemental en cas de situation d'urgence fut maintenu, et un guide pour l'identification des zones sujettes aux mouvements de terrain fut produit (Bergeron, 1983).

Durant la même période, les MRC commencèrent à adopter leur premier SAD, en y incluant lorsque disponibles, des informations sur les zones sujettes à des risques naturels. Ainsi, l'ensemble des cartes de zonage du risque de glissements de terrain produites par le gouvernement fut intégré dans les SAD, ce qui obligea les municipalités concernées à adopter des règlements afférents, en se basant sur un cadre normatif produit par le gouvernement (MAMR, 1982). Cependant, l'expérience de la mise en œuvre des schémas a démontré que l'échelle des cartes de zonage produites jusqu'alors constituait une entrave majeure à leur bonne utilisation. En effet, la décision de délivrer ou non un permis de construction pouvait être difficile, voire arbitraire.



Figure 5 –Glissement de terrain récent déclenché par la mise en place en sommet de talus d'un remblai non contrôlé, à proximité d'une maison en construction. On voit au premier plan les matériaux de remblai sur lesquels repose le boteur qui a été entraîné avec le mouvement des débris lors de la rupture

Par ailleurs, plusieurs MRC firent des efforts notables en produisant leurs propres cartes de zonage. Cependant, cette tâche requérant des connaissances techniques très spécialisées, ces cartes furent difficilement utilisables (zones manquantes ou mal définies, limites imprécises, etc.). Certaines MRC préférèrent ne pas poursuivre dans cette voie, jugeant leurs responsabilités trop élevées pour leur niveau de compétences et en raison des problèmes d'ordre légal possibles pouvant découler d'un contrôle de l'utilisation du sol dans de telles zones.

Ces premières expériences vécues par les municipalités régionales et locales concernant la prise en compte des zones de contraintes naturelles amenèrent au début des années 1990 de nombreuses questions au gouvernement et une demande pour un soutien plus assidu et plus adapté de sa part.

Au milieu des années 1990, le Québec connut deux sinistres majeurs touchant de très grandes superficies et beaucoup de population. En 1996, des pluies diluviennes s'abattirent sur la région du Saguenay – Lac-Saint-Jean, et à un moindre degré sur celles de la Mauricie et de la Côte-Nord. En plus des inondations et des crues violentes qui perturbèrent de nombreux cours d'eau (Nicolet *et al.*, 1997), plus de mille glissements de terrain survinrent en moins de 36 heures dans ces régions (Demers *et al.*, 1999). Un de ceux-ci fut fatal pour deux jeunes enfants enfouis sous des débris (Perron, 1997, Bouchard *et al.* 2008). Le Service de la géotechnique et de la géologie du ministère des Transports fut alors mandaté pour effectuer des cartes de zones exposées aux glissements de terrain pour cinq municipalités parmi les plus touchées (Bilodeau *et al.*, 2004).

En janvier 1998, une tempête de verglas affecta un immense territoire dans le sud-ouest du Québec et provoqua, entre autres dommages majeurs, des pannes d'électricité. À un moment donné, environ la moitié de la population québécoise fut privée de courant électrique, en période de grand froid.

Ces deux sinistres majeurs constituèrent l'amorce d'une révision en profondeur de la gestion gouvernementale des risques naturels. Une nouvelle « Loi sur la sécurité civile » fut finalement adoptée en 2001. Celle-ci définit des responsabilités pour les différents niveaux d'intervenants impliqués lors des sinistres (citoyens, municipalités et gouvernement) et s'appuie entre autres sur les éléments suivants (Gouvernement du Québec, 2002) :

- la prise de conscience des risques de sinistre existants
- la nécessité de se prémunir et de se préparer à faire face à ces risques
- l'importance d'investir des ressources humaines et financières à cette fin
- la responsabilisation de chacun à l'égard de ces risques

C'est sur ces fondements que l'approche en matière de gestion des risques de glissements de terrain dans les sols argileux a été récemment élaborée à la suite de

nombreuses consultations auprès des différents intervenants gouvernementaux et municipaux. Les paragraphes suivants décrivent ce nouveau modèle.

3. LA POLITIQUE ACTUELLE

La *Loi sur la sécurité civile* interpelle tant les citoyens, les entreprises, les municipalités que le gouvernement. Elle vise les objectifs suivants (Gouvernement du Québec, 2002):

- Réduire la vulnérabilité de la société québécoise face aux sinistres naturels ou technologiques.
- Favoriser l'application d'une approche de gestion des risques de sinistre en mettant en place des mesures de prévention, de préparation, d'intervention et de rétablissement. Cette approche conduit à une meilleure connaissance des risques.
- Sensibiliser et responsabiliser les citoyens, les entreprises, les municipalités ainsi que le gouvernement en fonction de leur niveau respectif de responsabilité face aux risques de sinistre ou aux conséquences des sinistres.
- Optimiser l'utilisation des ressources humaines, matérielles, financières et informationnelles consacrées à la sécurité civile par les municipalités et par le gouvernement.
- Permettre d'indemniser les sinistrés de façon adéquate et équitable.

Dans le domaine des glissements de terrain, qui surviennent pour la plupart de façon subite au Québec, l'accent est mis d'une part sur la prévention et d'autre part sur le soutien aux sinistrés.

Cependant, c'est sur le plan de la gestion globale des risques, et particulièrement sur celui de la prévention, que les actions gouvernementales se concentrent. L'organigramme de la figure 6 illustre l'ensemble des actions entreprises en partenariat avec les autorités municipales et les citoyens.

En se basant sur le principe qu'il faut d'abord connaître les dangers qui peuvent menacer les personnes et les biens, un programme de cartographie des zones sujettes aux glissements de terrain a été amorcé en 2003. Bien qu'il survienne des mouvements de terrain dans divers types de matériaux naturels, l'emphase a été mise sur les secteurs sujets aux glissements dans les sols argileux pour différentes raisons. Premièrement parce qu'ils sont de loin les plus fréquents sur le territoire. Deuxièmement, parce qu'ils surviennent dans les zones où la densité de population est la plus élevée. Finalement, parce l'homogénéité des sols argileux et des conditions de terrain permet plus facilement une généralisation de la méthodologie et des règlements applicables.

Après de nombreuses consultations auprès des principaux utilisateurs des cartes de zonage que sont les municipalités, il a été décidé de produire des cartes sur la base d'une échelle au 1/5000, et au 1/2000 en milieu fortement

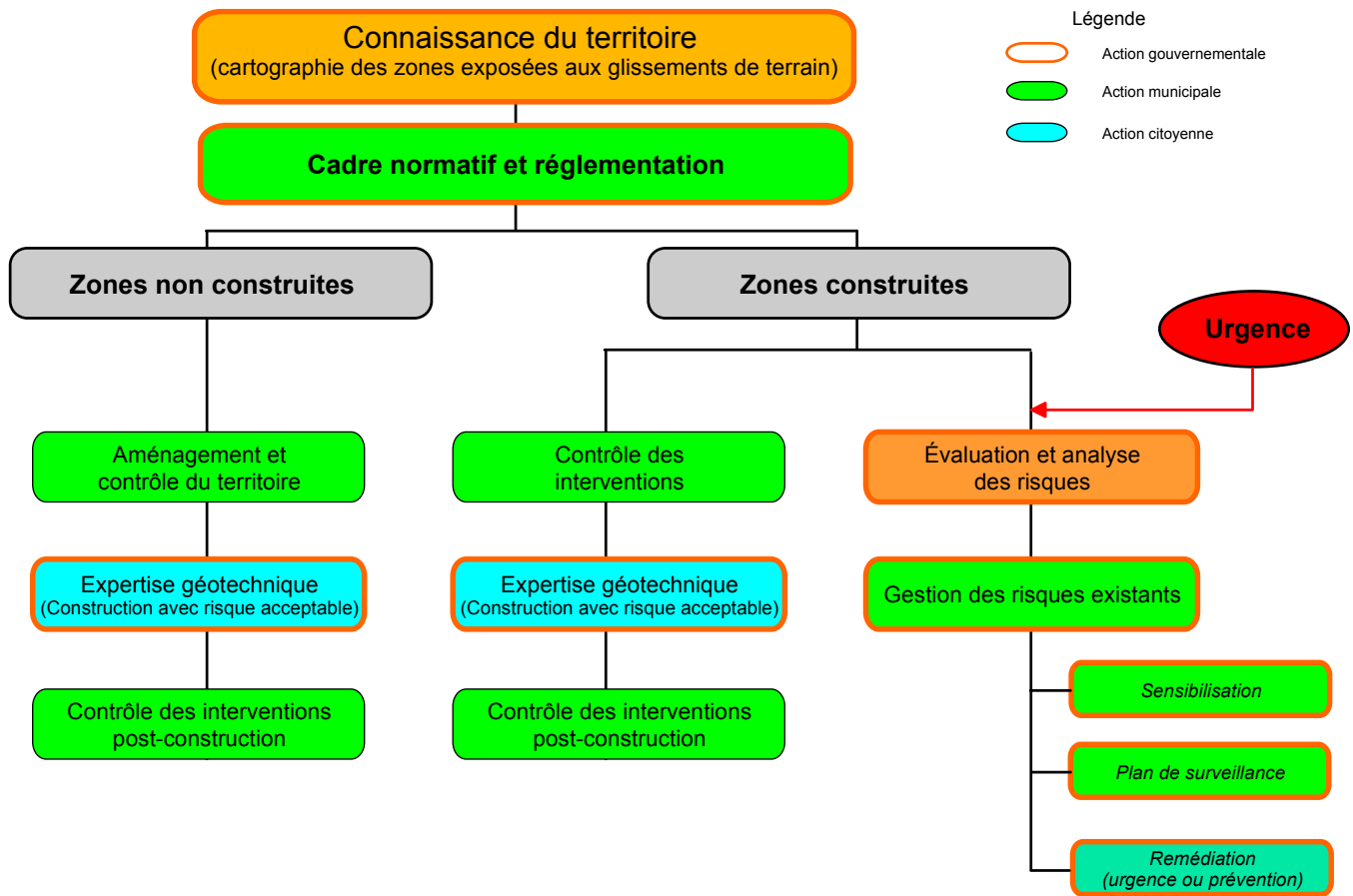


Figure 6 – Organigramme illustrant le plan de gestion global des risques de glissements de terrain au Québec

urbanisé (Robitaille *et al.* 2002). Ces échelles facilitent leur travail ainsi que celui des professionnels impliqués dans les transactions immobilières (notaires et arpenteurs-géomètres notamment).

Pour un même territoire, plusieurs niveaux d'informations sont superposés et sont rapportés sur des cartes différentes. Dans un premier temps, toutes les informations de base, telles la nature des sols, la géométrie des pentes, la présence de cicatrices de glissements de terrain anciens et récents, les zones en érosion en bordure des cours d'eau, ainsi que la localisation des forages et sondages utilisés pour la cartographie, sont indiquées sur une première carte appelée « carte de documentation ».

Ces informations de base sont ensuite compilées et analysées afin de produire, principalement à l'intention des géotechniciens, un deuxième type de carte, appelée « carte de susceptibilité aux glissements de terrain ». Les classes identifiées sur ces cartes représentent, selon le type de sol, le type de glissement appréhendé et le niveau de susceptibilité (fig. 7).

Un troisième type de carte, appelée « carte des contraintes », est préparé spécifiquement pour les municipalités. Les différentes classes de susceptibilité sont alors regroupées

afin d'obtenir des zones où seront appliquées les mêmes règles à l'échelle du Québec. Disponibles en version numérique, ces cartes peuvent donc être consultées à de plus petites échelles pour avoir une vision d'ensemble du territoire.

Finalement, une analyse plus fine est réalisée afin de produire, pour les secteurs habités, des cartes de risques (fig. 8). L'ensemble de ces cartes, qui constitue la première étape du plan global de gestion, permet l'acquisition d'une connaissance détaillée du territoire, laquelle rend possible la réalisation d'interventions prévues aux autres niveaux du cadre de gestion des risques.

La deuxième étape du cadre de gestion (fig. 6) a consisté à définir et à faire appliquer des normes pour les éventuelles interventions dans les zones cartographiées. Le gouvernement québécois a défini, avec la collaboration du personnel technique des municipalités, un cadre normatif qui doit être intégré dans les outils d'aménagement et d'urbanisme de ces instances. Ce cadre définit pour chacune des classes identifiées sur les cartes de contraintes des règles à appliquer selon différents types d'intervention (Bilodeau *et al.*, 2004).

Le cadre de gestion est mis en place, à partir de la cartographie et de l'application du cadre normatif, selon l'occupation du territoire. C'est à cette troisième étape que le plan de gestion se divise en trois branches (fig. 6).

Premièrement, pour les terrains non construits, l'application du plan de gestion des risques se résume à contrôler l'occupation du territoire et à en planifier l'aménagement (branche de gauche de l'organigramme de la figure 6). Si une intervention réglementée est prévue à l'intérieur d'un secteur zoné, celle-ci doit faire au préalable l'objet d'un avis par un géotechnicien qui vérifiera la stabilité initiale des lieux et l'influence de l'intervention projetée, afin d'assurer la sécurité du demandeur et de ses voisins, en réalisant au besoin des travaux. L'avis du géotechnicien doit permettre aussi d'établir les restrictions nécessaires pour assurer à long terme la sécurité des lieux et le contrôle des interventions post-construction. Cette approche permet d'occuper les zones sujettes aux glissements sans augmenter le risque.

Deuxièmement, pour les terrains déjà construits et situés dans les zones sujettes aux glissements de terrain, l'application du plan se divise en deux embranchements. Dans un premier temps (la branche centrale de l'organigramme de la fig. 6), il importe de contrôler les pratiques humaines qui ont une influence néfaste sur la stabilité des pentes, comme on le constate dans environ 40% des cas traités. Ainsi, toute une série d'interventions sont réglementés et doivent faire l'objet d'une expertise géotechnique au préalable. Comme dans le cas des nouvelles constructions, on s'assure ainsi d'occuper les zones sujettes aux glissements sans augmenter le risque.

Dans les deux situations mentionnées dans les deux paragraphes précédents, la réduction du niveau de risque, ou à tout le moins son maintien, peut être obtenue par le contrôle de l'utilisation du territoire et l'application de règlements, en empêchant de nouvelles construction et en évitant les mauvaises pratiques.

Cependant, pour les terrains déjà construits et situés dans les zones sujettes aux glissements de terrain, les risques peuvent être déjà à des niveaux inacceptables, requérant alors des interventions immédiates ou à court terme. Dans ces situations, il convient d'évaluer le niveau de risque encouru pour les personnes et les biens (la branche de droite de l'organigramme de la fig. 6). On procède alors à une évaluation et une analyse des risques à un niveau régional, soit pour l'ensemble du territoire d'une municipalité, soit pour un bassin versant d'un cours d'eau majeur. Pour les régions faisant l'objet d'une cartographie gouvernementale, cet exercice est réalisé par le gouvernement. La méthode se base essentiellement sur l'inventaire des glissements de terrain réalisés lors de la cartographie et permet de définir quantitativement un aléa (par exemple, la probabilité d'avoir une coulée argileuse d'une certaine dimension). L'approche régionale permet de déterminer des coefficients qui prendront en compte les particularités spécifiques d'un site par rapport à un autre voisin afin de moduler l'aléa pour chaque zone habitée. Cette méthode (Thibault *et al.*, 2008) permet de produire

pour un type de danger donné (par exemple, les coulées argileuses), une carte d'intensité du niveau de risque qui tient compte des impacts d'un éventuel glissement sur les personnes et les biens.

La carte de risque définit 5 classes : risque très faible, faible, moyen élevé et très élevé. Même si les valeurs obtenues sont basées en partie sur un jugement d'expert, elles permettent néanmoins aux décideurs municipaux et gouvernementaux de faire plus facilement des choix sur la façon de gérer les risques sur ce territoire. Les expériences récentes dans quelques régions ont permis de définir trois types d'action pour gérer ces risques. La première consiste à informer la population concernée, lors de rencontres publiques, de la situation, des actions qui seront entreprises par les autorités et du rôle que les citoyens peuvent jouer pour réduire ces risques, notamment par la conscientisation face aux mauvaises pratiques mais aussi par la vigilance concernant l'apparition de signes avant-coureurs d'instabilité.

Le deuxième type d'action pour gérer les risques consiste à établir des plans de surveillance des zones sujettes aux glissements de façon naturelle. À titre d'exemple, au Saguenay, certains talus au pied desquels sont construites des résidences font l'objet d'inspections afin de détecter les signes imminents de danger, selon un calendrier qui dépend du niveau de risque. Cependant, l'utilisation de systèmes d'alarme est rarement appropriée dans les sols argileux québécois car le niveau de déformation avant rupture est trop faible et la vitesse du glissement trop rapide pour pouvoir intervenir à temps.

Finalement, pour gérer les cas où le niveau de risque est trop élevé et pour les cas où des mesures de surveillance ne permettent pas de réduire le risque à un niveau jugé acceptable, il convient de prendre des actions rapidement pour diminuer le niveau de risque. Dans bien des cas, le déplacement des biens menacés s'avère la solution la plus facile et la moins coûteuse. Autrement, des travaux de stabilisation ou de confortement doivent être entrepris. Après une analyse des solutions envisageables, le gouvernement peut offrir un soutien financier à la municipalité couvrant entre 50 et 75% du coût de l'intervention.

L'organigramme de la figure 6 illustre aussi comment sont traitées les situations d'urgence (forme ovale à l'extrême droite). Lorsqu'une telle situation survient, les intervenants de première ligne (responsables des mesures d'urgence des municipalités et conseillers en sécurité civile du ministère de la Sécurité publique) évaluent la situation et font appel, au besoin, aux experts en géotechnique du ministère des Transports. Une première évaluation des risques est alors réalisée, laquelle peut conduire aux mêmes trois types d'actions que décrits dans le paragraphe précédent. Des programmes généraux et spécifiques d'assistance financière sont destinés à aider les personnes et les entreprises qui ont subi des préjudices ainsi que les municipalités qui ont engagé des dépenses pour le déploiement de mesures d'urgence ou pour la réfection de leurs biens essentiels endommagés à la suite d'un sinistre.

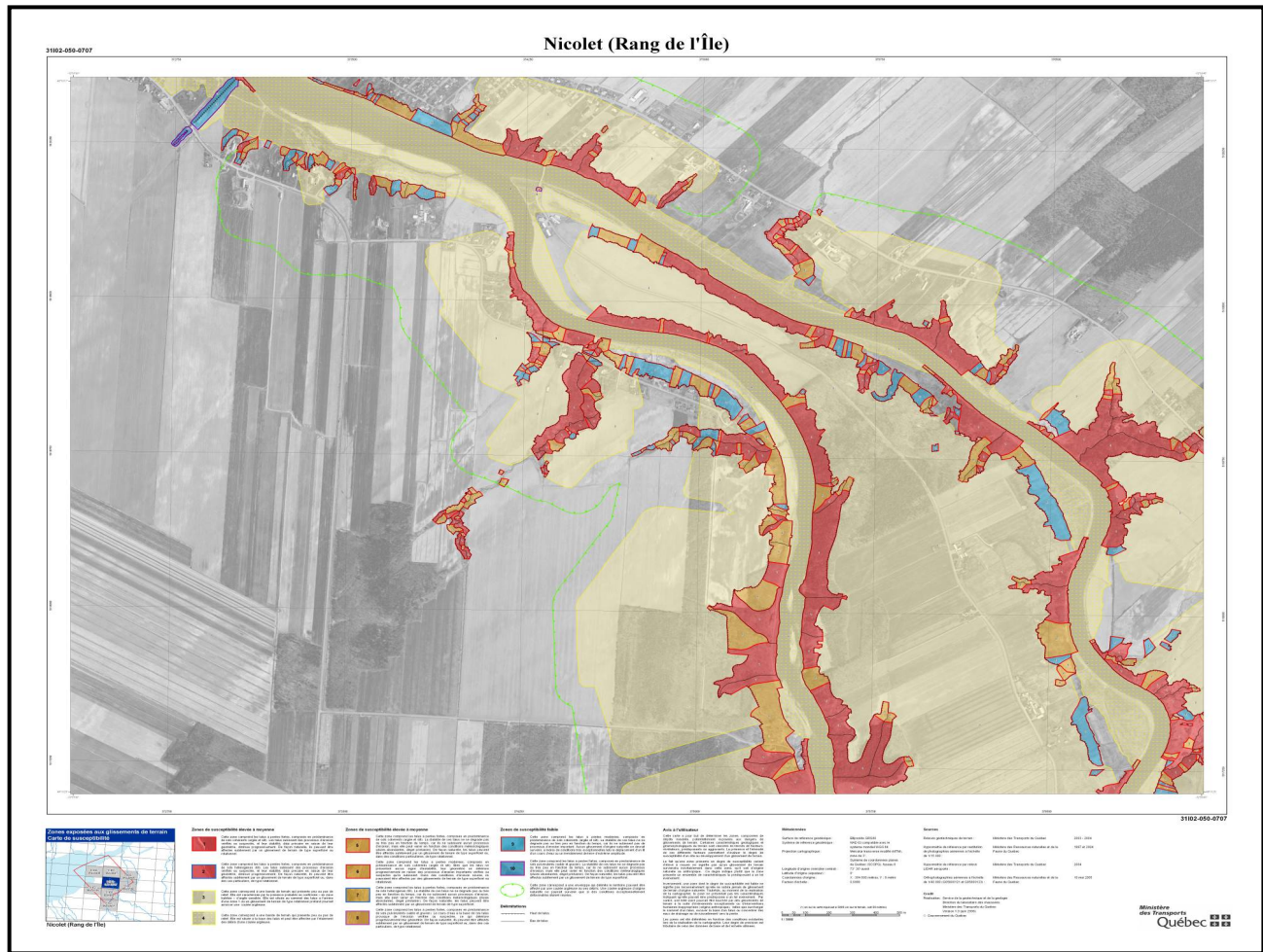


Figure 7 – Exemple d’une carte de susceptibilité aux glissements de terrain

Ces programmes d’aide financière visent à compenser les besoins de première nécessité et à indemniser les bénéficiaires des autres dommages, conformément à ce qui est prévu à la Loi sur la sécurité civile. À titre d'exemple, un citoyen dont la résidence est menacée, ou endommagée par un glissement de terrain, aurait droit à un montant d'argent équivalent à l'évaluation municipale (terrain et résidence) jusqu'à concurrence de 100 000 \$CAN, soit pour la réalisation de travaux de stabilisation, soit pour le déplacement de sa résidence, ou soit pour la quitter définitivement.

4. LES EXPERTISES GÉOTECHNIQUES

Une des bases fondamentales du système de gestion repose sur les expertises géotechniques. En effet, chacune des interventions interdites dans les zones de contraintes relatives aux glissements de terrain peut être permise à la condition expresse qu'une expertise géotechnique répondant à des exigences précises soit présentée à l'appui d'une demande de permis ou de certificat. Celle-ci doit conclure sur la stabilité actuelle du site et/ou sur l'influence

de l'intervention projetée sur celle-ci. De plus, elle doit contenir, au besoin, des recommandations sur les travaux requis pour assurer la stabilité du site et les mesures préventives pour la maintenir. Il y a quatre familles d'exigences quant au contenu de l'expertise géotechnique, lesquelles sont fonction du niveau de vulnérabilité (personnes et biens) des constructions et de leurs coûts.

L'expérience des trente dernières années a démontré que les études géotechniques concernant la stabilité d'un talus peuvent donner des résultats très variables selon l'auteur. Afin de standardiser les résultats et de faciliter la compréhension pour le responsable qui doit délivrer un permis sur la base d'un tel rapport, le gouvernement québécois a préparé un guide qui établit des balises à suivre par le géotechnicien qui réalisera l'étude (Lefebvre et al. 2008).

Un cours spécialisé accompagnera éventuellement le guide. Le gouvernement examine actuellement la possibilité de mettre en place un registre indiquant les ingénieurs habilités à produire de telles études, considérant les conséquences potentielles sur la vie des personnes concernées par les résultats de l'étude.

5. CONCLUSION

L'approche globale en matière de gestion des risques naturels décrite précédemment permet de réduire significativement les risques liés au danger de glissements de terrain au Québec. Son efficacité par rapport à la situation qui prévalait auparavant repose sur la présence d'une meilleure assise juridique encadrant les actions requises et sur un suivi et un soutien plus soutenus de la part du gouvernement auprès du milieu municipal. Les programmes de cartographie et le soutien financier prévu pour réaliser des interventions préventives constituent également une preuve tangible de l'importance qu'accorde le gouvernement à cette problématique. Ces actions ont donc un effet d'entraînement majeur sur l'action au niveau municipal.

L'ensemble des actions précédemment décrites forme un tout et l'application de chacune de ces composantes est essentielle au succès de l'approche québécoise.

Certains aspects sont encore à explorer et à développer, particulièrement le suivi sur le plan légal de toutes les actions et transactions concernant un lot situé dans une zone à risque. De plus, la sensibilisation des différents intervenants et de la population représente une tâche continue, en raison de la complexité de la problématique, des mouvements de personnel et du grand nombre de personnes touchées par cette problématique.

6. REMERCIEMENTS

Cette publication a été autorisée par les autorités ministérielles des auteurs concernés. Ces derniers tiennent à remercier leurs nombreux collègues qui ont participé aux discussions et à l'élaboration de cette nouvelle approche ainsi que Serge Leroueil et Didier Perret pour leur aide pour la révision de l'article.

7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bergeron, 1983. Notes relatives à la délimitation des zones exposées aux mouvements de terrain dans le cadre des schémas d'aménagement des MRC. *Rapport interne, Ministère de l'Énergie et des Ressources, Service du contrôle et de l'aménagement miniers*, Québec, 21 p.

Bergeron R., Desforges P., Lebus J., MacKey P., Maranda R., Robert J.-M., Rouleau S., Thibault G., 1981. Projet d'une politique d'intervention pour les zones exposées aux mouvements de terrain. *Ministère de l'environnement du Québec et ministère de l'Énergie et des ressources du Québec*, Rapport conjoint, avril 1981, 105 p.

Bilodeau C., Genois A., Demers D., Potvin J., Robitaille D. Dupuis C., 2004. Cartographie des zones exposées aux glissements de terrain dans les dépôts meubles - Guide d'utilisation des cartes de zones de contraintes et d'application du cadre normatif. *Gouvernement du Québec*, 63 p (disponible en ligne à l'adresse www.msp.gouv.qc.ca/secivile/secivile.asp?txtSection=publication s)

Bouchard R., Michaud V., Demers D., 2008. Le glissement de la rue McNicoll, 20 juillet 1996, Saguenay, Québec : causes et

conséquences. *Comptes-rendus de la 4^{ème} Conférence canadienne sur les Géorisques*, Québec, mai 2008.

Demers D., Leroueil S., d'Astous J., 1999a. Investigation of a landslide in Maskinongé, Québec. *Revue canadienne de géotechnique*, vol. 36 (6), p. 1001-1014.

Demers D., Potvin J., Robitaille D. 1999b. Gestion des risques de glissement de terrain liés aux pluies des 19 et 20 juillet 1996 au Saguenay – Lac-Saint-Jean. *Rapport soumis au Bureau de reconstruction et de relance du Saguenay – Lac-Saint-Jean*. Ministère des Transports du Québec.

Fortin A., Ouellet D., Paradis S, Demers D., 2008. Développement d'un portail informatique pour l'accès à des bases de données géotechniques, *Comptes-rendus de la 4^{ème} Conférence canadienne sur les Géorisques*, Québec, mai 2008.

Gouvernement du Québec, 2002. La sécurité civile, une responsabilité partagée – Présentation et synthèse de la Loi sur la sécurité civile. *Gouvernement du Québec*, 34 p. (disponible en ligne à l'adresse : www.msp.gouv.qc.ca/secivile/smi/presentation_synthese.pdf)

Lebus J., Robert J.M. et Rissmann P., 1983. Regional mapping of landslide hazard in Québec. *Symposium on slopes on soft clays*, Linköping, Suède, rapport no17, Swedish Geotechnical Institute, p. 205-262.

Lefebvre G., Demers D., Leroueil S., Robitaille D., Thibault C. 2008. Évaluation de la stabilité des talus argileux: moins de calcul et plus d'observation. *Comptes-rendus de la 4^{ème} Conférence canadienne sur les Géorisques*, Québec, mai 2008.

MAMR, 1982. Le point sur toute la question du règlement de contrôle intérimaire de la municipalité régionale de comté. *Gouvernement du Québec, Ministère des Affaires municipales et des Régions*, Direction générale de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire, document Aménagement et Urbanisme, Octobre 1982, 7p.

Nicolet R., Roy L., Arès R., Dufour J., Marinier G., Morin G., 1997. Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages. Rapport soumis au Ministère du Conseil exécutif, Gouvernement du Québec.

Perron G., 1998. Rapport d'enquête concernant le décès de Mathieu et Andréa Paquet-Garceau. *Rapport d'enquête du Coroner A-11368 & 113669*. Gouvernement du Québec, 80 p.

Rissmann P., Allard J.D. et Lebus J., 1985. Zones exposées aux mouvements de terrain le long de la rivière Yamaska, entre Yamaska et Saint-Hyacinthe. Rapport DV 83-04, ministère des Ressources naturelles du Québec, 68 p., 3 cartes.

Robitaille D., Demers D., Potvin, J., Pellerin F., 2002. Mapping of landslide-prone areas in the Saguenay region, Quebec, Canada. *Proceedings of the International Conference on Instability – Planning and Management*, Ventnor, Isle of Wight, UK, 20-23 May 2002.

Tavenas F., Chagnon J.Y. et La Rochelle P., 1971. The Saint-Jean-Vianney landslide: observations and eyewitness accounts. *Revue canadienne de géotechnique*, vol. 8(3), p. 463-478.

Thibault C., Potvin J., Demers D., 2008. Development of a quantitative approach for evaluating and managing the risk associated with highly retrogressive slides. Article soumis à la 61^{ème} Conférence canadienne de géotechnique, Edmonton, 21 au 24 septembre 2008.