



GUIDE D'UTILISATION DES CARTES DE CONTRAINTES RELATIVES AUX **GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LES DÉPÔTS MEUBLES**

LES ORIENTATIONS GOUVERNEMENTALES EN AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Ce document accompagne l'orientation gouvernementale en aménagement du territoire *Pour une meilleure gestion des risques dans les zones potentiellement exposées aux glissements de terrain dans les dépôts meubles.*

Les cartes de contraintes sont produites aux fins d'aménagement du territoire et de contrôle de l'utilisation du sol. Elles sont destinées à être intégrées aux documents de planification et à la réglementation municipale, conformément aux attentes établies à l'orientation gouvernementale. Les cartes de contraintes sont produites par le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports du Québec (MTMDET), à qui la responsabilité de les réaliser a été confiée en raison de l'expertise qu'il détient dans le domaine des glissements de terrain.

Le document présente la méthodologie de cartographie, la légende des cartes ainsi que les zones qui la composent.

Ce document a été réalisé par le ministère de la Sécurité publique et le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports en collaboration avec le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire. Il est accessible dans le site Web du ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire [www.mamot.gouv.qc.ca].

ISBN 978-2-550-76764-0 (PDF)

Dépôt légal – 2016

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

Tous droits réservés. La reproduction de ce document par quelque procédé que ce soit et sa traduction, même partielles, sont interdites sans l'autorisation des Publications du Québec.

© Gouvernement du Québec, ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire, 2016

TABLE DES MATIÈRES

1 Résumé de la méthodologie de la cartographie des zones potentiellement exposées aux glissements de terrain.....	2
2 Réalisation des cartes de contraintes relatives aux glissements de terrain.....	3
3 Définition d'une zone de contraintes relatives aux glissements de terrain.....	4
4 Légende des cartes de contraintes	5
5 Représentation graphique des zones de contraintes	7
Bibliographie	8

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1 Exemple de carte de contraintes	3
Figure 2 Exemple d'une zone de contraintes NA1	4
Figure 3 Zone de contraintes relative aux glissements fortement rétrogressifs	4
Figure 4 Structure de la légende de la carte de contraintes relatives aux glissements de terrain	5
Figure 5 Représentation graphique des zones de contraintes.....	7
Figure 6 Exemple de zones RA1	7
Figure 7 Bandes de protection qui se chevauchent.....	7
Tableau 1 Nomenclature alphanumérique des zones.....	5
Tableau 2 Zones de contraintes relatives aux glissements de terrain	6

Accessibilité des cartes

Les cartes de contraintes sont transmises aux MRC et aux municipalités en version numérique en format matriciel (images numériques géoréférencées et PDF-A) et en version vectorielle. Les versions officielles des cartes sont celles apparaissant dans le navigateur géographique Territoires du Portail gouvernemental des affaires municipales et régionales (PGAMR) (www.portailmunicipal.gouv.qc.ca). Les cartes sont également déposées à Bibliothèque et Archives nationales du Québec.

Les cartes sont publiées dans deux portails gouvernementaux :

- Pour les ministères et organismes, les MRC et les municipalités :
dans l'outil Territoires du Portail gouvernemental des affaires municipales et régionales (PGMAR)
www.portailmunicipal.gouv.qc.ca
- Pour le grand public : dans le portail Données Québec
www.donneesquebec.ca

1 RÉSUMÉ DE LA MÉTHODOLOGIE DE LA CARTOGRAPHIE DES ZONES POTENTIELLEMENT EXPOSÉES AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN

La cartographie des zones potentiellement exposées aux glissements de terrain produite par le MTMDet s'inspire de l'approche utilisée par l'ancien Service de la géotechnique du ministère de l'Énergie et des Ressources naturellesⁱ (MERN). Elle s'appuie également sur les nouvelles connaissances, notamment celles issues de l'inventaire des glissements de terrainⁱⁱ survenus lors des pluies diluviennes de 1996 au Saguenay–Lac-Saint-Jean, d'investigations récentes de glissements historiques (Saint-Jean-Vianneyⁱⁱⁱ, Saint-Liguori^{iv-v}, Saint-Boniface^{vi}, Nicolet^{vii}, Sainte-Geneviève-de-Batiscan^{viii}, Saint-Barnabé^{ix}, Saint-Jude^x, Brownsburg^{xi}, Sainte-Monique-de-Nicolet^{xii}, Saint-Luc-de-Vincennes^{xiii}), et d'une revue scientifique^{xiv}.

La délimitation des zones potentiellement exposées aux glissements de terrain comporte plusieurs étapes. Dans un premier temps, un levé laser aéroporté (lidar) est effectué afin d'identifier les terrains en pente, l'emplacement des anciens glissements fortement rétrogressifs et la présence d'affleurements rocheux. Des campagnes de sondages et forages sont effectuées pour identifier les types de dépôts meubles ainsi que les propriétés géotechniques des sols. Des visites de terrain sont aussi réalisées afin de localiser les secteurs en érosion et de compléter l'identification des dépôts meubles. Les talus sont ensuite délimités selon le type de dépôts meubles et leur inclinaison.

À partir de l'ensemble des données scientifiques recueillies, des classes de susceptibilité aux glissements de terrain sont établies. La détermination de ces dernières repose sur une généralisation et une uniformisation des caractéristiques présentes au moment de la cartographie et sur l'évaluation réalisée par l'ingénieur en géotechnique responsable du projet.

Les classes de susceptibilité sont ensuite transformées en zones de contraintes. Les classes de susceptibilité nécessitant les mêmes contraintes à l'aménagement sont regroupées en une seule zone de contraintes afin de faciliter le contrôle de l'utilisation du sol. Les zones de contraintes sont déterminées aux fins d'aménagement du territoire et de contrôle de l'utilisation du sol et ne reflètent en aucun cas le niveau de risque associé à chacune d'elles (voir l'encadré sur le niveau de risque).

Malgré la grande quantité de données collectées, la cartographie est réalisée à une échelle régionale. De plus, le principe de la cartographie est de regrouper des talus présentant des conditions similaires mais non identiques. Ainsi, les conditions peuvent varier pour des zones de même type. Pour ces raisons, une expertise géotechnique propre à un site donné pourrait conclure à la possibilité d'y lever les interdictions prévues au cadre normatif pour le contrôle de l'utilisation du sol dans les zones de contraintes relatives aux glissements de terrain.

Le niveau de risque

On observe souvent que les zones exposées à des aléas naturels, tels les glissements de terrain, sont appelées par extension « zones à risque ». Bien qu'elles puissent sembler avoir des similarités, les zones de contraintes ne correspondent en aucun cas à des zones de risques. Le niveau de risque s'évalue à partir de la probabilité d'occurrence d'un aléa et des conséquences pouvant en résulter sur les éléments exposés.

La probabilité qu'un glissement de terrain survienne est fonction d'une combinaison de caractéristiques qui peuvent être naturelles ou anthropiques : inclinaison de la pente, nature et propriété géotechnique des sols, présence d'érosion, présence de remblai, etc. Pour un même type de zone, la probabilité d'occurrence d'un glissement donné diffère d'un site à l'autre en raison de ses caractéristiques.

Les niveaux de risque associés aux glissements de terrain varient grandement à l'intérieur d'une même zone de contraintes. Ainsi la probabilité d'être affectée par un glissement de terrain diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne d'un talus. Par conséquent, certaines parties de zones de contraintes peuvent n'être exposées que faiblement à un glissement de terrain, voire ne pas y être exposées. Toutefois, les interventions humaines non appropriées pourraient nuire à la stabilité du talus. C'est pourquoi l'utilisation du sol doit y être régie.

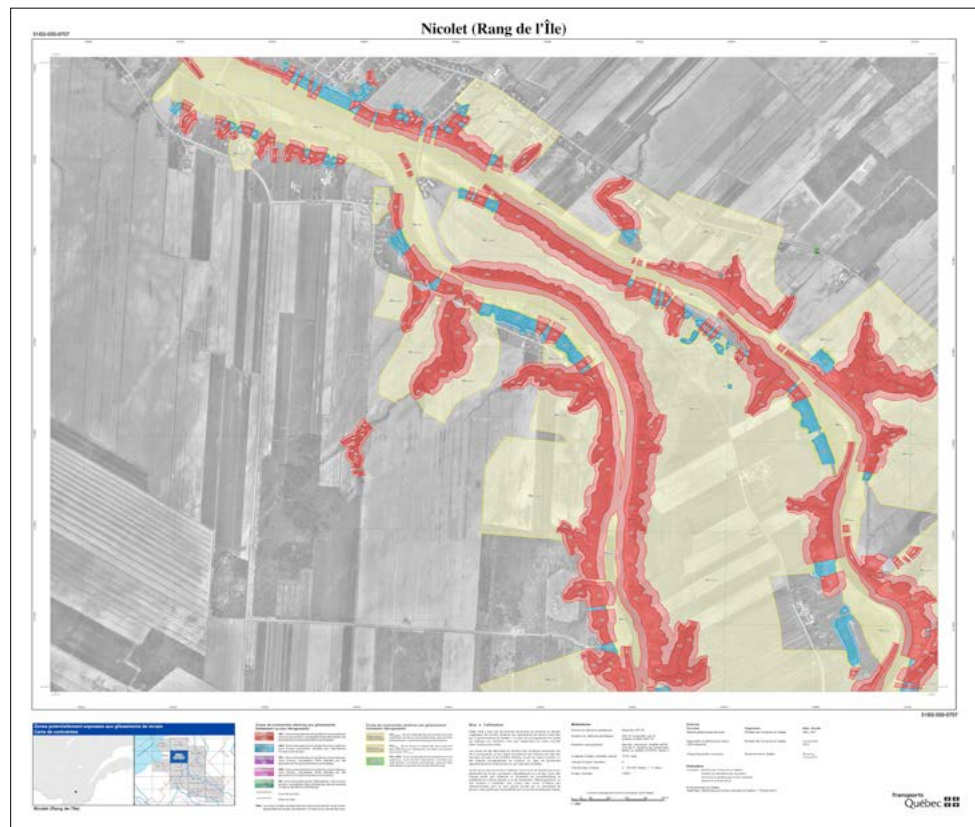
De plus, dans deux zones présentant la même probabilité d'occurrence de glissement de terrain, le niveau de risque sera différent selon qu'on est en présence de nombreux éléments exposés dans une zone déjà construite, par exemple un périmètre urbain, ou dans un milieu non construit, par exemple un milieu agricole ou forestier.

2 RÉALISATION DES CARTES DE CONTRAINTES RELATIVES AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN

Les cartes de contraintes représentent les zones de contraintes relatives aux glissements de terrain dans les dépôts meubles déterminées aux fins de contrôle de l'utilisation du sol (figure 1). Leur réalisation se fait à partir d'un modèle numérique qui définit la topographie des terrains obtenu par un lidar. Certaines cartes produites au début des années 2000 se basent sur des modèles numériques de terrain obtenus par stéréorestitution de photographies aériennes à l'échelle 1/8 000 ou 1/15 000.

Ce modèle permet de déterminer les zones de contraintes composées de talus et de bandes de protection situées au sommet et à la base de ces talus. La délimitation des zones sur les cartes tient compte du degré de précision variable des sources hypsométriques et planimétriques utilisées ainsi que de la complexité des conditions topographiques naturelles. De plus, l'ingénieur en géotechnique ajuste au besoin les zones selon son jugement et sa connaissance détaillée du territoire cartographié.

Figure 1 | Exemple de carte de contraintes



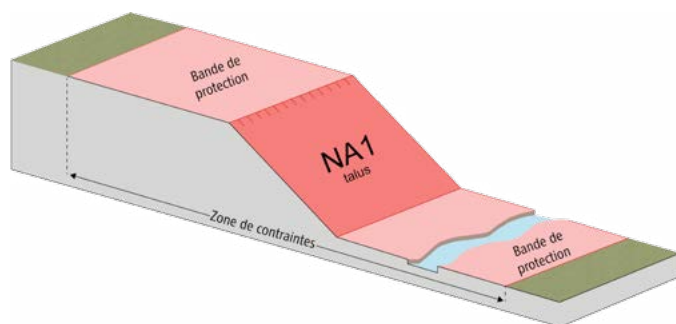
Les cartes de contraintes sont offertes en version numérique seulement soit en format matriciel (images numériques géoréférencées et PDF-A) soit en format vectoriel. Les cartes réalisées avant 2015 existent aussi en version papier. Dans le cas des formats matriciels et des versions papier, les cartes sont représentées à une échelle 1/5 000 (figure 1). Le fond planimétrique de la carte se compose d'orthophotographies numériques récentes dont l'échelle varie entre 1/8 000 et 1/40 000. Les formats vectoriels permettent d'utiliser les cartes à une échelle plus grande et de les superposer avec d'autres couches cartographiques dans les plateformes géomatiques déjà utilisées par les municipalités.

Le titre de la carte correspond à celui de la grille officielle 1/5 000 déterminée par la Commission de toponymie du Québec. Les limites de certains feuillets ont été ajustées afin d'éviter leur multiplication. L'habillage de la carte comprend un index, une légende, un avis à l'utilisateur, les métadonnées utilisées pour produire la carte ainsi que leurs sources.

3 DÉFINITION D'UNE ZONE DE CONTRAINTES RELATIVES AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN

Les zones de contraintes définies sur les cartes gouvernementales comprennent les talus ainsi que des bandes de protection situées au sommet et à la base de ces talus (figure 2). Essentiellement, ces bandes correspondent aux portions de terrain qui pourraient être emportées par un glissement de terrain (au sommet) ou atteintes par les débris d'un glissement (à la base).

Figure 2 | Exemple d'une zone de contraintes NA1



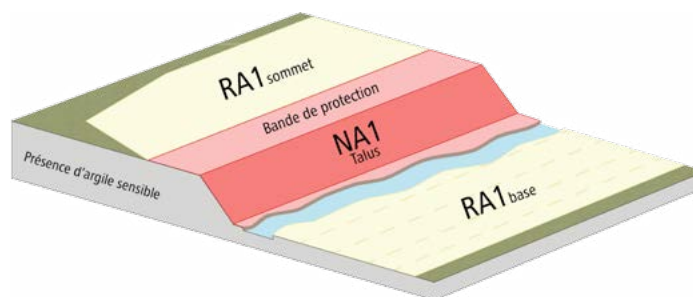
Pour les zones de contraintes relatives aux glissements faiblement ou non rétrogressifs (voir le document d'accompagnement intitulé *Glissements de terrain, types et causes*), la détermination des largeurs des bandes de protection est établie en fonction de la nature du sol, de la hauteur du talus, des types de glissements de terrain auxquels les zones sont potentiellement exposées et selon que le talus est soumis ou non à des processus d'érosion.

Les bandes de protection au sommet du talus comprennent généralement une marge de sécurité suffisamment grande pour conserver une bande de terrain intacte entre le bâtiment principal et la cicatrice du glissement de terrain dans l'éventualité où un tel glissement surviendrait. Pour la bande de protection à la base, les débris pourraient s'étendre au-delà de la limite de la bande de protection, mais en faible quantité. Au-delà de cette limite, les conséquences associées à de tels débris sont considérées comme négligeables.

Les talus correspondent à des terrains en pente qui ont généralement plus de 4 mètres de hauteur et possédant une certaine inclinaison selon le type de sol qui compose le talus. Les talus de moins de 4 mètres ne sont pas visés par la cartographie bien que des glissements de terrain mineurs puissent y survenir. Les conséquences qui y sont associées étant généralement de moindre importance, les talus de moins de 4 mètres ne font l'objet d'aucun contrôle de l'utilisation du sol.

Pour les zones de contraintes relatives aux glissements fortement rétrogressifs (figure 3), la détermination des zones est basée sur les dimensions des anciennes cicatrices de glissements de ce genre observées dans un secteur donné. Ces dernières zones délimitent la dimension potentielle des terrains pouvant être emportés en sommet de talus ainsi que la distance sur laquelle les débris de glissements fortement rétrogressifs pourraient s'étendre à la base des talus. Il est important de noter que la zone RA1 est toujours contiguë à une zone NA1. Dans la plupart de ces cas, la zone NA1 est exposée à la fois aux dangers de glissements faiblement ou non rétrogressifs et aux glissements fortement rétrogressifs (figure 3).

Figure 3 | Zone de contraintes relative aux glissements fortement rétrogressifs



Mise en garde

Le fait qu'un site soit situé à l'intérieur d'une zone ne signifie pas qu'un glissement de terrain surviendra inévitablement sur ce site, mais cela indique plutôt qu'il présente un ensemble de caractéristiques le prédisposant à divers degrés à un tel événement. Réciproquement, un site situé à l'extérieur des limites des zones n'indique pas qu'il ne sera jamais touché par un glissement de terrain, mais plutôt que la probabilité qu'il le soit est extrêmement faible.

4 LÉGENDE DES CARTES DE CONTRAINTES

Plusieurs types de zones de contraintes sont indiqués dans la légende figurant sur les cartes de contraintes relatives aux glissements de terrain. Les zones sont nommées selon une structure alphanumérique permettant de vulgariser l'information technique tout en facilitant l'application de la réglementation (figure 4 et tableau 1). La structure tient compte du type de glissement de terrain appréhendé, de la composition du talus et de la sévérité des normes s'appliquant dans une zone donnée (tableau 1).

Le tableau 2 présente le nom et la description de chaque zone, laquelle est définie en fonction de ses caractéristiques telles que l'inclinaison de la pente, la présence d'érosion et le type de glissement appréhendé.

Tableau 1 | Nomenclature alphanumérique des zones

N E T R	A, S, H	1 ET 2
<p>La première lettre correspond aux familles de glissements auxquels la zone est potentiellement exposée :</p> <ul style="list-style-type: none"> Les zones débutant par la lettre N sont potentiellement exposées à des glissements faiblement ou non rétrogressifs (de faible étendue). Les zones débutant par la lettre R sont potentiellement exposées à des glissements fortement rétrogressifs (de grande étendue). 	<p>La deuxième lettre correspond à la nature du sol associée à la zone :</p> <ul style="list-style-type: none"> A : sol à prédominance argileuse S : sol à prédominance sableuse H : sol hétérogène (till) 	<p>Pour la famille N, les chiffres 1 et 2 qui succèdent aux lettres indiquent un degré décroissant de sévérité des normes applicables pour des zones constituées de sols de même nature (A ou S).</p>
<p>Notion de « prédominance » de sol</p> <p>Les types de glissements de terrain qui se produisent dans un talus dépendent fortement du type de sol qui le compose. Puisqu'il arrive fréquemment que différentes couches de sol se superposent dans un talus, il importe de savoir quelle couche conditionnera les types de glissements de terrain pouvant y survenir. La notion de « prédominance » d'un type de sol dans une pente sert à identifier quelle couche de sol contrôlera la rupture principale dans une pente. Il peut arriver à l'occasion que cette couche de sol ne soit pas la composante majoritaire d'une pente. À titre d'exemple, un talus de 10 mètres de hauteur pourrait être désigné « à prédominance argileuse » même s'il est composé de 6 mètres de sable reposant sur de l'argile, car c'est cette dernière couche de sol qui contrôlera la rupture et qui engendrera le glissement de terrain principal.</p>		

Figure 4 | Structure de la légende de la carte de contraintes relatives aux glissements de terrain

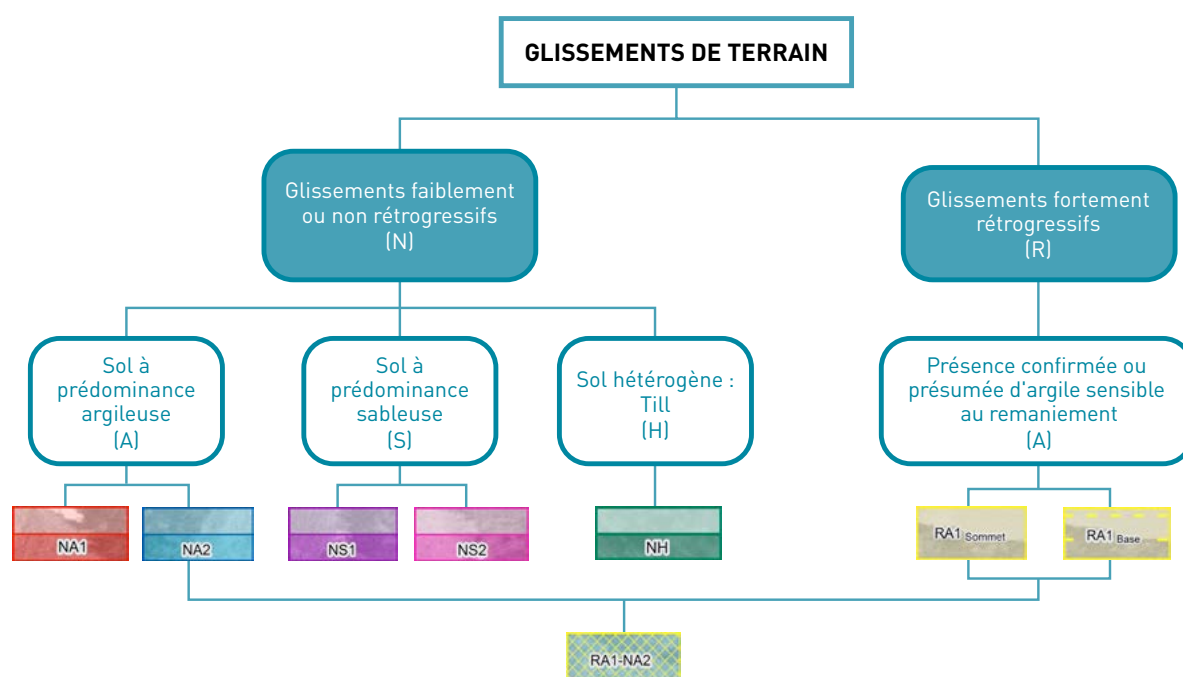


Tableau 2 | Zones de contraintes relatives aux glissements de terrain

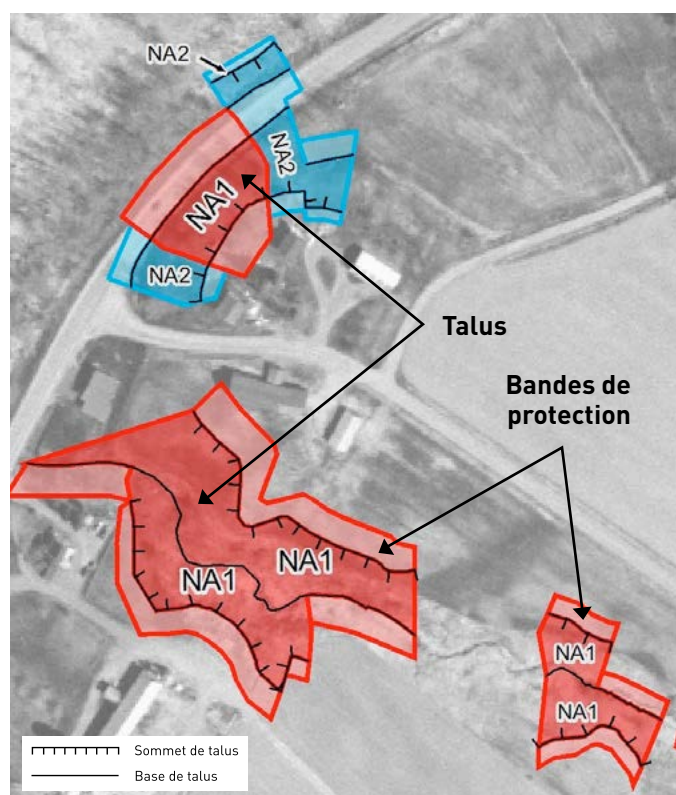
ZONES DE CONTRAINTES RELATIVES AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN FAIBLEMENT OU NON RÉTROGRESSIFS	
NA1 	<p>Zone composée de sols à prédominance argileuse, avec ou sans érosion, susceptible d’être affectée par des glissements d’origine naturelle ou anthropique</p> <p>Cette zone inclut des talus à pentes fortes qui subissent ou non de l’érosion. Elle comprend également des talus à pentes modérées affectés par une érosion importante. En raison de l’inclinaison ou du caractère évolutif de ces talus, il peut y survenir des glissements d’origine naturelle. Cette zone peut aussi être affectée par des glissements d’origine anthropique.</p>
NA2 	<p>Zone composée de sols à prédominance argileuse, sans érosion importante, sensible aux interventions d’origine anthropique</p> <p>Cette zone est caractérisée par des talus à pentes modérées qui ne subissent pas d’érosion importante. Sauf lors d’événements naturels exceptionnels, seules des modifications inappropriées d’origine anthropique peuvent causer un glissement de terrain.</p>
NS1 	<p>Zone composée de sols à prédominance sableuse, avec érosion, susceptible d’être affectée par des glissements d’origine naturelle ou anthropique</p> <p>Cette zone, caractérisée par des talus à pentes fortes, est soumise à de l’érosion. Dans cette zone, les berges des cours d’eau peuvent reculer progressivement ou subitement et peuvent ainsi être affectées par des glissements. De plus, des interventions inappropriées d’origine anthropique peuvent causer un glissement de terrain.</p>
NS2 	<p>Zone composée de sols à prédominance sableuse, sans érosion, susceptible d’être affectée par des glissements d’origine naturelle ou anthropique</p> <p>Cette zone est caractérisée par des talus à pentes fortes qui ne subissent pas d’érosion. Bien que la géométrie des talus ne varie pas de façon naturelle dans le temps, il peut néanmoins y survenir des glissements d’origine naturelle lors d’événements très exceptionnels. Par contre, la zone peut être affectée par des glissements d’origine anthropique.</p>
NH 	<p>Zone composée de sols hétérogènes, avec ou sans érosion, susceptible d’être affectée par des glissements d’origine naturelle ou anthropique</p> <p>Cette zone est caractérisée par des talus à pentes fortes qui subissent ou non de l’érosion. En raison de l’inclinaison ou du caractère évolutif de ces talus, il peut y survenir des glissements d’origine naturelle. Cette zone peut aussi être affectée par des glissements d’origine anthropique.</p>
ZONES DE CONTRAINTES RELATIVES AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN FORTEMENT RÉTROGRESSIFS	
RA1_{Sommet} 	<p>Zone composée de sols à prédominance argileuse, située au sommet du talus, pouvant être affectée par un glissement de grande étendue</p> <p>Cette zone est caractérisée par de grandes superficies, parfois plusieurs centaines de mètres carrés, présentant peu ou pas de relief (plateau) et située à l’arrière de zones NA. Elle peut être affectée par un glissement fortement rétrogressif amorcé par un glissement rotationnel profond survenant dans une zone NA1.</p>
RA1_{Base} 	<p>Zone située à la base des talus pouvant être affectée par l’étalement de débris provenant des zones RA1_{Sommet}</p> <p>Cette zone est caractérisée par de grandes superficies, parfois plusieurs centaines de mètres carrés, présentant peu ou pas de relief et située à la base des talus (fond de vallée ou plateau d’altitude inférieure aux zones RA1_{Sommet}). Elle peut être affectée par les débris d’un glissement fortement rétrogressif amorcé par un glissement rotationnel profond survenant dans une zone NA1.</p>
RA1-NA2 	<p>Zone composée de sols à prédominance argileuse, sans érosion importante, sensible aux interventions d’origine anthropique, pouvant être affectée par un glissement de terrain de grande étendue</p> <p>Cette zone est caractérisée par des bandes de terrain situées au sommet ou à la base des talus NA2 où il y a une superposition des zones RA1 et NA2. Elle peut être affectée par des glissements peu ou pas rétrogressifs d’origine anthropique, mais aussi par des glissements fortement rétrogressifs amorcés à proximité dans une zone NA1. Sa délimitation sur la carte a pour but de simplifier l’application de la réglementation.</p>

5 REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES ZONES DE CONTRAINTES

La représentation graphique des zones de contraintes différencie le talus, identifié par une couleur foncée, des bandes de protection situées au sommet et à la base du talus, identifiées par une couleur plus pâle (en transparence) (figure 5). La transparence des couleurs permet de reconnaître les éléments présents sur l'orthophotographie tels que les bâtiments et les infrastructures.

Le sommet et la base d'un talus peuvent être clairement distingués : le sommet est identifié par une ligne hachurée alors que la base est identifiée par une ligne continue.

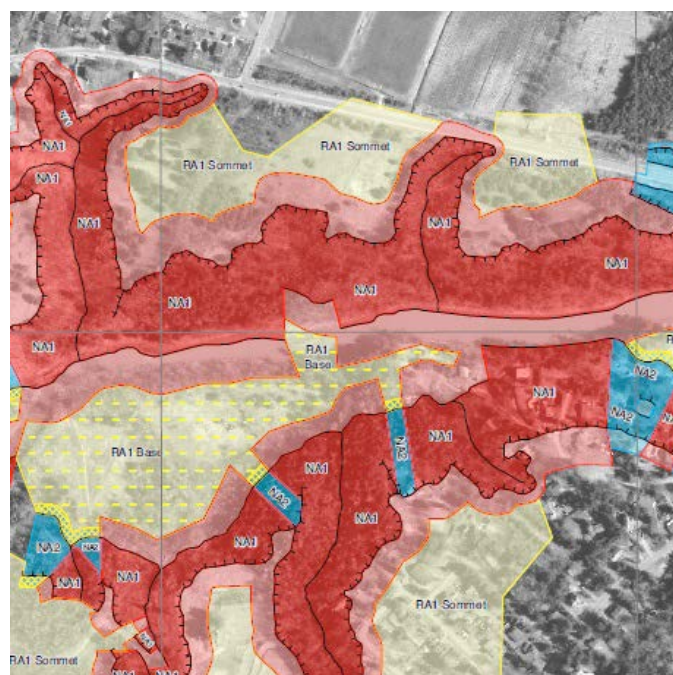
Figure 5 | Représentation graphique des zones de contraintes



Les zones potentiellement exposées aux glissements fortement rétrogressifs sont illustrées par une trame jaune sur les cartes. Elles se déclinent en deux sous-types, selon que l'on se situe au sommet ou au pied d'un talus. Les zones RA1_{Sommet} sont délimitées sur les cartes par des séries de lignes droites plutôt que des courbes de manière à faciliter leur localisation sur le terrain. Pour les zones RA1_{Base}, l'extension des débris étant influencée par le relief, les limites

de ces zones sont représentées par des lignes courbes. Le symbole «-» est ajouté à la trame jaune pour indiquer que la zone se situe à la base des talus (figure 6).

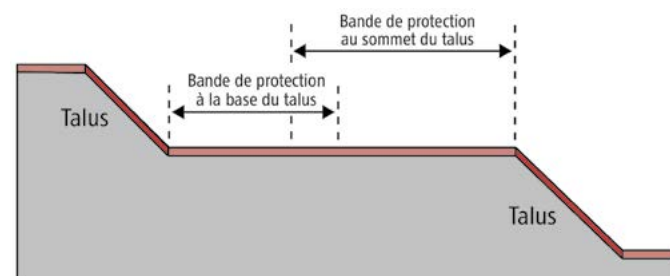
Figure 6 | Exemple de zones RA1



Lorsqu'il y avait chevauchement de bandes de protection entre deux types de zones distinctes, la zone dont les normes sont les plus sévères a été priorisée et apparaît donc sur la carte.

Lorsque la pente présente une forme complexe, par exemple dans le cas de deux talus séparés par un plateau, les bandes de protection situées au sommet d'un talus et à la base de l'autre peuvent se chevaucher (figure 7). Dans ce cas, ce sont les normes, du sommet ou de la base, qui sont les plus sévères qui doivent être appliquées.

Figure 7 | Bandes de protection qui se chevauchent



BIBLIOGRAPHIE

- i Lebuis et al, 1983. « Regional mapping of landslide hazard in Quebec », *Symposium on slopes on soft clays*. Linköping, Swedish Geotechnical Institute, Report n° 17.
- ii Perret, D. et Bégin, C., 1997. *Inventaire des glissements de terrain associés aux fortes pluies de la mi-juillet 1996 – Région du Saguenay / Lac-Saint-Jean*. Institut national de la recherche scientifique (INRS – Géoressources). Rapport remis au Bureau de reconstruction et de relance du Saguenay–Lac-Saint-Jean.
- iii Potvin J., Pellerin F., Demers D., Robitaille, D., La Rochelle P. et Chagnon, J.Y., 2001. « Revue et investigation supplémentaire du site du glissement de Saint-Jean-Vianney », *Comptes rendus de la 54^e Conférence canadienne de géotechnique*. Calgary, vol. 2, p. 792-800.
- iv Grondin, G., Demers, D., 1996. *The 1989 Saint-Liguori flakeslide : Characterization and remedial works*.
- v Ouehb, Lyes. *Analyse du glissement de Saint-Liguori (1989)*. Mémoire de maîtrise, Université Laval, 271 p.
- vi Demers, D., Robitaille, D., Perret, D., 2000. « The St. Boniface landslide of April 1996 : a huge retrogressive landslide in sensitive clay with little flow component », *Comptes rendus du 8^e Symposium international sur les glissements de terrain*. Cardiff, Royaume-Uni.
- vii Thibault, C., Robitaille, D., 2005. « The Nicolet Landslide », *3rd International Young Geotechnical Engineer Conference*. Osaka, Japon, Extended abstract.
- viii Lamontagne, M., Demers, D., Savopol, F., 2007. « Description et analyse du glissement meurtrier du 25 octobre 1870 dans le rang des Lahaie, Sainte-Geneviève-de-Batiscan, Québec », *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 44, p. 947-960.
- ix Locat, A., Leroueil, S., Demers, D., Locat, J., Ouehb, L., 2008. « Study of a lateral spread failure in an eastern Canada clay deposit in relation with progressive failure : Saint-Barnabé-Nord slide », *Comptes rendus de la 4^e Conférence canadienne sur les géorisques*. Québec, p. 89-96.
- x Locat, P., T. Fournier, D. Robitaille et A. Locat, 2011. *Glissement de terrain du 10 mai 2010 : rapport sur les caractéristiques et les causes*. Ministère des Transports du Québec, Rapport MT11-01, 101 p.
- xi Fortin-Rhéaume, A., 2013. *Étude de l'étalement de 1988 et des autres glissements de terrain le long de la vallée à Brownsburg-Chatham, Québec*. Mémoire de maîtrise, département de génie civil, Université Laval, 254 p.
- xii Locat, A., Leroueil, S., Fortin, A., Demers, D., Jostad, H.P. *The 1994 landslide at Sainte-Monique-de-Nicolet, Québec : Geotechnical investigation and application of the progressive failure analysis*. Article soumis à la revue Landslides.
- xiii Locat, A., Leroueil, S., Demers, D., 2013. « L'étalement de 1986 à Saint-Luc-de-Vincennes, Québec », *Comptes rendus de la 66^e Conférence canadienne de géotechnique*. Montréal.
- xiv Locat, A., Leroueil, S., Bernander, S., Demers, D., Jostad, H.P., Ouehb, L., 2011. « Progressive failure in eastern Canadian and Scandinavian sensitive clays », *Revue canadienne de Géotechnique*, vol. 48, p. 1696-1712.

