

324

PR5.2.1.8

Projet Oléoduc Énergie Est de
TransCanada – section québécoise

6211-18-018

Annexe Vol 1A-10

Oléoduc Énergie Est (portion à construire), Évaluation de phase II des géorisques

Titre du document : Oléoduc Énergie Est (portion à construire),
Évaluation de phase II des géorisques




Numéro du document : EE4930-GAL-C-RP-0005-FR

Numéro de révision : 0

Numéro du contrat : 4500026783



Golder Associates Ltd.
102, 2535 – 3rd Avenue S.E.
Calgary, Alberta
Canada, T2A 7W5
(403) 299-5600

Numéro de révision	Date de révision A-M-J	Raison de l'émission	Auteur du document (entrepreneur)	Examineur (entrepreneur)	Approbateur (entrepreneur)
0	2015-03-02	IFU	Jay Hatcher	Mark Nixon	Mark Nixon
					



2 mars 2015

RAPPORT



Oléoduc Énergie Est (portion à construire), Évaluation de phase II des géorisques

Présenté à:

TransCanada PipeLines Limited
450 - 1st SW
Calgary, Alberta
T2P 5H1

No de référence: EE4930-GAL-C-RP-0005-FR

Distribution:

1 version électronique TransCanada PipeLines Limited, Calgary, Alberta
1 version électronique Golder Associates Ltd., Mississauga, Ontario



SOMMAIRE

Le présent rapport fournit les résultats d'une évaluation de phase II des géorisques (évaluation de phase II) effectuée le long de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est proposé dans l'est du Canada. Le projet d'oléoduc Énergie Est inclut la conversion d'un gazoduc existant de l'Alberta à l'est ontarien, et une portion à construire de la ville d'Iroquois, située dans l'est ontarien jusqu'à Saint-Jean au Nouveau-Brunswick. D'autres sections à construire sont également planifiées en Alberta, en Saskatchewan et au Manitoba, mais le présent rapport se concentre sur le segment à construire situé sur la pointe de l'est ontarien et au Québec où de nombreuses zones de glissement à géorisques modéré et élevé ont été identifiées lors de l'évaluation précédente de phase I des géorisques. Des zones de glissements à géorisques modéré et élevé n'ont pas été identifiées le long des tronçons à construire en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba et au Nouveau-Brunswick.

Une évaluation de risques (qualitative et quantitative) inclut à la fois une évaluation de la vraisemblance qu'un événement de géorisque se produise et la conséquence de cette occurrence du géorisque. Une évaluation des conséquences associées à ce qu'un géorisque se produise (i.e., les impacts possibles à l'oléoduc) excède la portée du présent mandat. Seule l'identification du géorisque et de son degré relatif estimé de vraisemblance à se produire dans le futur sans l'apport de mesures d'atténuation est fournie, et ce, en faisant usage d'un système de classification du géorisque qui inclut des classes faible, modéré et élevé. La vraisemblance d'occurrence relative estimée a été évaluée et établie sur la base d'une approche qualitative seulement, en se fiant sur une évidence visuelle, telle que la présence de glissements historiques ou plus anciens et/ou de l'érosion sévère au pied du glissement.

Golder a complété une évaluation antérieure des géorisques de phase I, à une échelle régionale, principalement découlant d'une revue documentaire (l'évaluation de phase I) sur la base d'une revue de l'information de télédétection (p. ex., LiDAR et photographies aériennes) et d'une reconnaissance par hélicoptère. Golder a soumis le rapport final en juillet 2014 (Golder 2014). Lors de l'évaluation de phase I, les géorisques suivants ont été évalués: les glissements de terrain, les secousses lors des tremblements de terre, la liquéfaction des sols découlant des tremblements de terre, les ruptures de failles lors des tremblements de terre, les affaissements, les sols expansifs et ceux susceptibles au retrait. L'évaluation de phase I a recommandé que les géorisques de glissement de niveaux modéré et élevé, identifiés lors de cette étude, soient sujets à une évaluation de phase II. Aucune action additionnelle n'a été recommandée pour les autres géorisques lors de l'évaluation de phase I (voir Golder 2014 pour les détails additionnels concernant l'évaluation des autres géorisques).

Chaque zone de géorisque identifiée lors de l'évaluation de phase I (Golder 2014) a reçu une classification relative du géorisque : faible, modéré ou élevée. En ce qui concerne les glissements de terrain, les résultats de l'évaluation de phase I ont indiqué que 11 zones de glissement à géorisque élevé, 22 zones à géorisque modéré et 69 zones à géorisque faible étaient situées en travers ou à proximité du tracé proposé du tronçon à construire de l'oléoduc. La plupart de ces zones à géorisque de glissement potentiel étaient situées au Québec et quelques-uns dans l'est ontarien. De plus, ces zones à géorisque de glissement étaient principalement situées à l'intérieur des dépôts de la mer Champlain (i.e., silt et argiles sensibles). Les dépôts de la mer Champlain de l'ère Holocène sont reconnus pour être susceptibles à de fréquents glissements et, en quelques rares occasions, à de grands glissements régressifs.

Suivant l'évaluation de phase I, la totalité des 11 zones de glissement à géorisque élevé et 1 échantillonnage représentatif des 12 zones de glissement à géorisque modéré ont été choisis pour une reconnaissance

géomorphologique et géologique de terrain plus détaillée, spécifique au site, dans le cadre d'une évaluation des géorisques de phase II (évaluation de phase II). Cette dernière constitue le sujet du présent rapport.

La reconnaissance de terrain, propre à l'évaluation de phase II, a été réalisée entre les 22 et 31 octobre 2014 par un géologue expérimenté en glissements de terrain, provenant du bureau de Golder à Redmond, Washington, et d'un ingénieur en géotechnique ayant une expérience locale touchant les dépôts et les ruptures de talus de la mer Champlain, et provenant du bureau de Golder à Ottawa, Ontario. La reconnaissance de terrain était basée uniquement sur des observations visuelles de surface, s'appuyant sur l'évidence géomorphologique des glissements passés, tels les escarpements rotationnels situés en crête de talus, un terrain moutonné dans le corps du glissement et au pied des talus, des cours d'eau méandreaux déplacés, et en certains cas, des dépôts lités et pivotés de sable/silt/argile, visibles dans les débris d'épandage des talus. Les observations visuelles colligées en chantier ont été combinées aux données de télédétection afin d'identifier l'emplacement et l'étendue de ces glissements antérieurs et de confirmer la cote de géorisque du glissement.

À la suite des visites de site de l'évaluation de phase II, les zones à géorisques de glissement qui n'avaient précédemment pas été identifiées lors de l'évaluation de phase I ont été enregistrées et ont reçu une cote de classification quant à leur géorisque. Quelques-unes des zones à géorisque de glissement, identifiées et classifiées lors de l'évaluation de phase I, ont subséquemment été reclassifiées ou extraites de la base de données, à la suite de la reconnaissance de terrain spécifique au site, de l'évaluation de phase II.

À la suite de la reconnaissance de terrain de l'évaluation de phase II, 3 zones de glissement additionnelles ont été identifiées, en plus des 23 zones originales de glissements élevé et modéré qui avaient été choisies à partir des résultats de l'évaluation de phase I. Les trois zones additionnelles de glissement ont inclus les emplacements EE-LS-244A, EE-LS-248A et EE-LS-288NW. À la zone EE-LS-244A, le glissement a été identifié visuellement lors de la visite de site ayant servi à confirmer les conditions du glissement EE-LS-244. Les caractéristiques de glissement de la zone EE-LS-244A étaient simplement à peine visibles sur l'imagerie LiDAR, mais elles étaient clairement notables au chantier. À la zone EE-LS-248A, le glissement a été observé et identifié à l'intérieur d'un petit élément de drainage traversant le tracé, sur le côté de la route entre EE-LS-247 et EE-LS-248. À l'emplacement EE-LS-288, le talus du côté sud-est de la rivière Etchemin possédait quelques-unes des caractéristiques propres à un glissement rotationnel classique dans l'argile, mais le côté nord-ouest présentait une assise rocheuse visible en surface du talus. En conséquence, la zone EE-LS-288 a été divisée en deux zones à géorisque de glissement (i.e., en créant une nouvelle zone): la zone de glissement EE-LS-288NW ayant une classification de géorisque faible et la zone de glissement EE-LS-288SE ayant une classification de géorisque élevé.

Au total, les 26 zones à géorisque de glissement potentiel (i.e., les 23 zones de glissement originales plus les 3 zones de glissement nouvellement identifiées) qui ont été visitées lors de l'évaluation de phase II ont été reclassifiées, nouvellement identifiées, et/ou confirmées au cours de la présente évaluation de phase II. Ces sites se répartissent comme suit: 13 zones à géorisque élevé de glissement, 5 zones à géorisque modéré de glissement et 8 zones à géorisque faible de glissement. Une partie des zones à géorisque élevé de glissement, identifiées lors de l'évaluation de phase I, a été éliminée de la base de données des géorisques, à la suite de la reconnaissance de terrain parce qu'elles ne constituaient pas des zones de glissement.

Sur la base des résultats de l'évaluation de phase II fournis ici, des recommandations sont fournies dans le but d'atténuer les géorisques de glissement lors de la construction et par la suite. Elles incluent une protection contre l'érosion en pied de talus, le fait d'éviter d'accumuler des sols d'excavation en crête des talus ou sur leur

penne, la minimisation des perturbations de talus lors de la construction, l'amélioration du matériau de remblayage des tranchées et celui du drainage de surface des talus, etc. Des programmes de suivi sont également recommandés et conçus sur la base de la classification du géorisque et des caractéristiques des talus et des glissements.

Table des matières

1.0 INTRODUCTION.....	9
1.1 Généralités	9
1.2 Objectif du projet et mandat.....	11
1.3 Sommaire de l'évaluation de phase II des géorisques de glissement.....	11
2.0 APPROCHE ET MÉTHODOLOGIE.....	14
2.1 Approche	14
2.1.1 Généralités.....	14
2.1.2 Approche envers les géorisques de glissement de terrain.....	14
2.2 Méthodes.....	16
3.0 CONTEXTES PHYSIOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE	17
4.0 ÉVALUATION DES RÉSULTATS DE LA PHASE II	18
4.1 Généralités	18
4.2 Descriptions des glissements à géorisque élevé	19
4.3 Description des glissements à géorisque modéré	24
5.0 RECOMMANDATIONS.....	25
5.1 Glissements à géorisque élevé.....	26
5.2 Glissements à géorisques modéré et faible.....	29
6.0 FERMETURE.....	30
7.0 RÉFÉRENCES.....	31

TABLEAUX

Tableau 1: Sommaire de la classification des géorisques de glissement de terrain, évaluation de phase II de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Tableau 2: Évaluation de phase II des géorisques, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est– Descriptions résumées des glissements de terrain et recommandations

FIGURES

Figure 1: Carte de localisation générale des zones à géorisques de glissement de terrain

Figure 2: Glissement EE-LS-245

Figure 3: Glissements EE-LS-247, EE-LS-248, et EE-LS-248A

Figure 4: Glissement EE-LS-265

- Figure 5: Glissements EE-LS-266 et EE-LS-267
Figure 6: Glissement EE-LS-268
Figure 7: Glissement EE-LS-284
Figure 8: Glissements EE-LS-287, EE-LS-288SE, et EE-LS-288NW
Figure 9: Glissements EE-LS-229 et EE-LS-230
Figure 10: Glissements EE-LS-243 et EE-LS-243A
Figure 11: Glissements EE-LS-249 et EE-LS-250
Figure 12: Glissement EE-LS-260
Figure 13: Glissements EE-LS-251 et EE-LS-252
Figure 14: Glissement EE-LS-261
Figure 15: Glissement EE-LS-272
Figure 16: Glissement EE-LS-278
Figure 17: Glissement EE-LS-291

ANNEXE

Annexe A

Photographies représentatives de sites présentant des géorisques de glissement de terrain

1.0 INTRODUCTION

1.1 Généralités

Le présent rapport constitue le sommaire de l'évaluation des géorisques de phase II (évaluation de phase II), complétée par Golder Associates Limited (Golder) pour la partie à construire du projet Énergie Est de TransCanada Pipelines Limited (TCPL) en Ontario et au Québec (figure 1). L'évaluation de phase II correspond à une reconnaissance géomorphologique et géologique, spécifique aux sites, de certains glissements choisis, lesquels ont initialement été identifiés par Golder lors d'une évaluation de phase I des géorisques, effectuée à une échelle régionale, (évaluation de phase I) pour la partie à construire du projet Énergie Est (Golder 2014). Les évaluations de phase I et de phase II étaient basées sur les tracés SIG de l'oléoduc, fournis par TCPL (p. ex., segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K pour tous les glissements, à l'exception de EE-LS-229, EE-LS-230 et EE-LS-291; la ligne centrale d'Ontario, rév. F pour les glissements EE-LS-229 et EE-LS-230; le segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. J pour le glissement EE-LS-291), tels que montrés à la figure 1.

Une évaluation des risques (qualitative et quantitative) inclut à la fois une évaluation de la vraisemblance qu'un événement de géorisque se produise et la conséquence de cette occurrence du géorisque. Une évaluation des conséquences associées à ce qu'un géorisque se produise (i.e., les impacts possibles à l'oléoduc) excède la portée du présent mandat de phase II. Seule l'identification du géorisque et de son degré relatif estimé de vraisemblance à se produire dans le futur, sans l'apport de mesures d'atténuation, est fourni, et ce, en faisant usage d'un système de classification du géorisque qui inclut des classes faible, modéré et élevé. Le système de classification du géorisque est basé uniquement sur une approche d'évaluation qualitative. Par conséquent, une évaluation de risques, relative aux glissements, n'a pas été entreprise lors de l'évaluation de phase II de la partie à construire du projet Énergie Est.

L'évaluation de phase I a considéré un certain nombre de géorisques pouvant potentiellement affecter le projet Énergie Est proposé dont les suivants: les glissements de terrain, les fortes secousses lors des tremblements de terre, la liquéfaction des sols découlant des tremblements de terre, les ruptures de failles lors des tremblements de terre, les affaissements, les sols expansifs et ceux susceptibles au retrait.

Les zones à géorisque de glissement, situées pour la plupart à l'intérieur des dépôts de la mer Champlain, ont été identifiées et classifiées comme à géorisque faible, modéré ou élevé lors de l'évaluation de phase I (Golder 2014). L'évaluation de phase I a résulté en l'identification de 11 zones à géorisque élevé de glissement, 22 zones à géorisque modéré de glissement et 69 zones à géorisque faible de glissement (Golder 2014). Sur la base de discussions avec TransCanada concernant le mandat des investigations de l'évaluation de phase II, l'ensemble des 11 zones à géorisque élevé de glissement et 12 zones choisies à géorisque modéré de glissement ont été identifiées afin d'être évaluées plus en détail par l'entremise de l'évaluation de phase II, laquelle implique une reconnaissance terrestre, géomorphologique et géologique, spécifique aux sites.

L'objectif premier de l'évaluation de phase II était de réaliser des constatations de terrain, de natures géomorphologique et géologique, spécifiques aux sites des 11 zones à géorisque élevé et des 12 zones à géorisque modéré de glissement. Étant donné que l'évaluation de phase I s'était appuyée sur une revue, effectuée au bureau, de données de télédétection (p. ex., LiDAR et photographies aériennes) et de données publiques disponibles (i.e., cartes topographiques, cartes géologiques publiées, évaluations publiées sur les géorisques de glissement de terrain, etc.), combinée à une reconnaissance par hélicoptère, les classifications du

géorisque de glissement, assignées lors de l'évaluation de phase I, pouvaient être révisées lors de l'évaluation de terrain de la reconnaissance de phase II. De plus, certaines zones à géorisque de glissement, non identifiées lors de l'évaluation de phase I au bureau, pouvaient être ajoutées à la base de données des géorisques de glissement lors de l'évaluation de phase II, plus détaillée et spécifique aux sites. Ainsi, à la suite de la reconnaissance terrestre effectuée lors de l'évaluation de phase II, trois zones additionnelles de glissement ont été ajoutées à la base de données de géorisque de glissement et une portion d'une zone de glissement en a été retranchée.

Les trois zones additionnelles de glissement ont inclus les emplacements EE-LS-244A, EE-LS-248A et EE-LS-288NW. À la zone EE-LS-244A, le glissement a été identifié visuellement lors de la visite de site utilisée ayant servi à confirmer les conditions du glissement EE-LS-244. Les caractéristiques de glissement de la zone EE-LS-244A étaient uniquement à peine visibles sur l'imagerie LiDAR, mais elles étaient clairement notables sur le terrain. À la zone EE-LS-248A, le glissement a été observé et identifié à l'intérieur d'un petit élément de drainage traversant le tracé, sur le côté de la route entre EE-LS-247 et EE-LS-248. À l'emplacement EE-LS-288, le talus du côté sud-est de la rivière Etchemin possédait quelques-unes des caractéristiques propres à un glissement rotationnel classique dans l'argile, mais le côté nord-ouest présentait une assise rocheuse visible en surface du talus. En conséquence, la zone EE-LS-288 a été divisée en deux zones à géorisque de glissement (i.e., en créant une nouvelle zone): la zone de glissement EE-LS-288NW ayant une classification de géorisque faible et la zone de glissement EE-LS-288SE ayant une classification de géorisque élevé.

Le présent projet et rapport correspond à l'évaluation de phase II, qui constitue la seconde étape de l'approche par phases de TransCanada-Golder servant à évaluer, caractériser et ultimement atténuer (là où requis) les géorisques. L'approche par phases de l'évaluation des géorisques pour l'oléoduc forme un processus systématique, mis sur pied par TransCanada et ses consultants (incluant Golder) au fil du temps. Ce processus débute à une échelle régionale (évaluation de phase I) et se poursuit à un niveau spécifique au site (évaluations de phases II et III, telles que requises).

Aucune zone à géorisque faible de glissement, identifiée lors de l'évaluation de phase I (Golder 2014), n'a été évaluée lors de l'évaluation de phase II. Les huit zones à géorisque faible de glissement, mentionnées dans le présent rapport, ont été reclassifiées à partir de celles à géorisques modéré et élevé de glissement, identifiées au cours de l'évaluation de phase I et visitées lors de la présente étude.

L'évaluation de phase II qui est ici présentée se base sur le tracé et les segments proposés du projet Énergie Est, fournis par TransCanada aux dates de réception suivantes:

Dates de réception du tracé proposé de l'oléoduc Énergie Est

Nom du segment	Révision	Date de réception
Option de traversée de la rivière des Outaouais	N/A	14 mai 2014
Ontario	rév. F	5 mars 2014
Segment 1 ¹ du Québec	rév. K	26 mai 2014
Segment 2 du Québec	rév. C	5 mars 2014

Note 1: Deux courtes sections du segment 1 du Québec (le début et la fin du tracé) n'étaient pas incluses dans la livraison de la rév. K. En conséquence, le tracé de la rév. J a été utilisé dans le présent rapport pour ces courts segments. Le segment 1 du Québec, révision J, a été reçu le 5 mars 2014.

1.2 Objectif du projet et mandat

L'objectif premier de l'évaluation de phase II était de caractériser davantage et de confirmer le type, la nature, la géométrie et l'âge des emplacements potentiels à géorisque de glissement afin d'évaluer si des travaux, un suivi, ou une investigation additionnels devraient être considérés. Le mandat de travail complété lors de l'évaluation de phase II incluait une reconnaissance terrestre détaillée, de natures géomorphologique et géologique, des zones à géorisque élevé de glissements et de certaines zones choisies de géorisque modéré de glissement, identifiées lors de l'évaluation de phase I, et la préparation du présent rapport.

Ce rapport fournit:

- une description des méthodes utilisées pour l'évaluation de glissement spécifique au site, les résultats de l'évaluation et les conclusions et les recommandations découlant de l'évaluation ;
- des descriptions et des sommaires détaillés des caractéristiques pertinentes de chaque emplacement individuel à géorisque de glissement ;
- des photographies représentatives des emplacements à géorisque de glissement ;
- les fichiers SIG/KMZ qui mettront à jour ceux préparés précédemment lors de l'évaluation de phase I en 2014.

1.3 Sommaire de l'évaluation de phase II des géorisques de glissement

Les résultats de l'évaluation de phase II de la portion à construire du projet Énergie Est se résument comme suit:

- Un total de 26 glissements a été évalué lors de l'évaluation de phase II. Ceci inclut les 23 zones à géorisques élevé et modéré de glissement provenant de l'évaluation de phase I, plus l'inclusion de deux zones de glissement nouvellement reconnues, identifiées sur le terrain et d'un glissement qui a été divisé en deux parties distinctes. Les glissements qui ont été ajoutés à la base de données des géorisques de glissement incluent:

- EE-LS-248A (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 181.833 à PK 181.865)
 - EE-LS-243A (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 170.593 à PK 170.835)
 - EE-LS-288SW (segment 1 de la ligne centrale du Québec –Embranchement de Lévis, rév. K – PK 6.341 à PK 6.409).
- Il existait 13 zones à géorisque élevé de glissement résultant de l'évaluation de phase II qui ont été confirmées lors de l'évaluation de phase I, ou reclassifiées à géorisque élevé lors de l'évaluation de phase II ou alors qui ont été nouvellement reconnues lors de la reconnaissance de terrain. Celles-ci incluent:
- EE-LS-245 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 176.330 à PK 176.383)
 - EE-LS-247 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 180.771 à PK 180.805)
 - EE-LS-248 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 182.879 à PK 182.976)
 - EE-LS-248A (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 181.833 à PK 181.865)
 - EE-LS-249 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 189.834 à PK 189.931)
 - EE-LS-250 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 191.318 à PK 191.361)
 - EE-LS-265 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 243.280 à PK 244.327)
 - EE-LS-266 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 249.826 à PK 249.870)
 - EE-LS-267 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 250.589 à PK 250.775)
 - EE-LS-268 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 258.974 à PK 259.011)
 - EE-LS-284 (segment 1 de la ligne centrale du Québec –Embranchement de Lévis, rév. K – PK 2.627 à PK 2.720)
 - EE-LS-287 (segment 1 de la ligne centrale du Québec –Embranchement de Lévis, rév. K – PK 5.407 à PK 5.769)
 - EE-LS-288SE (segment 1 de la ligne centrale du Québec–Embranchement de Lévis, rév. K – PK 6.078 à PK 6.190)
- Il existait cinq zones à géorisque modéré de glissement, résultant de l'évaluation de phase II, qui ont soit été confirmées lors de la reconnaissance de terrain, ou qui ont conservé leur cote de géorisque modéré, provenant de l'évaluation de phase I, en raison du fait que l'accès au site n'avait pas été accordé au moment des travaux de terrain. Celles-ci incluent:
- EE-LS-229 (ligne centrale de l'Ontario rév. F – PK 97.410 à PK 98.230)
 - EE-LS-230 (ligne centrale de l'Ontario rév. F – PK 98.952 à PK 98.997)
 - EE-LS-236 (pas visité) (segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K – PK 97.410 à PK 98.230)

- EE-LS-243 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 169.816 à PK 169.911)
- EE-LS-260 (segment 1 de la ligne centrale du Québec rév. K – PK 220.247 à PK 220.303).
- Il existait huit zones à géorisque faible de glissement, résultant de l'évaluation de phase II, qui ont été reclassifiées à géorisque faible à partir de leur cote précédente de géorisque élevé ou modéré de glissement, ou qui ont été nouvellement reconnues lors de la reconnaissance de terrain. Celles-ci incluent:
 - EE-LS-243A (segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K – PK 170.593 à PK 170.835)
 - EE-LS-251 (segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K – PK 195.160 à PK 195.243)
 - EE-LS-252 (segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K – PK 196.105 à PK 196.194)
 - EE-LS-261 (segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K – PK 226.356 à PK 226.638)
 - EE-LS-272 (segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K – PK 289.333 à PK 289.858)
 - EE-LS-278 (segment 1 de la ligne centrale du Québec –Embranchement de Lévis, rév. K – PK 333.219 à PK 333.394)
 - EE-LS-288NW (segment 1 de la ligne centrale du Québec –Embranchement de Lévis, rév. K – PK 6.341 à PK 6.409)
 - EE-LS-291 (segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K – PK 365.578 à PK 366.302)
- La partie nord du glissement EE-LS-266 (segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K – PK 249.826 à PK 249.870), située du côté nord de la traversée de la rivière Batiscan, a été extraite de la base de données puisqu'il ne s'agissait pas d'un glissement.

2.0 APPROCHE ET MÉTHODOLOGIE

2.1 Approche

2.1.1 Généralités

Notre évaluation de phase II s'est basée sur une approche géomorphologique systématique, effectuée au bureau et sur le terrain, afin de caractériser les zones de glissement et d'obtenir des conclusions à l'égard de la nature, la géométrie, le comportement et l'âge relatif des glissements, et de leur signification possible sur la conception de l'oléoduc, sa construction et son opération. L'approche géomorphologique a fait usage d'une combinaison de revue et d'incorporation de données existantes, de la revue de données de télédétection (p. ex., ombrages LiDAR) et d'une reconnaissance terrestre de site.

2.1.2 Approche envers les géorisques de glissement de terrain

Aux fins du présent projet et rapport, un glissement de terrain est défini comme le "mouvement d'une masse de roc, de débris, ou de sol vers le bas d'un talus," et comprend des processus géologiques tels les écoulements de débris ou de boue, les glissements rotationnels (effondrements), les glissements translationnels, le fluage du sol, les écoulements de sol, les chutes de pierres et les glissements de débris (Cruden 1991; Cruden et Varnes 1996).

Le mouvement et le déplacement qui surviennent lors d'un glissement peuvent affecter l'oléoduc en appliquant des contraintes de cisaillement sur la conduite le long des limites latérales ou de surfaces de rupture internes au glissement, en pliant la conduite lors de mouvement du sol et du roc vers le bas de la pente, en sapant et en exposant la conduite (dans le cas où le matériau s'évacue en-dessous de l'oléoduc), ou en heurtant une conduite exposée ou faiblement enfouie dans le cas d'un écoulement rapide de débris ou d'une chute de pierres.

2.1.2.1 Identification et délimitation des zones de glissement

Puisque les glissements impliquent le mouvement d'une masse de roc, de débris, ou de sol vers le bas d'une pente, les glissements créent des perturbations identifiables à la surface du sol; c'est-à-dire, ils créent une évidence géomorphologique de leur passage. C'est cette évidence géomorphologique qui est utilisée pour l'identification des glissements (p.ex, ils perturbent la surface d'un sol autrement uniforme), la délimitation du pourtour des glissements (p. ex., surface perturbée versus pentes uniformes), et l'âge du mouvement le plus récent (p. ex., perturbation fraîche d'une surface qui correspond à une activité récente versus une évidence adoucie qui suggère un mouvement plus ancien).

Dans la plupart des cas, les glissements récents se produisent dans les zones où des glissements se sont produits précédemment (p. ex., réactivation de glissements existants, ayant été cartographiés ou non), et ils contiennent une évidence géomorphologique visuelle de ces événements passés. Les signes d'évidence géomorphologique de mouvements de glissements récents, historiques ou géologiques incluent:

- les escarpements de surface
- les fissures dans le sol (tension)
- les sols exposés

- les arbres penchés ou perturbés
- les éléments anthropogéniques déplacés (telles les clôtures ou les routes)
- les dépressions fermées avec accumulation d'eau, et
- le terrain moutonné (perturbé).

L'analyse géomorphologique destinée à identifier et à délimiter les bordures d'un glissement se fonde sur la présence et l'observation de caractéristiques de glissement, récentes ou historiques, et de plus anciennes caractéristiques préhistoriques afin d'identifier les zones qui pourraient actuellement connaître un mouvement de glissement, celles qui ont connu un tel mouvement par le passé, ou celles qui pourraient en connaître un dans l'avenir. L'évidence d'un glissement peut être facilement et rapidement identifiable, ou elle peut être subtile et difficile à discerner, dépendant des caractéristiques du glissement, tels l'âge du mouvement le plus récent (de façon typique, les zones de glissement qui ont été actives plus récemment sont plus faciles à identifier), le taux de mouvement passé ou actuel (les glissements qui bougent le plus rapidement sont habituellement plus faciles à identifier), et le type et la profondeur du mouvement. En raison de la variabilité de l'expression géomorphologique, les contours et les caractéristiques des glissements varient de très bien définis à approximatifs.

2.1.2.2 Estimation de l'âge relatif du glissement

Suivant l'identification et la délimitation initiales des zones de glissement, une analyse géomorphologique a été utilisée pour estimer l'âge relatif, qualitatif du mouvement le plus récent. Pour l'évaluation de phase II, l'âge des glissements identifiés a été estimé principalement sur la base de l'évidence géomorphologique de l'érosion/dégradation et de l'altération des caractéristiques du glissement, tels les escarpements, le moutonnement, les pieds de talus, les fissures de tension, les zones de cisaillement, les grabens, et la condition des arbres qui poussent sur la masse du glissement. À quelques emplacements, l'estimation de l'âge a été basée sur le déplacement apparent d'éléments fabriqués par l'homme, tels les routes, les clôtures et les poteaux électriques. Quatre âges généraux et relatifs de glissement ont été utilisés lors de l'évaluation de phase II, tel que décrit ci-dessous. Pour les emplacements où il existe une incertitude concernant l'âge du glissement, ces qualificatifs sur l'âge peuvent être combinés afin de fournir une fourchette.

- **Actif:** Un glissement présentant une évidence géomorphologique ou documentée à l'effet que le mouvement le plus récent s'est apparemment produit lors des derniers 100 ans environ.
- **Dormant:** Un glissement ou un glissement possible, présentant une morphologie adoucie de glissement. Les éléments de drainage à l'intérieur du glissement sont incisés et ne sont pas perturbés par le mouvement du glissement. Il n'existe aucune évidence observée de glissement, de déplacement d'arbres ou d'éléments anthropogéniques. L'évidence géomorphologique est à l'effet que l'activité la plus récente s'est produite il y a plus de 100 ans.
- **Ancien (vestige):** Un glissement dormant qui s'est produit sous des conditions climatiques ou géomorphologiques, différentes de celles qui existent actuellement.

2.1.2.3 Critères de classification des géorisques de glissement

L'évaluation des géorisques de glissement pour l'évaluation de phase II se concentre sur les glissements se produisant à l'intérieur des dépôts marins de la mer Champlain puisque: 1) une grande partie du tracé dans la zone d'étude est couverte par ces dépôts, 2) les glissements identifiés pour la présente évaluation se retrouvent communément dans ces dépôts, et 3) les glissements se produisant dans ces dépôts ont conduit à un dommage historique considérable envers la propriété et des pertes de vie. Le potentiel pour que des glissements de grande taille, se développant rapidement, puissent se produire à l'intérieur des dépôts marins de la mer Champlain représente une condition inhabituelle que l'on ne retrouve pas dans la plupart des régions de l'Amérique du nord. Un effort considérable a été apporté par les agences publiques du Québec et de l'Ontario afin de comprendre et de délimiter les zones qui peuvent être à risque pour ces types de glissement.

Les critères pour l'évaluation de phase II des géorisques de glissement tiennent compte du fait que les glissements dans l'argile de la mer Champlain se comportaient de façon quelque peu unique comparativement aux glissements dans d'autres matériaux géologiques. Par conséquent, nous avons mis à jour et révisé les critères de géorisque de glissement depuis l'évaluation de phase I (Golder 2014) afin de prendre en compte de façon explicite à la fois les glissements des dépôts d'argile de la mer Champlain, de même que ceux d'autres matériaux géologiques. Les critères de géorisque de glissement sont décrits au tableau 1, pour des géorisques "faible (L)", "modéré (M)" et "élevé (H)", et à la fois pour les dépôts situés à l'intérieur de la mer Champlain (un W est inclus après la cote de classification, i.e., LW, MW1, MW2, MW3 et HW), et les dépôts situés à l'extérieur de la mer Champlain (un O est inclus après la cote de classification, i.e., LO, MO et HO). Le tableau 1 montre que pour des glissements à géorisque modéré dans l'argile de la mer Champlain, il y a trois sous-classes (MW1, MW2, MW3) dépendant de la nature du talus et de la largeur de la plaine inondable à la base du talus, selon la cartographie du talus comme étant à géorisque de glissement par une MRC (municipalité régionale de comté), ou selon sa distance de régression potentielle basée sur la hauteur du talus. Puisque les caractéristiques physiques du géorisque de glissement ont été utilisées d'abord pour évaluer la classification des géorisques de glissement, il est possible qu'un glissement à géorisque modéré, identifié comme MW1 ou MW3, puisse également être un MW2 (i.e., talus cartographié comme à géorisque de glissement par une MRC).

2.2 Méthodes

Les méthodes utilisées pour mettre en œuvre l'approche systématique de bureau et de terrain comprenaient les tâches et les activités principales suivantes, présentées selon leur ordre général de réalisation:

- La revue et l'évaluation de l'information précédemment colligée, incluant les résultats de l'évaluation de phase I (Golder 2014) et de divers rapports résumant les travaux précédemment complétés le long du tracé.
- Une reconnaissance géomorphologique et géologique de terrain qui a été effectuée du 22 au 31 octobre 2014 au site des 23 glissements initiaux de l'évaluation de phase I par un géologue de Golder, de notre bureau de Redmond, Washington, et d'un ingénieur géotechnique de notre bureau d'Ottawa, Ontario. Le but de la reconnaissance terrestre était de colliger de l'information géomorphologique détaillée concernant le type de glissement, ses limites, ses caractéristiques physiques, l'âge apparent de son mouvement le plus récent, sa position relativement à l'oléoduc, et son niveau de géorisque apparent envers le tracé de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est proposé. Les caractéristiques géomorphologiques tels les

limites du glissement, les escarpements, les fissures de tension, les éléments anthropogéniques déplacés ou perturbés, les arbres penchés et les dépressions (tels les bassins de transtension et les grabens) ont été documentées à l'aide de caméras numériques, de carnets de terrain, d'unités mobiles GPS équipées d'un logiciel SIG mobile, et de croquis. Certaines photographies sélectionnées sont incluses à l'annexe A.

- L'analyse et l'évaluation des données de terrain et de bureau et la préparation du présent rapport, incluant des mises à jour à la base de données SIG des géorisques de glissement, résultant de l'évaluation de phase II.

3.0 CONTEXTES PHYSIOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

De la frontière entre l'Ontario et le Québec jusqu'à quelques kilomètres à l'est de la ville de Québec, le tracé se situe dans la région physiographique des basses terres du Saint-Laurent. Cette région est caractérisée par un relief généralement peu accentué et est recouvert principalement par des dépôts marins de silt argileux à argile silteuse, tirant leur origine de l'ancienne mer glaciaire Champlain (13 100 à 10 600 ans avant l'époque actuelle). La mer Champlain s'étendait le long de la rivière des Outaouais jusqu'à Pembroke environ en Ontario, et le long du Saint-Laurent de Brockville environ, en Ontario et jusqu'à la ville de Québec approximativement (L'Heureux et al. 2014). La mer Champlain s'étendait également du piedmont des Laurentides au nord jusqu'au piedmont des Appalaches au sud-est et au bouclier canadien au sud-ouest. Dans certaines zones, des dépôts alluviaux stratifiés de silt, de sable, d'argile et de gravier, provenant des plaines d'inondation, de deltas et de dépôts coniques, sont présents au-dessus des dépôts marins (L'Heureux et al. 2014). Il existe également des occurrences locales de l'assise rocheuse et du till qui transpercent les dépôts de la mer Champlain.

En dépit du faible relief global, présent le long du tracé de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est, des glissements se produisent le long des flancs des vallées, là où des ruisseaux et des rivières se sont encaissés dans les unités géologiques qui sont susceptibles aux glissements. Des exemples d'unités susceptibles aux glissements incluent les argiles marines de la mer Champlain, à forte teneur argileuse, (les dépôts de la mer Champlain sont souvent désignés comme "argile Leda"). Ces argiles s'étendent sur la majorité du tracé de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est. Les dépôts d'argile Leda sont considérés être des dépôts d'argile "sensible", qui, lorsque perturbés (par une activité sismique ou par du sapement), peuvent subir une perte significative de leur résistance au cisaillement. Elles se liquéfient alors et s'écoulent comme une boue visqueuse même sur un angle de pente très faible (Aylsworth et al. 2000; Quinn et al. 2007). De nombreux glissements historiques et préhistoriques de grande taille sont présents dans la vallée du fleuve Saint-Laurent et dans les vallées de ses tributaires. Les événements qui ont déclenché ces glissements sont attribués à une variété de causes, incluant possiblement les tremblements de terre (Aylsworth et al. 2000).

Les glissements dans les dépôts glaciolacustres et les argiles marines sensibles, riches en argile, peuvent être de très grande taille, et ils se produisent souvent à faible vitesse. Des glissements rapides peuvent également se produire dans ces unités géologiques, mais cela semble être moins fréquent. Le long du tracé de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est, les glissements identifiés étaient situés le long des vallées de rivières et de ruisseaux, là où les talus sont généralement plus raides que les plaines avoisinantes. Ces glissements ont vraisemblablement été initiés par l'érosion d'un cours d'eau au pied des talus de la vallée. Les glissements

débutent généralement sur les talus d'une vallée comme des effondrements ou des glissements translationnels, avec des blocs semi-intacts dans la masse du glissement, mais ils évoluent également souvent sous la forme de coulées de sol, avec très peu de structure interne demeurant intacte.

4.0 ÉVALUATION DES RÉSULTATS DE LA PHASE II

4.1 Généralités

Golder a évalué 23 glissements à géorisques élevé et modéré, provenant de l'évaluation de phase I le long du tracé de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est proposé, comme partie intégrante de la reconnaissance terrestre de l'évaluation de phase II pour la pointe de l'est ontarien et pour le Québec. Comme indiqué dans l'introduction (section 1.0), trois nouveaux glissements ont été ajoutés à la suite de la reconnaissance de terrain de l'évaluation de phase II. Par conséquent, au total 26 glissements ont été considérés lors de la reconnaissance de terrain de l'évaluation de phase II (i.e., les 23 glissements originaux de l'évaluation de phase I et les 3 glissements nouvellement identifiés). L'emplacement général de ces 26 glissements le long du tracé de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est est montré à la figure 1.

Des 11 glissements à géorisque élevé identifiés lors de l'évaluation de phase I, 9 ont été confirmés comme étant à géorisque élevé et 2 ont été reclassifiés comme à géorisque faible. Des 12 glissements à géorisque modéré, identifiés lors de l'évaluation de phase I, 5 ont été confirmés comme à géorisque modéré, 3 ont été reclassifiés comme à géorisque élevé et 4 ont été reclassifiés comme à géorisque faible. Des 3 nouveaux glissements identifiés lors de la présente étude, 1 a été classifié comme à géorisque élevé, 1 a été classifié comme à géorisque modéré et le dernier a été subdivisé et reclassifié comme un géorisque faible plutôt qu'élevé. De plus, une partie d'un glissement identifié a été extraite de la base de données puisque, selon la reconnaissance terrestre, il ne s'agissait pas d'un glissement. Par conséquent, l'évaluation de phase II a résulté en 13 glissements à géorisque élevé, 5 glissements à géorisque modéré et 8 glissements à géorisque faible. Ceux-ci ont, de plus, été répartis en deux catégories: les dépôts situés à l'intérieur de la mer Champlain (W) et ceux situés à l'extérieur de la mer Champlain (O).

Les résultats de l'évaluation de phase II sont résumés au tableau suivant. Celui-ci dresse la liste des glissements évalués en fonction de leur classe de géorisque et de leur numéro d'identification.

Résultats de l'évaluation de phase II

Classification ¹ du géorisque	Numéro d'identification de la zone de glissement
Élevé et à l'intérieur des dépôts de la mer Champlain (HW)	EE-LS-245, EE-LS-247, EE-LS-248, EE-LS-248A ³ , EE-LS-249, EE-LS-250, EE-LS-265, EE-LS-266, EE-LS-267, EE-LS-268, EE-LS-284, EE-LS-287, EE-LS-288SE
Modéré et à l'intérieur des dépôts de la mer Champlain (MW1, MW2 et MW3)	EE-LS-229, EE-LS-230, EE-LS-236 ² , EE-LS-243, EE-LS-260
Faible et à l'intérieur des dépôts de la mer Champlain (LW)	EE-LS-243A ³ , EE-LS-251, EE-LS-261, EE-LS-278, EE-LS-291
Élevé et à l'extérieur des dépôts de la mer Champlain (HO)	Aucun

Classification ¹ du géorisque	Numéro d'identification de la zone de glissement
Modéré et à l'extérieur des dépôts de la mer Champlain (MO)	Aucun
Faible et à l'extérieur des dépôts de la mer Champlain (LO)	EE-LS-252, EE-LS-272, EE-LS-288NW ³
N'est pas un glissement (il a été extrait de la base de données)	EE-LS-266 (côté nord de la traversée de la rivière Batiscan)

Notes: ¹ Se référer au tableau 1 pour les critères de classification du géorisque.

² Fait référence à un glissement qui n'a pas été visité lors de la reconnaissance terrestre.

³ Fait référence à un nouveau glissement qui a été ajouté à la base de données des géorisques de glissement.

Les sections suivantes fournissent une description détaillée de chaque glissement à géorisques élevé et modéré qui découle de l'évaluation de phase II et qui a été observé sur le terrain. La description des glissements à géorisque faible est contenue au tableau 2.

4.2 Descriptions des glissements à géorisque élevé

Treize glissements à géorisque élevé, visités lors de la reconnaissance terrestre de l'évaluation de phase II, sont interprétés comme étant historiquement actifs, et ils croisent le tracé de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est, ou ils sont à proximité (à l'intérieur 30 m ou 40 m) du tracé et posent un géorisque potentiel pour l'oléoduc. Les treize glissements à géorisque élevé sont décrits ci-dessous. De plus, une description récapitulative de l'information sur l'emplacement et des recommandations spécifiques à chaque site de glissement à géorisque élevé est fournie au tableau 2.

EE-LS-245 (Petite Rivière du Loup, ~PK 176,4 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-245 est confirmée comme un complexe de glissement à géorisque élevé (HW) sur les rives de la Petite Rivière du Loup. La Petite Rivière du Loup méandre fortement dans cette zone, ce qui constitue également un signe d'une sévère érosion, spécialement dans la partie externe des coudes, et cette érosion sera généralement la cause de glissements. Il y avait de nombreux petits glissements actifs et récemment actifs, régressifs et de type rotationnel, qui ont été observés le long des rives élevées (~10 à 15 m) de la Petite Rivière du Loup, en amont et en aval de la traversée (figure 2). L'argile de la mer Champlain a été observée sur les rives érodées au niveau de la rivière. L'érosion par la rivière était significative; plusieurs petits effondrements étaient visibles au niveau de la rivière et il n'existait pas de plaine inondable. (photographie A-6 de l'annexe A). La zone EE-LS-245 est également cartographiée comme une zone à géorisque élevé (ZRE) par la MRC de Maskinongé.

Puisque les talus à la traversée du tracé étaient recouverts par des dépôts argileux de la mer Champlain, qu'il n'y avait aucune plaine inondable séparant le talus élevé et raide de l'érosion de la rive active du cours d'eau, et que des glissements actifs ont été observés, la zone EE-LS-245 a conservé sa classification à géorisque élevé. De plus, la zone est désignée comme à géorisque élevé par la MRC locale. Par conséquent, l'emplacement a été considéré susceptible de générer de futurs glissements régressifs de grande taille.

EE-LS-247 (rivière Chacoura, ~PK 180,8 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-247 est confirmée comme un complexe de glissement à géorisque élevé (HW) le long de la rivière

Chacoura. Bien qu'aucune évidence géomorphologique de glissement passé n'ait été observée à la traversée de la rivière (figure 3), il s'y produisait un affouillement vertical significatif dans l'argile de la mer Champlain, exposée au niveau de la rivière. Il y avait des talus raides (~6 m) sur les deux rives de la rivière, et de nombreux effondrements peu profonds dans la rivière (photographie A-7 de l'annexe A).

Lors de l'évaluation de phase I (Golder 2014), de nombreux glissements de grande taille ont été identifiés en amont de la traversée. Les pentes menant à la rivière sont également cartographiées comme une zone à géorisque élevé (ZRE) par la MRC de Maskinongé. Par conséquent, l'emplacement était considéré susceptible de générer de futurs glissements régressifs de grande taille.

En raison de la présence d'argile de la mer Champlain dans les talus raides, le manque de plaine inondable et l'affouillement actif observé, la zone EE-LS-247 a conservé sa classification à géorisque élevé. De plus, la zone a été cartographiée comme une zone à géorisque élevé par la MRC locale.

EE-LS-248 (Rivière du Loup, ~PK 182,9 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-248 est confirmée comme un complexe de glissement à géorisque élevé (HW). À la traversée de la rive sud-ouest de la Rivière du Loup, un escarpement en crête de 5 à 6 m de hauteur a été cartographié, traversant le tracé en crête de la pente. La morphologie du glissement et sa végétation suggèrent qu'il peut être âgé entre 20 et 50 ans. Les talus vers la rivière étaient raides. Il n'y avait essentiellement pas de plaine inondable et un affouillement vertical modéré a été observé au niveau de la rivière. Des pentes raides similaires ont été observées à environ 400 m à l'ouest de la traversée, là où le tracé est parallèle à des talus de 10 m de hauteur et où le tracé passe à moins d'environ 70 m de ceux-ci.

L'évaluation de phase I (Golder 2014) a identifié de nombreux petits glissements rotationnels le long de la Rivière du Loup, et plusieurs semblaient avoir été actifs au cours de la dernière année. Le côté nord-est de la traversée de la rivière est également cartographié comme une zone à géorisque élevé (ZRE) par la MRC de Maskinongé.

En raison de la présence de l'argile de la mer Champlain, des caractéristiques de glissement récemment actif à la traversée de la rivière, du manque de plaine inondable et de l'érosion active par le cours d'eau, la zone EE-LS-248 a conservé sa classification à géorisque élevé. De plus, la zone est cartographiée comme à géorisque élevé par la MRC locale.

EE-LS-248A (ruisseau sans nom, ~PK 181,85 du tracé proposé): La zone EE-LS-248A correspond à un glissement nouvellement reconnu qui a été identifié lors de l'évaluation de phase II. Cette zone croise le tracé sur les rives d'un petit ruisseau, là où le tracé traverse la route menant de Louiseville à Saint-Paulin (figure 3). La zone a été observée comme un petit glissement rotationnel actif, situé sur le côté est de la traversée du ruisseau. Les pentes locales le long du ruisseau étaient raides et d'environ 6 à 8 m de hauteur. Elles étaient composées par l'argile de la mer Champlain et le ruisseau faisait état d'une érosion modérée à élevée au pied du talus, sans plaine inondable.

En raison de la présence d'argile, de talus de plus de 5 m de hauteur, d'un glissement actif existant, et d'érosion active à son pied, la zone EE-LS-248A a été classifiée à géorisque élevé (HW) de glissement. Cette traversée d'un petit ruisseau n'est pas cartographiée comme une zone à géorisque de glissement par la MRC de Maskinongé.

EE-LS-249 (Petite Rivière Yamachiche, ~PK 189,85 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-249 est reclassifiée comme un complexe de glissement à géorisque élevé (HW) plutôt qu'à géorisque modéré (M1), comme défini précédemment (figure 11). Un affouillement vertical significatif a été observé à la base des talus de 7 à 8 m de hauteur à la traversée de la Petite Rivière Yamachiche. Les pentes étaient constituées d'une épaisse couche de sable recouvrant l'argile de la mer Champlain, laquelle était exposée au niveau de la rivière. Bien qu'aucune morphologie de grand glissement régressif n'ait été observée, de petits (~15 à 20 m x 10 à 15 m) glissements, peu profonds, actifs à récemment actifs et de type rotationnel, étaient visibles à proximité du niveau de la rivière, en amont et en aval de la traversée (photographie A-8 de l'annexe A). Les petits glissements récemment actifs présentaient une topographie moutonnée, des escarpements adoucis et des arbres penchés de 25 m de hauteur.

En raison de la présence d'argile de la mer Champlain, des caractéristiques de glissements récemment actifs, des talus de plus de 5 m de hauteur, et l'absence d'une plaine inondable, la zone EE-LS-249 a été reclassifiée comme une zone à géorisque élevé (HW) de glissement.

Les rives de la rivière à la traversée sont également cartographiées comme une zone à géorisque élevé (ZRE) par la MRC de Maskinongé (Golder 2014). La Petite Rivière Yamachiche méandre fortement dans cette zone, ce qui constitue également un signe d'érosion sévère, spécialement dans la portion externe des coudes. Cette érosion conduira généralement à des glissements.

EE-LS-250 (rivière Yamachiche, ~PK 191,33 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-250 est reclassifiée comme un complexe de glissement à géorisque élevé (HW), plutôt qu'à géorisque modéré (M1), comme défini précédemment (figure 11). Les rives à la traversée de la rivière Yamachiche étaient de 7 à 8 m de hauteur, et étaient composées de dépôts de sable gris. Aucune argile n'a été observée au niveau de la rivière, et aucune caractéristique de grand glissement régressif n'a été observée. De petits glissements, peu profonds, actifs à récemment actifs et de type rotationnel, ont été observés en amont et en aval de la traversée (photographie A-9 de l'annexe A).

La rive sud-ouest du cours d'eau est cartographiée comme une zone à géorisque élevé (ZRE) par la MRC de Maskinongé (Golder 2014).

EE-LS-265 (rivière Champlain, ~PK 244,0 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-265 est confirmée comme un très grand complexe de glissement à géorisque élevé (HW) sur les rives de la rivière Champlain (figure 4). Le complexe de glissement contenait de nombreux grands glissements récents et plus âgés, de types rotationnel et régressif, à l'intérieur de ses limites. Ces glissements étaient dotés de pentes raides dont la crête culminait entre 25 à 30 m au-dessus de la rivière. Un recouvrement de sable relativement mince semblait être sous-jacent à la crête de l'arête, avec l'argile de la mer Champlain présente dans les pentes jusqu'à la rivière. De tels glissements de grande taille étaient particulièrement évidents là où le tracé entrait dans le complexe du côté ouest. Pour au moins 300 m de la limite ouest du glissement, le tracé croisait la zone en crête et le corps principal d'un grand glissement rotationnel et d'écoulement, présentant un moutonnement linéaire et proéminent, indiquant que le glissement avait bougé en direction nord et de façon transversale au tracé (photographie A-13 de l'annexe A). Au niveau de la rivière, il y avait évidence de glissements rotationnels actifs et préhistoriques, et la rivière érodait verticalement et de façon significative les pentes raides (photographie A-15 de l'annexe A). Une ligne de crête étroite, d'environ 250 m de longueur, séparait ce

glissement nord, faisant partie du complexe de glissement, d'un élément de glissement similaire, situé au sud (figure 4). De petits glissements actifs, de types rotationnel et translationnel, ont été observés sur les rives de la rivière à la traversée et à proximité de celle-ci (photographie A-14 de l'annexe A).

Cette traversée est également cartographiée comme une zone de glissement par la MRC des Chenaux (Golder 2014).

En raison de la présence d'argile de la mer Champlain dans le talus, de la présence de nombreux glissements actifs et apparemment dormants dans le complexe, de l'érosion significative des talus au niveau de la rivière, et du manque de plaine inondable, la zone EE-LS-265 a conservé sa classification à géorisque élevé. De plus, elle est cartographiée comme une zone à géorisque de glissement par une MRC locale.

EE-LS-266 (rivière Batiscan, ~PK 249,86 du tracé proposé): Le complexe de glissement EE-LS-266 incluait les deux côtés (sud et nord) de la traversée sur la rivière Batiscan. Sur la base de l'évaluation de phase II, le côté sud est confirmé comme un complexe de glissement à géorisque élevé (HW) (figure 5), alors que le côté nord du complexe de glissement est retiré de la base de données puisqu'il ne s'agissait pas d'un glissement. Par conséquent, la zone EE-LS-266 réfère uniquement au côté sud de la traversée de la rivière (figure 5).

Au talus sud de la traversée EE-LS-266, nous avons observé l'évidence géomorphologique de caractéristiques plus anciennes d'un glissement rotationnel lequel était raide (~45 degrés) et possédait une hauteur d'environ 12 à 17 m (photographie A-16 de l'annexe A). Le talus semblait être composé d'argile de la mer Champlain, sous un recouvrement de sable. Il n'y avait aucune plaine inondable le long de la rivière et celle-ci semblait causer une érosion faible à modérée au pied de la pente.

Les rives de la rivière à cette traversée sont également cartographiées comme une zone de glissement par la MRC des Chenaux (Golder 2014).

En raison de la présence de talus raides et élevés, constitués par l'argile de la mer Champlain, de la présence de caractéristiques plus anciennes de glissement, et de la présence d'érosion modérée au pied des talus, sans plaine inondable, la zone EE-LS-266 conserve sa classification à géorisque élevé. De plus, elle est cartographiée comme une zone à géorisque de glissement par la MRC locale.

EE-LS-267 (tributaire sans nom de la rivière Batiscan, ~PK 250,6 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-267 a été reclassifiée comme un complexe de glissement à géorisque élevé (HW) plutôt qu'à géorisque modéré (M1), tel que défini précédemment (figure 5). Les rives d'un tributaire sans nom de la rivière Batiscan, au point de traversée, ont fait état de nombreux glissements, relativement peu profonds, de type rotationnel, du côté nord-ouest de la traversée (figure 5 et photographie A-17 de l'annexe A). Cette pente était d'environ 6 à 8 m de hauteur, alors que celle du côté sud-est était plus basse, soit d'environ 4 à 5 m. Aucun glissement n'a été observé sur le côté sud-est de la traversée. Une couche de sable d'environ 2 m d'épaisseur recouvrait l'argile de la mer Champlain, et celle-ci était en voie d'être érodée de façon significative par le ruisseau qui ne possédait aucune plaine inondable.

En raison de l'exposition d'argile de la mer Champlain sur des talus de plus de 5 m de hauteur, de la présence de caractéristiques de glissement actif, et de l'érosion significative et active au pied des talus, sans plaine inondable, la zone EE-LS-267 a été reclassifiée comme à géorisque élevé de glissement. Cette traversée d'un

petit tributaire de la rivière Batiscan n'est pas cartographiée comme une zone à géorisque de glissement par la MRC des Chenaux.

EE-LS-268 (rivière Sainte-Anne, ~PK 259,0 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-268 est confirmée comme un complexe de glissement à géorisque élevé (HW), situé du côté sud de la traversée de la rivière Sainte-Anne (figure 6). De nombreux escarpements en crête arqués, actifs à récemment actifs, ont été observés le long de la crête de la pente de 15 à 20 m de hauteur donnant sur la rivière (figure 6). Un de ces escarpements en crête a été observé à la croisée du tracé. Il avait environ 30 m de longueur, était vertical et d'environ 5 à 6 m de hauteur (photographie A-18 de l'annexe A). Cet escarpement en crête se joignait à d'autres escarpements du même type, actifs à récemment actifs, situés à l'ouest et à l'est du tracé. Le pied du glissement à la rivière était surraïdi, et l'argile litée ou varvée de la mer Champlain était exposée au pied de la pente (photographie A-19 de l'annexe A).

En raison de l'exposition d'argile de la mer Champlain au niveau de la rivière, de la présence d'un escarpement en tête actif sur le tracé, de l'érosion significative au pied de talus et de l'absence de plaine inondable, la zone EE-LS-268 a retenu sa classification à géorisque élevé. La traversée de la rivière Sainte-Anne n'est pas cartographiée comme une zone à géorisque de glissement par la MRC des Chenaux.

EE-LS-284 (rivière Pénin, ~PK 2,64 du tracé proposé de l'embranchement 2): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-284 est confirmée être un complexe de glissement de grande taille et à géorisque élevé (HW) sur la rivière Pénin (figure 7). Les talus des côtés nord et sud de la traversée faisaient état de nombreux glissements plus âgés, actifs et récemment actifs, de type régressif, présents à la fois en amont et en aval de la traversée (photographie A-22 de l'annexe A). Le tracé traverse deux glissements, relativement petits et plus âgés, de type régressif, et un petit glissement, peu profond, actif et translationnel, du côté nord de la traversée (photographies A-22 et A-23 de l'annexe A). Des sédiments argileux de la mer Champlain ont été observés dans le ruisseau et sur les talus.

En raison de la présence de nombreux glissements plus anciens et actifs sur les talus argileux de la mer Champlain, et du fait que le tracé traverse de tels éléments, la zone EE-LS-284 conserve sa classification à géorisque élevé. La traversée de la rivière Pénin n'est pas cartographiée comme une zone à géorisque de glissement par la Ville de Lévis.

EE-LS-287 (tributaire de la rivière Etchemin, ~PK 5,55 du tracé proposé de l'embranchement 2): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-287 est confirmée comme un complexe de glissement de grande taille et à géorisque élevé (HW). Le complexe de glissement traverse un tributaire de la rivière Etchemin. Ce complexe a montré une évidence géomorphologique de glissements régressifs de grande taille et de glissements locaux, plus petits, de type rotationnel, qui lui sont associés (figure 8 et photographie A-24 de l'annexe A). Un terrain moutonné et adouci prévalait, et une incision à même les dépôts du glissement et l'escarpement en crête suggéraient que le mouvement principal du glissement régressif pouvait s'être produit il y a plus de 1000 ans, alors que les glissements rotationnels locaux pouvaient avoir quelques centaines d'années (photographies A-25 et A-26 de l'annexe A).

En raison de la présence de glissements relativement récents et de glissements passés de grande taille, la zone EE-LS-287 a conservé sa classification à géorisque élevé. De plus, elle est cartographiée comme une zone à

géorisque élevé de glissement de même qu'une zone à géorisque hypothétique de glissement régressif par la Ville de Lévis.

EE-LS-288SE (rivière Etchemin, ~PK 6,15 du tracé proposé de l'embranchement 2): La zone de glissement EE-LS-288SE est située du côté sud-est de la traversée de la rivière Etchemin (figure 8). Sur la base de l'évaluation de phase II, cette zone est confirmée être un complexe de glissement à géorisque élevé (HW). Elle était caractérisée par un glissement, plus ancien, de type rotationnel et de grande taille, avec un terrain moutonné et adouci, observé à l'endroit du tracé. Ce glissement possédait un escarpement en crête de 15 à 20 m de hauteur (photographie A-27 de l'annexe A). Une plaine inondable de 40 à 50 m de largeur était présente au pied du complexe de glissement.

La rive sud-est de la rivière est cartographiée comme une zone à géorisque élevé de glissement par la Ville de Lévis (Golder 2014).

En raison de l'existence de glissements passés dormants sur des talus élevés et raides, constitués d'argile de la mer Champlain, la zone EE-LS-288SE a été classée comme à géorisque élevé de glissement. De plus, elle est cartographiée comme une zone à géorisque élevé de glissement par la MRC locale.

4.3 Description des glissements à géorisque modéré

Cinq glissements à géorisque modéré ont été examinés sur le terrain lors de l'évaluation de phase II. Les cinq glissements à géorisque modéré sont décrits en détail ci-dessous et un sommaire est fourni au tableau 2.

EE-LS-229 (rivière à la Graisse, ~PK 98,2 environ 60 mètres à l'est du tracé proposé): Sur la base de la reconnaissance de terrain, la zone EE-LS-229 est confirmée comme un glissement à géorisque modéré (MW3). De plus, la zone est cartographiée à géorisque de glissement par la MRC de Vaudreuil-Soulanges. Le glissement correspond à un ancien complexe de glissement régressif, apparemment dormant, dans l'argile de la mer Champlain, sur les rives de la rivière à la Graisse (figure 9). La forme d'amphithéâtre/bol de la zone en crête du glissement se situe aussi près qu'environ 60 m du tracé (photographie A-1 de l'annexe A). L'escarpement en crête adouci, d'angle relativement faible, avait environ 6 à 8 m de hauteur, et le corps du glissement a montré un terrain adouci, moutonné et uniforme. De grands arbres droits (10 à 25 m) poussaient sur la masse du glissement (photographie A-2 de l'annexe A). De nombreux blocs et cailloux ont été observés dans le lit de la rivière, suggérant que celle-ci puisse être en voie d'éroder les dépôts de till à son niveau. Sur la base de l'évaluation de phase I (Golder 2014), il existe également d'autres grands glissements le long de la rivière.

EE-LS-230 (ruisseau sans nom ~PK 99,0 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-230 est confirmée comme un glissement à géorisque modéré (MW1) (figure 9). La traversée EE-LS-230 est située en Ontario, mais à proximité immédiate de la frontière entre l'Ontario et le Québec. La cartographie du géorisque de glissement pour cette zone n'a pas été trouvée dans le cadre de la réalisation de la présente étude. Cependant, la vallée du même ruisseau est classifiée au Québec comme une zone à géorisque de glissement par la MRC de Vaudreuil-Soulanges.

Le tracé traversait un ruisseau incisé dans l'argile de la mer Champlain, et la hauteur des pentes de chaque côté était d'environ 6 m. Les pentes vers le ruisseau étaient inclinées d'environ 18 à 20+ degrés. Un petit glissement

relativement récent, de type rotationnel/régressif, a été observé sur le côté nord de la traversée du ruisseau, et à environ 15 à 20 m à l'est du tracé (photographie A-4 de l'annexe A). Un pont en sol de remblai rapporté, avec deux ponceaux, avait été construit sur le ruisseau, apparemment afin de donner accès à l'équipement agricole (photographie A-3 de l'annexe A). Le pont en remblai semblait empiéter sur le tracé, ou interférer avec lui.

EE-LS-236 (Ruisseau de la Cabane Ronde, ~PK 95,0 du tracé proposé): Le site du glissement n'a pas été visité lors de l'évaluation de phase II puisque la permission d'accéder au site n'avait pas été reçue. Par conséquent, la classification à géorisque modéré (MW2), découlant de l'évaluation de phase I (Golder 2014), est conservée.

Il n'existe pas de couverture LiDAR pour cette zone. Le tracé traverse le Ruisseau de la Cabane Ronde à cet endroit qui est cartographié par la Communauté métropolitaine de Montréal comme à géorisque de glissement. Lors de la reconnaissance par hélicoptère de l'évaluation de phase I, la traversée semblait essentiellement plane, sans évidence visible de glissements (Golder 2014).

EE-LS-243 (fossé de drainage, ~PK 169,85 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-243 est confirmée comme un glissement à géorisque modéré (MW2). L'emplacement du glissement ne correspondait pas à la traversée d'un cours d'eau, mais plutôt au fossé de drainage d'un champ, situé le long d'un talus adouci et cultivé (figure 10 et photographie A-5 de l'annexe A). Il n'y existait aucune évidence géomorphologique de glissement passé au site, tel un écoulement rotationnel, translationnel ou régressif. La pente du glissement était cultivée (hautement modifiée); elle semblait être constituée par l'argile de la mer Champlain; elle avait environ 10 à 15 m de hauteur et un angle de pente modéré, d'environ 18 degrés. Bien qu'il n'existait aucune évidence de glissement passé, la pente est cartographiée comme une zone à géorisque moyen (ZRM) par la MRC de Maskinongé, et ceci constitue la base de la classification à géorisque modéré (MW2) qui lui est attribuée.

EE-LS-260 (tributaire sans nom de la rivière Champlain, ~PK 220,25 du tracé proposé): Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-260 est confirmée comme un complexe de glissement à géorisque modéré (MW1). Le tracé croise un tributaire sans nom de la rivière Champlain, doté de pentes faiblement inclinées (environ 10 à 15 degrés), de l'ordre de 5 à 6 m de hauteur, sur ses côtés est et ouest (figure 12 et photographie A-10 de l'annexe A). La plaine inondable du côté ouest était d'environ 20 m de largeur, et de 4 à 5 m environ du côté est. Les pentes semblaient être composées d'argile de la mer Champlain. Il n'y avait aucune évidence géomorphologique de glissement passé à la traversée, mais un glissement récent, apparemment de type rotationnel, a été observé sur la rive est, à environ 100 m en aval de la traversée. La traversée de ce tributaire de la rivière Champlain n'est pas cartographiée comme une zone à géorisque de glissement par la MRC des Chenaux.

5.0 RECOMMANDATIONS

Les recommandations contenues dans ce rapport s'appliquent à 26 glissements, présents le long du tracé de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est, et qui ont été investigués lors de l'évaluation de phase II. Ces glissements incluent 13 à géorisque élevé, 5 à géorisque modéré et 8 à géorisque faible. Nos recommandations sont basées sur: 1) l'information et les données colligées lors de l'évaluation de phase I (Golder 2014), et 2) les

observations, les résultats et les conclusions de l'évaluation de reconnaissance géomorphologique et géologique de terrain de la phase II.

Les recommandations mentionnent, lorsque cela s'avère approprié, le besoin d'effectuer une évaluation de glissement additionnelle, des mesures d'atténuation qui pourraient être mises en place lors de la construction, l'élaboration d'un programme de suivi des glissements et/ou de la conduite, et l'installation d'instrumentation de suivi lors de la construction ou peu de temps par la suite. Cette instrumentation permettrait d'effectuer le suivi de la conduite et/ou des géorisques de glissement. Les mesures d'atténuation recommandées visent généralement à améliorer les conditions de drainage de l'eau souterraine dans la tranchée de l'oléoduc et celles de l'eau de surface le long de l'emprise construite, de sorte à ne pas accumuler ou concentrer d'eau sur une zone de glissement. Une partie des améliorations recommandées au drainage de la tranchée offre également le bénéfice additionnel d'atténuer l'effet du mouvement et de la déformation des glissements sur la conduite.

Le plan de suivi recommandé a généralement pour but d'identifier les changements du talus qui pourraient indiquer une activité renouvelée du glissement ou un géorisque accru de glissement d'un talus. Sur la base du géorisque interprété de glissement, les éléments de base d'un suivi possible recommandé dans le présent rapport pour un programme de suivi des glissements incluent:

- Des méthodes choisies de suivi d'un glissement potentiel qui peuvent consister en une ou plusieurs des techniques possibles suivantes:
 - Un suivi visuel (p. ex., patrouille aérienne ou au sol)
 - Un suivi géodésique (points d'arpentage)
 - Des inclinomètres forés dans le talus
 - Des piézomètres pour la mesure de l'eau souterraine
 - Des clinomètres de surface dans le talus
- L'identification des emplacements situés sur ou à proximité du glissement pour mettre en œuvre le programme de suivi (i.e., la position spécifique d'inspection et de suivi du glissement et/ou d'installation des instruments de suivi de la conduite).
- La détermination de la fréquence de suivi et les exigences d'évaluation et de transmission des données.

Les sections suivantes présentent nos recommandations générales pour chacun des glissements à géorisque élevé et celles pour les glissements à géorisque modéré et faible, en fonction de la gamme de mesures d'atténuation et de suivi décrites ci-dessus.

5.1 Glissements à géorisque élevé

Les mesures générales d'atténuation recommandées pour les glissements à géorisque élevé incluent:

- La protection contre l'érosion en pied de talus.

- La minimisation des perturbations de surface par des glissements, en réduisant l'emprise de la zone de construction et la profondeur de coupe dans le talus.
- Les empilements permanents et temporaires de remblai ne devraient pas être placés sur le talus ou en crête à l'intérieur de l'étendue de la surface potentielle de glissement (soit généralement une distance, mesurée à partir de la crête du talus, égale à la hauteur du talus).
- Là où cela est possible, éviter d'excaver de façon parallèle au talus, en son pied et à l'intérieur même du talus. Là où une excavation parallèle au talus, en son pied ou à l'intérieur du talus est requise, des analyses plus détaillées du talus devraient être réalisées.
- Des améliorations au drainage de l'eau de ruissellement de surface (p. ex., des déflecteurs d'eau dans le talus) afin de disperser l'eau de surface hors des zones de glissement et le nivellement de l'emprise pour empêcher l'accumulation de l'eau.
- Des améliorations au drainage de la tranchée (p. ex., en utilisant un matériau de remblai choisi et perméable, des coupures hydrauliques aux endroits appropriés dans les tranchées, des conduites appropriées (perforées/pleines) afin de capter l'eau dans la tranchée et l'acheminer hors de la zone de glissement, et afin d'atténuer les effets du mouvement de glissement potentiel sur l'oléoduc.
- Un matériau de remblai choisi, perméable et déformable peut être considéré là où cela est possible à l'intérieur de la tranchée de l'oléoduc lorsque celui-ci traverse des zones de talus potentiellement actifs. Cela permettra d'atténuer le mouvement de glissement potentiel sur l'oléoduc et de capter et d'évacuer l'eau souterraine de la tranchée.
- Là où cela est possible, éviter les zones de glissements existants (à la fois ceux dormants et actifs).

À moins qu'il n'en soit fait mention autrement dans les sections suivantes, nous recommandons, pour chaque géorisque élevé de glissement, que des observations visuelles soient entreprises périodiquement (p. ex., patrouille aérienne ou reconnaissance annuelle aérienne) et suivant des événements pluvieux significatifs afin d'évaluer si une morphologie de glissement se développe sur l'emprise, ou de confirmer qu'il n'y a pas d'évidence de mouvement sur le talus. Si un mouvement du sol est observé ou détecté ou qu'une morphologie de glissement se développe sur l'emprise, le géorisque potentiel devra alors être réévalué.

Les sections suivantes fournissent des recommandations spécifiques aux sites à l'égard de la construction et/ou du suivi lors de la construction. Les recommandations sont également résumées au tableau 2.

EE-LS-245 (Petite Rivière du Loup, ~PK 176,4): Le glissement EE-LS-245 forme un complexe de glissement actif le long des rives de la traversée de la Petite Rivière du Loup. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

EE-LS-247 (rivière Chacoura, ~PK 180,8): Le glissement EE-LS-247 constitue un complexe de glissement potentiellement actif le long des rives de la rivière Chacoura. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

EE-LS-248 (Rivière du Loup, ~PK 182,9): Le glissement EE-LS-248 forme un complexe de glissement actif le long des rives de la traversée de la Rivière du Loup par le tracé. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

EE-LS-248A (ruisseau sans nom, ~PK 181,85): Le glissement EE-LS-248A représente un glissement actif, de type rotationnel, au croisement du tracé et d'un petit ruisseau. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

EE-LS-249 (Petite Rivière Yamachiche, ~PK 189,85 du tracé proposé): Le glissement EE-LS-249 représente un complexe de glissement actif le long de la Petite Rivière Yamachiche au point de traversée du tracé. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

EE-LS-250 (rivière Yamachiche, ~PK 191,33 du tracé proposé): Le glissement EE-LS-250 représente un complexe de glissement actif le long de la rivière Yamachiche au point de traversée du tracé. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

EE-LS-265 (rivière Champlain, ~PK 244,0): Le glissement EE-LS-265 constitue un complexe de glissement, actif à dormant et de très grande taille, le long des rives de la rivière Champlain. Le tracé est actuellement parallèle aux contours du talus dans la zone en crête du complexe de glissement sur environ 300 m dans la partie centrale du complexe. La traversée de la rivière se fait dans des glissements actifs et dormants. En raison de la nature complexe de ce glissement et de sa sévérité potentielle, nous recommandons qu'une évaluation de phase III des géorisques, spécifique au site, soit effectuée avant que des recommandations d'atténuation de conception ne soient fournies. L'évaluation de phase III inclurait vraisemblablement des forages géotechniques, une reconnaissance géomorphologique, géologique et géotechnique détaillée, et un relevé topographique détaillé de la zone du complexe de glissement afin d'appuyer les analyses de stabilité de talus et les recommandations pour la conception des mesures d'atténuation.

EE-LS-266 (rivière Batiscan, ~PK 249,86): Le glissement EE-LS-266 constitue un complexe de glissement dormant, situé du côté sud de la traversée de la rivière Batiscan. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

EE-LS-267 (tributaire sans nom de la rivière Batiscan, ~PK 250,6): Le glissement EE-LS-267 forme un complexe de glissement actif le long d'un ruisseau. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

EE-LS-268 (rivière Sainte-Anne, ~PK 259,0): Le glissement EE-LS-268 représente un complexe de glissement actif à dormant sur un talus élevé, situé du côté sud de la traversée de la rivière Sainte-Anne. En raison du potentiel d'une rupture régressive significative du glissement, nous recommandons qu'une évaluation de phase III des géorisques, spécifique au site, soit réalisée avant que des recommandations d'atténuation de conception ne soient fournies. L'évaluation de phase III inclurait vraisemblablement des forages géotechniques, une reconnaissance géomorphologique, géologique et géotechnique détaillée, et un relevé topographique détaillé de la zone du complexe de glissement afin d'appuyer les analyses de stabilité de talus et les recommandations pour la conception des mesures d'atténuation.

EE-LS-284 (rivière Pénin, ~PK 2,64 de l'embranchement 2): Le glissement EE-LS-284 constitue un complexe de glissement actif à dormant le long de la traversée de la rivière Pénin. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

EE-LS-287 (tributaire de la rivière Etchemin, ~PK 5,55 de l'embranchement 2): Le glissement EE-LS-287 constitue un complexe de glissement actif à dormant et de grande taille. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

EE-LS-288SE (rivière Etchemin, ~PK 6,15 fr l'embranchement 2): Le glissement EE-LS-288SE constitue un complexe de glissement dormant, situé du côté sud-est de la traversée de la rivière Etchemin. Il n'y a pas de recommandations de construction ou de suivi, spéciales ou additionnelles à celles fournies ci-dessus.

5.2 Glissements à géorisques modéré et faible

Au total, cinq glissements à géorisque modéré ont été identifiés de l'évaluation de phase II comme pouvant affecter le tracé proposé. De plus, huit glissements à géorisque faible ont été identifiés de l'évaluation de phase II, soit un à géorisque faible pour un glissement nouvellement identifié, et sept autres qui ont découlé d'une reclassification, au terme de l'évaluation de terrain, du niveau de géorisque, à partir des cotes de niveaux élevé et modéré de géorisque de glissement qui leur avaient été assignées précédemment.

Pour les glissements à géorisque modéré, en général, nous recommandons de minimiser les perturbations lors de la construction afin d'éviter de réactiver ces glissements et d'installer l'oléoduc aussi peu profondément que possible. Les empilements permanents et temporaires de remblai ne devraient pas être placés sur le talus ou en crête à l'intérieur de l'étendue de la surface potentielle de glissement (soit généralement une distance, mesurée à partir de la crête du talus, égale à la hauteur du talus). Nous recommandons que des améliorations au drainage de l'eau dans la tranchée soient considérées afin de réduire le potentiel que de l'eau souterraine dans la tranchée soit dirigée vers les zones de glissement, et que des améliorations au drainage efficace d'eau de ruissellement de surface soient entreprises afin d'acheminer et de disperser cette eau hors de la zone de glissement. Des observations visuelles des glissements devraient être entreprises périodiquement (p. ex., patrouille aérienne ou reconnaissance annuelle aérienne) et suivant des événements pluvieux significatifs afin d'évaluer si une morphologie de glissement se développe sur l'emprise, ou de confirmer qu'il n'y a pas d'évidence de mouvement sur le talus. Si un mouvement du sol est observé ou détecté ou qu'une morphologie de glissement se développe sur l'emprise, le géorisque potentiel devra alors être réévalué.

De plus, dans le cas du glissement EE-LS-236 (qui n'a pas été visité en raison de l'absence d'une permission d'accès au site), nous recommandons qu'une reconnaissance géomorphologique et géologique, spécifique au site, soit complétée afin de caractériser les limites, la nature et l'âge du glissement, et de confirmer ou réviser la classification du géorisque.

Pour les glissements à géorisque faible, nous recommandons de façon générale de minimiser les perturbations du talus lors de la construction. La mise en place de sol de remblai ou le fait d'évacuer des eaux sur ces glissements, lors de la construction ou par la suite, devrait également être évité. Des observations visuelles des zones à géorisque faible de glissement devraient être entreprises périodiquement et suivant des événements pluvieux significatifs afin d'évaluer si une morphologie de glissement se développe sur l'emprise, ou de confirmer qu'il n'y a pas d'évidence de mouvement sur le talus. Si un mouvement du sol est observé ou qu'une morphologie de glissement se développe sur l'emprise, le géorisque potentiel devra alors être réévalué.

6.0 FERMETURE

La présente évaluation de phase II a pour but de fournir une évaluation plus détaillée concernant les glissements à géorisque élevé et concernant certains glissements choisis à géorisque modéré, identifiés lors de l'évaluation de phase I de l'oléoduc Énergie Est. De plus, l'évaluation de phase II tient compte des glissements nouvellement identifiés et classifiés, découlant de la reconnaissance géomorphologique et géologique de terrain. L'identification des géorisques de glissement et l'assignation de cotes de sévérité relative sont basées sur l'information que Golder a revue lors de l'évaluation de phase II, conjointement à une reconnaissance terrestre, purement visuelle. Des investigations intrusives du sol afin de confirmer la condition actuelle des talus n'ont pas été réalisées dans le cadre de la présente étude. La classification du géorisque de glissement potentiel, définie pour la présente évaluation de phase II, est relative à l'évaluation et est basée sur les critères décrits ici.

Le but ultime de l'évaluation de phase II est de réduire le potentiel que des géorisques de glissement puissent affecter la construction ou l'opération de l'oléoduc Énergie Est proposé. L'évaluation a également pour but de mettre à jour, avec une information plus précise, la base de données générale des géorisques et l'inventaire des géorisques de glissement potentiel, identifiés lors de l'évaluation de phase I. Seuls les 26 glissements identifiés, pour et lors de la présente étude, ont été évalués. D'autres géorisques avoisinants peuvent être présents, mais ceux-ci n'ont pas été identifiés et/ou confirmés lors de la présente étude car ils n'ont pas été visités.

L'évaluation de phase II ne devrait pas être considérée comme étant une investigation complète, spécifique au site, et ne devrait pas être utilisée pour les fins de la conception détaillée. L'évaluation de phase II a été réalisée sur la base d'information, acquise à une échelle régionale, et sur les conditions de site prévalant au moment de l'évaluation.

GOLDER ASSOCIATES LTD.

ORIGINAL SIGNÉ PAR

Nicolas LeBlanc, B.A.Sc., P.Eng. (ON)
Ingénieur géotechnique

ORIGINAL SIGNÉ PAR

Mark Nixon, M.Sc., P.Eng. (AB)
Associé, ingénieur géotechnique

ORIGINAL SIGNÉ PAR

Mike Snow, M.A.Sc., Ing. (QC)
Associé principal, ingénieur géotechnique senior

7.0 RÉFÉRENCES

- Aylsworth, J.M., D.E. Lawrence, et J.Guertin. 2000. Did two massive earthquakes in the Holocene induce widespread landsliding and near-surface deformation in part of the Ottawa Valley, Canada: *Geology*, v. 28, no. 10, p. 903-906.
- Cruden, D.M. 1991. A simple definition of a landslide: *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, No. 43, p. 27-29.
- Cruden, D.M., et D.J. Varnes. 1996. Landslide types and processes, in Turner, K.A., et Schuster, R.L., *Landslides – Investigation and Mitigation: Special Report 247*, Washington, D.C., National Academy Press, p. 36-75.
- Golder Associates Inc. 2014. Revised Phase I of Geologic Hazards Assessment New-Build Portion of the Energy East System, Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Ontario, Québec, and New Brunswick, Canada: préparé pour TransCanada PipeLines Limited, 13 juin 2014.
- L'Heureux, J.-S., Locat, A., Leroueil, S., Demers, D., Locat, J. 2014. Landslides in Sensitive Clays – From GeoSciences to Risk Management, in *Landslides in Sensitive Clays: From Geosciences to Risk Management*, *Advances in Natural and Technological Research* 36, J.-S. L'Heureux et al. (eds).
- Quinn, P., M.S. Diederichs, D.J. Hutchinson, et R.K. Rowe. 2007. An Exploration of the Mechanics of Retrogressive Landslides in Sensitive Clay: 60th Canadian Geotechnical Conference, Ottawa, October, p. 721-727.

TABLEAUX

Tableau 1 : Sommaire de la classification des géorisques de glissement de terrain, évaluation de phase II de la portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Type de géorisque de glissement	Classification des géorisques de glissement			Commentaires
	Faible	Modéré	Élevé	
Glissements [Zones extérieures (O), cartographiées comme composées par des dépôts marins de la mer Champlain]	<p>Une zone à géorisque de glissement qui rencontre l'un des critères suivants (LO) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le tracé proposé traverse un ancien glissement qui montre un faible potentiel de reprise d'activité. - Effondrement peu profond (épaisseur apparente de 1 m ou moins) de la rive du cours d'eau à moins de 30 m du tracé proposé. - Talus à la traversée du tracé proposé ayant une inclinaison supérieure à 25 pourcent, sans aucun glissement cartographié. 	<p>Une zone à géorisque de glissement qui rencontre l'un des critères suivants (MO) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le tracé proposé traverse un glissement dormant. - Un glissement actif se situe à moins de 30 m du tracé proposé avec des limites latérales qui ne semblent pas croiser le tracé. - Des formations ou unités géologiques, susceptibles à des glissements, sont sous-jacentes au tracé, avec des conditions topographiques propices à une activité de glissement et des glissements actifs existent au voisinage du tracé. - Le tracé proposé traverse le cours d'un écoulement de débris. 	<p>Une zone à géorisque de glissement qui rencontre l'un des critères suivants (HO) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un glissement actif qui croise le tracé proposé. - Le tracé proposé traverse une zone source d'un écoulement de débris ou le chenal d'un tel écoulement. - Il existe un géorisque de chute de roc à moins de 30 m du tracé proposé. 	<p>Les niveaux d'activité de glissement sont définis comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Glissement actif</u> : Un glissement dont le mouvement le plus récent s'est apparemment produit il y a moins de 100 ans. - <u>Glissement dormant</u> : Un glissement avec évidence que le mouvement le plus récent s'est produit il y a plus de 100 ans. - <u>Glissement ancien (vestige)</u> : Un glissement qui est survenu sous des conditions climatiques et géologiques qui ne sont plus présentes, telles que celles des glaciations du Pléistocène supérieur ou de l'Holocène inférieur. <p>- La cartographie des dépôts de la mer Champlain est celle produite par le ministère des Ressources naturelles, le Gouvernement du Québec, la Commission géologique de l'Ontario et la Commission géologique du Canada.</p>
Glissements [Zones intérieures (W), cartographiées comme composées par des dépôts marins de la mer Champlain]	<p>Talus supérieur à 25 pourcent (14 degrés) sans évidence de glissement, identifié lors de la revue documentaire ou observé lors de la reconnaissance terrestre et de celle par hélicoptère, sans glissement ou zone à géorisque de glissement cartographiée par d'autres, et où il existe une plaine inondable, de largeur supérieure à 15 m, entre le pied du talus et la rive de la rivière (LW).</p>	<p>Une zone à géorisque de glissement qui rencontre l'un des critères suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une zone avec évidence d'activité récente ou historique de glissement située 1) à moins de 40 m du tracé, avec une pente plus haute que 5 m, plus raide que 25 pourcent (14 degrés) et où une plaine inondable de plus de 15 m de largeur existe entre le pied du talus et la rive de la rivière; ou 2) située à moins de 40 m du tracé, avec une géométrie défavorable à des glissements futurs à l'endroit de la traversée, avec une plaine inondable de moins de 15 m de largeur, mais sans érosion observée au pied du talus (MW1). - Une zone cartographiée par une MRC comme zone à géorisque de glissement (ou une terminologie similaire), sans évidence d'activité actuelle ou passée de glissement observée lors de la revue documentaire, la reconnaissance terrestre ou celle par hélicoptère (MW2). - Une zone située à l'intérieur de la distance possible de régression d'un glissement de grande taille. La distance calculée comme étant la plus élevée des éléments suivants : 1) la longueur du plus grand glissement observé au voisinage de l'oléoduc; ou 2) une distance horizontale de 20 fois la hauteur d'un talus ayant une évidence de glissement passé (MW3). 	<p>Le tracé proposé se situe à moins de 40 m de distance d'un talus qui rencontre tous les critères suivants (HW) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des zones ayant une évidence de glissement actif ou de glissement dormant avec une géométrie défavorable à de futurs glissements; - Une plaine inondable de moins de 15 m de largeur entre le pied du talus et la rive de la rivière; et - Une érosion active observée en rive de la rivière. 	<p>- La cartographie des dépôts de la mer Champlain est celle produite par le ministère des Ressources naturelles, le Gouvernement du Québec, la Commission géologique de l'Ontario et la Commission géologique du Canada.</p> <p>- La classification des zones à géorisque modéré de glissement repose sur les directives réglementaires usuelles du Québec pour l'identification des zones à géorisque de glissement et les marges de recul qui leur sont applicables; sur l'information produite par L'Heureux et al., 2014; et sur les directives contenues dans « Understanding Natural Hazards » du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario (2001).</p>

Tableau 2 : Évaluation de phase II des géorisques, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est – Descriptions résumées des glissements de terrain et recommandations

ID	Classification des géorisques	PK approx.	Résumé	Recommandations
EE-LS-229	Modéré (MW3)	98,2*	Sur la base de la reconnaissance de terrain, EE-LS-229 est confirmé comme un glissement à géorisque modéré (MW3). Il correspond à un ancien complexe de glissement régressif, apparemment dormant, dans l'argile de la mer Champlain, sur les rives de la rivière à la Graisse. La forme d'amphithéâtre / de bol de la zone en crête du glissement se situe aussi près qu'environ 60 m du tracé. L'escarpement en crête adouci, d'angle relativement faible, avait environ 6 à 8 m de hauteur, et le corps du glissement a montré un terrain adouci, moutonné et uniforme. De grands arbres (10 à 25 m), droits poussaient sur la masse du glissement. De nombreux blocs et cailloux ont été observés dans le lit de la rivière, suggérant que la rivière puisse être en voie d'éroder les dépôts de till au niveau de la rivière. Sur la base de l'évaluation de phase I (Golder 2014), il existe également d'autres grands glissements le long de la rivière.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque modéré, décrites à la section 5.2.
EE-LS-230	Modéré (MW1)	99,0*	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-230 est confirmée comme un glissement à géorisque modéré (MW1). Le tracé traversait un ruisseau incisé dans l'argile de la mer Champlain, et la hauteur des pentes de chaque côté était d'environ 6 m. Les pentes vers le ruisseau étaient inclinées d'environ 18 à 20+ degrés. Un petit glissement relativement récent, de type rotationnel/régressif, a été observé sur le côté nord de la traversée du ruisseau, et à environ 15 à 20 m à l'est du tracé. Un pont en remblai rapporté, avec deux ponceaux, a été construit sur le ruisseau, apparemment afin de donner accès à l'équipement agricole. Le pont en remblai semblait empiéter sur le tracé, ou interférer avec lui.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque modéré, décrites à la section 5.2.
EE-LS-236	Modéré (MW2)	95,0	Le site du glissement n'a pas été visité lors de l'évaluation de phase II puisque la permission d'accéder au site n'avait pas été reçue. Par conséquent, la classification à géorisque modéré (MW2), découlant de l'évaluation de phase I (Golder 2014), est retenue. Il n'existe pas de couverture LiDAR pour cette zone. Le tracé traverse une zone cartographiée par la Communauté métropolitaine de Montréal comme à géorisque de glissement. Le tracé traverse le ruisseau de la Cabane Ronde à cet endroit. Lors de la reconnaissance par hélicoptère de l'évaluation de phase I, la traversée semblait essentiellement plane, sans évidence visible de glissements (Golder 2014).	- Réaliser une reconnaissance géomorphologique et géologique complète de phase II, spécifique au site, afin de caractériser les limites, la nature et l'âge du glissement, permettant de confirmer ou de revoir la classification du géorisque. - Appliquer les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque modéré, décrites à la section 5.2.

Tableau 2 : Évaluation de phase II des géorisques, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est – Descriptions résumées des glissements de terrain et recommandations

ID	Classification des géorisques	PK approx.	Résumé	Recommandations
EE-LS-243	Modéré (MW2)	169,85	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-243 est confirmée comme un glissement à géorisque modéré (MW2). Il n'y avait aucune évidence géomorphologique de glissement passé au site, telle qu'un écoulement rotationnel, translationnel ou régressif. La pente du glissement était cultivée (hautement modifiée); elle semblait être constituée par l'argile de la mer Champlain; elle avait environ 10 à 15 m de hauteur et un angle de pente modérée d'environ 18 degrés. Bien qu'il n'existait aucune évidence de glissement passé, la pente est cartographiée comme une zone à géorisque moyen (ZRM) par la MRC de Maskinongé, et ceci constitue la base de la classification à géorisque modéré qui lui est attribuée.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque modéré, décrites à la section 5.2.
EE-243A	Faible (LW)	170,7	La zone EE-LS-243A constitue un glissement nouvellement reconnu qui a été identifié lors de l'évaluation de phase II. Cette zone est localisée sur la rive nord-est de la rivière Maskinongé (figure 10), et a été caractérisée comme étant un large élément (~500 m de largeur x 250 m de longueur), adouci, incisé, de faible inclinaison, et en forme de coupole, situé à l'intérieur d'un champ cultivé. La géomorphologie suggère que cet élément représentait un ancien glissement régressif, maintenant dormant, dans l'argile de la mer Champlain. Le talus n'est apparemment pas cartographié comme une zone à géorisque de glissement par la MRC.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque faible, décrites à la section 5.2.
EE-LS-245	Élevé (HW)	176,4	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-245 est confirmée comme un complexe de glissement à géorisque élevé. Il y avait de nombreux petits glissements actifs et récemment actifs, de type rotationnel, régressifs, qui ont été observés le long des hautes (~10 à 15 m) rives de la Petite rivière du Loup, en amont et en aval de la traversée. L'argile de la mer Champlain a été observée sur les rives érodées au niveau de la rivière. L'érosion par la rivière était significative; plusieurs petits effondrements étaient visibles au niveau de la rivière, et il n'existait pas de plaine inondable. La zone EE-LS-245 est également cartographiée comme une zone à géorisque élevé (ZRE) par la MRC de Maskinongé.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1.
EE-LS-247	Élevé (HW)	180,8	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-247 est confirmée comme un complexe de glissement à géorisque élevé. Bien qu'aucune évidence géomorphologique de glissement passé n'ait été observée à la traversée de la rivière Chacoura, il y avait un affouillement vertical significatif dans l'argile de la mer Champlain, exposée au niveau de la rivière, et de nombreux effondrements peu profonds dans la rivière.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1.

Tableau 2 : Évaluation de phase II des géorisques, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est – Descriptions résumées des glissements de terrain et recommandations

ID	Classification des géorisques	PK approx.	Résumé	Recommandations
			Lors de l'évaluation de phase I, de nombreux glissements de grande taille ont été identifiés en amont de la traversée. Les pentes menant à la rivière sont également cartographiées comme une zone de géorisque élevé (ZRE) par la MRC de Maskinongé. Par conséquent, l'emplacement était considéré susceptible de subir de futurs, grands glissements régressifs.	
EE-LS-248	Élevé (HW)	182,9	<p>Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-248 est confirmée comme un complexe de glissement à géorisque élevé. À la traversée de la rive sud-ouest de la rivière du Loup, un escarpement en crête de 5 à 6 m de hauteur a été cartographié, traversant le tracé en crête de la pente. La morphologie du glissement et sa végétation suggèrent qu'il peut être âgé entre 20 et 50 ans. Les talus vers la rivière étaient raides et un affouillement vertical modéré a été observé à la rivière. Des pentes raides similaires ont été observées à environ 400 m à l'ouest de la traversée, là où le tracé est parallèle à un talus de 10 m de hauteur et à moins d'environ 70 m de celui-ci.</p> <p>L'évaluation de phase I (Golder 2014) a identifié de nombreux petits glissements rotationnels le long de la rivière du Loup, et plusieurs semblaient avoir été actifs au cours de la dernière année. Le côté nord-est de la traversée de la rivière est également cartographié comme une zone à géorisque élevé (ZRE) par la MRC de Maskinongé.</p>	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1.
EE-248A	Élevé (HW)	181,85	La zone EE-LS-248A correspond à un glissement nouvellement reconnu qui a été identifié lors de l'évaluation de phase II. Cette zone est située là où le tracé traverse la route de Louiseville Saint-Paulin et où il croise les rives d'un petit ruisseau. La zone a été observée comme un petit glissement rotationnel actif situé sur le côté est de la traversée du ruisseau. Les pentes locales le long du ruisseau étaient raides et d'environ 6 à 8 m de hauteur.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1.
EE-LS-249	Élevé (HW)	189,85	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-249 est reclassifiée comme un complexe de glissement à géorisque élevé plutôt qu'à géorisque modéré, comme défini précédemment. Un affouillement vertical significatif a été observé à la base des talus de 7 à 8 m de hauteur à la traversée de la Petite rivière Yamachiche. Les pentes étaient constituées d'une épaisse couche de sable recouvrant l'argile de la mer Champlain, laquelle était exposée au niveau de la rivière. Bien qu'aucune morphologie de grand glissement régressif n'ait été observée, de petits (~15 à 20 m x 10 à 15 m) glissements, peu profonds, actifs à récemment actifs et de type	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1

Tableau 2 : Évaluation de phase II des géorisques, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est – Descriptions résumées des glissements de terrain et recommandations

ID	Classification des géorisques	PK approx.	Résumé	Recommandations
			rotationnel, étaient visibles à proximité du niveau de la rivière, en amont et en aval de la traversée. Les petits glissements récemment actifs présentaient une topographie moutonnée, des escarpements adoucis et des arbres penchés de 25 m de hauteur. Les rives de la rivière à la traversée sont également cartographiées comme une zone à géorisque élevé (ZRE) par la MRC de Maskinongé (Golder 2014).	
EE-LS-250	Élevé (HW)	191,33	<p>Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-250 est reclassifiée comme un complexe de glissement à géorisque élevé, plutôt qu'à géorisque modéré, comme défini précédemment. Les rives à la traversée de la rivière Yamachiche étaient de 7 à 8 m de hauteur et étaient composés de dépôts de sable gris (vraisemblablement de la mer Champlain). Aucune argile n'a été observée au niveau de la rivière, et aucune caractéristique de grand glissement régressif n'a été observée. De petits glissements, peu profonds, actifs à récemment actifs et de type rotationnel, ont été observés en amont et en aval de la traversée.</p> <p>La rive sud-ouest du cours d'eau est cartographiée comme une zone à géorisque élevé (ZRE) par la MRC de Maskinongé (Golder 2014).</p>	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1.
EE-LS-251	Faible (LW)	195,2	<p>Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-251 est reclassifiée comme un complexe de glissement à géorisque faible. Le tracé croise un petit ruisseau sans nom doté de pentes de faiblement inclinées à raides, lesquelles reposent sur des dépôts sableux (figure 13). La pente sud, de faible inclinaison, était séparée du ruisseau par une plaine inondable de plus de 30 m de largeur, alors que le pied des pentes raides, de 8 à 10 m de hauteur, situées au nord était adjacent à une plaine inondable étroite. Il n'existait aucune évidence géomorphologique de glissements sur les pentes sud ou nord.</p> <p>Une petite portion de la rive sud est définie comme une zone à géorisque de glissement dans la cartographie du zonage de la ville de Trois-Rivières (Golder 2014).</p>	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque faible, décrites à la section 5.2.
EE-LS-252	Faible (LW)	196,15	<p>Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-252 est reclassifiée à géorisque faible de glissement. La traversée d'un ruisseau sans nom à la zone EE-LS-252 était située à proximité de deux sablières (figure 13). Celle la plus rapprochée du tracé faisait état de grandes expositions de dépôts sableux à litage horizontal et interlités, sur de fortes hauteurs. Les pentes à la traversée étaient raides et d'environ 12 à 15 m de hauteur, reposant sur des dépôts sableux. Aucun</p>	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque faible, décrites à la section 5.2.

Tableau 2 : Évaluation de phase II des géorisques, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est – Descriptions résumées des glissements de terrain et recommandations

ID	Classification des géorisques	PK approx.	Résumé	Recommandations
			glissement n'a été observé sur les talus et leur pied bordait une large plaine inondable où le ruisseau était centré. Les rives du ruisseau sont définies comme une zone à géorisque de glissement dans la cartographie du zonage de la ville de Trois-Rivières (Golder 2014).	
EE-LS-260	Modéré (MW1)	220,25	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-260 est confirmée comme un complexe de glissement à géorisque modéré (M1). Le tracé croise un tributaire sans nom de la rivière Champlain, doté de pentes faiblement inclinées (environ 10 à 15 degrés), de l'ordre de 5 à 6 m de hauteur, sur ses côtés est et ouest. La plaine inondable du côté ouest était d'environ 20 m de largeur, et de 4 à 5 m environ du côté est. Les pentes semblaient être composées d'argile de la mer Champlain. Il n'y avait aucune évidence géomorphologique de glissement passé à la traversée, mais un glissement récent, apparemment de type rotationnel, a été observé sur la rive est, à environ 100 m en aval de la traversée.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque modéré, décrites à la section 5.2.
EE-LS-261	Faible (LO)	226,45	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-261 est reclassifiée comme un glissement à géorisque faible. La large (~250 à 300 m) traversée d'un tributaire sans nom de la rivière Champlain (figure 14) présentait des pentes relativement peu inclinées sur ses flancs est et ouest, avec des pentes plus raides (~45 degrés) associées à un petit élément, semblable à un plateau, au milieu de la traversée (photographies A-11 et A-12 de l'annexe A). Les pentes semblaient être composées de dépôts sableux et du sable a été observé en fond de ruisseau. Bien que les pentes le long du plateau étaient raides, aucune morphologie évidente de glissement n'y a été observée.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque faible, décrites à la section 5.2.
EE-LS-265	Élevé (HW)	244,0	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-265 est confirmée comme un très grand complexe de glissement à géorisque élevé sur les rives de la rivière Champlain. Le complexe de glissement contenait de nombreux grands glissements récents et plus âgés, de type rotationnel et régressif, à l'intérieur de ses limites. Ils étaient dotés de pentes raides dont la crête culminait entre 25 à 30 m au-dessus de la rivière. Un recouvrement de sable relativement mince semblait être sous-jacent à la crête de l'arête, avec l'argile de la mer Champlain présente dans les pentes jusqu'à la rivière. De tels glissements de grande taille étaient particulièrement évidents là où le tracé entrait dans le complexe du côté ouest. Pour au moins 300 m de la limite ouest du glissement, le tracé croisait la zone en crête et le corps principal d'un grand glissement rotationnel et d'écoulement, présentant un moutonnement linéaire et proéminent indiquant que le glissement avait bougé en direction nord et de	- En raison de la nature complexe de ce site et de sa sévérité, nous recommanderions de réaliser une reconnaissance géologique de phase III, spécifique au site, avant que les recommandations de conception ne soient fournies. L'évaluation de phase III inclurait vraisemblablement des forages géotechniques, une reconnaissance géomorphologique, géologique et géotechnique détaillée, et un relevé

Tableau 2 : Évaluation de phase II des géorisques, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est – Descriptions résumées des glissements de terrain et recommandations

ID	Classification des géorisques	PK approx.	Résumé	Recommandations
			façon transversale au tracé. Au niveau de la rivière, il y avait évidence de glissements rotationnels actifs et préhistoriques, et la rivière érodait verticalement et de façon significative les pentes raides. Une ligne de crête étroite, d'environ 250 m de longueur, séparait ce glissement nord, faisant partie du complexe de glissement, d'un élément de glissement similaire, situé au sud. De petits glissements actifs, de type rotationnel et translationnel, ont été observés sur les rives de la rivière à la traversée et à proximité de celle-ci. Cette traversée est également cartographiée comme une zone de glissement par la MRC des Chenaux (Golder 2014).	topographique détaillé de la zone du complexe de glissement afin d'étayer les analyses de stabilité de talus et les recommandations touchant la conception des mesures d'atténuation.
EE-LS-266	Élevé (HW)	249,86	Le complexe de glissement EE-LS-266 incluait les deux côtés (sud et nord) de la traversée sur la rivière Batiscan. Sur la base de l'évaluation de phase II, le côté sud est confirmé comme un complexe de glissement à géorisque élevé, alors que le côté nord du complexe de glissement est enlevé de la base de données puisqu'il ne s'agissait pas d'un glissement. Par conséquent, la zone EE-LS-266 réfère uniquement au côté sud de la traversée de la rivière. Au talus sud de la traversée EE-LS-266, nous avons observé l'évidence géomorphologique d'éléments plus anciens d'un glissement rotationnel lequel était raide (~45 degrés) et possédait une hauteur d'environ 12 à 17 m. Le talus semblait être composé d'argile de la mer Champlain, sous un recouvrement de sable. Il n'y avait aucune plaine inondable le long de la rivière et celle-ci semblait causer une érosion faible à modérée au pied de la pente. Les rives de la rivière à cette traversée sont également cartographiées comme une zone de glissement par la MRC des Chenaux (Golder 2014).	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1.
EE-LS-267	Élevé (HW)	250,6	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-267 a été reclassifiée comme un complexe de glissement à géorisque élevé. Les rives d'un tributaire sans nom de la rivière Batiscan, au point de traversée, ont fait état de nombreux glissements, relativement peu profonds, de type rotationnel, du côté nord-ouest de la traversée. Cette pente était d'environ 6 à 8 m de hauteur, alors que celle du côté sud-est était plus basse, soit d'environ 4 à 5 m. Aucun glissement n'a été observé sur le côté sud-est de la traversée. Une couche de sable d'environ 2 m d'épaisseur recouvrait l'argile de la mer Champlain, et celle-ci était en voie d'être érodée de façon significative par le ruisseau, qui ne possédait aucune plaine inondable.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1.

Tableau 2 : Évaluation de phase II des géorisques, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est – Descriptions résumées des glissements de terrain et recommandations

ID	Classification des géorisques	PK approx.	Résumé	Recommandations
EE-LS-268	Élevé (HW)	259,0	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-268 est confirmée comme un complexe de glissement à géorisque élevé, situé du côté sud de la traversée de la rivière Sainte-Anne. De nombreux escarpements en crête arqués, actifs à récemment actifs, ont été observés le long de la crête de la pente de 15 à 20 m de hauteur donnant sur la rivière. Un de ces escarpements en crête a été observé à la croisée du tracé. Il avait environ 30 m de longueur, était vertical et d'environ 5 à 6 m de hauteur. Cet escarpement en crête se joignait à d'autres escarpements du même type, actifs à récemment actifs, situés à l'ouest et à l'est du tracé. Le pied du glissement à la rivière était sur-raidi, et l'argile litée ou varvée de la mer Champlain était exposée au pied de la pente.	- En raison de la nature complexe de ce site et de sa sévérité, nous recommanderions de réaliser une reconnaissance géologique de phase III, spécifique au site, avant que les recommandations de conception ne soient fournies. L'évaluation de phase III inclurait vraisemblablement des forages géotechniques, une reconnaissance géomorphologique, géologique et géotechnique détaillée, et un relevé topographique détaillé de la zone du complexe de glissement afin d'étayer les analyses de stabilité de talus et les recommandations touchant la conception des mesures d'atténuation.
EE-LS-272	Faible (LO)	289,75	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-272, au point de traversée du tracé de la rivière Portneuf (figure 15), a été reclassifiée comme un glissement à géorisque faible. Le côté ouest de la traversée avait des talus bas, associés à une terrasse fluviale surélevée. Le talus du côté est de la traversée était d'environ 10 à 15 m de hauteur et possédait un angle de talus d'environ 27 degrés. Celui-ci était séparé de la rivière par une plaine inondable d'environ 20 m de largeur. Selon l'exposition d'un talus à pente raide et qui s'effrite, situé à environ 70 m en aval de la traversée (photographie A-20 de l'annexe A), la pente est était constituée de till avec de nombreux blocs et cailloux.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque faible, décrites à la section 5.2.
EE-LS-278	Faible (LW)	333,3	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-278 a été reclassifiée comme un glissement à géorisque faible. Cela s'applique à l'emplacement de la nouvelle traversée révisée de la rivière Aulneuse, située environ à 100 m au sud-ouest de la traversée actuelle, montrée par le tracé du segment 1 du Québec, rév. K à la figure 16. Il y avait des pentes raides (~27+ degrés), de 20 à 30 m de hauteur le long du nouveau tracé, du côté ouest de la traversée, avec de grands conifères droits qui y poussent (photographie A-21 de l'annexe A). Des blocs et des cailloux étaient	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque faible, décrites à la section 5.2.

Tableau 2 : Évaluation de phase II des géorisques, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est – Descriptions résumées des glissements de terrain et recommandations

ID	Classification des géorisques	PK approx.	Résumé	Recommandations
			exposés dans le lit de la rivière et des effondrements peu profonds présents le long de la rivière suggèrent que les pentes étaient constituées de till. La plaine inondable de la rivière avait plus de 20 m de largeur à la nouvelle traversée et aucun glissement profond n'a été observé sur les talus ouest et est.	
EE-LS-284	Élevé (HW)	2,64** (embranchement 2)	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-284 est confirmée être un complexe de glissement de grande taille et à géorisque élevé. Les talus des côtés nord et sud de la traversée faisaient état de nombreux glissements plus âgés, actifs et récemment actifs, de type régressif, présents à la fois en amont et en aval de la traversée. Le tracé traverse deux glissements, relativement petits et plus âgés, de type régressif, et un petit glissement, peu profond, actif et translationnel, du côté nord de la traversée. Des sédiments argileux de la mer Champlain ont été observés dans le ruisseau et sur les talus.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1.
EE-LS-287	Élevé (HW)	5,55** (embranchement 2)	Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-287 est confirmée comme un complexe de glissement de grande taille et à géorisque élevé. Un complexe de glissement traverse un tributaire de la rivière Etchemin. Ce complexe a montré une évidence géomorphologique de glissements régressifs de grande taille et de glissements locaux, plus petits, de type rotationnel, qui lui sont associés. Un terrain moutonné et adouci était prévalent, et une incision à même les dépôts du glissement et l'escarpement en crête suggéraient que le mouvement principal du glissement régressif pouvait s'être produit il y a plus de 1000 ans, alors que les glissements rotationnels locaux pouvaient avoir quelques centaines d'années.	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1.
EE-LS-288NW	Faible (LO)	6,3** (embranchement 2)	La zone de glissement EE-LS-288NW est située du côté nord-ouest de la traversée de la rivière Etchemin (figure 8). Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-288NW est reclassifiée comme un complexe de glissement à géorisque faible. L'assise rocheuse était exposée sur les pentes raides du côté nord-ouest de la traversée de la rivière Etchemin (EE-LS-288NW) et aucune morphologie de glissement profond n'a été observée (photographie A-28 de l'annexe A).	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque faible, décrites à la section 5.2.
EE-LS-288SE	Élevé (HW)	6,15** (embranchement 2)	La zone de glissement EE-LS-288SE est située du côté sud-est de la traversée de la rivière Etchemin. Sur la base de l'évaluation de phase II, cette zone est confirmée être un complexe de glissement à géorisque élevé. Elle était caractérisée par un glissement, plus âgé, de type rotationnel et de grande taille, avec un terrain moutonné et adouci, observé à l'endroit du tracé. Ce glissement possédait un	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque élevé, décrites à la section 5.1.

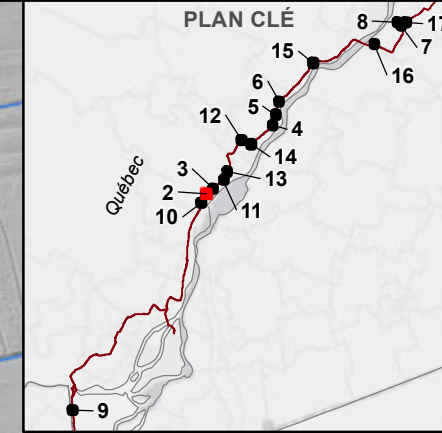
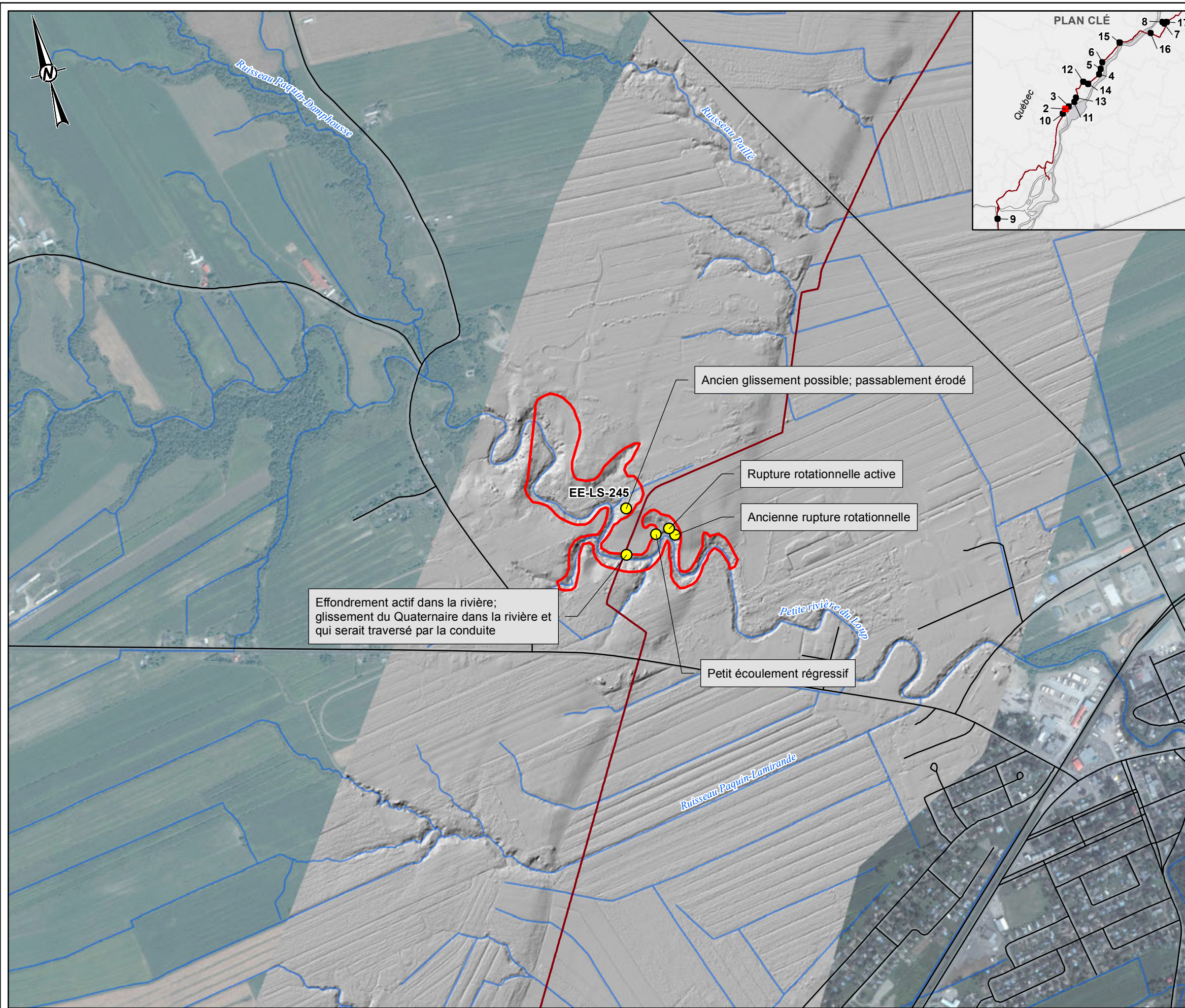
Tableau 2 : Évaluation de phase II des géorisques, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est – Descriptions résumées des glissements de terrain et recommandations

ID	Classification des géorisques	PK approx.	Résumé	Recommandations
			<p>escarpement en crête de 15 à 20 m de hauteur. Une plaine inondable de 40 à 50 m de largeur était présente au pied du complexe de glissement, dans l'axe de la traversée.</p> <p>La rive sud-est de la rivière est cartographiée comme une zone à géorisque élevé de glissement par la Ville de Lévis (Golder, 2014).</p>	
EE-LS-291	Faible (LO)	365,75	<p>Dans le cas de la zone de glissement EE-LS-291, nous avons examiné les talus le long du côté nord de la rivière Etchemin à deux emplacements distincts, comme lieux proposés de traversée. Selon ce qui nous a été mentionné au site par l'agent des terres, le premier emplacement correspondait au tracé original, et le second était un nouvel emplacement, situé à environ 250 m vers l'est et identifié comme une traversée proposée pour un forage directionnel horizontal (figure 17).</p> <p>Sur la base de l'évaluation de phase II, la zone EE-LS-291 a été reclassifiée être un glissement à géorisque faible, à la fois pour l'emplacement original de la traversée et pour l'emplacement du forage directionnel horizontal. L'assise rocheuse était exposée au niveau de la rivière et dans son lit aux deux emplacements, et aucune morphologie de glissement n'a été observée, ni sur les talus nord plus raides, ni sur les talus moins élevés et peu profonds des pentes sud (photographies A-29 et A-30 de l'annexe A).</p>	- Mettre en œuvre les recommandations générales relatives aux glissements à géorisque faible, décrites à la section 5.2.

Notes : * Fait référence au tracé de la ligne centrale de l'Ontario rév. F de TransCanada; les autres PK (points kilométriques) de la ligne centrale sont ceux du segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K, et rév. J.

** Le terme « embranchement 2 » correspondait à une définition introduite par Golder (2014) et qui a été ajoutée au nom original afin de rendre les PK uniques. Le nom original attribué par TransCanada était simplement « Segment 1 de la ligne centrale du Québec, rév. K ».

FIGURES



- LÉGENDE**
- Points et notes recueillis au GPS
 - Lignes et notes GPS recueillies au GPS
 - Tracé de l'oléoduc Énergie Est
 - Ruisseau/ri vière
 - Route
- Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)**
- HW
 - MW3
 - MW2
 - MW1
 - LW
 - LO

RÉFÉRENCE(S)

1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITAL GLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGRIID, IGN, IGP, SWISS TOPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
6. JDBARNES: LIDAR, 2013
7. ESRI: ROUTES, 2007
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

CLIENT
TRANSCANADA

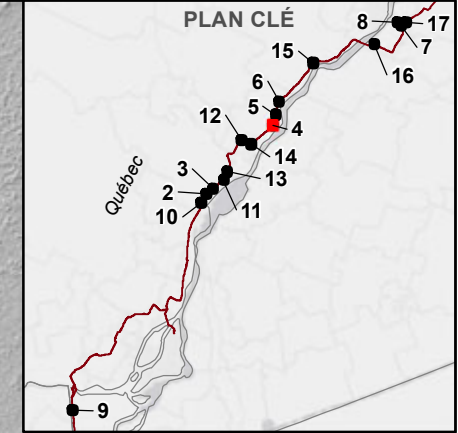
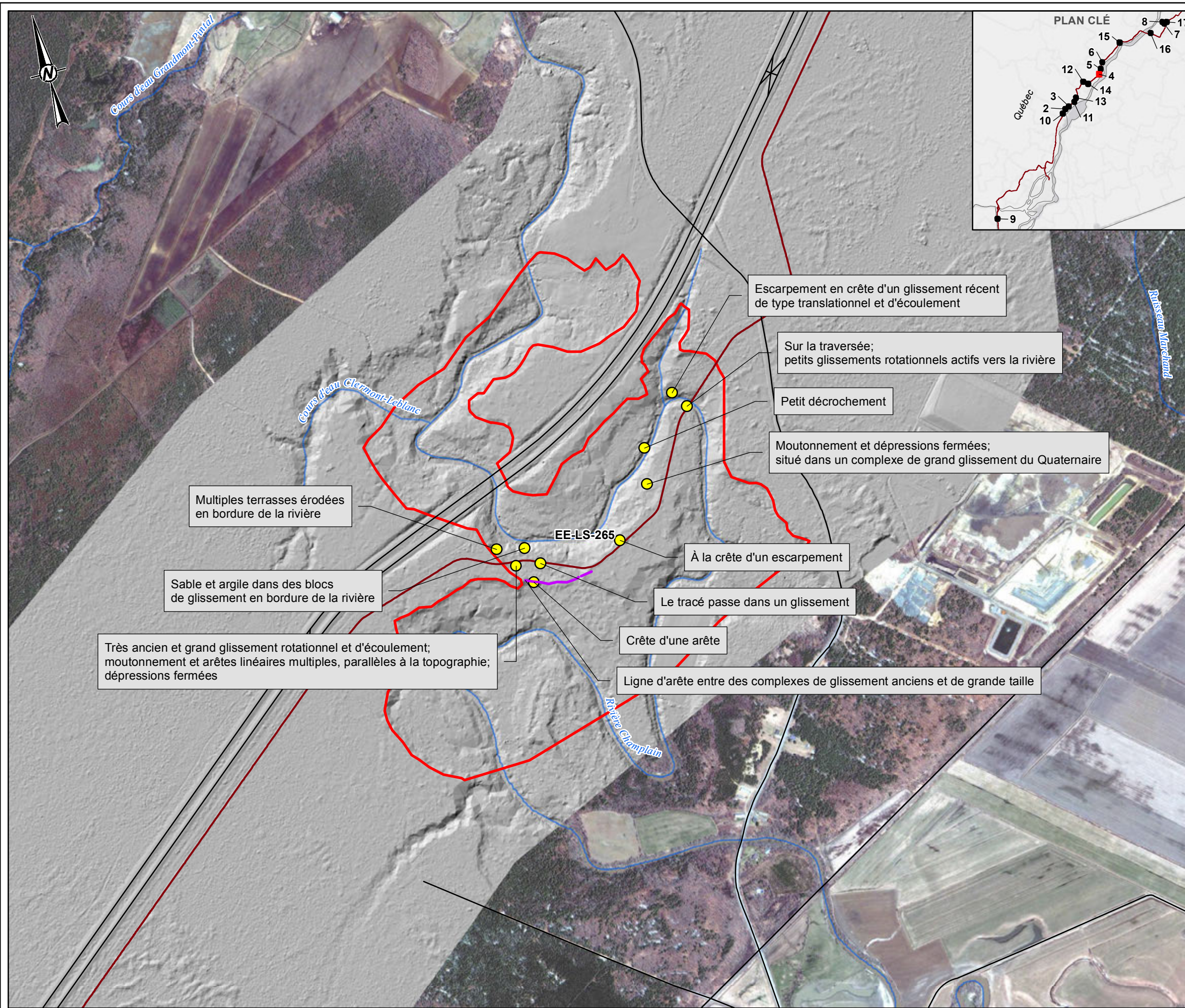
PROJET
**OLÉODUC ÉNERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE)
ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES**

TITRE
GLISSEMENT EE-LS-245

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
	PROJETÉ	TH
	SIG	BJV
	RÉVISÉ	BT
	APPROUVÉ	DW

PATH: S:\Chemins\TransCanada\Keynotes_Energie\09_PROJ\1400899\05_PRODUCTION\PHASE II - FRENCH\Aerial\0000000000_0000_F2_17_Rev0_LandUse\LocalisationMap_FR.mxd

SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VAILLE DE LA FEUILLE N'EST PAS INCORPORÉE.



LÉGENDE

- Points et notes recueillis au GPS
- Lignes et notes GPS recueillies au GPS
- Tracé de l'oléoduc Énergie Est
- Ruisseau/ri vière
- Route

Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)

- HW
- MW3
- MW2
- MW1
- LW
- LO

RÉFÉRENCE(S)

1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITAL GLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGRIID, IGN, IGP, SWISS TOPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
6. JDBARNES: LIDAR, 2013
7. ESRI: ROUTES, 2007
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

CLIENT
TRANSCANADA

PROJET
**OLÉODUC ENERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE)
ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES**

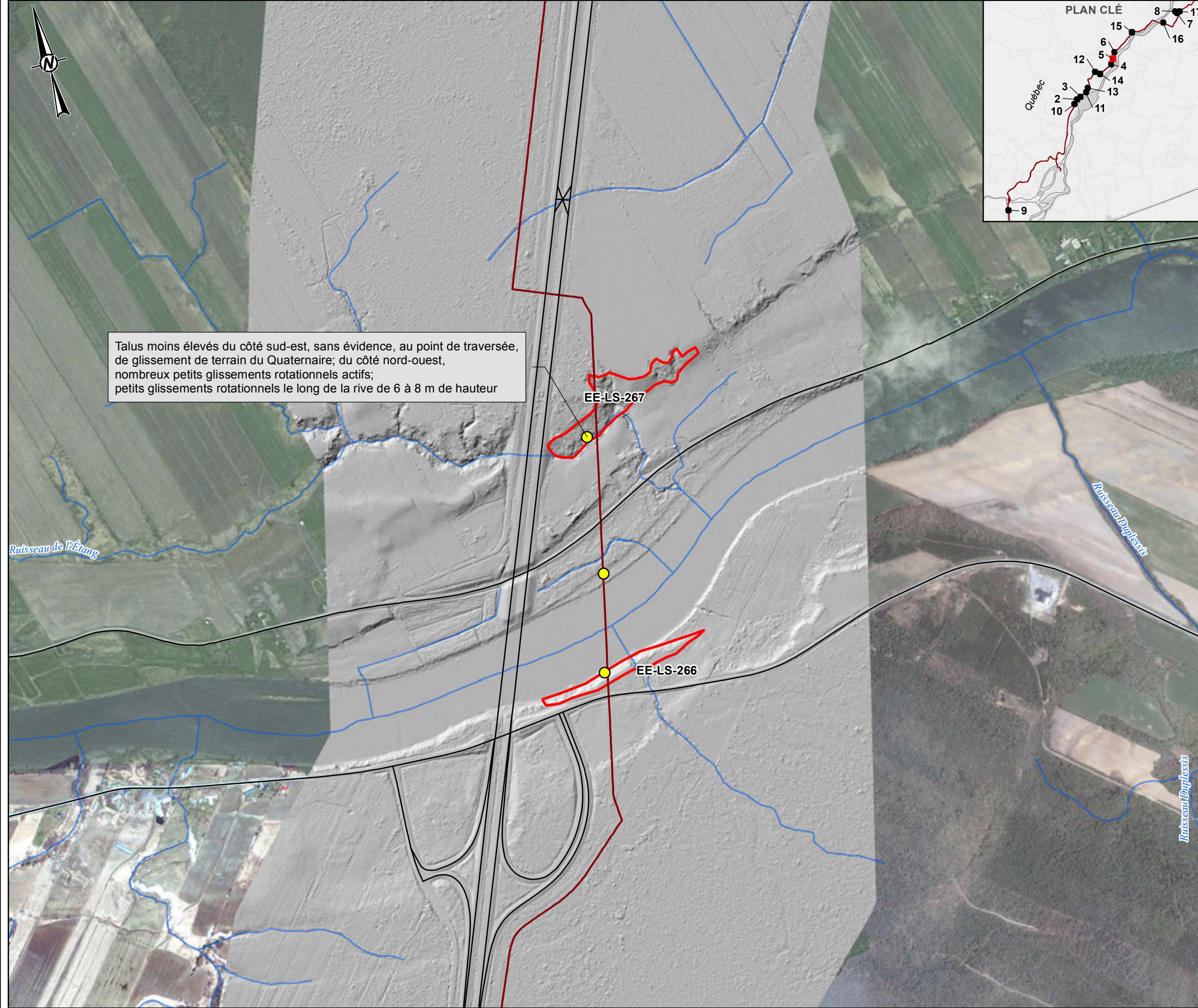
TITRE
GLISSEMENT EE-LS-265

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
	PROJETÉ	TH
	SIG	BJV
	RÉVISÉ	BT
	APPROUVÉ	DW

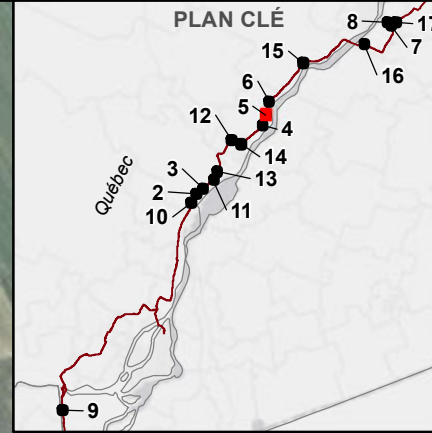
N° DE PROJET 1400899	CONTRÔLE 3000	RÉV. 0	FIGURE 4
-------------------------	------------------	-----------	--------------------

PATH: S:\Clients\TransCanada\Keystone_Energie\proj_092_PROD\1400899_05_PROD\PRODUCTION\PHASE II - RECHERCHE et analyse_hazard\1400899_3000_F2_17_Rev0_LandUtilizationLocalisationMap_FR.mxd

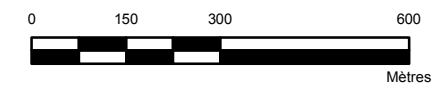
SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VAILLE DE LA FEUILLE NE VE INCOPIRÉE DE:



Talus moins élevés du côté sud-est, sans évidence, au point de traversée, de glissement de terrain du Quaternaire; du côté nord-ouest, nombreux petits glissements rotationnels actifs; petits glissements rotationnels le long de la rive de 6 à 8 m de hauteur



- LÉGENDE**
- Points et notes recueillis au GPS
 - Lignes et notes GPS recueillies au GPS
 - Tracé de l'oléoduc Énergie Est
 - Ruisseau/rivière
 - Route
- Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)**
- HW
 - MW3
 - MW2
 - MW1
 - LW
 - LO



- RÉFÉRENCE(S)**
1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITAL GLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGRID, IGN, IGP, SWISSTOPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
 2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
 3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
 4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
 5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
 6. JDBARNES: LIDAR, 2013
 7. ESRI: ROUTES, 2007
 8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

CLIENT
TRANSCANADA

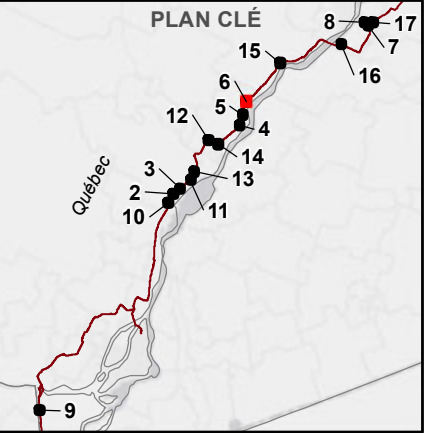
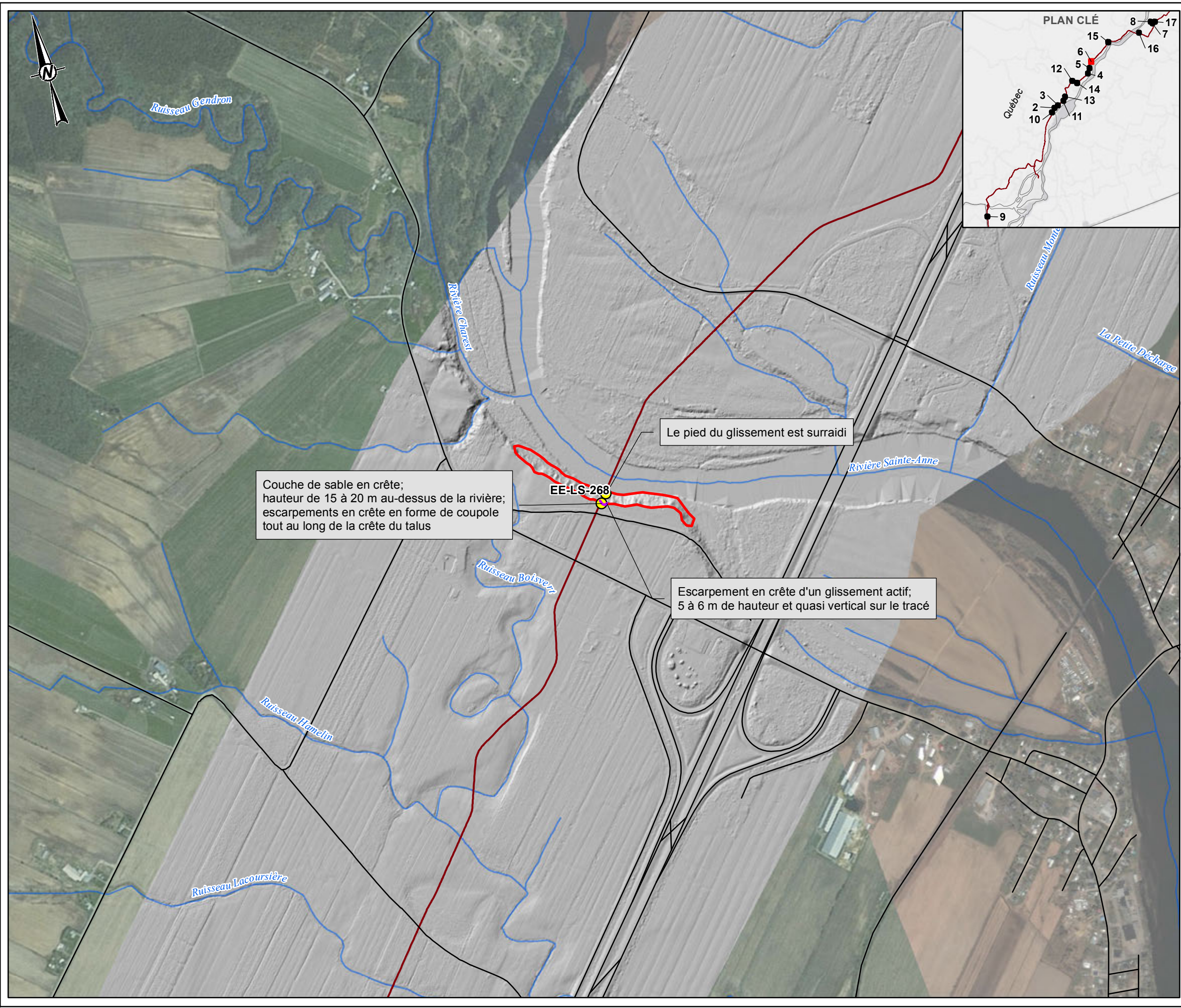
PROJET
**OLÉODUC ENERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE)
ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES**

TITRE
GLISSEMENTS EE-LS-266 ET EE-LS-267

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
	PROJETÉ	TH
	SIG	BJV
	RÉVISÉ	BT
	APPROUVÉ	DW

PATH: S:\Chemins\TransCanada\Keystone_Energie\proj_001\1400899\05_PRODUCTION\PHASE II - FRENCH\Aerial\1400899_3000_F2_17_Rev0_LandslideHazardsLocationMap_FR.mxd

SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VAILLE DE LA FEUILLE N'EST PAS INCORPORÉE.



LÉGENDE

- Points et notes recueillis au GPS
- Lignes et notes GPS recueillies au GPS
- Tracé de l'oléoduc Énergie Est
- Ruisseau/rivière
- Route

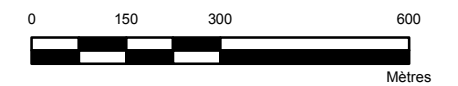
Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)

- HW
- MW3
- MW2
- MW1
- LW
- LO

Couche de sable en crête; hauteur de 15 à 20 m au-dessus de la rivière; escarpements en crête en forme de coupole tout au long de la crête du talus

Le pied du glissement est surraidi

Escarpement en crête d'un glissement actif; 5 à 6 m de hauteur et quasi vertical sur le tracé



RÉFÉRENCE(S)

1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITAL GLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGRIID, IGN, IGP, SWISS TOPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
6. JDBARNES: LIDAR, 2013
7. ESRI: ROUTES, 2007
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

CLIENT
TRANSCANADA

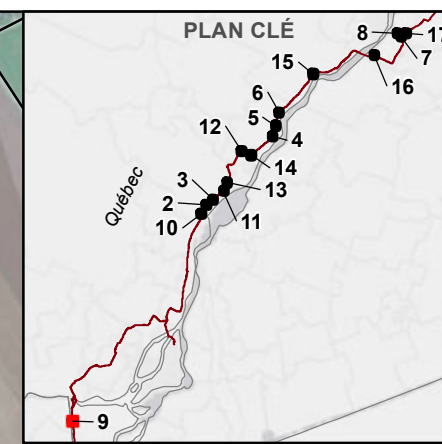
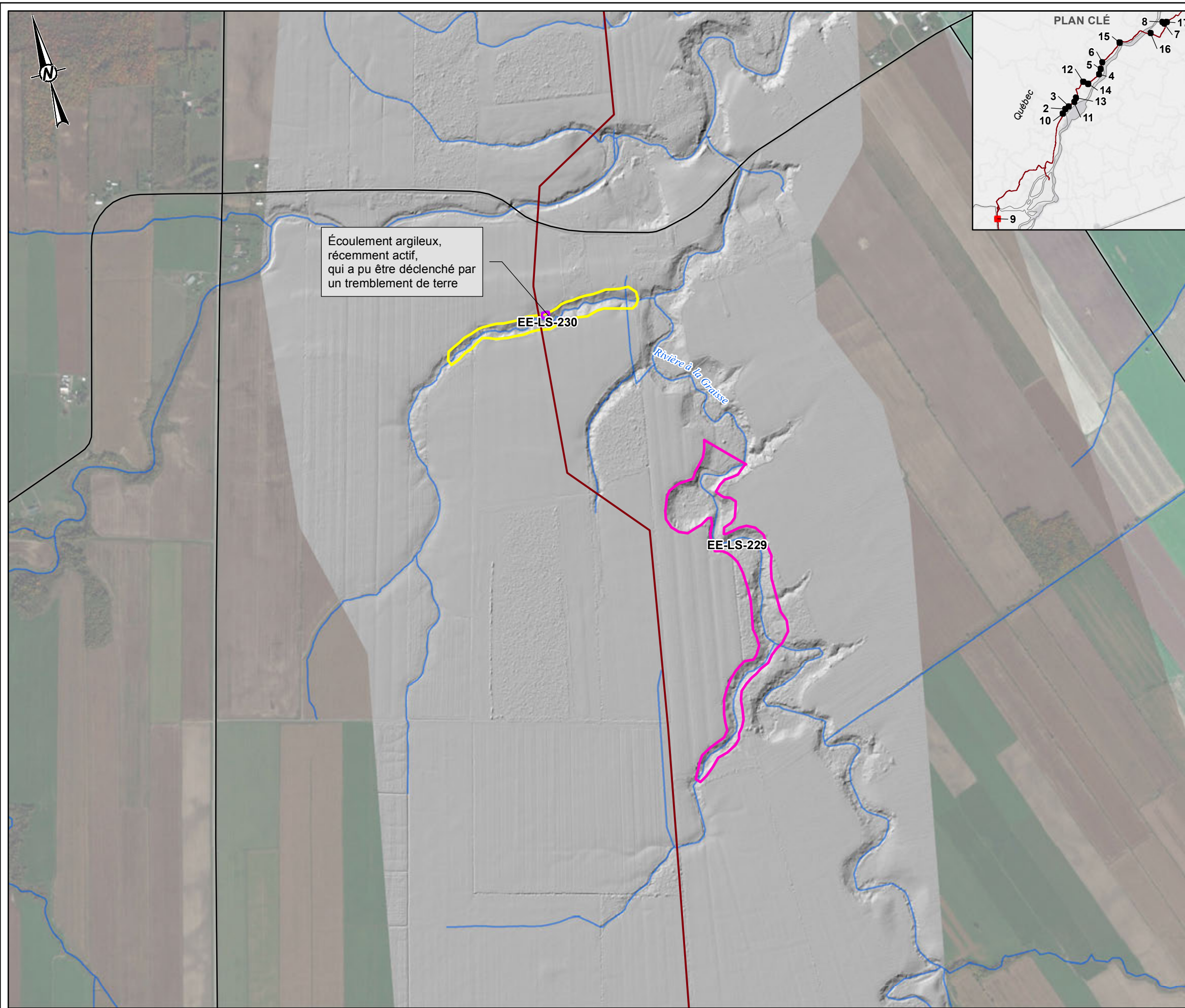
PROJET
**OLÉODUC ENERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE)
ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES**

TITRE
GLISSEMENT EE-LS-268

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
	PROJETÉ	TH
	SIG	BJV
	RÉVISÉ	BT
	APPROUVÉ	DW

P:\14\1400899\05_Productions\Phase II - Recherche\analyse_hazard\1400899_3000_F2_17_Rev0_LandUtilizationLocalitiesMap_FR.mxd

14 - SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VALLÉE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE DE:



- LÉGENDE**
- Points et notes recueillis au GPS
 - Lignes et notes GPS recueillies au GPS
 - Tracé de l'oléoduc Énergie Est
 - Ruisseau/rivière
 - Route
- Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)**
- HW
 - MW3
 - MW2
 - MW1
 - LW
 - LO

Écoulement argileux, récemment actif, qui a pu être déclenché par un tremblement de terre

EE-LS-230

Rivière à la Grasse

EE-LS-229

0 150 300 600
Mètres

RÉFÉRENCE(S)

1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITALGLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGRID, IGN, IGP, SWISSTOPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
6. JDBARNES: LIDAR, 2013
7. ESRI: ROUTES, 2007
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

CLIENT
TRANSCANADA

PROJET
**OLÉODUC ENERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE)
ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES**

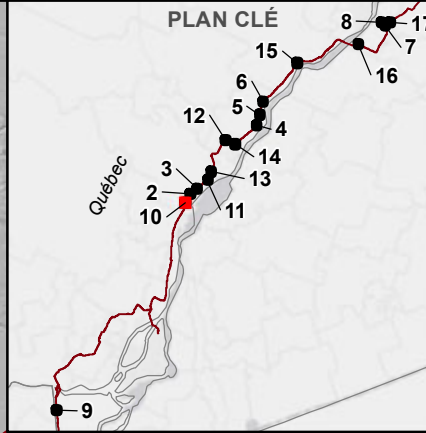
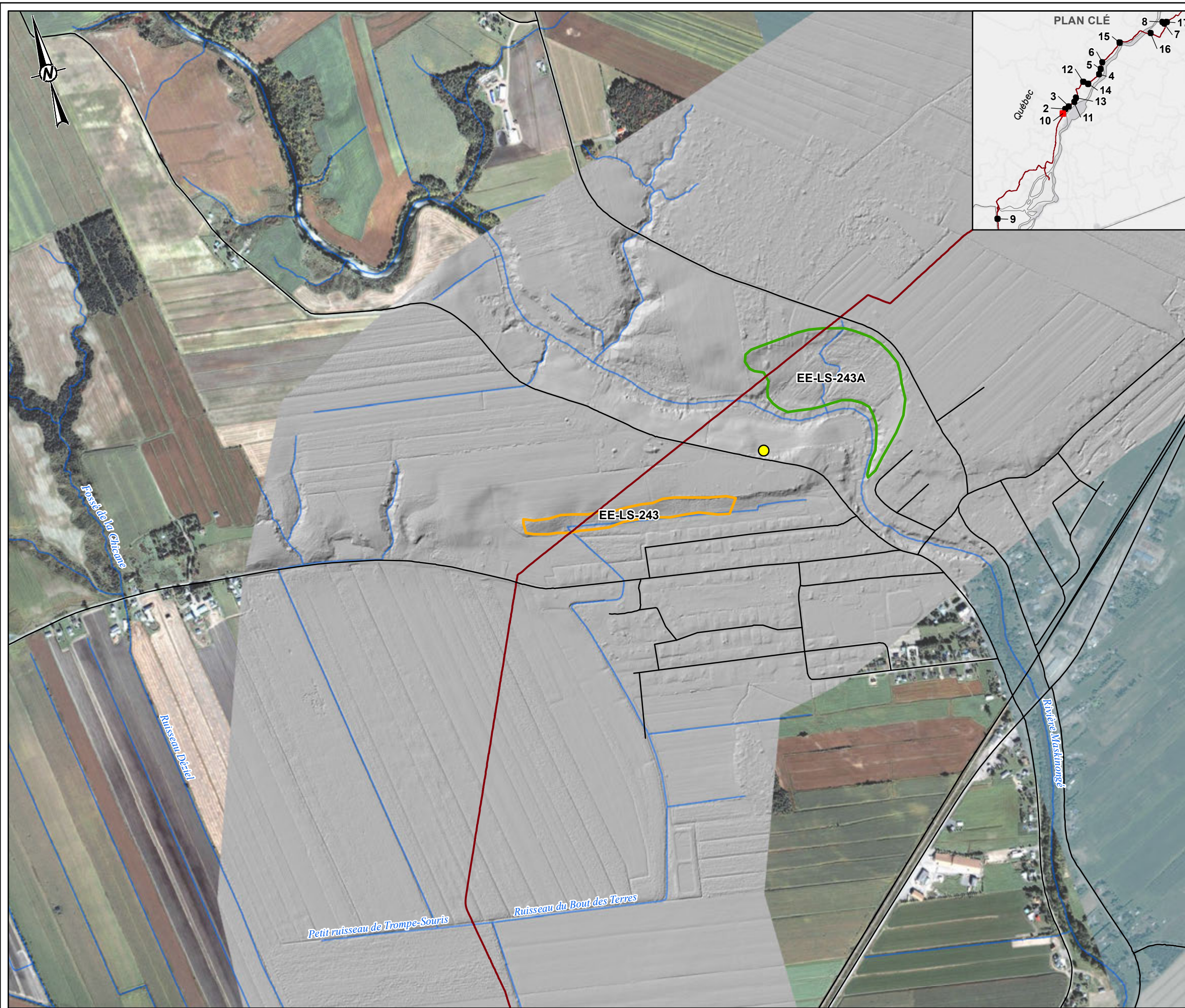
TITRE
GLISSEMENTS EE-LS-229 ET EE-LS-230

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
	PROJETÉ	TH
	SIG	BJV
	RÉVISÉ	BT
	APPROUVÉ	DW

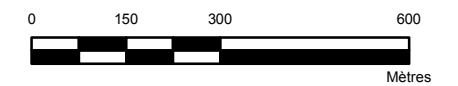
N° DE PROJET 1400899	CONTRÔLE 3000	RÉV. 0	FIGURE 9
-------------------------	------------------	-----------	--------------------

P:\1400899\1400899_05_Production\Phase II - Recherche\analyse_hazard\1400899_3000_F2_17_Rev0_LandUtilizationLocalitiesMap_FR.mxd

1400899 - SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE DE:



- LÉGENDE**
- Points et notes recueillis au GPS
 - Lignes et notes GPS recueillies au GPS
 - Tracé de l'oléoduc Énergie Est
 - Ruisseau/rivière
 - Route
- Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)**
- HW
 - MW3
 - MW2
 - MW1
 - LW
 - LO



RÉFÉRENCE(S)

1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITAL GLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGRIID, IGN, IGP, SWISSTOPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
6. JDBARNES: LIDAR, 2013
7. ESRI: ROUTES, 2007
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

CLIENT
TRANSCANADA

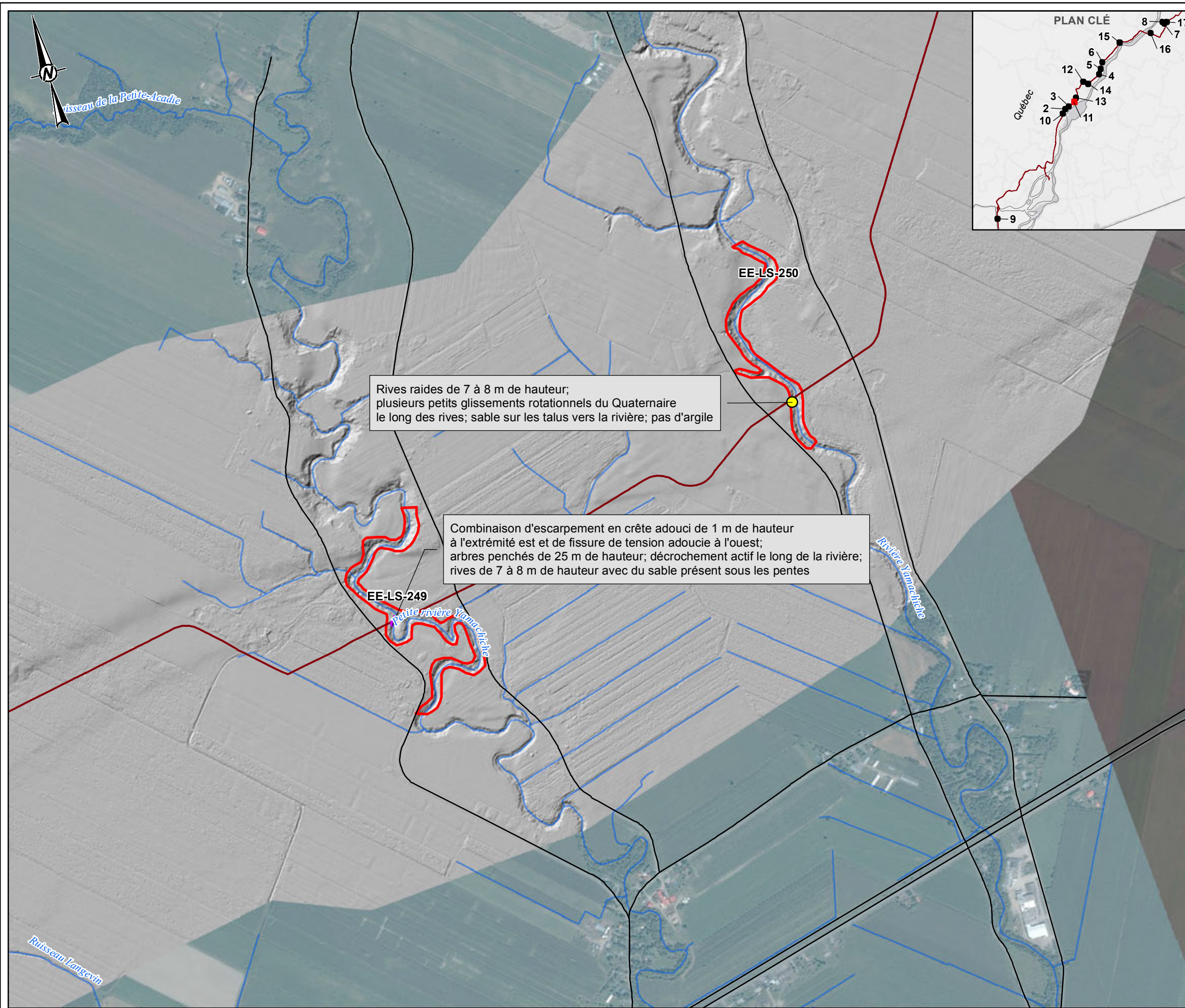
PROJET
**OLÉODUC ENERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE)
ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES**

TITRE
GLISSEMENTS EE-LS-243 ET EE-LS-243A

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
PROJETÉ	TH	
SIG	BJV	
RÉVISÉ	BT	
APPROUVÉ	DW	

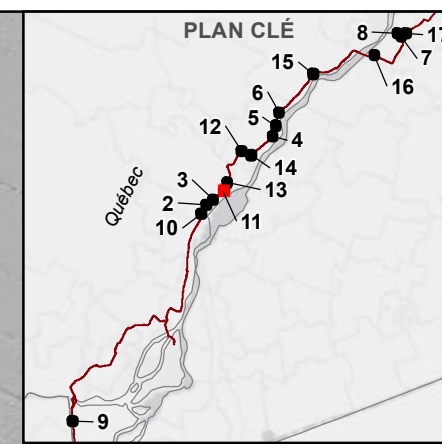
PATH: S:\Clients\TransCanada\Keystone_Energie\proj_09\PROJ1400899\05_PROD\PRODUCTION\PHASE II\FR\FR_NCHL_antiéclab_hazard\1500899_3000_F2_17_Rev0_LandUtilization\LocalMap_FR.mxd

SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VAILLE DE LA FEUILLE NE VE INCOPIÉE DE:



Rives raides de 7 à 8 m de hauteur; plusieurs petits glissements rotationnels du Quaternaire le long des rives; sable sur les talus vers la rivière; pas d'argile

Combinaison d'escarpement en crête adouci de 1 m de hauteur à l'extrémité est et de fissure de tension adouci à l'ouest; arbres penchés de 25 m de hauteur; décrochement actif le long de la rivière; rives de 7 à 8 m de hauteur avec du sable présent sous les pentes

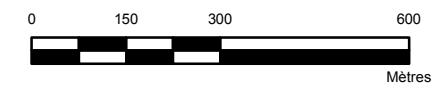


LÉGENDE

- Points et notes recueillis au GPS
- Lignes et notes GPS recueillies au GPS
- Tracé de l'oléoduc Énergie Est
- Ruisseau/ri vière
- Route

Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)

- HW
- MW3
- MW2
- MW1
- LW
- LO



RÉFÉRENCE(S)

1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITAL GLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGRID, IGN, IGP, SWISSTOPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
6. JDBARNES: LIDAR, 2013
7. ESRI: ROUTES, 2007
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

CLIENT
TRANSCANADA

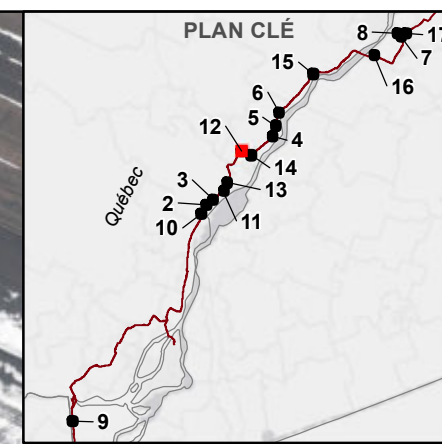
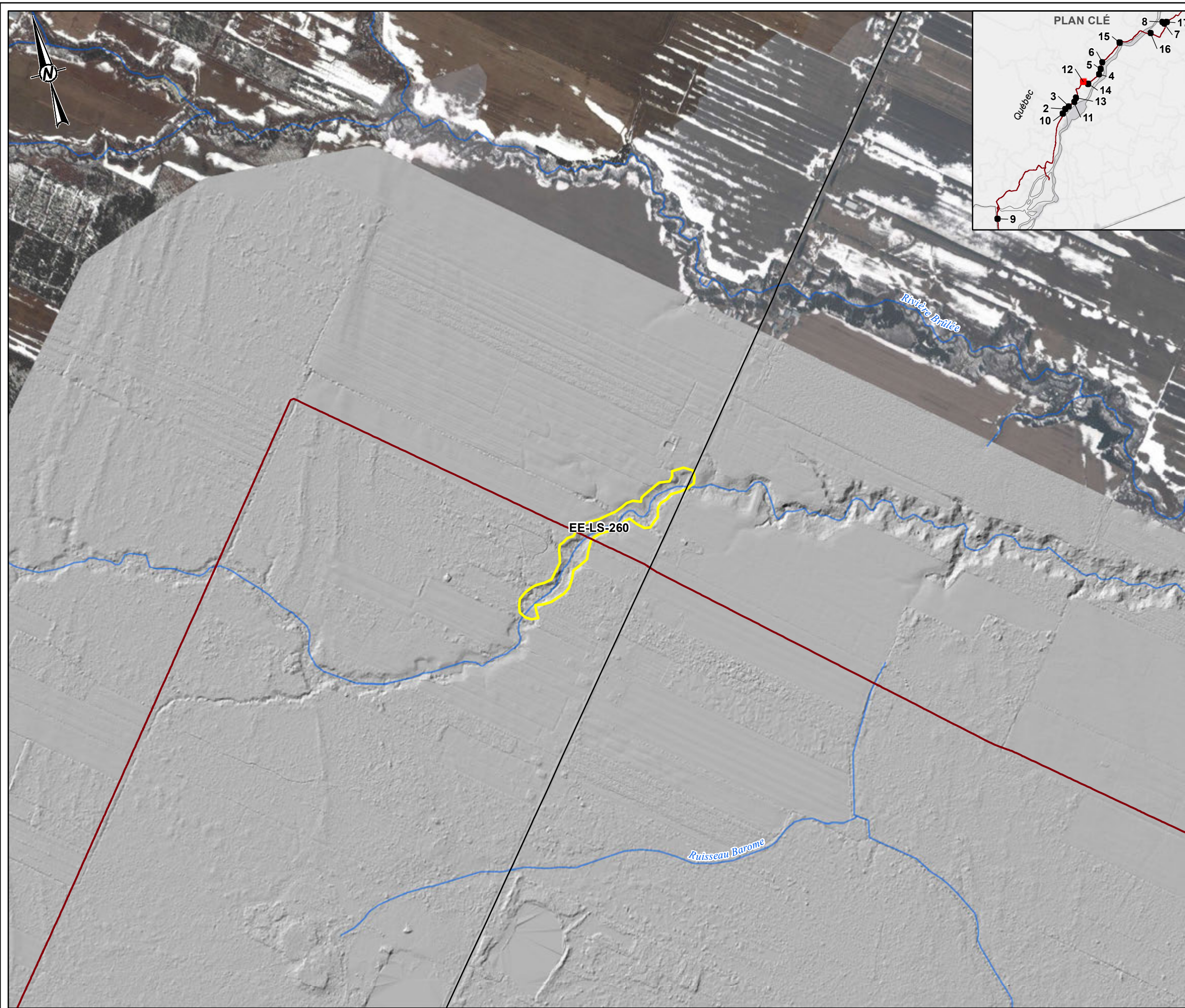
PROJET
**OLÉODUC ENERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE)
ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES**

TITRE
GLISSEMENTS EE-LS-249 ET EE-LS-250

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
Golder Associates	PROJETÉ	TH
	SIG	BJV
	RÉVISÉ	BT
	APPROUVÉ	DW

P:\14\1400899\05_Productions\Phase II - FRENCH\analyse_hazard\1400899_3000_F2_17_Rev0_LandslideRiskLocationMap_FR.mxd
 P:\14\1400899\05_Productions\Phase II - FRENCH\analyse_hazard\1400899_3000_F2_17_Rev0_LandslideRiskLocationMap_FR.mxd
 P:\14\1400899\05_Productions\Phase II - FRENCH\analyse_hazard\1400899_3000_F2_17_Rev0_LandslideRiskLocationMap_FR.mxd

1. SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VAILLE DE LA FEUILLE N'EST PAS INCOPIÉE DE.

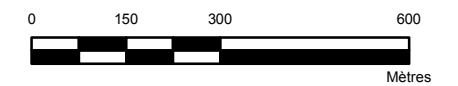


LÉGENDE

- Points et notes recueillis au GPS
- Lignes et notes GPS recueillies au GPS
- Tracé de l'oléoduc Énergie Est
- Ruisseau/rivière
- Route

Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)

- HW
- MW3
- MW2
- MW1
- LW
- LO



RÉFÉRENCE(S)

1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITAL GLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGRID, IGN, IGP, SWISSTOPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
6. JDBARNES: LIDAR, 2013
7. ESRI: ROUTES, 2007
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

CLIENT
TRANSCANADA

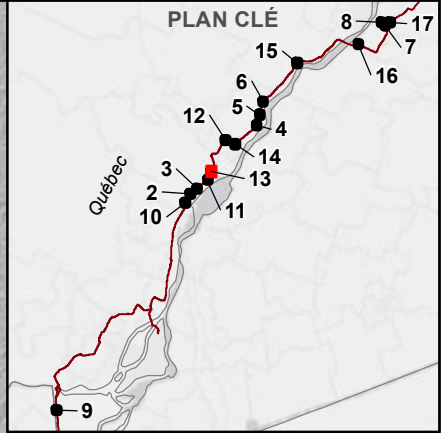
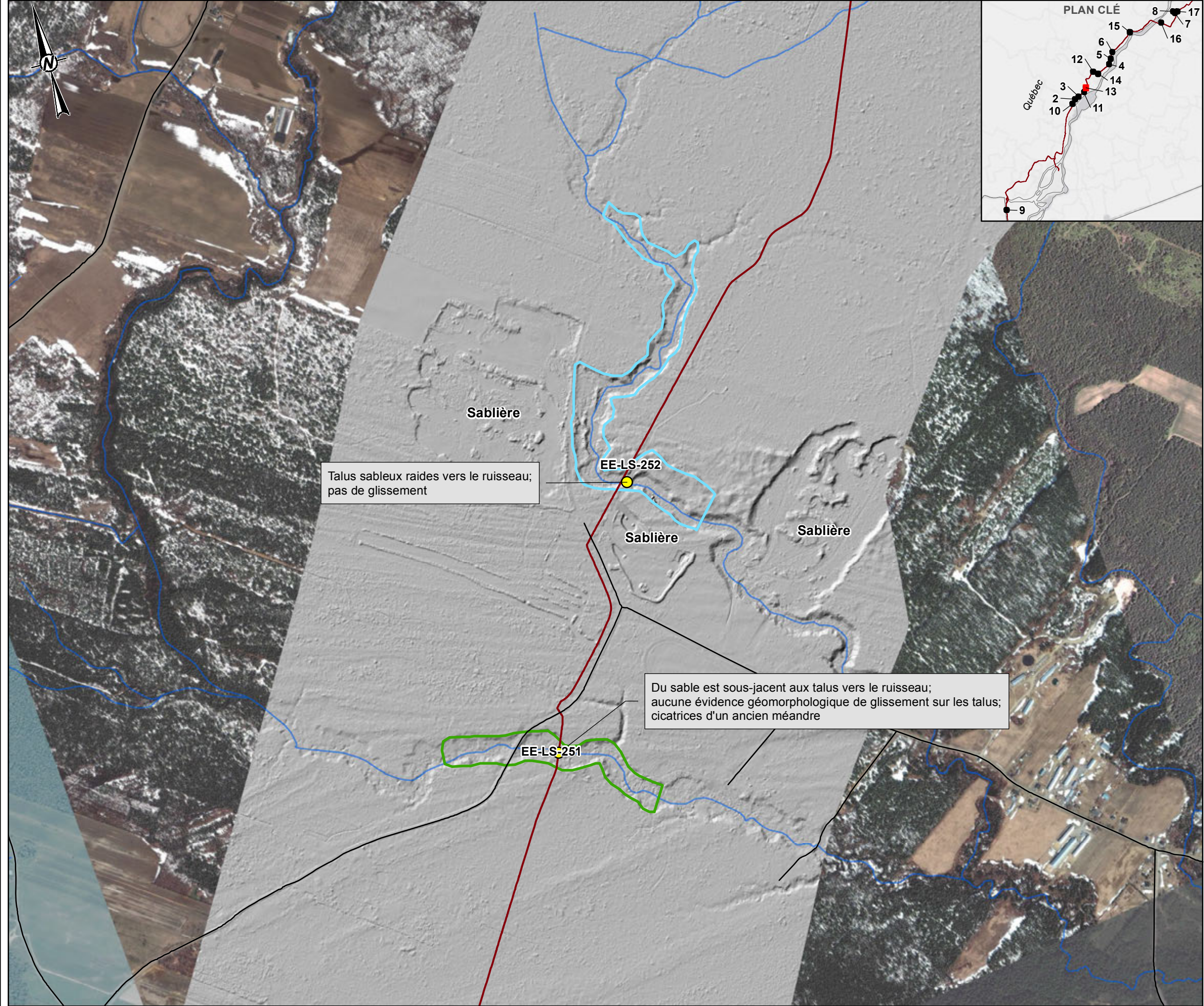
PROJET
**OLÉODUC ENERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE)
ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES**

TITRE
GLISSEMENT EE-LS-260

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
	PROJETÉ	TH
	SIG	BJV
	RÉVISÉ	BT
	APPROUVÉ	DW

P:\14\1400899\05_Productions\Phase II - Recherche et évaluation des risques - Hazards\1400899_3000_F2_17_Rev0_LandslideHazardsLocalMap_FR.mxd

14 - SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VAILLE DE LA FEUILLE N'EST PAS INCORPORÉE DE.

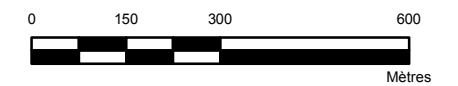


LÉGENDE

- Points et notes recueillis au GPS
- Lignes et notes GPS recueillies au GPS
- Tracé de l'oléoduc Énergie Est
- Ruisseau/rivière
- Route

Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)

- HW
- MW3
- MW2
- MW1
- LW
- LO



RÉFÉRENCE(S)

1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITAL GLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGIRD, IGN, IGP, SWISSTOPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
6. JDBARNES: LIDAR, 2013
7. ESRI: ROUTES, 2007
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

CLIENT
TRANSCANADA

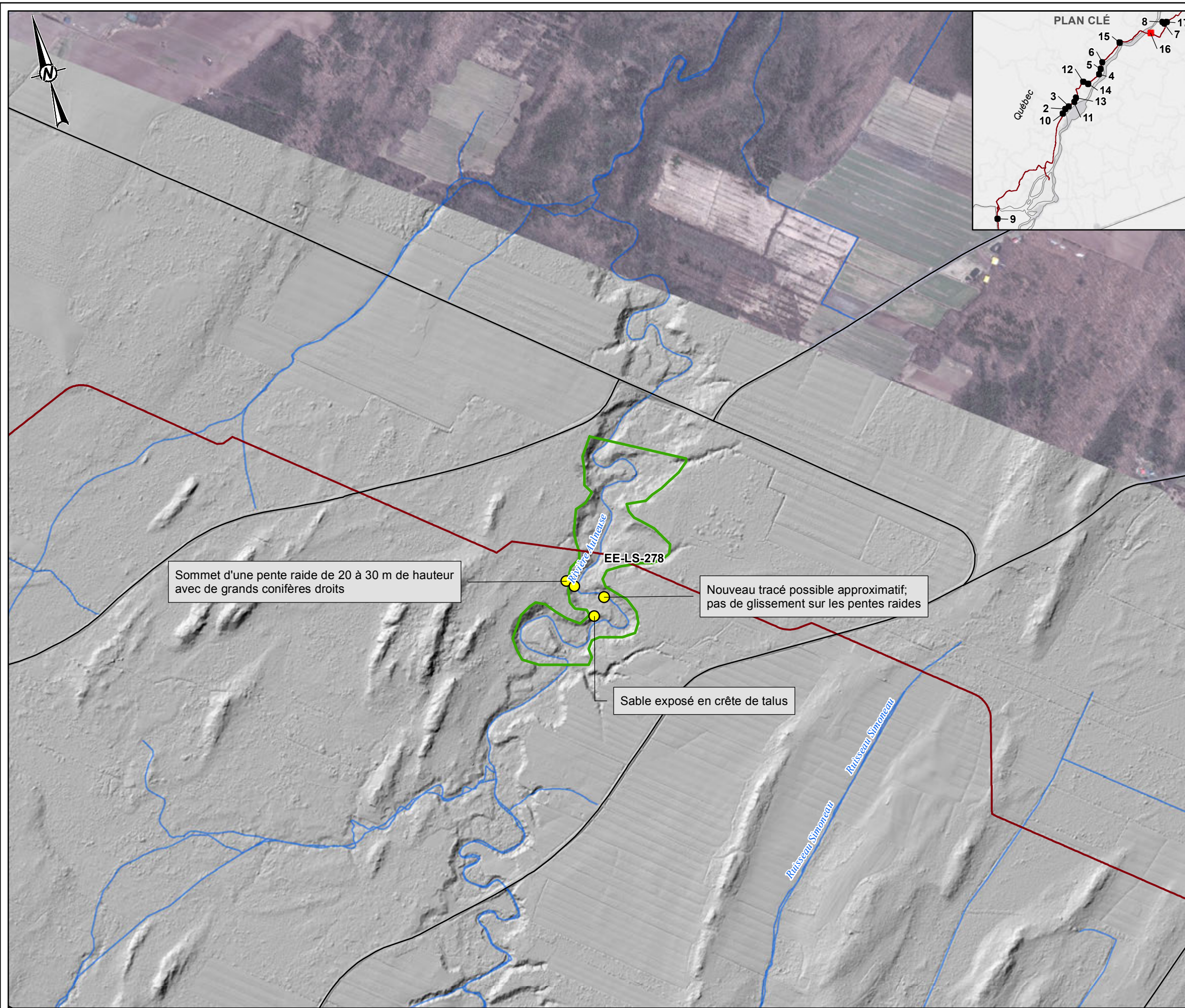
PROJET
**OLÉODUC ÉNERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE)
ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES**

TITRE
GLISSEMENTS EE-LS-251 ET EE-LS-252

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
Golder Associates	PROJETÉ	TH
	SIG	BJV
	RÉVISÉ	BT
	APPROUVÉ	DW

PATH: S:\Clients\TransCanada\Keystone_Energie\proj_09_PROD\140089905_PROD\PHASE II - RECHERCHE et analyse_hazard\1400899_3000_F2_17_Rev0_LandUseLocalisationMap_FR.mxd

SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VALLÉE DE LA FEUILLE N'EST PAS INCOPRIMÉE.



Sommet d'une pente raide de 20 à 30 m de hauteur avec de grands conifères droits

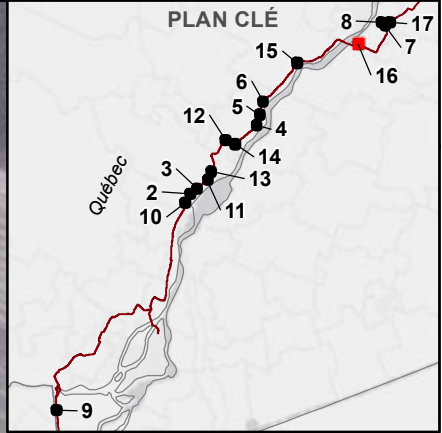
Nouveau tracé possible approximatif; pas de glissement sur les pentes raides

Sable exposé en crête de talus

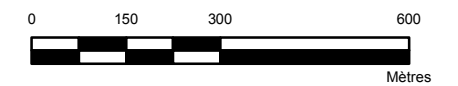
EE-LS-278

Rivière Anihase

Ruisseau Simondeau



- LÉGENDE**
- Points et notes recueillis au GPS
 - Lignes et notes GPS recueillies au GPS
 - Tracé de l'oléoduc Énergie Est
 - Ruisseau/ri vière
 - Route
- Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)**
- HW
 - MW3
 - MW2
 - MW1
 - LW
 - LO

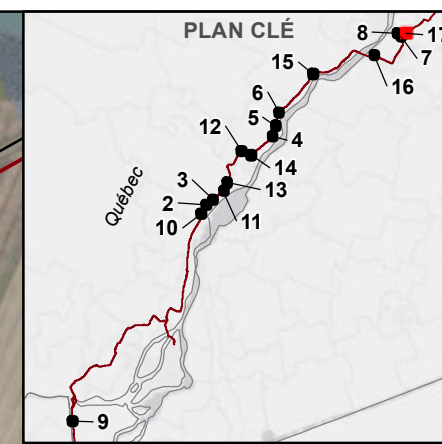
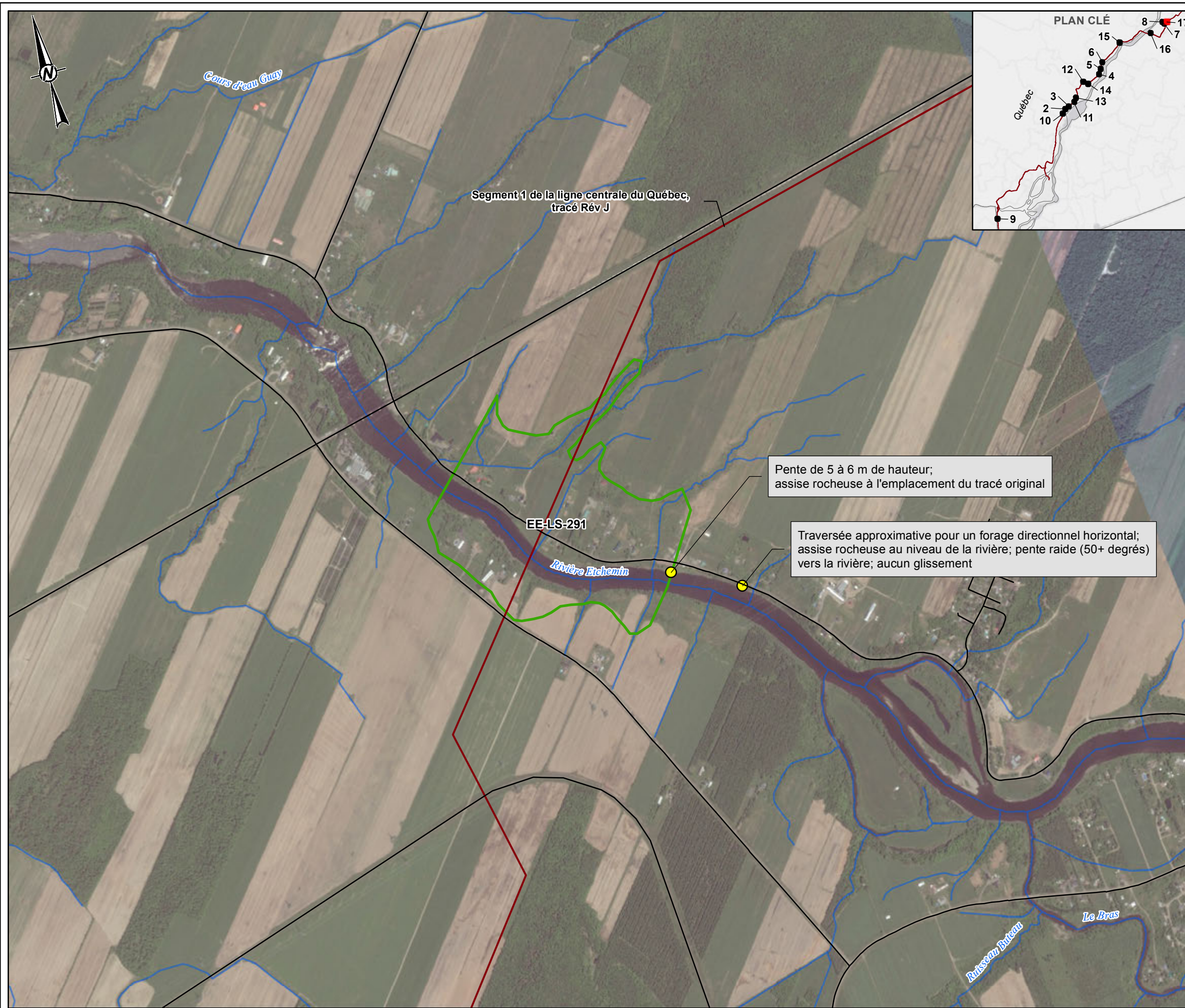


- RÉFÉRENCE(S)**
1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITAL GLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGRID, IGN, IGP, SWISSTOPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
 2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
 3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
 4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
 5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
 6. JDBARNES: LIDAR, 2013
 7. ESRI: ROUTES, 2007
 8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

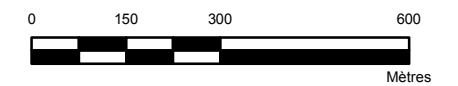
CLIENT		
TRANSCANADA		
PROJET		
OLÉODUC ENERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE) ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES		
TITRE		
GLISSEMENT EE-LS-278		
CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
	PROJETÉ	TH
	SIG	BJV
	RÉVISÉ	BT
	APPROUVÉ	DW

PATH: S:\Clients\TransCanada\Keystone_EstimEnergy\09_PROD\1400899\05_PROD\PRODUCTION\PHASE II - FRENCH\Anihase_Hazard\1400899_2000_F2_17_Rev0_LandslideHazardLocationMap_FR.mxd

SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VAILLE DE LA FEUILLE N'EST PAS INCORPORÉE.



- LÉGENDE**
- Points et notes recueillis au GPS
 - Lignes et notes GPS recueillies au GPS
 - Tracé de l'oléoduc Énergie Est
 - Ruisseau/rivière
 - Route
- Classe de risque de glissement de terrain (voir tableau 1)**
- HW
 - MW3
 - MW2
 - MW1
 - LW
 - LO



RÉFÉRENCE(S)

1. FONDS DE PLAN - SOURCE: ESRI, DIGITAL GLOBE, GEOEYE, EARTHSTAR GEOGRAPHICS, CNES/AIRBUS DS, USDA, USGS, AEX, GETMAPPING, AEROGRIID, IGN, IGP, SWISSPO, AND THE GIS USER COMMUNITY
2. GOLDER ASSOCIATES INC.: GLISSEMENTS, 2015; DONNÉES GPS, 2014
3. TRANSCANADA: TRACÉ DE L'OLÉODUC ÉNERGIE EST, 2014
4. RESSOURCES NATURELLES DU CANADA: COURS D'EAU (NHN)
5. GÉOLOCALISATION - FOCUS: LIDAR, 2013
6. JDBARNES: LIDAR, 2013
7. ESRI: ROUTES, 2007
8. SYSTÈME DE COORDONNÉES: PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, DATUM: NAD 1983

CLIENT
TRANSCANADA

PROJET
**OLÉODUC ENERGIE EST (NOUVEAUX SEGMENTS À CONSTRUIRE)
ÉVALUATION DE PHASE II DES GÉORISQUES**

TITRE
GLISSEMENT EE-LS-291

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2015-01-14
	PROJETÉ	TH
	SIG	BJV
	RÉVISÉ	BT
	APPROUVÉ	DW

P:\1400899\1400899_05_PROD\PHASE II - FRENCH\analyse_hazard\1400899_3000_F2_17_Rev0_LandslideHazardLocationMap_FR.mxd

14 - SI CETTE MESURE NE CORRESPOND PAS À CE QUI EST ILLUSTRÉ, LA VALLÉE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE DE:

ANNEXE A

Photographies représentatives de sites présentant des géorisques de glissement de terrain

ANNEXE A

PHOTOGRAPHIES REPRÉSENTATIVES DE SITES PRÉSENTANT DES GÉORISQUES DE GLISSEMENT DE TERRAIN

Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-1
EE-LS-229

Vue vers le sud-est depuis la crête du glissement qui se trouve ~60 m à l'est du tracé. De grands arbres droits (10-25 m de hauteur) se dressent dans le corps du glissement et suggèrent que le glissement est inactif.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-2
EE-LS-229

Vue de grands arbres
droits (10-25 m de
hauteur) dans la zone de
crête et le corps du
glissement; surface
relativement uniforme.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-3
EE-LS-230

Vue sud-sud-ouest, montrant le pont en remblai et le ponceau sur le ruisseau, parallèlement au tracé. Aucun glissement apparent le long du tracé, mais un petit glissement, relativement récent, de type rotationnel/translationnel, dans l'argile est situé à environ 15-20 m à l'est du tracé sur nord rive (Photographie A-4).



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-4
EE-LS-230

Vue nord-nord-est vers la nord rive du ruisseau au EE-LS-230. Un petit glissement de type rotationnel/translationnel est délimité grossièrement et il est situé à environ 15-20 m à l'est du tracé. Le glissement avait un escarpement en crête bien défini, mais adouci et le pied était déposé sur la plaine inondable récente du ruisseau.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-5
EE-LS-243

Vue vers le nord du pied et la pente douce de EE-LS-243. Aucune évidence de mouvement d'un glissement passé sur la pente uniforme et peu prononcée de EE-LS-243 (flèches), mais celle-ci a été modifiée par des activités agricoles. Les ombres générées par le LiDAR suggèrent un glissement par écoulement plus ancien et adouci ~200 m à l'ouest du tracé.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-6
EE-LS-245

Vue vers l'ouest le long des rives de la Petite Rivière du Loup à la traversée du tracé. Il n'y avait aucune plaine inondable et le ruisseau érodait les talus argileux, résultant en de nombreux glissements de type rotationnel/translationnel (e.g., flèche).



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-7
EE-LS-247

Vue vers le nord-ouest en direction de la rive ouest de la Rivière Chacoura à la traversée du tracé. La rivière a entaillé profondément les dépôts d'argile et les talus ont plus de 5 m de hauteur. De petits glissements rotationnels récents étaient évidents en amont et en aval de la traversée.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-8
EE-LS-249

Vue d'un glissement rotationnel peu profond le long des rives de la Petite Rivière Yamachiche. Bien qu'il se produise une érosion verticale significative, un épais couvert de sable est présent au-dessus de l'argile exposé à la base. Aucune caractéristique de grand glissement régressif n'a été observée sur les talus de 7 à 8 m de hauteur dans l'axe de la traversée.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-9
EE-LS-250

Vue vers l'est par delà la rivière Yamachiche. Les rives reposent sur du sable qui descend jusqu'à la rivière. De petits glissements rotationnels peu profonds sont évidents en amont et en aval du tracé de la traversée. Aucune caractéristique de grand glissement régressif n'était apparente.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-10
EE-LS-260

Vue ouest vers le haut de la pente uniforme et peu accentuée (~10 à 15 degrés) présente sur le côté sud de la traversée du ruisseau au EE-LS-260. Aucune évidence géomorphologique de glissement passé n'a été observée et la plaine inondable sur des deux rives du ruisseau était large. La zone est cartographiée comme étant constituée d'argile de la mer de Champlain.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-11
EE-LS-261

Vue nord-est de la pente raide, présente sur le côté est de la traversée EE-LS-261. La pente repose sur des dépôts sableux. Elle est uniforme, sans aucune évidence géomorphologique de glissement.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-12
EE-LS-261

Vue nord de large plaine inondable sur le côté ouest du ruisseau au EE-LS-261. Des sédiments sableux étaient exposés dans le lit du ruisseau.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-13
EE-LS-265

Vue nord-ouest du terrain moutonné et linéaire bien apparent dans la zone de crête de EE-LS-265. Le tracé actuel passe à travers cette zone de terrain de façon quasi parallèle aux moutonnements linéaires.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-14
EE-LS-265

Vue vers le nord-est au-delà de la rivière Champlain à la traversée du tracé. Des glissements de type rotationnel/translationnel étaient communs dans l'argile marine (flèches) le long de la rivière. De plus, la rivière semblait éroder de façon significative l'argile. Aucune plaine inondable n'était présente.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-15
EE-LS-265

Bloc de sédiments
sableux en contre-
pendage au pied du
glissement EE-LS-265 à
la rivière Champlain.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-16
EE-LS-266

Vue vers l'est du talus élevé et raide (~45 degrés), (12-17 m de hauteur) dans l'argile de la mer de Champlain sur la rive sud de la rivière Batiscan. Il y a évidence de glissements actifs peu profonds de type rotationnel sur la pente/rive sud de la rivière à la traversée. Aucune plaine inondable n'est présente à la traversée.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-17
EE-LS-267

Vue vers l'ouest à la traversée du tracé. Il n'y avait essentiellement aucune plaine inondable et une érosion significative a été observée sur les pentes argileuses. Des glissements récents, de type rotationnel/translationnel, étaient communs le long des talus plus raides, de 6 à 8 m de hauteur, au nord-ouest du ruisseau.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-18
EE-LS-268

Vue vers le sud-est de l'escarpement vertical en crête, arqué et récent, de 5 m de hauteur, sur le tracé (flèche). De tels escarpements en crête arqués étaient communs sur plusieurs centaines de mètres, de part et d'autre de la traversée.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-19
EE-LS-268

Vue vers le sud-est de l'argile litée (varvée ?), située au pied du talus raide de 15 à 20 m de hauteur au EE-LS-268. Il n'y avait aucune plaine inondable au pied du talus le long de la rive sud de la rivière Sainte-Anne.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-20
EE-LS-272

Vue en aval (sud-sud-est) à la traversée approximative de la rivière Portneuf (tracé montré par la flèche horizontale). La traversée possède une large plaine inondable sur le côté ouest et un talus raide (~27 degrés), parallèle au tracé TQM, sur le côté est. Les pentes semblent reposer sur un till glaciaire. Celui-ci était exposé sur la pente qui s'effrite en l'arrière plan (flèche verticale).



Tracé approx.

Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-21
EE-LS-278

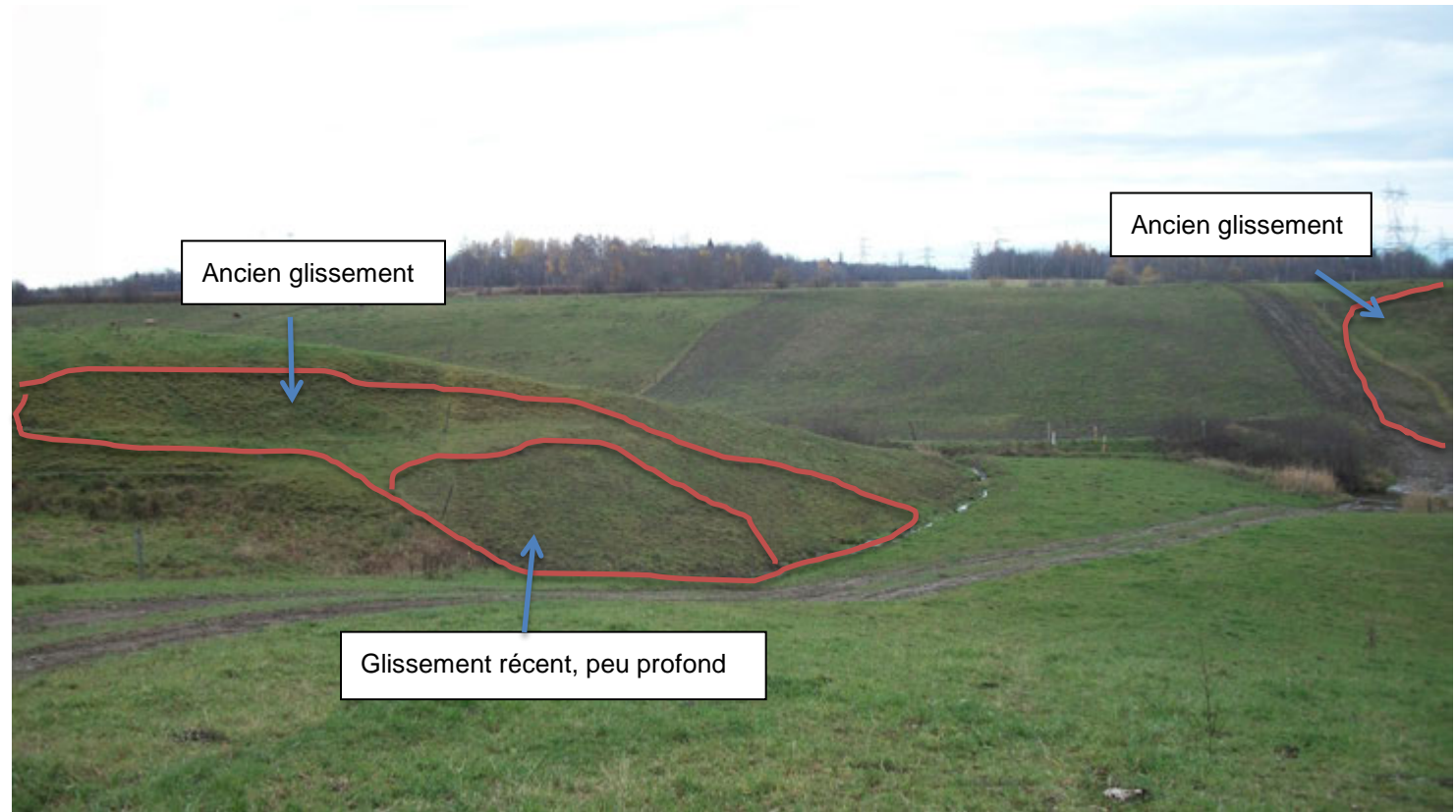
Vue de la rive/pente raide ouest (30-40 degrés), à proximité de la traversée de la rivière Aulneuse. Les conifères étaient hauts et droits et la pente semblait reposer sur du till avec un recouvrement de sable. Des blocs de till ont été notés dans le lit de la rivière. Les talus raides étaient uniformes, sans aucun glissement observé, bien que de petits effondrements peu profonds soient visibles localement le long du pied des talus, des deux côtés de la rivière.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-22
EE-LS-284

Vue vers le sud le long du tracé qui passe à travers les glissements récents et plus anciens dans le centre gauche de la photo. Les glissements plus anciens étaient nombreux le long des talus à l'ouest et à l'est. De l'argile est exposée sur les talus.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-23

EE-LS-284

Vue vers le nord de l'escarpement en crête du glissement plus ancien (flèche) sur le côté nord de la traversée de la rivière Pénin. Le personnel se tient sur la masse de l'ancien glissement.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-24
EE-LS-287

Vue de la zone de l'escarpement en crête de 6 à 8 m de hauteur et du bloc de glissement local rotationnel à l'intérieur d'un complexe de glissement régressif de grande taille. Bien que le complexe du glissement semblait être généralement plus âgé que 100 ans, les caractéristiques moutonnées du glissement étaient encore nettes et proéminentes.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-25
EE-LS-287

Érosion active au pied
des dépôts d'un
glissement le long d'un
tributaire de la rivière
Etchemin, à proximité
de la traversée du tracé.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-26
EE-LS-287

Vue vers le sud-est de l'escarpement en crête, de 6 à 8 m de hauteur, et incisé du complexe de glissement régressif EE-LS-287.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-27
EE-LS-288SE

Vue vers l'ouest du haut d'un escarpement en crête de 15 à 20 m de hauteur, faisant partie du complexe de glissement de grande taille EE-LS-288SE sur le côté sud de la traversée de la rivière Etchemin. Un terrain moutonné s'étend vers le bas de la pente jusqu'à rejoindre la plaine inondable de 40 à 50 m de largeur en bordure de la rivière.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-28
EE-LS-288NW

Vue vers le nord du talus de l'assise rocheuse sur le côté nord de la traversée de la rivière Etchemin.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie A-29
EE-LS-291 (tracé
original)

Vue vers l'est et vers
l'amont le long du côté
nord de la rivière
Etchemin. L'assise
rocheuse était exposée
au niveau de la rivière
et dans son lit. Le talus
raide, de 5 à 6 m de
hauteur en rive nord de
la rivière, n'a montré
aucune caractéristique
de glissement.



Évaluation de phase II, portion à construire de l'oléoduc Énergie Est

Photographie de la traversée A-30 EE-LS-291 (Forage directionnel horizontal)

Vue vers le sud au-delà de la rivière Etchemin du site proposé pour une traversée par un forage directionnel horizontal. La pente nord était d'environ 5-6 m de hauteur et quasi verticale, avec une assise rocheuse exposée au niveau de la rivière. Aucune caractéristique de glissement n'était observée.



Propriété de ses employés et forte d'une expérience de plus de 50 ans, Golder Associés, une organisation d'envergure mondiale, a pour raison d'être de contribuer au développement de la Terre tout en préservant son intégrité. Nous fournissons à nos clients des solutions durables comprenant une gamme étendue de services spécialisés en consultation, conception et construction dans les domaines des sciences de la Terre, de l'environnement et de l'énergie.

Pour en savoir plus, visitez golder.com

Afrique	+ 27 11 254 4800
Asie	+ 86 21 6258 5522
Océanie	+ 61 3 8862 3500
Europe	+ 44 1628 851851
Amérique du Nord	+ 1 800 275 3281
Amérique du Sud	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates Ltd.
102, 2535 - 3rd Avenue S.E.
Calgary, Alberta, T2A 7W5
Canada
T: +1 (403) 299 5600

