

Québec, le 26 septembre 2013

Madame Marie-Hélène Grenon
Service des inventaires et du Plan
Ministère des Transports du Québec
Direction de la Côte-Nord
625, boul. Laflèche, bureau 110
Baie-Comeau (Québec) G5C 1C5

OBJET : Avis technique : Réponses aux questions soulevées par le BAPE
Endroit : Route 138 / RTS 138-94-480 C02+500
Municipalité : Sept-Îles
N/Dossier : MT.06.138-94-480.2013.01

Cet avis technique répond aux questions que le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) vous a envoyées le 10 septembre 2013 concernant le projet d'ouverture et d'exploitation d'une mine d'apatite à Sept-Îles (DQ17), soient :

Sachant que certains aménagements du projet de mine Arnaud seraient situés sur les argiles du ruisseau Clet, qui présenteraient une liquidité jugée élevée à très élevée (PR8.3, p.45), est-ce que votre ministère a évalué :

1) le risque de glissement de terrain au site du bassin d'accumulation et de son barrage ? et 2) les éventuels impacts sur la route 138 ?

3) Votre ministère possède-t-il des données sur la localisation et les caractéristiques d'argiles dites sensibles dans la région de Sept-Îles, plus particulièrement sur le site minier projeté et sur les flancs sud jusqu'à la baie de Sept-Îles ?

4) Quelles mesures particulières pourraient être prises pour éviter d'éventuels glissements de terrain à ces endroits ?

Il tient également compte des précisions envoyées par M^{me} Renée Poliquin le 13 septembre 2013 (DQ17.1.1) :

- Incidences de la présence du bassin de rétention d'eau ou de pollissage (d'une capacité standard de 250 000 m³ et maximale de 1 800 000 m³) et des vibrations induites par les activités quotidiennes de sautage sur les argiles sensibles (liquéfiantes) présentes au droit du ruisseau Clet et à proximité de la digue de retenue.

- Quel serait le risque de glissement de terrain à cet endroit et les éventuels impacts sur la route 138 ?

PRÉAMBULE

Plusieurs informations sont présentées en préambule afin de faciliter la compréhension des réponses aux questions posées. Ainsi, des informations concernant les argiles sensibles et les glissements de terrain fortement rétrogressifs sont données. Les conditions et les causes de déclenchement de glissements de terrain fortement rétrogressifs sont brièvement abordées. Enfin, des observations se rapportant aux conditions géologiques et géomorphologiques locales et à l'activité de glissements de terrain dans le secteur sont présentées.

Argiles sensibles et glissements de terrain fortement rétrogressifs

Les argiles sensibles du Québec sont des argiles marines post-glaciaires qui sont reconnues pour être le siège de très grands glissements de terrain^{1,2}, de type « coulée argileuse » ou « étalement latéral », que l'on regroupe sous le terme de « glissements fortement rétrogressifs³ ». La rétrogression est le mouvement de recul d'un glissement qui affecte des bandes de terrain plus ou moins importantes au sommet du talus. Les glissements de terrain fortement rétrogressifs sont donc ceux qui affectent non seulement le talus, mais aussi des bandes de terrain à l'arrière du sommet du talus dont la dimension mesurée dans l'axe de progression du glissement correspond à la distance de rétrogression. Selon les critères qui sont utilisés pour la cartographie des zones potentiellement exposées au danger de glissement de terrain au Québec, sont appelés « glissements fortement rétrogressifs » ceux dont la rétrogression excède une distance égale à deux fois la hauteur du talus d'origine (ou plus de 40 m pour les talus de 20 m et plus). Certains de ces glissements de terrain peuvent atteindre des distances de recul de plusieurs centaines de mètres, et même parfois dépasser le kilomètre. Ils peuvent donc constituer des menaces majeures pour la sécurité des futurs bâtiments et développements aux endroits qui sont propices à leur développement.

Une argile sensible présente un grand contraste de résistance au cisaillement entre l'état intact et remanié. Pour être susceptible de conduire à l'apparition de glissements de terrain de type coulée argileuse, elle doit présenter des valeurs de résistance à l'état remanié (S_{ur}) inférieures à 1 kPa, lorsque mesurée à l'aide du pénétromètre à cône suédois. On obtient aussi une bonne évaluation de la résistance de l'argile à l'état remanié par la mesure des limites de consistance du sol, appelées les « limites d'Atterberg ». Ainsi, les mesures de consistance à l'état plastique et liquide permettent de calculer un « indice de liquidité » (I_L) du sol. Lorsque l'indice de liquidité est supérieur à 1,2⁴, on considère que l'argile se comportera comme un matériau plus ou moins visqueux lorsqu'elle sera remaniée, elle est alors considérée susceptible de conduire à l'apparition de glissements de terrain de type coulée argileuse.

¹ Chagnon J.Y. (1968). Les coulées d'argile dans la province de Québec. Revue Le Naturaliste canadien. Vol. 95, No.6, p.1327-1344.

² Lebus, J., Robert, J.M., Rissmann, P. (1983). Regional mapping of landslide hazard in Québec. Symposium on slopes on soft clays, Linköping, Suède, rapport no.17, Swedish Geotechnical Institute, p. 205-262.

³ Demers D., Robitaille D., Locat .P. and Potvin J. (2013). Inventory of large landslides in sensitive clay in the province of Québec, Canada: preliminary analysis. In: Landslides in Sensitive Clays – From Geosciences to Risk Management, Springer.

⁴ Tavenas, F. (1984). *Landslides in Canadian Sensitive Clays - A State-of-the-Art*. 4th International Symposium on Landslides, Toronto, 1: p. 141-153.

Conditions et causes de déclenchement des glissements de terrain fortement rétrogressifs

Ce sont plusieurs conditions d'ordres géologique, géotechnique (incluant la présence d'argile sensible) et géomorphologique⁵ qui doivent être réunies, en tout ou en partie, pour qu'un glissement fortement rétrogressifs puisse survenir à un endroit donné.

De nombreux chercheurs (Bjerrum et al., 1969 ; Gagnon, 1974 ; Kenney & Drury, 1973 ; Eden & Mitchel, 1973 ; Lebluis et al., 1983, Tavenas, 1984; Lefebvre, 1996, Demers et al., 2013) ont observé que la quasi-totalité des glissements fortement rétrogressifs historiques d'origine naturelle devait leur déclenchement à l'érosion du pied d'un talus argileux par un cours d'eau. Bien que dans certains cas seule une partie du talus d'origine soit soumis à l'érosion (cas de St-Barnabé, 2005⁶), la première cause naturelle de leur apparition demeure toujours les changements provoqués à la géométrie du talus d'origine. En effet, la présence d'érosion à la base de la pente fait augmenter lentement et progressivement son inclinaison moyenne, diminuant ainsi sa réserve de stabilité avec le temps.

Conditions géologiques et géomorphologiques et activité de glissements de terrain dans le secteur

Un travail de photo-interprétation a été réalisé à l'aide de différentes couvertures de photographies aériennes dans le but d'étudier la nature des sols et l'activité de glissements de terrain au niveau des berges du ruisseau Clet (tableau 1).

Tableau 1 : Liste des photographies aériennes consultées

Ligne de vol	Année	Échelle	Numéros de photo
Q65336	1965	1 : 19 200	25 à 27
Q65377	1965	1 : 9 600	75 à 78 et 86-87
Q73143	1973	1 : 40 000	176-177
Q87535	1987	1 : 15 000	10-11
Q96864	1996	1 : 15 000	32 à 35

De nombreux affleurements rocheux ont été observés par photo-interprétation vis-à-vis les lignes de transport hydroélectrique et plus au nord. Ces observations tendent à indiquer que le roc se trouve à faible profondeur dans ce secteur. De même, l'allure du réseau hydrographique (forme et orientation des lacs et cours d'eau) est visiblement influencée par la présence de structures rocheuses. D'ailleurs, il a été mentionné lors de la séance de la soirée du 28 août 2013 que l'orientation nord-sud du ruisseau Clet serait contrôlée par une faille qualifiée de structure majeure (DT3, p.95 et 99).

En aval des lignes de transport hydroélectrique, le ruisseau Clet semble s'encaisser progressivement dans des sols meubles, et notamment un peu au sud du remblai de la voie ferrée, où la hauteur des talus augmente subitement (en aval de la coupe 15 montrée à la figure 2.2 du document PR3.2 / Annexe 15.5.2 de l'étude d'impact sur

⁵ Lebluis et al. (1983). Op.cit.

⁶ Locat A., Leroueil S., Bernander S., Demers D., Locat J., Ouehb L. (2008) Study of a lateral spread failure in an Eastern Canada clay deposit in relation with progressive failure: the Saint-Barnabé-Nord slide. Proceeding, 4th Canadian Conference on Geohazards : from causes to management. Presse de l'université Laval, Québec, p.89-93.

l'environnement). Il est d'ailleurs mentionné à la section 7.5 de l'étude d'impact sur l'environnement (Volume 1 – Rapport principal N/ Réf.: 59858 - Mars 2012) que les dépôts au sud de la propriété minière peuvent atteindre des épaisseurs de 40 m. Des observations réalisées par photo-interprétation révèlent que les dépôts de surface présents à la hauteur de la voie de chemin de fer sont sableux alors que les dépôts de surface rencontrés plus au sud semblent être plutôt argileux. Par ailleurs, le réseau hydrographique associé au ruisseau Clet et à ses affluents devient dendritique au sud de la voie de chemin de fer, ce qui caractérise un réseau de drainage se développant dans un environnement argileux. Ces observations se corrélaient plutôt bien avec la description des sols présentée à la section 7 de l'étude géotechnique de la firme JOURNEAUX ASSOC., datant de décembre 2011 (DA52.1, p.7-14). L'argile rencontrée dans les environs est dite sensible, car son indice de liquidité atteint des valeurs généralement supérieures à l'unité (Complément n°5 à l'étude d'impact sur l'environnement, PR8.3, p.45).

L'observation dans le paysage de certaines cicatrices de glissements de terrain peut révéler la présence d'argile sensible. Ainsi, un modèle numérique de terrain (MNT), généré à partir d'un relevé lidar⁷ aéroporté réalisé dans la région en novembre 2008, a été consulté dans le cadre de la rédaction du présent avis technique. Le MNT a permis de constater la présence de cicatrices de glissements de terrain fortement rétrogressifs à certains endroits, notamment au niveau des berges de la rivière Hall, située quelques kilomètres au sud-ouest du ruisseau Clet. Ces cicatrices constituent des indices révélant la présence d'argile sensible au remaniement dans la région. Il est à noter que l'activité de glissement de terrain dans le secteur de la rivière Hall est mise en évidence sur la figure 7.5.1 (Carte de dépôts de surface) de l'étude d'impact sur l'environnement (Volume 1 – Rapport principal N/ Réf.: 59858 - Mars 2012).

Le MNT consulté ne couvre pas le secteur du ruisseau Clet. Par contre, quelques cicatrices d'anciens glissements de terrain ont été inventoriées en bordure du ruisseau Clet lors de notre travail de photo-interprétation. Il s'agissait principalement de cicatrices de glissements de terrain rotationnels profonds, aucune ne correspondait à un glissement de terrain fortement rétrogressif.

RÉPONSES AUX QUESTIONS DU BAPE

Questions du 10 septembre 2013 :

1) Est-ce que votre ministère a évalué le risque de glissement de terrain au site du bassin d'accumulation et de son barrage ?

Et...

2) Est-ce que votre ministère a évalué les éventuels impacts sur la route 138?

En lien avec...

- Incidences de la présence du bassin de rétention d'eau ou de polissage (d'une capacité standard de 250 000 m³ et maximale de 1 800 000 m³) [...]

⁷ Lidar (acronyme anglais de Light Detection And Ranging) est une technique de relevé terrain aérien qui produit des mesures x,y,z d'une grande précision afin de générer un modèle de la surface terrestre.

sur les argiles sensibles (liquéfiantes) présentes au droit du ruisseau Clet et à proximité de la digue de retenue.

La figure 2.3 du document PR3.2 / Annexe 15.5.2 intitulé : « Onde de rupture et stabilité des digues » montre que plusieurs digues seront construites sur le ruisseau Clet dont la digue de retenue des résidus de la cellule 2, la digue de retenue du réservoir à polissage et un ouvrage de dérivation vers la fosse d'extraction avant que le ruisseau ne rejoigne le fleuve. Le dernier ouvrage constituant une mesure préventive et atténuante pour protéger les infrastructures en aval en cas de rupture de digue.

Peu importe sa capacité, la présence du bassin de rétention d'eau ou de polissage ne devrait pas avoir d'incidence néfaste sur la stabilité des berges du ruisseau Clet en aval. Par contre, des impacts sont attendus en aval en cas de rupture de digue. Les impacts d'une rupture potentielle de la digue à résidu de la cellule 2 ont été étudiés dans le document PR3.2. Par contre, il n'y a aucun détail concernant l'érosion et le danger de glissements de terrain au niveau des berges du ruisseau Clet, autant entre les digues qu'en aval. Le promoteur devrait donc étudier et documenter ces impacts potentiels, incluant également ceux sur la route 138 s'il y a lieu.

En lien avec...

- Incidences [...] des vibrations induites par les activités quotidiennes de sautage sur les argiles sensibles (liquéfiantes) présentes au droit du ruisseau Clet et à proximité de la digue de retenue.

En ce qui concerne l'impact possible des vibrations induites par les activités quotidiennes de sautage par rapport au danger de liquéfaction de couches de sols, nous avons pris connaissance des informations échangées à ce sujet entre le MDDEFP et notre collègue Pierre Dorval en lien avec des questions soulevées par le BAPE (DQ7) et nous recommandons à la commission de se référer à l'avis de ces experts (DQ7.1).

Autres considérations par rapport au danger de glissement de terrain :

Selon des informations provenant du document DA17 et de la transcription de la séance de la soirée du 28 août 2013 (DT3, p.8), il est prévu que le débit moyen annuel du ruisseau Clet augmente de 0.153 à 0.226 mètre cube/seconde au bout d'environ 10 ans, soit lorsque les conditions futures avec empreinte maximale du projet (incluant l'effluent) seront rencontrées. De même, il est mentionné que le débit du ruisseau Clet sera modulé en période de crue printanière pour ne pas dépasser 0.562 mètre cube/seconde, ce qui correspond au débit de la crue printanière actuellement observée autour du mois de mai.

À la section 7.5.2 de l'étude d'impact sur l'environnement (Volume 1 – Rapport principal N/ Réf.: 59858 - Mars 2012), il est mentionné que « *bien que le débit de l'effluent final soit faible selon le mode de gestion des eaux qui a été retenu pour le projet (section 4.7), l'aménagement des infrastructures de rejet pourrait représenter un risque d'érosion à l'embouchure du ruisseau Clet. Ce risque sera toutefois contrôlé par l'ajout d'un enrochement au point de rejet, ce qui permettra de dissiper l'énergie*

de l'eau rejetée ». Or, cette mesure d'atténuation des impacts aux points de rejet n'aura pas d'incidence sur l'augmentation prévue du débit moyen annuel du ruisseau Clet.

Ceci nous amène à la question des impacts géomorphologiques associés à l'augmentation du débit, laquelle a été abordée par la commission (question 10 / p.162 du document PR8.3). La réponse du promoteur est la suivante : « *Des impacts géomorphologiques ne sont pas attendus sur le ruisseau Clet puisque les débits projetés (débit résiduel + effluents miniers) ne seront pas significativement supérieurs aux conditions actuelles. On entend par significativement que les débits projetés n'affecteront pas la ligne des hautes eaux établie par le débit de crue 1 :2 ans puisque ces derniers seront inférieurs (débit projeté < 3,6 m³/s, soit le débit de crue 1 :2 ans en conditions actuelles). Les infrastructures du site minier permettront de régulariser le rejet afin de minimiser l'augmentation de débit en période de crue* ». Cette réponse est insatisfaisante dans la mesure où la stabilité des berges du ruisseau Clet ne semble pas avoir été étudiée. Ces talus pourraient déjà présenter des conditions de stabilité précaires, auquel cas l'augmentation du débit annuel moyen du cours d'eau pourrait accélérer leur détérioration et augmenter le danger de glissements de terrain.

Ainsi, considérant que le débit moyen annuel augmentera et que les débits normalement enregistrés en période de crue printanière dureront possiblement plus longtemps, il faudrait que le promoteur considère l'impact de la situation sur l'érosion des berges du ruisseau Clet et sur le danger de glissement de terrain en aval des digues de retenue. Dans ce contexte, les types de glissements de terrain appréhendés et la stabilité actuelle des berges du ruisseau Clet devraient être étudiés, et plus particulièrement, dans la partie aval du cours d'eau où la hauteur des talus est la plus importante.

3) Votre ministère possède-t-il des données sur la localisation et les caractéristiques d'argiles dites sensibles dans la région de Sept-Îles, plus particulièrement sur le site minier projeté et sur les flancs sud jusqu'à la baie de Sept-Îles ?

Non. Transports Québec ne possède aucune donnée concernant la localisation ou les caractéristiques des argiles sensibles de la région, outre les informations présentées en préambule.

Tel que mentionné en préambule, l'étude géotechnique consultée révèle que l'argile rencontrée au site à l'étude est dite sensible. De plus, des cicatrices de glissements de terrain fortement rétrogressifs ont été observées dans la région, notamment au niveau des berges de la rivière Hall, située quelques kilomètres au sud-ouest du ruisseau Clet. Ces cicatrices constituent des indices révélant la présence d'argile sensible au remaniement dans la région, mais la distribution spatiale de ces argiles demeure inconnue.

Bien qu'aucune cicatrice de glissement de terrain fortement rétrogressif n'ait été inventoriée par photo-interprétation en bordure du ruisseau Clet, ceci ne permet toutefois pas de conclure que le site n'est pas susceptible d'être affecté par ce type de glissement dans le futur.

Des études géotechniques complémentaires sont requises s'il est envisagé d'établir la distribution spatiale des argiles sensibles de la région ou afin de statuer sur le danger de glissements de terrain fortement rétrogressifs en bordure du ruisseau Clet.

4) Quelles mesures particulières pourraient être prises pour éviter d'éventuels glissements de terrain à ces endroits ?

Le prometteur devrait s'assurer que l'ensemble de ses activités n'ait pas d'incidence néfaste sur la stabilité des talus environnants. À titre d'exemple, les activités de déblayage des sols meubles et d'entreposage de matériaux au pourtour de la fosse d'extraction devront être étroitement surveillées par un ingénieur spécialisé en géotechnique.

De façon générale, le prometteur devrait également s'assurer que l'ensemble de ses activités n'ait aucun impact sur la stabilité actuelle et future des berges du ruisseau Clet. En ce qui concerne plus particulièrement la hausse prévue du débit moyen du cours d'eau, l'augmentation des risques inhérents de glissements de terrain devrait être étudiée par le promoteur, d'autant plus que l'argile sensible rencontrée dans les environs pourrait prédisposer le site au danger de glissements de terrain fortement rétrogressifs (glissements de grandes envergures). Dans ce contexte, la stabilité actuelle des berges du ruisseau Clet devrait être étudiée, et plus particulièrement, dans la partie aval du cours d'eau où la hauteur des talus est la plus importante. Si nécessaire, leur stabilisation pourrait être envisagée par le promoteur.

En espérant le tout à votre entière satisfaction, nous demeurons à votre disposition pour toute information complémentaire.



Alexis Fortin, ing.
N° membre OIQ : 129465

c. c. M^{me} Danielle Fleury, ing., M.Sc.
Chef du Service de la géotechnique et de la géologie
Ministère des Transports