

Infrastructure minière, relocalisation de la voie ferrée
Mine Arnaud, Sept-Îles, Québec

Projet d'ouverture et d'exploitation d'une mine
d'apatite à Sept-Îles

6211-08-009

Étude Géotechnique et Hydrogéologique

Rapport No L-10-1411
Journeaux Associates, décembre 2011

Veillez noter que depuis le dépôt de ce rapport en décembre 2011, certains éléments ne sont plus applicables ou différent par rapport à l'état du projet actuel proposé.

1- Introduction :

Mine Arnaud Inc. est à évaluer le développement d'une mine à ciel ouvert dans le secteur de Sept-Îles / Pointe Noire au Québec afin de miner du minerai d'apatite. Le groupe Roche Ausenco Sandwell a mandaté Journeaux Associates afin de réaliser une étude géotechnique et hydrogéologique sur une large superficie située au nord du couloir de lignes électrique d'Hydro-Québec à l'endroit où sera situé le concentrateur.

Les travaux de terrain ont été effectués durant la saison de fonte, entre le 10 mars et le 17 mars 2011 ainsi que entre le 6 et le 21 avril 2011.

2- Travaux de terrain :

La table suivante résume le nombre et la localisation des tests pour chacune des structures des bâtiments principaux. Ils ont été effectués sur la propriété comme suit :

Table 2-1 : Position des tests

LOCATION	NO. OF TEST LOCATIONS
General plant site	27
Original ore storage dome	3
Crusher site	3
Proposed bridge site over the Des Rapides River for west bound waste rock trucks	2
Railway	23
Load out silos	5
Waste rock dump site	5 (4 on north side of creek and 1 on south side of creek)
Tailings storage area	9
Original port silo location	2

Les tests originaux ont été effectués au mois de mars et avril 2011 quand le sol était encore gelé, même s'il y avait de l'accumulation d'eau de fonte dans certaines dépressions. Les forages ont été effectués au mois d'avril 2011 lorsque le niveau de la nappe phréatique était élevé dû à la saison de fonte. La position des tests est indiquée sur le dessin de surface inclus à l'annexe A.

Des crépines ont été installées dans chaque forage et 6 puits d'observation ont été installés tel que l'indique la table suivante :

Table 2-2 : Puits d'observation

MONITORING WELL LOCATIONS	GROUND ELEVATION (m)	WELL TIP ELEVATION (m)
R-7	63.59	55.34
R-11	70.67	67.67
R-13	77.15	74.15
R-13E	81.50	78.50
R-15	73.50	70.50
U-22	73.70	66.08

3- Tests de laboratoires :

Des tests en laboratoire ont été effectués sur la majorité des échantillons recueillis. Ces tests incluent :

- Teneur en eau sur pratiquement tous les échantillons 231
- Limite d'Atterberg sur les cuillères fendues et tube Shelby 43
- Test humide sur tous les échantillons représentatifs des tubes Shelby 119
- Tests de consolidation sur les échantillons représentatifs des tubes Shelby 13
- Courbe granulométrique sur les sols granulaires 14

Les résultats de ces tests sont résumés dans une table de l'annexe C. Les rapports de tests individuels sont aussi présentés à la fin de cette même annexe.

4- Tests de laboratoires :

Un arpentage de l'élévation du terrain à la localisation des tests a été effectué par le Groupe Cadoret, Arpenteurs-Géomètres de Sept-Îles. Les mesures, effectuées par GPS, sont présentées sur le plan de localisation de l'annexe A. Il est noté qu'une différence existe entre les élévations prises au GPS et les contours topographiques des relevés satellites indiqués sur les plans fournis. Tel que vu sur les coupes en sections de l'annexe A, les élévations au GPS sont systématiquement quelques mètres en dessous des contours satellites (L1411-03 à L1411-07 et L1411-09). Cette différence doit être rectifiée.

5- Échantillonnage et tests sur l'eau souterraine :

L'échantillonnage de l'eau a été effectué entre le 22 et le 24 novembre 2011. Six (6) échantillons ont été prélevés à différents points. Les échantillons 1 à 5 viennent de l'eau de surface située à proximité des puits (puits gelés). L'échantillon 6 provient du puits R-11. La table qui suit résume les résultats des tests.

Table 5-1 : Résumé des analyses chimiques

Parameter	Unit	G / S	RDL	Samples					
				1	2	3	4	5	6
				R-07	Upstream of T-03A	T-03A	R-10	R-11	R-11
Petroleum hydrocarbons C10 - C50	µg/L		100	<100	<100	<100	<100	<100	1670
Alcalinity	mg/L		5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	9.4	1300
Fluoride	mg/L	1.5	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Total Phosphorous (WW)	mg/L		0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	
Total Phosphorus (DW&SW)	mg/L		0.02						101
Arsenic (dissolved)	µg/L	25	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	2.4
Cadmium (dissolved)	µg/L	5	0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
Chromium (dissolved)	µg/L	50	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Copper (dissolved)	µg/L	1000	3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0	<3.0
Iron (dissolved)	µg/L		300	995	630	924	570	928	<300
Nickel (dissolved)	µg/L		2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	3.8
Lead (dissolved)	µg/L	10	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Sodium (dissolved)	µg/L		2000	<2000	<2000	<2000	<2000	<2000	31200
Zinc (dissolved)	µg/L		3.0	5.0	7.5	4.4	5.3	6.1	<3.0
Chloride	mg/L	250	1	2	2	2	2	2	19
Conductivity	umhos/cm		10	23	22	21	21	31	597
pH	pH		NA	5.42	5.05	5.18	5.68	6.16	6.94
Sulfate (WW)	mg/L		20	<20	<20	<20	<20	<20	
Sulfate (DW&SW)	mg/L		2						26

RDL - Reported Detection Limit; G / S - Guideline / Standard

Il a été observé que les hydrocarbures pétroliers, le pH, le sodium et le niveau de conductivité dans le puits R-11 sont plus élevés que dans les autres échantillons et il est suspecté que la source pourrait être les lubrifiants et les fluides de forage utilisés. Il est recommandé qu'un nouveau programme d'échantillonnage soit réalisé au printemps. Les rapports d'analyses du laboratoire sont présentés à l'annexe C.

6- Analyse du terrain et géomorphologie :

Les bâtiments principaux sont situés en terrain montagneux au nord du couloir des lignes de transmission d'Hydro-Québec et environ 3km au nord de la route 138. Actuellement, le secteur est fortement boisé et une coupe de ligne a dû être effectuée pour accéder aux endroits des tests. Quelques ponceaux ont dû être construits pour traverser les couloirs de drainage et, tout particulièrement, le ruisseau Clet.

7- Description des sols :

Les conditions du roc et des sols rencontrés sur la propriété varient selon leur position et selon leur élévation. En général, sur les zones élevées du parc à résidus ainsi que la

halde à stérile située un peu plus au nord, le roc affleure fréquemment ou encore se retrouve à faible profondeur dans les dépressions locales sur le plateau.

Des argiles marines de faibles épaisseurs et des horizons de sable se retrouvent au fond des dépressions peu profondes. Des argiles plus épaisses se retrouvent dans les zones de failles plus profondes.

Au site de l'usine, de profondes tourbières sont rencontrés et ce, sous l'élévation 80m suivant la voie ferrée et à l'élévation 77m sur le côté ouest du site et ceinture une crête rocheuse au nord-ouest, au nord et au nord-est de cette crête.

Tous les résultats du laboratoire obtenus sur les échantillons de sols, pour chacune des couches de sol, est donné dans les rapports de l'annexe C et est résumé dans les sections suivantes du rapport.

8- Discussion :

Cette section traite de chacune des infrastructures étudiées lors des travaux de ce rapport.

9- Conclusion :

Les conclusions suivantes ont été rendues concernant l'étude géotechnique :

1. Les tests de sols confirment que la partie sud-ouest de la portion la plus haute de la crête rocheuse à l'ouest de la voie de chemin de fer est le meilleur endroit pour construire les infrastructures.
2. Une fois le site mis à niveau, toutes les fondations seront assises sur le socle rocheux à l'exception de la sous station électrique. Cette structure peut être assise sur de l'argile asséchée qui recouvre le socle rocheux.
3. La fondation du silo de chargement situé au chaînage 4+100 peut être construite sur le socle rocheux, et ce, à la suite d'une excavation de faible profondeur. Un design de charge d'une valeur de 2 000kPa est acceptable pour une utilisation sur un socle rocheux.
4. Le concasseur primaire et le hangar d'accumulation du minerai devraient être sur le socle rocheux. Une capacité portante de 2 000kPa est recommandée. Des techniques de pré-découpage devraient être utilisées dans les excavations de roc afin de permettre que le béton soit coulé directement sur une surface rocheuse.
5. La construction du ballast de la voie ferrée devrait être faite en déposant le matériel sur la tourbière comme établi dans le rapport. Pour des raisons économiques, une excavation profonde pour remplacer la tourbe par un matériel granulaire n'est pas recommandée.

6. Déplacer l'enlèvement de la ligne principale vers le couloir réservé d'Hydro-Québec pourrait minimiser la profondeur de tourbe sous le ballast.
7. Étager la charge du matériel de remplissage sur la tourbe va nécessiter l'installation de piézomètres et d'inclinomètre afin de contrôler le taux de remplissage et ainsi éviter les instabilités.
8. Les haldes à stériles peuvent être construites sans problèmes de stabilité. C'est seulement à la base de la dépression orientée est-ouest ou des problèmes d'instabilité peuvent être rencontrés. Dans ces secteurs, la compression de la tourbe et des argiles molles seront remplacés par les déplacements au niveau de la base de l'avancement progressif du talus. La direction du remplissage des vallées profondes devrait être faite du point le plus profond vers le moins profond afin de confiner le matériel mou.
9. Le barrage haut de 30m au ruisseau Clet devrait être localisé à l'endroit le plus étroit de la crevasse orientée nord-ouest / sud-est, à une distance d'environ 60m des collets de forage en amont de la vallée. À cette position, le socle rocheux est probablement à une plus faible profondeur.
10. Une barrière de 3m de haut composée de sable et gravier ou encore d'empierrement avec un géotextile en amont et une zone amont imperméable peut être construite sans problèmes de stabilité. Pour agir comme membrane filtrante, la couche devrait couvrir la largeur totale du barrage.
11. La construction des rehaussements subséquents utilisant les résidus minier spigotés est acceptable selon que les pentes avales aient un minimum de 4H : 1V soit utilisées avec une technique de charge étagée.
12. Le drainage de surface provenant du site minier, des haldes de stériles et du parc à résidus sera dirigé vers Sept-Îles via le ruisseau Clet ou d'autres ruisseaux plus à l'ouest. Le drainage de la partie est des infrastructures se fera via les ruisseaux nord-ouest s'écoulant vers la rivière Des Rapides, des 2 côtés de la moitié nord-est des installations.
13. Il est important de noter que les élévations des localisations des tests, obtenues par le Groupe Cadoret, Arpenteurs-Géomètres, ne correspondent pas à la topographie obtenu par le relevé LIDAR. Cette différence devra être résolue pour que le niveau des cotes, particulièrement dans l'axe de la voie ferrée, puissent être établies.
14. Une fois que le projet entrera dans sa phase de construction, des sondages additionnels sont suggérés pour finaliser le design :
 - Aux silos de chargement, compléter le profil du socle rocheux suivant le ruisseau Clet, le barrage du parc à résidus et de la dépression.
 - Déterminer la profondeur de la tourbe dans la tourbière suivant le profil de la position finale de la voie ferrée.
 - Étudier les sols dans le périmètre des hautes digues ou elles traversent d'autres dépressions.

- Confirmer l'épaisseur et la résistance de l'argile sous les ponceaux du ruisseau Clet.