



Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social
(Directive : 3214-14-062)

Lithium Guo AO :Projet Moblan Lithium
H357755

Volume 3 - Annexes

Annexe XII

Gestion des eaux de surface sur le site minier (EXP, 2019)

(Documents Hatch : E357755-EXP-228-230-0003 et E357755-EXP-228-230-0005)

Moblan Lithium mine site: Site Surface Water Management

Executive Summary

Projet n° : GAT-000247883-10

Prepared by :

Les Services EXP inc.

1000, avenue Sainte-Charles, 10^e étage, bureau 1008

Vaudreuil-Dorion (Québec) J7V 8P5

Tél. : 450.455.6119

Télééc. : 450.455.6388

www.exp.com

Préparé par :

Hui Wang, ing., M.ing.

N° O.I.Q. : 124716

Validé par :

Julie Beausejour, ing, PhD

N° O.I.Q. : 128411

Date : 2019-02-12

The study is based on information provided by other consultants retained by Neotech Lithium-Québec, namely,

- Process plant global water balance flowchart from DRA-METCHEM;
- Sizing of the hydraulic retention pond at the process plant site from DRA-METCHEM;
- General site layout and preliminary design of the TSF from Exp geotechnical team;
- Preliminary results of groundwater modeling from Exp geotechnical team

The main objective of the prefeasibility study is to propose potential sources of water supply for the process plant and to identify points of discharges to the environment, based on Directive 019 for Mining and the Guide for stormwater management from the Quebec Ministry of Environment. More specifically, water balance analysis is performed on the Tailing Storage Facility (TSF) reclaim pond, the process plant retention pond as well as the natural ponds P1 and P2, as there have been preliminarily identified as the potential water supply sources.

In a mine site, surface runoffs can be divided in two categories: Contaminated and non-contaminated. The design of the non-contaminated runoff drainage systems should respect the requirements and follow the recommendations in Guide de gestion des eaux pluviales. The design of the contaminated runoff drainage systems should respect the requirements of Directive 019 sur l'industrie minière.

According to Directive 019, a retention pond must be provided for contaminated runoffs. The volume of the retention pond must be enough to retain 24 hours of rainfall of a critical event plus 30 days of snowmelt. The quantity of snow corresponds to a recurrence period of 100 years. A factor of augmentation of 20% is applied to the calculated rainfall intensity to consider the effect of climate change, as directed in Directive 19 and Guide de Gestion des Eaux Pluviales from MDDELCC. The design 100-year 24-hr rainfall depth is estimated at 114 mm.

The snowmelt volume is estimated based on the following data and assumptions:

- The maximum snow accumulation depth in April observed at the Chibougamau-Chapais station is 898 mm;
- The snow accumulated on ground in April will melt in 30 days.
- The snow to water ratio is 10%
- The observed maximum depth of snow accumulated on ground at Chibougamou-Chapisi airport station 898 mm. The equivalent water depth of 30-day snowmelt is estimated at 89.8 mm

Calculations of surface runoff and snowmelt volume

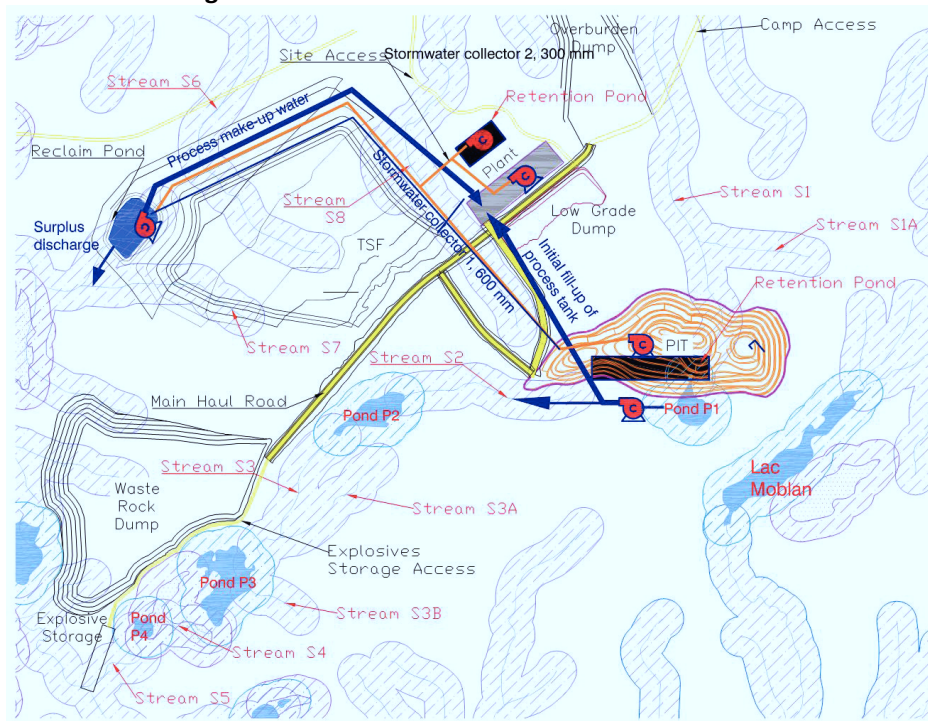
Description	TSF	Mine pit	Process plant
Catch basin area	59.5	30.9	9.6124
Runoff coefficient	0.82	0.82	0.82
100-yr 24-hr rainfall depth	114	114	114
30-day snowmelt	89.8	89.8	89.8
Volume of retention ponds	109 173	56 697	17 637

Based on the above recommendations, the list of required water infrastructure is presented below. The estimation is based on the preliminary information that are available at the time of this prefeasibility. Estimated cost for the following works will be precised at Design stage.

	Works	Description	Preliminary Design criteria	Estimated cost
A	Pumping station and pipe from Pond #P1 to Process plant and to the fire water tank	Initial fillup of the process tank Initial fillup of the fire water tank	Pump capacity: - Flow: 5000 m ³ /d (58 L/s) - Head: 15 m approx. Forcemain: - 250 mm dia. - 1200 m approx. Equipements: - 1 sump 2 m x 3.5 m - 2 submersibles pumps 15 kW approx.	Pumping station: 300 000\$ Forcemain: 1 000 000\$ Total: 1 300 000\$
B	Sormwater collector 1	Main stormwater collector between the pit to the reclaim pond	Gravity pipe Diameter: 600 mm Length: 2000 m With chambers for pipe connection Maximum flow of 12 000 m ³ /d	4 000 000\$
C	Sormwater collector 2	Connect the plant yard retention pond to Collector 1	Gravity pipe Diameter: 300 mm Length: 300 m With chambers for pipe connection Maximum flow of 1500 m ³ /d	300 000\$
D	Process plant retention pond and pumping station	Retention pond With a pumping station to Collector 2.	Retention pond volume: 18 000 m ³ Pump capacity: 2500 m ³ /d	1 500 000\$
E	Mine pit dewatering system including pumping stations.	To pump groundwater from pit dewatering to Collector 1	Pump flow according to the study of Numerical Groundwater Flow Model Pump head according to the actual depth of the dewatering system	The cost of the pumping station is to be gradually increased as the excavation of the pit grows. Pumps from P1 cost can be transferred here so no extra cost should be accounted at this stage.
F	Retention pond and pumping station for mine pit runoff	To pump stormwater from pit to Collector 1	Maintain a hydraulic retention pond of 57 000 m ³ all time at the bottom pof the pit, with a pumping station of 8 000 m ³ /d capacity to send stormwater to Collector 1.	Excavation costs included in mine operation costs. Pumping station to be gradually increased as the mine is excavated.

			Pump head depends on the elevation of the bottom of the pit.	
G	Pumping station from the reclaim pond to process plant	Principal process make-up water supply. To be used for process tank fill up, daily operation makeup.	Pump capacity: - Flow: 450 m ³ /d (5.2 L/s) - Head: 60 m Forcemain: - 75 mm dia. - 2000 m approx. Equipements: - 2 pumps on barge 5 kW	Cost included in the TSF reclaim pond design
H	Pumping station for process plant surplus water to Collector 2	To be used in daily operations, for discharge of process surplus water to the TSF retention pond	Pump capacity: - Flow: 250 m ³ /d (3 L/s) - Head: 5 m Gravity pipe: - 250 mm dia. - 150 m approx. Equipements: 2 lift pumps 0.5 kW	Pumping station: 150 000\$ Forcemain: 100 000\$ Total: 250 000\$

Figure 8-1: Water infrastructures locations on site



GAT-0024883-10

Soumis le : 11-02-2019

HATCH

REFERENCE DOCUMENT

No.: E357755-EXP-228-230-0005_Sub002



Neotec Lithium-Québec

555, boul. René-Lévesque Ouest,
6th floor
Montreal, H2Z 1B1

**Moblan Lithium mine :
Site Surface Water
Management**

Les Services EXP inc.

1000, ave Saint-Charles, 10^e étage, bur. 1008
Vaudreuil-Dorion (Québec) J7V 8P5
Tél. : 450.455.6119
Télec. : 450.455.6388

Neotec Lithium-Québec

Moblan Lithium mine site: Site Surface Water Management

Final

After comments

Projet n° : GAT-000247883-10

Prepared by :

Les Services EXP inc.

1000, avenue Sainte-Charles, 10^e étage, bureau 1008

Vaudreuil-Dorion (Québec) J7V 8P5

Tél. : 450.455.6119

Télec. : 450.455.6388

www.exp.com

Préparé par :



Hui Wang, ing., M.ing.

N° O.I.Q. : 124716

Validé par :



Julie Beausejour, ing, PhD

N° O.I.Q. : 128411

Date : 2019-02-11

Table of Content

	Page
1. Introduction	1
2. Summary description of the development project	1
3. Site hydrological characteristics	1
4. Meteorological data	5
5. Water balance analysis	8
5.1 Precipitation <u>(P)</u>	8
5.2 Evapotranspiration <u>(ET)</u>	8
5.3 Net export of ground water (G).....	9
5.4 Change in moisture storage (dS).....	9
5.5 Diversions out of the watershed (D).....	9
5.6 Water balance analysis	9
6. Management of Surface Runoffs	12
6.1 Summary description of the surface runoff management system	12
6.2 Design rainfall intensity and snowmelt volume	13
6.3 Calculations of surface runoff and snowmelt volume.....	14
6.4 Calculations of runoffs of the catch basin of Pond P1.....	14
7. Water demand and discharges by the Mine Process plant facilities	15
7.1 Water demand.....	15
7.2 Discharges.....	17
7.3 Potential sources of water supply	17
7.4 Proposed surface water piping system.....	18
8. Conclusion and recommendations	21
8.1 CAPEX Costs planning	22

1. Introduction

EXP services Inc has been retained by Neotech Lithium-Québec to perform a general overall surface water balance analysis and management plan, integrating all water use and planned discharges to the environment.

The study is based on information provided by other consultants retained by Neotech Lithium-Québec, namely,

- Process plant global water balance flowchart from DRA-METCHEM;
- Sizing of the hydraulic retention pond at the process plant site from DRA-METCHEM;
- General site layout and preliminary design of the TSF from Exp geotechnical team;
- Preliminary results of groundwater modeling from Exp geotechnical team

All these studies are on-going in parallel with the present study.

The main objective is to propose potential sources of water supply for the process plant and to identify points of discharges to the environment. More specifically, water balance analysis is performed on the Tailing Storage Facility (TSF) reclaim pond as well as the natural pond P1 and P2, as there have been preliminarily identified as the potential water supply sources.

This is a prefeasibility study. The analysis results, conclusions and recommendations are dependant on the findings of the other parallel studies. Assumptions made were specified. Should any of the input information changes, the analysis of the present study should be updated accordingly. It is planned that the design criteria and costs estimation for water supply, pumping stations and treatment units will be updated at a subsequent stage, at the time of preliminary and final design.

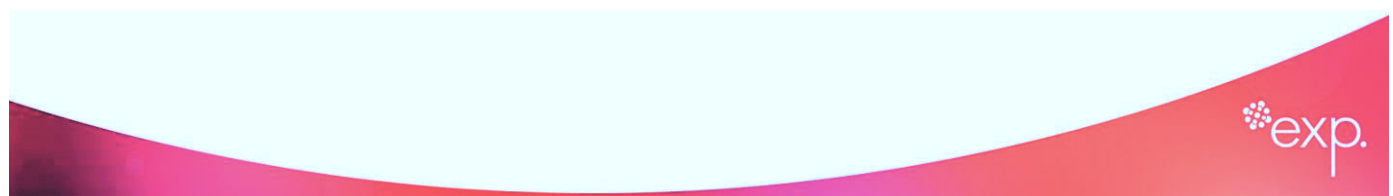
2. Summary description of the development project

The mine site is located approximately 350 km east of the southern tip of James Bay, and 110 km north of Chibougamau-Chapais airport. The site can be accessed by the Route du Nord.

The projected development occupies approximately a surface area of 400 ha. At the heart of the development is an open mine pit. It has been estimated that mining will take place for a period of approximately 12 years. When fully mined, the open pit will occupy a surface area of approximately 30 ha. Other Major constructions of the mine include a process building, a tailing storage facility (TSF), the TSF water reclaim pond, an explosive storage facility, a waste rock dump, a low-grade dump, and an overburden dump site, a worker's camp, and access roads. The preliminary general layout of the site had been prepared by DRA and is attached in Appendix 1.

3. Site hydrological characteristics

For the study, we have received from DRA the CAD drawings of contours and natural aquatic network of the site. Figure 3-1 shows the natural aquatic network of the site. Table 3-1 provides a list of hydraulic elements found on the site.



The mine site is in a mountainous area, with ground elevation varying approximatively between 400 m to 580 m. Due to the reliefs, the catch basins of the ponds are generally characterized by steep slopes and limited surface area. This type of catch basin normally generates higher runoff flow and have less storage capacity comparing to a flat catch basin.

Four natural ponds are found near the open pit and the projected haul road. For discussion, these ponds are identified as P1, P2, P3 and P4, respectively, as shown in figure 3-1. The bathymetry of the ponds is not available. Hatch has provided the following preliminary information:

- Unnamed pond #1 (P1): Area 1.4 ha / Maximum depth 4.2 m / very low potential time of water renewal
- Unnamed pond #2 (P2): Area 1.8 ha / Maximum depth 1.5 m in a very small portion of the pond/ very low potential time of water renewal
- Unnamed pond #6 (P3): Area 3.4 ha / Maximum depth n.a. / low potential time of water renewal

It should be noted that the watercourse off ponds P1 and P2 are intermittent water courses. Furthermore, Pond P2 had been identified by Hatch as a pond that feeds a very sensitive fish habitat including spawning areas.

Information on soil and groundwater of the site are provided by geotechnical study, in summary:

- The subsoil consists of predominantly a silty sand with a trace to some gravel.
- Groundwater was observed at shallow depths ranging from ground surface to about 1.5 m.

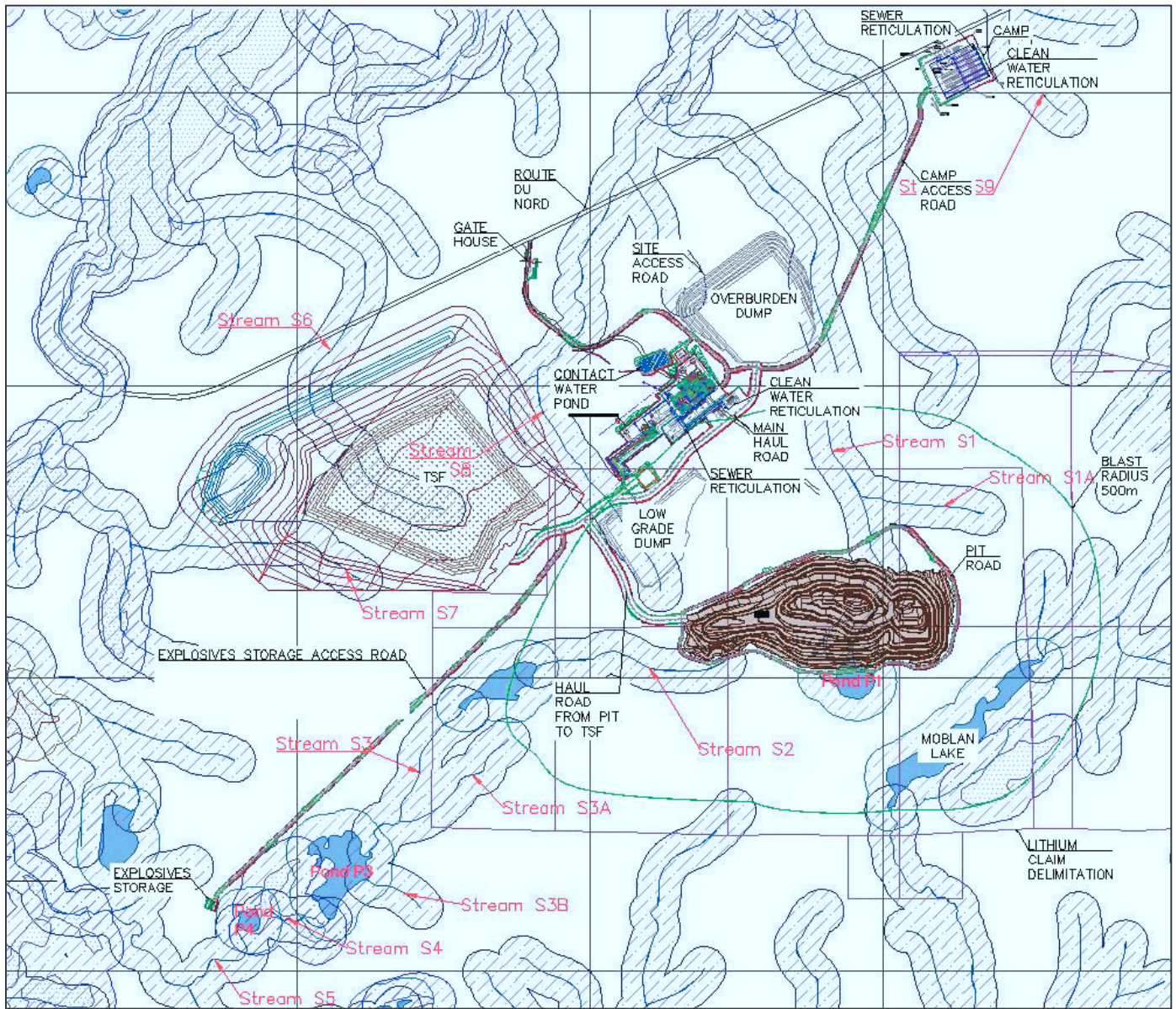


Figure 3-1 Natural aquatic network of the site (from DRA overall site layout drawing # A1-C2781-001-L, dated 2018-12-08)

Table 3-1 List of elements of natural aquatic system on site

Elements	Remarks
Pond P1	Water surface area: 1.4 ha Maximum depth: 4,2 m Catch basin area: 10,7 ha Outfall: Watercourse S1
Pond P2	Water surface area: 1.8 ha Maximum depth: 1.5 m Catch basin area: 30.4 ha Outfall: Watercourse S3
Pond P3	Water surface area: 3.4 ha Catch basin area: 47.7 ha Outfall: Watercourse S4
Pond P4	Information not available
Stream S1	Watercourse. Outfall of Pond P1
Stream S1A	Intermittent watercourse. Branch of S1
Stream S2	Intermittent watercourse.
Stream S3	Watercourse. Links P2 and P3
Stream S3A	Intermittent watercourse. Branch of S3
Stream S3B	Intermittent watercourse. Tributary to P3
Stream S4	Watercourse. Links P3 and P4
Stream S5	Watercourse. Outfall of pond P4
Stream S6	Watercourse. Outfall of TSF site
Stream S7	Watercourse. Outfall of TSF site
Stream S8	Intermittent watercourse
Stream S9	Watercourse. Next to the worker's camp

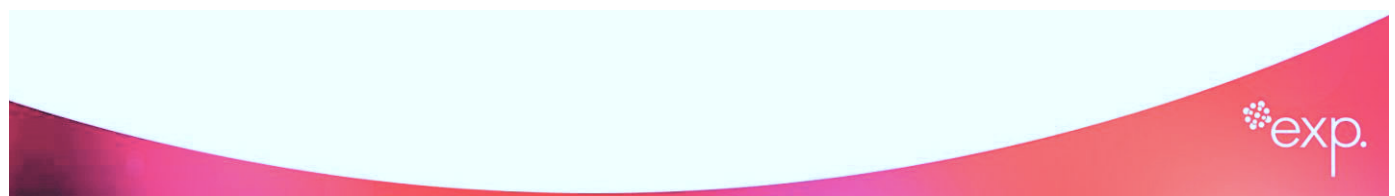
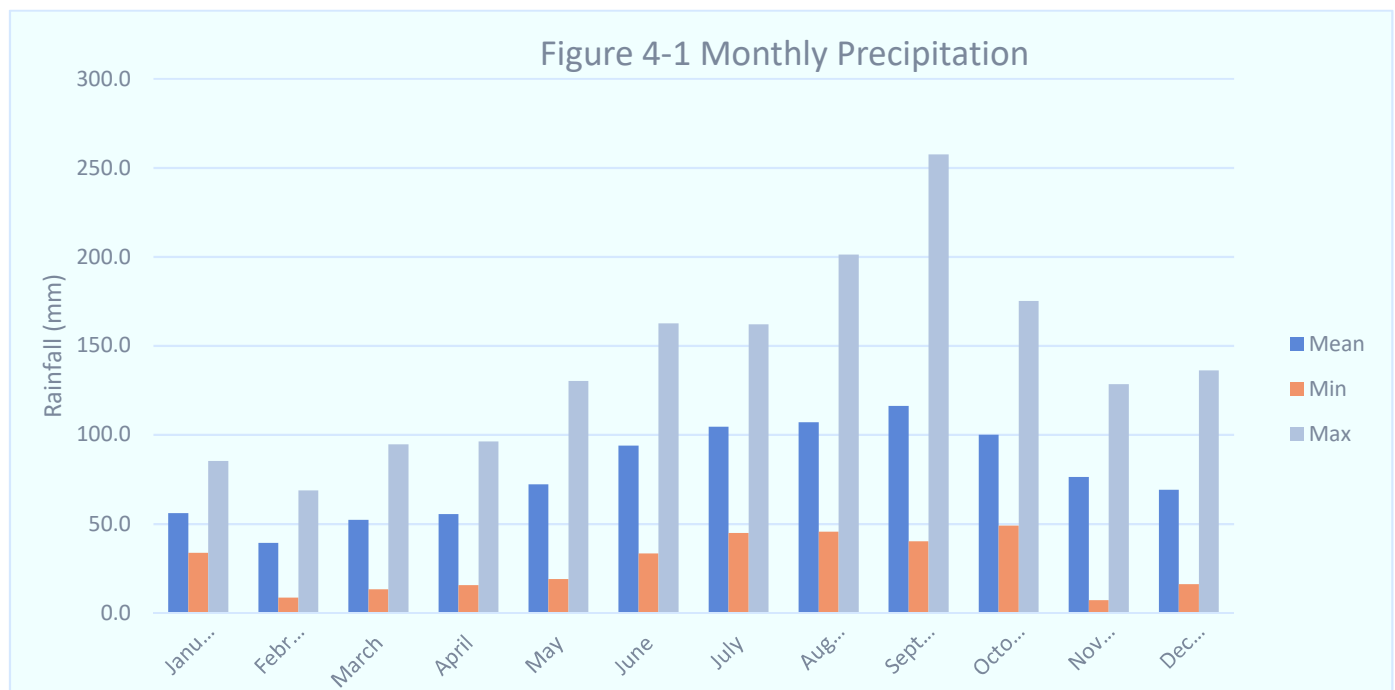
4. Meteorological data

Water balance analysis of a watershed requires long-term meteorological data such as rainfall and evapotranspiration. We have obtained daily meteorological data observed at Chibougamau-Chapais Airport station from 1982 to 2018, including rainfall, snowfall, temperature. The study assumes that these data apply to the mine site without need for any adjustment. Figures 4-1 to 4-3 show monthly statistics of these available meteorological data. Table 4-1 shows statistics of monthly and annual precipitation.

Site specific evapotranspiration data are not available. For the study, evaporation amount is estimated based on the following references:

- Hydrological atlas of Canada/Mean Annual Lake Evaporation
- Étude de l'évaporation nette du reservoir de l'Eastmain 1, Hydro Review – Juin 2014

Based on the Mean Annual Lake Evaporation atlas, the annual evaporation of the site is estimates at 350 mm. It is assumed that this annual evaporation amount applies to the entire catch basin of the ponds, including the pond and the land. It is further assumed that the monthly variation of evaporation follows the pattern as shown in Table 4-2. The variation pattern has been established based on the observed data presented in Étude de l'évaporation nette du reservoir de l'Eastmain 1, Hydro Review – Juin 2014. The Eastmain 1 reservoir is located at the perimeter of James Bay, approximately 350 km west of the mine site and at the same altitude.



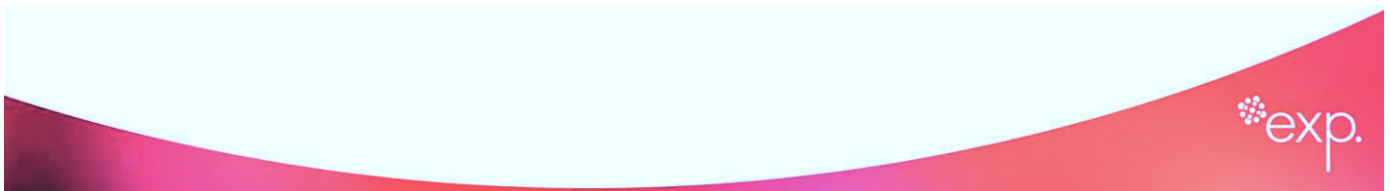
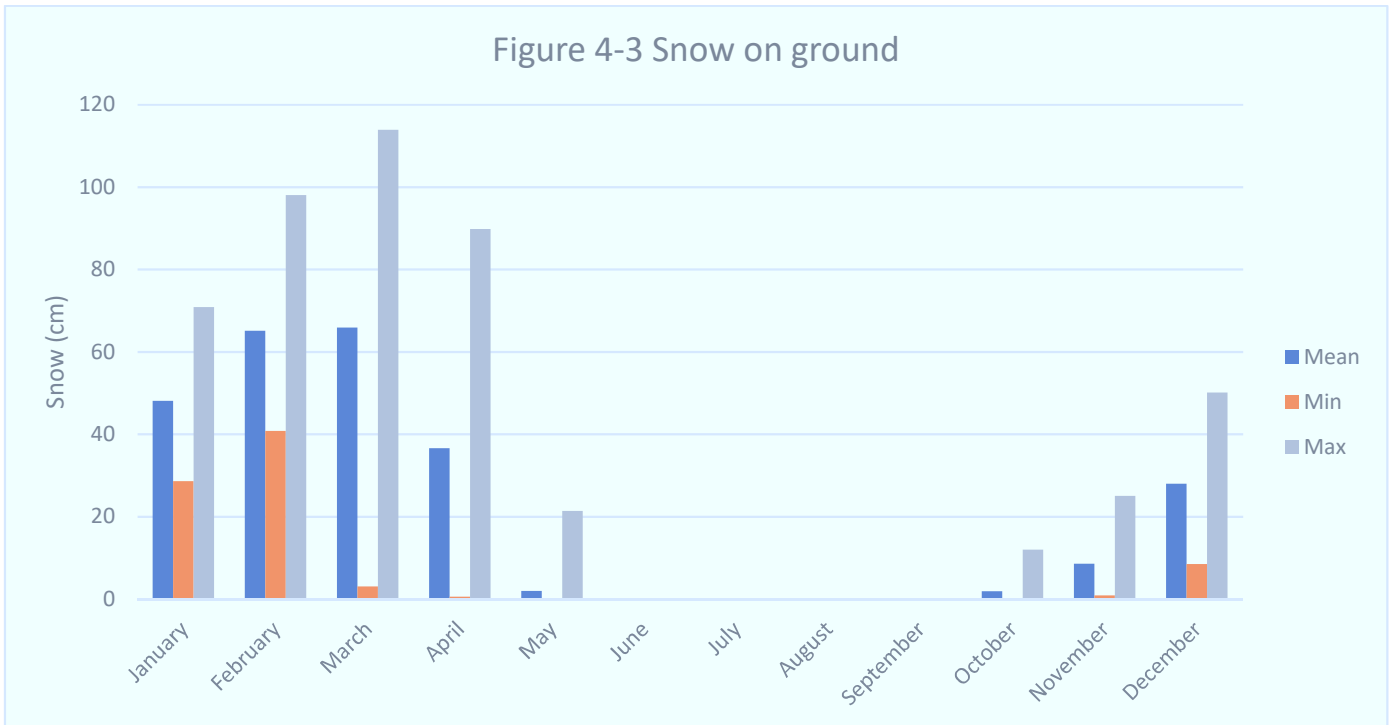
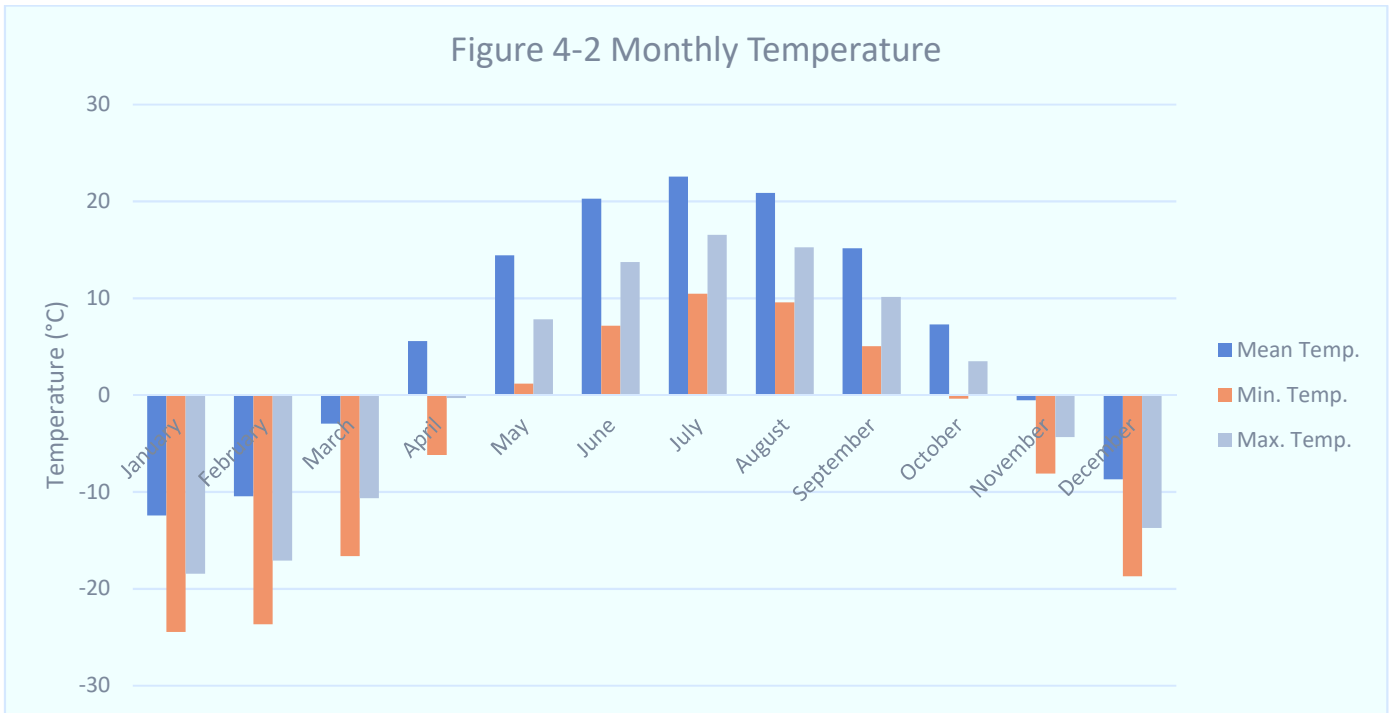


Table 4-1 Monthly and annual precipitation

Period	Moy (mm)	Min (mm)	Max (mm)
January	72	19	130
February	94	33	163
March	105	45	162
April	107	46	201
May	116	40	258
June	100	49	175
July	76	7	129
August	69	16	136
September	56	34	85
October	39	9	69
November	52	13	95
December	55	16	96
Annual	949	725	1,192

Table 4-2 Monthly and annual evaporation

Period	#days	Factor variation	Evaporation (mm)
January	31	1.0%	3.5
February	28	1.0%	3.5
March	31	2.0%	7.0
April	30	4.5%	15.8
May	31	9.5%	33.3
June	30	15.0%	52.5
July	31	18.5%	64.8
August	31	18.0%	63.0
September	30	13.5%	47.3
October	31	9.5%	33.3
November	30	5.5%	19.3
December	31	2.0%	7.0
Annual	365	100%	350

5. Water balance analysis

Water balance analyses are performed on the potential water supply sources: the TSF reclaim pond, and ponds P1 and P2. The purpose of the analysis is to verify the availability and sustainability of the potential water supply sources. The analyses estimate water yield of a given watershed over a long-time interval (monthly or annual). Water yield is the net amount of water flowing past a given point on a stream during a given period. Water yield can be described by a basic water balance equation:

$$Q = P + I - ET - G - dS - D$$

Where: Q = streamflow
P = precipitation
I = import of water into the watershed
ET = evapotranspiration
G = net export of ground water
dS = change in storage
D = diversions out of the watershed

The water balance terms for the study are described below.

5.1 Precipitation (P)

Monthly precipitation statistics area used for the analysis. The statistics are calculated based on observed daily data at Chibougamau-Chapais Airport station for the period of 1982 to 2018. Data from 1993 to 2004 are missing. Data of the years of 1982, 1992, 2005 and 2017 are incomplete.

For the study, we have made the following assumptions:

- Precipitation falls uniformly over the site with no spatial variation.
- Considering the effect of ice cover of the ponds, it is assumed that no precipitation will contribute to the ponds during the period of December to March.
- At the end of winter season (April), 10% of the snow depth on ground is converted to water.

5.2 Evapotranspiration (ET)

As described in section 4, monthly evaporation data are estimated using Hydrological atlas of Canada/Mean Annual Lake Evaporation Site and data from a site study at the Eastmain 1 reservoir of Hydro Quebec.

Due to the limited availability of data, the estimated monthly average evaporation data will be used for the analysis.

It is assumed that the estimated monthly average evaporation amount applies to all types of surfaces of the entire watershed, including water surface, forest, peatland, and soil.

5.3 Net export of ground water (G)

At the time of preparation of the report, subsoil characteristics of the bottom of the ponds is unknown. Boring tests at other locations of site indicate that the groundwater table is near soil surface. For the analysis, the net export of ground water (G) is omitted.

5.4 Change in moisture storage (dS)

For the study, moisture storage in plant surfaces, soil depression and soil moisture are neglected. Change in storage in the ponds is assumed to be zero if the resulting discharge is positive. In case the resulting discharge is negative. Water will be drawn from the tank. It is assumed that the maximum volumes of ponds P1 and P2 are respectively 19200 m³ and 9000 m³, as described in section 4.

5.5 Diversions out of the watershed (D)

For the ponds P1 and P2, the term Diversions out of the watershed (D) is neglected. For the TSF, D is equal to the negative value of total volume of the tailing moisture and the surplus from the process water tank.

5.6 Water balance analysis

The water balance analyses are shown in tables 5-1 to 5-3. We obtain the following preliminary conclusion based on the water balance analysis.

The TSF reclaim pond receives runoffs from the TSF, the process plant yard and the mine pit, as well as groundwater from the pit dewatering. Runoff of the TSF flows to the reclaim pond by gravity. The mine pit and the process plant yard are each equipped with a dedicated retention pond. Stormwater collected in the retention ponds is pumped to the reclaim pond. The table 5-1 shows that in an average year, the reclaim pond will discharge an average of approximately 1 756 m³/d plus the flow of mine dewatering, which varies from 45 m³/d in Year 1 to 1186 m³/d in Year 12 (See table 5-1a). However, in extreme dry summer months, evaporation will exceed precipitation. In this case, the process plant will have to use the reserve in the reclaim pond for the make-up water. It is estimated that in the extreme dry month, the plant may have to draw approximately 16 300 m³ of water from the reclaim pond for its need of make-up water.

For pond P1 catch basin, the average daily runoff will be approximately 176 m³/d. However, in dry summer months, evaporation will exceed precipitation, there will be no runoff. The result is consistent with that fact that the outfall of pond P1 is an intermittent watercourse. On the other hand, in a wet month, average daily runoff may reach as high as 750 m³/d.

For pond P2 catch basin, the average daily runoff will be approximately 500 m³/d. However, in dry summer months, evaporation will exceed precipitation, there will be no runoff. The result is consistent with that fact that the outfall of pond P2 is an intermittent watercourse. On the other hand, in a wet month, average daily runoff may reach as high as 2100 m³/d.

Table 5-1 Water balance analysis – TSF Reclaim pond

Month	#days	Précipitation			Snowmelt (mm)	Evaporation (mm)	Tailing moisture (m ³ /d)	Process surplus (m ³ /d)	Pit dewatering (m ³ /d)	Process make-up (m ³ /d)	Discharge		
		Avg. (mm)	Wet (mm)	Dry (mm)							Avg. (m ³ /d)	Wet (m ³ /d)	Dry (m ³ /d)
January	31	56.0	85.4	33.8		3.5	336	223	See Table 5-1a	-444	1810	2757	1093
February	28	39.3	68.8	8.6		3.5	336	223		-444	1395	2447	297
March	31	52.3	94.6	13.2		7.0	336	223		-444	1578	2941	315
April	30	55.5	96.2	15.6	36.6	15.8	336	223		-444	2659	4017	1330
May	31	72.2	130.3	19.1		33.3	336	223		-444	1373	3246	-342
June	30	94.0	162.6	33.4		52.5	336	223		-444	1500	3785	-522
July	31	104.5	162.0	44.9		64.8	336	223		-444	1398	3252	-525
August	31	107.0	201.2	45.6		63.0	336	223		-444	1536	4574	-446
September	30	116.2	257.5	40.2		47.3	336	223		-444	2413	7124	-120
October	31	100.0	175.2	49.0		33.3	336	223		-444	2268	4695	623
November	30	76.4	128.5	7.1		19.3	336	223		-444	2021	3757	-290
December	31	69.2	136.2	16.2		7.0	336	223		-444	2121	4283	412
Annual	365	949	1192	725		350	336	223	45 to 1186	-444	1756	2423	1144
Basin area													
- TSF	59.5	ha											
- Mine Pit	30.9	ha											
- Process plant	9.6	ha											
- Total	100	ha											

Table 5.1a - Estimated flow of mine dewatering*

Year 1	45	m ³ /d
Year 2	137	m ³ /d
Year 3	262	m ³ /d
Year 4	378	m ³ /d
Year 5	509	m ³ /d
Year 6	598	m ³ /d
Year 7	669	m ³ /d
Year 8	805	m ³ /d
Year 9	989	m ³ /d
Year 10	1104	m ³ /d
Year 11	1163	m ³ /d
Year 12	1186	m ³ /d

*Based on the preliminary results of Numerical Groundwater Flow Model

Table 5-2 Water balance analysis – Pond P1

Month	#days	Précipitation			Snowmelt (mm)	Evaporation (mm)	Runoff		
		Avg. (mm)	Wet (mm)	Dry (mm)			Avg. (m ³ /d)	Wet (m ³ /d)	Dry (m ³ /d)
January	31	-	-	-	36.6	3.5	-	-	-
February	28	-	-	-		3.5	-	-	-
March	31	-	-	-		7.0	-	-	-
April	30	55.5	96.2	15.6		15.8	272	417	130
May	31	72.2	130.3	19.1		33.3	135	335	-49
June	30	94.0	162.6	33.4		52.5	148	393	-68
July	31	104.5	162.0	44.9		64.8	137	336	-69
August	31	107.0	201.2	45.6		63.0	152	477	-60
September	30	116.2	257.5	40.2		47.3	246	750	-25
October	31	100.0	175.2	49.0		33.3	230	490	54
November	30	76.4	128.5	7.1		19.3	204	390	-43
December	31	-	-	-		7.0	-	-	-
Annual	365	949.0	1192.4	725.4		350	176	247	110
Catch basin:	10.7	ha							

Table 5-3 Water balance analysis – Pond P2

Month	#days	Précipitation			Snowmelt (mm)	Evaporation (mm)	Runoff		
		Avg. (mm)	Wet (mm)	Dry (mm)			Avg. (m ³ /d)	Wet (m ³ /d)	Dry (m ³ /d)
January	31	-	-	-	36.6	3.5	-	-	-
February	28	-	-	-		3.5	-	-	-
March	31	-	-	-		7.0	-	-	-
April	30	55.5	96.2	15.6		15.8	773	1186	369
May	31	72.2	130.3	19.1		33.3	382	952	-139
June	30	94.0	162.6	33.4		52.5	421	1116	-194
July	31	104.5	162.0	44.9		64.8	390	954	-195
August	31	107.0	201.2	45.6		63.0	432	1355	-171
September	30	116.2	257.5	40.2		47.3	699	2131	-71
October	31	100.0	175.2	49.0		33.3	654	1392	154
November	30	76.4	128.5	7.1		19.3	579	1107	-123
December	31	-	-	-		7.0	-	-	-
Annual	365	949.0	1192.4	725.4		350	499	702	313
Catch basin:	30.4	ha							

It is assumed that during the ice-cover period (December to March), precipitation will not contribute to the ponds. Process water demand may have to be satisfied by the storage of the ponds. It would be necessary to perform a bathymetry survey of the ponds in a future study, mostly to confirm the volume of pond P1.

We consider that ponds water quality in Total Solids is better than that of the reclaim pond discharge. We then recommend using the pond water for initial fill up of the process plant, and more importantly for fire protection. It is important to limit the use of water from pond P2 for only emergency situations, as the pond feeds a very sensitive fish habitat including spawning areas.

6. Management of Surface Runoffs

In a mine site, surface runoffs can be divided in two categories: Contaminated and non-contaminated.

The design of the non-contaminated runoff drainage systems should respect the requirements and follow the recommendations in "Guide de gestion des eaux pluviales". The design of the contaminated runoff drainage systems should respect the requirements of "Directive 019 sur l'industrie manière".

The study includes catch basins that are part of the mine's water supply scheme. These include the TSF, the mine pit, the pond P1 and the process plant yard. Runoffs to the pond P1 are considered non-contaminated. Runoffs from the other three catch basins are considered contaminated.

According to Directive 019, a retention pond must be provided for contaminated runoffs. The volume of the retention pond must be enough to retain 24 hours of rainfall of a critical event plus 30 days of snowmelt. The quantity of snow corresponds to a recurrence period of 100 years.

6.1 Summary description of the surface runoff management system

It has been proposed by the hydrogeological study to construct a reclaim pond at the TSF site. All contaminated surface runoff, process plant surplus water, as well as groundwater from the open pit dewatering will be sent to this reclaim pond. The supernatant of the reclaim pond will be recirculated back to the process plant as process make-up water. The surplus portion of the supernatant will be discharged to the environment (Stream S7).

More specifically, the reclaim pond will receive water from the following sources:

- **Surface runoff of the TSF;**
- **Stormwater from the process plant yard.** DRA has foreseen a retention pond at the process plant yard, which is sized for 100-year rainfall event. Water from the retention pond should be pumped to the reclaim pond at a flowrate of 2 500 m³/d (to empty the full retention basin in 7 days);
- **Water accumulated in the retention pond at the bottom of the mine pit.** It is proposed to maintain a retention pond at the bottom of the pit to collect the runoffs. Water from the retention pond will also be pumped to the reclaim pond at a flowrate of 8 000 m³/d;
- **Groundwater collected by the pit dewatering system.** The flow varies from 45 m³/d in Year 1 to 1186 m³/d in Year 12;
- **Process plant surplus water,** evaluated to be 223 m³/d by DRA.

Per requirement of Directive 019, the retention ponds will be sized for 100-year rainfall, plus 30 days of snowmelt volume. The stormwater sewers shall also be designed for 100-year rainfall.

The reclaim pond discharge water shall meet the quality requirement of Directive 019 (Tableau 2.1). The quality parameters include suspended solids, hydrocarbon, total cyanide, and some metals. At the time of the study, water quality of the contaminated runoffs is unknown. The reclaim pond provide a settling treatment for reduction of suspended solids. Additional treatment may be required should runoff water characteristics become available.

The natural pond P1 is an integral part of the water balance system, in that:

- The pond water will be used for initial fill-up of the process water tank as well as the fire protection water tank;
- The pond will be eventually be dried off and cut off from its actual outfall (Stream S1) as the excavation of the mine pit evolves.

It is proposed to install a pumping station for the initial fill up of the process water tanks and the fire water tank, as well as for transfer the pond water to stream S2.

6.2 Design rainfall intensity and snowmelt volume

Design rainfall intensities are calculated using the following IDF equation:

$$\text{Rainfall Intensity, } I \text{ (mm/h)} = a / (tc + b)^c$$

The IDF equation parameters are presented in table 6-1.

Table 6-1 IDF parameters (Chibougamau-Chapais station)

Parameter	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	100 yr
- IDF parameter, a	373.71	461.22	521.86	598.16	704.04
- IDF parameter, b	3.0	2.1	1.8	1.5	1.1
- IDF parameter, c	0.726	0.719	0.717	0.714	0.710

A factor of augmentation of 20% is applied to the calculated rainfall intensity to consider the effect of climate change, as directed in Directive 19 and “Guide de Gestion des Eaux Pluviales” from MDDELCC. The design 100-year 24-hr rainfall depth is estimated at 114 mm.

The snowmelt volume is estimated based on the following data and assumptions:

- The maximum snow accumulation depth in April observed at the Chibougamau-Chapais station is 898 mm;
- The snow accumulated on ground in April will melt in 30 days.
- The snow to water ratio is 10%

The observed maximum depth of snow accumulated on ground at Chibougamau-Chapais airport station 898 mm. The equivalent water depth of 30-day snowmelt is estimated at 89.8 mm

6.3 Calculations of surface runoff and snowmelt volume

Table 6-2 shows a summary of the calculations of surface runoff and snowmelt volume. The recommended minimum volumes for the retention ponds are:

- For TSF: 109 173 m³
- Mine pit: 56 697 m³
- Process plant yard: 17 673 m³

In the calculations for the mine pit, it is assumed that for the life of mine (LOM) of twelve (12) years, the proposed pit excavation stages with increasing pit depth over the entire area of the mine.

Table 6-2 Calculations of surface runoff and snowmelt volume

Description	TSF	Mine pit	Process plant
Catch basin area	59.5	30.9	9.6124
Runoff coefficient	0.82	0.82	0.82
100-yr 24-hr rainfall depth	114	114	114
30-day snowmelt	89.8	89.8	89.8
Volume of retention ponds	109 173	56 697	17 637

6.4 Calculations of runoffs of the catch basin of Pond P1

The runoffs of the catch basin of Pond P1 are considered non-contaminated. The pond water will be used for initial fill-up of the process water tank as well as the fire protection water tank. It had been decided that the fill-up time should be within 24 hours.

The pond will be eventually cut off from its actual outfall (Stream S1) as the excavation of the mine pit evolves. According to the preliminary results of Numerical Groundwater Flow Model, the pond P1 could be completely drained after the first year of excavation of the pit.

We proposed to install a temporary pumping station of 5000 m³/d (0.058 L/s) capacity. The pumping station will have dual purposes of,

- Initial fill-up of the process water tank and the fire water tank;
- Transfer the pond water to the stream S2 if the pond is cut off from its natural outfall. In this case, the pond P1 serves as a hydraulic retention pond for peak runoffs during extreme rainfall events.

Table 6-3 shows the calculations of surface runoffs of the catch basin of Pond P1.

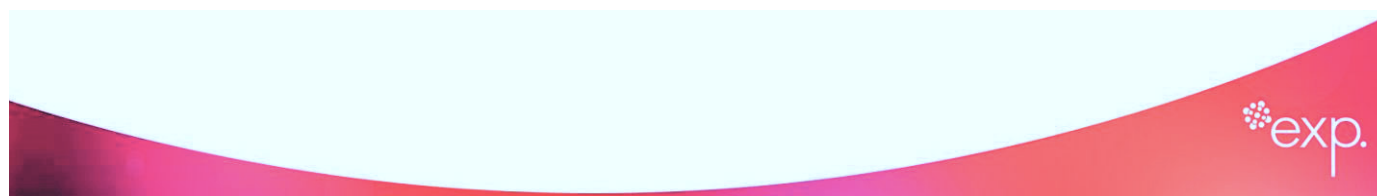


Table 6-3 Calculations of stormwater runoffs of Pond P1

Parameter	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	100 yr	Unit
Catch basin area	11.9					ha
Calculation of time of concentration	$tc = 3.26 (1.1 - C_p) L^{0.5} / S^{0.33}$					
Runoff coef., C_p	0.18					-
Length, L	460					m
Slope, S	19.20%					
Time of concentration, tc	24					min
Rainfall intensity, I	33.9	43.9	50.4	69.4	85.1	mm/h
Runoff, Q	0.20	0.26	0.30	0.41	0.51	m ³ /s

7. Water demand and discharges by the Mine Process plant facilities

7.1 Water demand

Water demands and discharges from the facilities of the mine's process plant has been estimated by DRA. Figure 5-1 shown a plant's water balance flow diagram. The flow diagram shows that, the process plant uses a huge quantity of water (10805 m³/d), and that 96% of the water (10361 m³/d) is recycled. That is, the process plant will require 444 m³/d of makeup water.

In summary, water demands by the process plant are as follows:

- Fresh makeup process water: 444 m³/d (non-potable)
- Drinking water: 28 m³/d (potable)

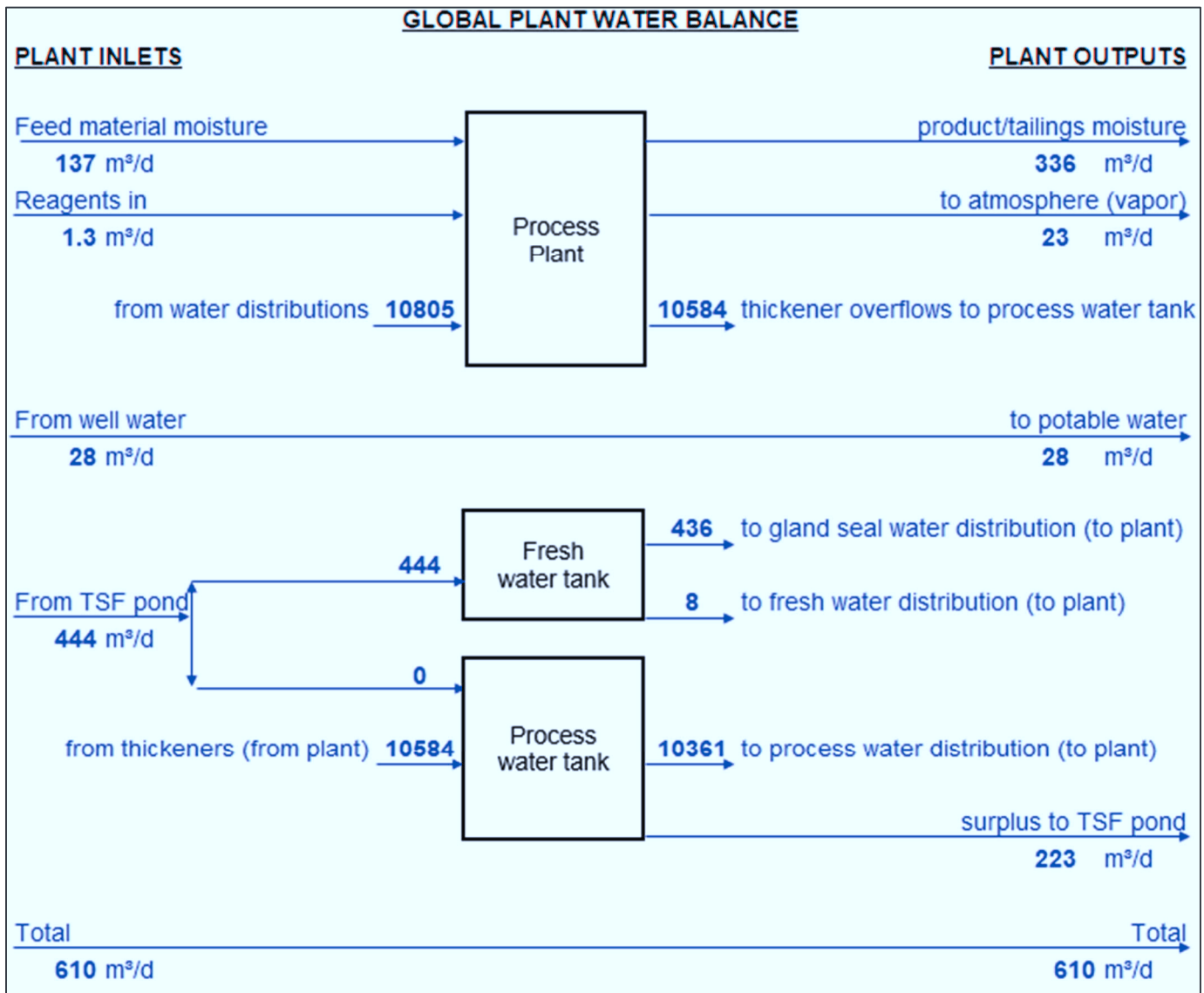


Figure 5-1 Process plant global water balance during operations (by DRA)

Furthermore, it has been established by DRA that an initial water demanded of 5000 m³ will be required to fill up the process water tank for plant start.

Water is also required for **fire protection**. We recommend that the plant be equipped with a fire water tank with fire pumps. The fire water demand should be established by the fire protection professionals. As for the fire water tank, DRA recommended a **fire water tank volume of 1000 m³**, with a fill-up time of 24 hours. We also recommend that the plant be equipped with a separate fire protection network. The fire protection water will be non-potable but should be good quality in terms of suspended solids to avoid pipe clogging after static water sedimentation.

7.2 Discharges

According to the global plant water balance flow chart (Figure 5-1), the total discharge from the facilities will be 610 m³/d. Based on the usage of water, the discharges can be divided into the following categories:

- **Sanitary wastewater discharge** (28 m³/d). It is assumed that the process plant's potable water consumption will be eventually discharged as sanitary wastewater. Sanitary wastewater should be collected by a separate sewer network and be treated by a wastewater treatment system before discharge to environment. This system is planned by DRA.
- **Product/tailing moisture** (336 m³/d). Tailing moisture will be recycled to the plant after treatment. Water balance analysis will be performed for the TSF by considering the amount of tailing moisture.
- The global plant water balance indicates that there will be 223 m³/d of **surplus from the process water tank**. The quality of the discharge is unknown. Considering that the surplus is generated from the process water tank, it is estimated that it will not contain any organic contaminant. For the study, we consider that the surplus water quality is acceptable for reuse after sedimentation. The surplus will be recycled to the TSF retention pond. This flow to the TSF is almost insignificant considering the volume of more than 150 000m³ (to be confirmed in final design stage). The Based on the water balance analysis, it is estimated that hydraulic retention time will be approximatively one month. This option will centralize the "contact water" to one treatment and one discharge point to the environment. This will be the only controlled point by the Ministry of Environment.

The worker's camp will have a separate sanitary wastewater collection and treatment system.

7.3 Potential sources of water supply

It had been determined by DRA that potable water in the plant will be supplied by wells. The total flow of these demands is 28 m³/d. Hydrogeologic report is under completion to confirm the source, quality and volume of potable water for the surrounding well.

The worker's camp, being located outside of the mine site, will have a separate water distribution network. Potable water of the worker's camp will also be drawn from wells. The camp is not included in the scope of the present study.

It was estimated that the ground water on the site may not have enough capacity to satisfy the demand of water by the plant process, especially for the initial demand of 5000 m³. It is therefore desired that the process plant water demand will be supplied by surface water sources.

Water sampling of the natural ponds as well as Moblan Lake has been conducted by Hatch. The analysis results are presented in "Rapport d'échantillonnage des eaux de surface et des sédiments" prepared by Hatch in December 2018. The analysis results demonstrate that water of these natural water bodies is of good quality and is suitable for raw water source to drinking water treatment plant and for fire protection. The quality requirement for the process is 100ppm solids while the surrounding ponds water quality is max 5 ppm. The ponds water quality is very high for process needs and fire protection.

By using the preliminary ponds dimensions presented in section 4, and by assuming that the ponds are of a cone shape, we have primarily estimated the volume of ponds P1 and P2 is respectively 19600 m³ and 9000 m³. It is estimated that the ponds may be covered by 1.5m to 2 m thick of ice during winter. The use of water from pond P2 should be limited to emergency situations only, as the pond feeds a very sensitive fish habitat including spawning areas.

With all these conservative assumptions, we estimate that the pond P1 has enough volume to initially fill up the process tank (5000 m³) as well as the fire water tank (1000 m³).

The make-up water required by process plant will be supplied from the reclaim pond. The reclaim pond receives runoffs from the TSF, the process plant yard and the mine pit, as well as groundwater from the pit dewatering. The water balance analysis demonstrates that, in an average year, the volume of water gained in the reclaim pond exceeds the need for the process's make-up water (444 m³/d). However, in the extreme dry summer months, the losses due to evaporation will surpass the gain from the precipitation. In this case, the process make-up water will have to be drawn from the reserve in the reclaim pond. It is estimated that in an extreme dry month, the plant may have to draw approximately 16 287 m³ of water from the reclaim pond for its need of make-up water.

7.4 Proposed surface water piping system

According to the preliminary design of the reclaim pond, the the crest elevation of the dam will be 420 m. The lowest point of the perimeter of the mine pits is approximately 500 m, and the lowest point of the process plant yard is approximately 435 m. Therefore, we propose two gravity stormwater collectors to transport runoffs of these sites to the reclaim pond:

- Collector 1: from the mine pit to the reclaim pond. The proposed pipe is of 600 mm diameter, and the total length is approximately 2 000 m. The collector will receive runoff from the mine pit, the ground water from the pit dewatering. Furthermore, runoffs from the process plant yard will be connected to this collector.
- Collector 2: From the process plant to the collector 1. The proposed pipe is of 300 mm diameter, and the total length is approximately 300 m.

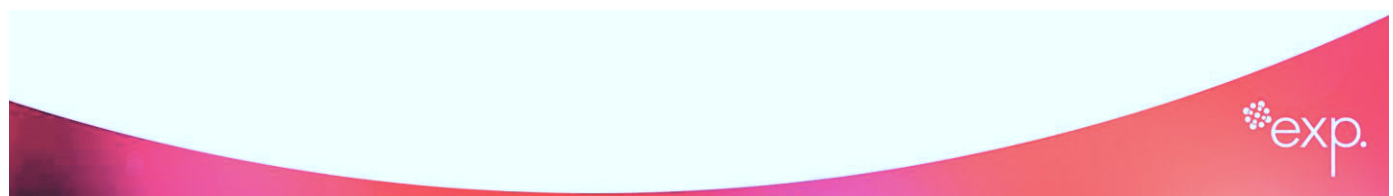
The mine pit

We propose to maintain a hydraulic retention pond at the bottom of the pit. The retention pond will have a volume of 57 000 m³ (See Section 6.3). Runoff water in the retention pond will be lifted to a reception chamber. Groundwater from dewatering of the pit will be collected by a separate collection system (surface ditches) and pumped also to the reception chamber.

The runoff and groundwater from the pit will flow by gravity in Collector 1 to the reclaim pond.

The proposed capacity of the stormwater pump associated with the retention pond is 8 000 m³/d. That is, the retention pond will be emptied in about 8 days. The pump head will vary depending on the elevation of the retention pond.

The process plant yard



Runoffs from the process plant yard is considered contaminated by DRA. It is proposed to install a hydraulic retention pond at the yard. The pond should have a volume of 18 000 m³. Water in the retention pond will be lifted by a pumping station into a reception chamber, from there water will flow in the Collector 2 to joint Collector 1, and eventually to the reclaim pond. The surplus water from the process (223 m³/d) will also be discharge into the reception chamber.

The proposed capacity of the stormwater pump is 2 500 m³/d. That is, the retention pond will be emptied in about 8 days.

The reclaim pond

According the preliminary design of the TSF, the reclaim pond will be constructed with an initial dam alavation 410 m for year 1 and raised to 415 m for year 2. At these levels, the facility will provide a storage volume of 182 184 m³ and 274 695 m³, respectively.

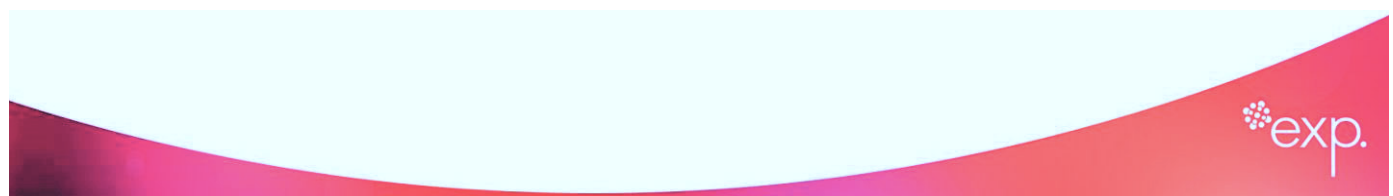
It is proposed to install a make-up water supply pump in the reclaim pond. The pump will have a capacity of 444 m³/d. Surplus from the reclaim pond will overflow to the watercourse S7.

The Pond P1

It is proposed to install a pumping station of 5 000 m³/d capacity at the pond P1,

- to pump water to the process plant for initial fill-up of the process water tank as well as the fire protection water tank;
- to transfer runoff of its catch basin to pond P2 when its natural outfall will be cutoff by the excavation of the pit.

Figure 7-1 shown the flowchart of the proposed surface water management system.



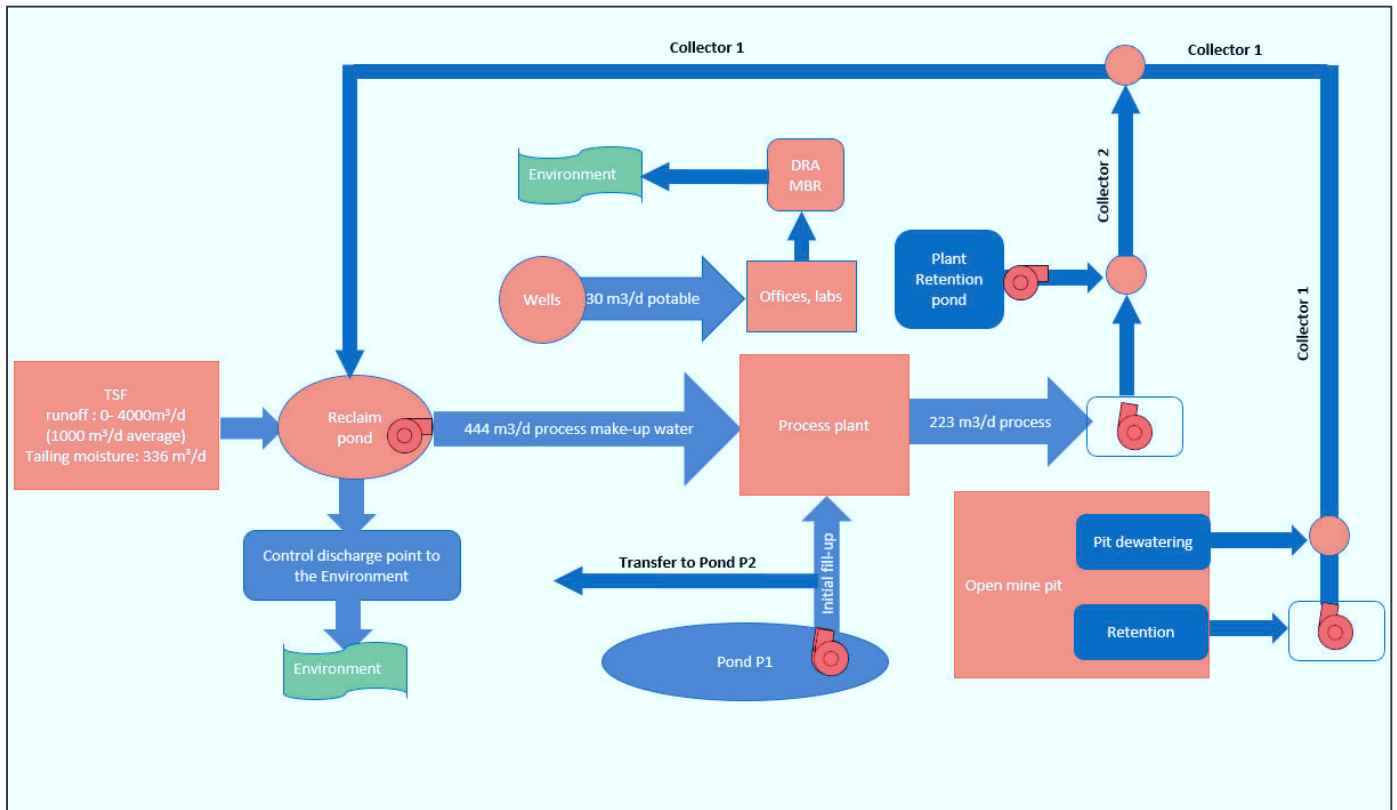


Figure 7-1 Proposed surface water management system

8. Conclusion and recommendations

Based on above data, a summary of sources of recommended water supply and discharge points is provided in the following table:

Water type	Volume or flow	Source/discharge point
Mine Start up phase		
Filling up process plant reservoir	5 000m ³ in 24h	From Pond#1
Filling up Fire protection reservoir	1 000m ³ in 24h	From Pond#1
Mining operation phase: water consumption		
Potable water for plant	28 m ³ /d	From wells
Process water make-up	Required: 415-444 m ³ /d	Water supply source: Reclaim pond
Emergency plant fill up	Required 5000m ³	Water supply source: Reclaim pond
Emergency fire tank fill up	1 000m ³	1 st year: pond P1. 2nd year and beyond: Wells
Mining operation phase: water discharge		
Sanitary wastewater discharge	28 m ³ /d	To DRA sanitary wastewater facility
Daily process water surplus	223 m ³ /d	To be pumped to reclaim pond
Emergency plant complete drainage	5000 m ³ to be drained occasionally	To be pumped to reclaim pond
Reclaim pond discharge	444 m ³ /d to process make-up 1756 m ³ /d to environment (average) plus the flow of pit dewatering	Reclaim pond to process plant/Environment
Surface runoff from the mine pit	To be retained in a hydraulic retention pond of 57 000 m ³ . and then pumped to the reclaim pond at a flow of 8000 m ³ /s	Mine pit to reclaim pond
Mining pit dewatering	Expected underground water to be drained Year 1: 45 m ³ /d Year 2: 137 m ³ /d Year 3: 262 m ³ /d Year 4: 378 m ³ /d Year 5: 509 m ³ /d Year 6: 598 m ³ /d Year 7: 669 m ³ /d Year 8: 805 m ³ /d Year 9: 989 m ³ /d Year 10: 1104 m ³ /d Year 11: 1163 m ³ /d Year 12: 1186 m ³ /d Will be pumped to the reclaim pond at a flow of 45 m ³ to 1000 m ³ /d	Mine pit to reclaim pond
Process plant	Surface runoff will be retained in a hydraulic retention pond of 18 000 m ³ , and then pumped to the reclaim pond at a flow of 2500 m ³ /d.	Process plant to reclaim pond

	Process surplus water will be pumped to the reclaim pond	
Mine Closure		
Mine water		Mine will fill up with underground water and excess should drain to natural watercourse

8.1 CAPEX Costs planning

Based on the above recommendations, the list of required water infrastructure is presented below. The estimation is based on the preliminary information that are available at the time of this prefeasibility. Estimated cost for the following works will be precised at Design stage.

	Works	Description	Preliminary Design criteria	Estimated cost
A	Pumping station and pipe from Pond #P1 to Process plant and to the fire water tank	Initial fillup of the process tank Initial fillup of the fire water tank	Pump capacity: - Flow: 5000 m ³ /d (58 L/s) - Head: 15 m approx. Forcemain: - 250 mm dia. - 1200 m approx. Equipements: - 1 sump 2 m x 3.5 m - 2 submersibles pumps 15 kW approx.	Pumping station: 300 000\$ Forcemain: 1 000 000\$ Total: 1 300 000\$
B	Sormwater collector 1	Main stormwater collector between the pit to the reclaim pond	Gravity pipe Diameter: 600 mm Length: 2000 m With chambers for pipe connection Maximum flow of 12 000 m ³ /d	4 000 000\$
C	Sormwater collector 2	Connect the plant yard retention pond to Collector 1	Gravity pipe Diameter: 300 mm Length: 300 m With chambers for pipe connection Maximum flow of 1500 m ³ /d	300 000\$
D	Process plant retention pond and pumping station	Retention pond With a pumping station to Collector 2.	Retention pond volume: 18 000 m ³ Pump capacity: 2500 m ³ /d	1 500 000\$

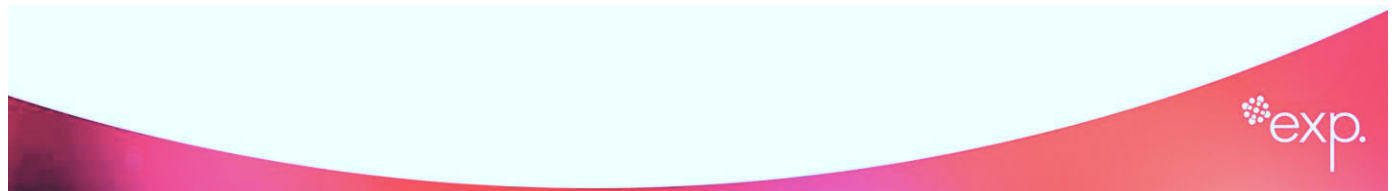
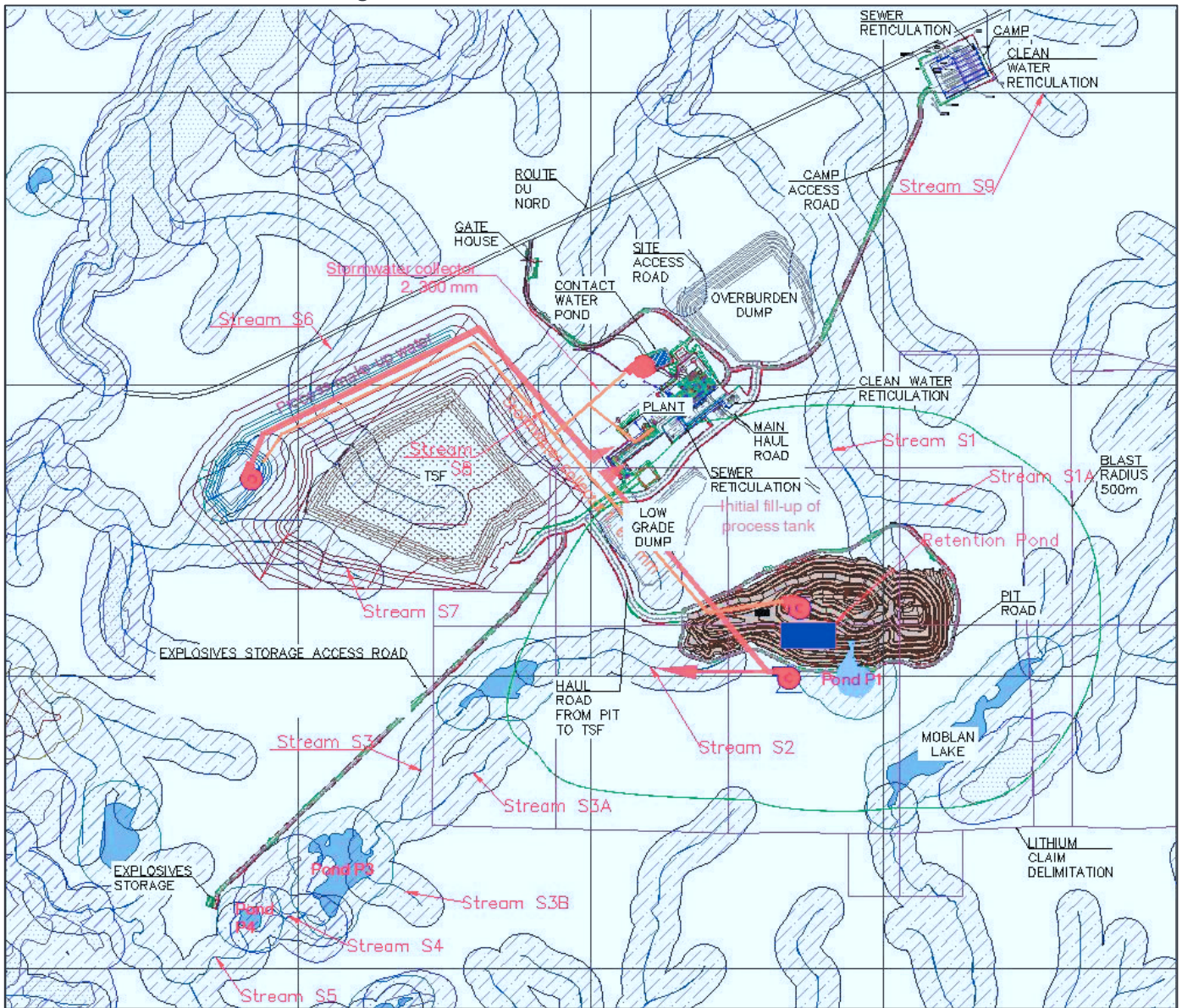
E	Mine pit dewatering system including pumping stations.	To pump groundwater from pit dewatering to Collector 1	Pump flow according to the study of Numerical Groundwater Flow Model Pump head according to the actual depth of the dewatering system	The cost of the pumping station is to be gradually increased as the excavation of the pit grows. Pumps from P1 cost can be transferred here so no extra cost should be accounted at this stage.
F	Retention pond and pumping station for mine pit runoff	To pump stormwater from pit to Collector 1	Maintain a hydraulic retention pond of 57 000 m ³ all time at the bottom of the pit, with a pumping station of 8 000 m ³ /d capacity to send stormwater to Collector 1. Pump head depends on the elevation of the bottom of the pit.	Excavation costs included in mine operation costs. Pumping station to be gradually increased as the mine is excavated.
G	Pumping station from the reclaim pond to process plant	Principal process make-up water supply. To be used for process tank fill up, daily operation makeup.	Pump capacity: - Flow: 450 m ³ /d (5.2 L/s) - Head: 60 m Forcemain: - 75 mm dia. - 2000 m approx. Equipements: - 2 pumps on barge 5 kW	Cost included in the TSF reclaim pond design
H	Pumping station for process plant surplus water to Collector 2	To be used in daily operations, for discharge of process surplus water to the TSF retention pond	Pump capacity: - Flow: 250 m ³ /d (3 L/s) - Head: 5 m Gravity pipe: - 250 mm dia. - 150 m approx. Equipements: 2 lift pumps 0.5 kW	Pumping station: 150 000\$ Forcemain: 100 000\$ Total: 250 000\$

This cost estimation has been based on broad assumption of lengths and pumping requirements. The next stage is the engineering preliminary design when field survey will confirm structural requirements for the forcemain, exact location and structural foundations of pumping stations, choice of pumps, etc.

Annual operation cost

Annual operation costs is the pumping power supply and operation and maintenance.

Figure 8-1: Water infrastructures locations on site





exp.com

Annexe XIII

Modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants

(Hatch, 2019)

Rapport

Modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants

H357755-00000-200-066-0020

2019-03-11	0	Utilisation	 2019-03-11 J. Sévigny Ing. Jr.	 2019-03-14 Bonira Khy	Patoine Signature numérique de , Marie-Christine Christine Date : 2019.03.14 14:10:14 -04'00' Marie-Christine Patoine, ing.	 Jin Gao, Présidente de Lithium Guo AO Ltée
DATE	RÉV.	STATUT	PRÉPARÉ PAR	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	APPROUVÉ PAR
HATCH						Client

Avertissement

Le présent rapport a été préparé, et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés, par Hatch, exclusivement à l'intention de Lithium Guo AO Ltée., qui a été impliqué directement dans l'élaboration de l'énoncé des travaux avec son ingénieur DRA-MetChem, et qui en comprend les limites. La méthodologie, les résultats, les conclusions et les recommandations cités au présent rapport sont fondés uniquement sur l'étendue des travaux convenus avec Lithium Guo AO Ltée pour le projet Moblan Lithium et assujettis aux exigences en matière d'échéancier et de budget, telles que décrites dans l'offre de service et dans le contrat gouvernant la production de l'Étude d'impact sur l'environnement.

L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers demeure la responsabilité exclusive de ce tiers. Hatch n'est pas responsable d'aucun dommage subi par un tiers suite à l'utilisation en tout ou en partie, de ce rapport ou de toute décision basée sur son contenu.

Les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport :

- I. Ont été élaborés conformément au niveau de compétence attendu de professionnels exerçant des activités dans des conditions et champs d'expertise similaires;*
- II. Sont établis selon le meilleur jugement de Hatch en fonction des informations recueillies et disponibles au moment de la préparation de ce rapport;*
- III. Sont valides uniquement à la date du rapport;*
- IV. Sont fondées en partie sur de l'information développée par des tiers, dont Hatch, sauf indication contraire, se dégage de toute responsabilité en rapport avec l'exactitude; et,*
- V. Les conditions, stabilité ou sécurité des ouvrages pourraient changer avec le temps (ou ont possiblement déjà changé) à cause de forces naturelles ou d'interventions humaines, et Hatch n'accepte aucune responsabilité pour les impacts de ces changements sur la précision ou la validité des opinions, conclusions et recommandations émis dans ce rapport.*

Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble et ses sections ou ses parties ne doivent pas être utilisées ou comprises hors du contexte de ce rapport.

Si des différences venaient à se glisser entre la version préliminaire (ébauche) et la version définitive de ce rapport, la dernière version prévaudrait.

Finalement, rien dans ce rapport n'est mentionné avec l'intention de fournir ou de constituer un avis juridique ou une base d'évaluation financière.

Table des matières

Executive Summary	Excecutive Summary
Executive Summary	1
1. Introduction	1
2. Présentation du projet	3
3. Configuration du modèle de dispersion	4
3.1 Modèle.....	4
3.2 Domaine de modélisation et topographie.....	4
3.3 Récepteurs.....	7
4. Données météorologiques	9
4.1 Paramètres de surface.....	12
5. Sources modélisées	14
5.1 Sources du modèle.....	14
6. Normes et critères de la qualité de l'air	24
7. Résultats de modélisation et analyse des résultats	25
7.1 Analyse des résultats.....	27
8. Conclusion	31
9. Références	32

Liste des tableaux

Tableau 3-1: Paramètres de la grille de récepteurs.....	7
Tableau 3-2: Récepteurs sensibles dans la zone d'étude.....	7
Tableau 4-1: Intrants pour la génération des données météo MM5.....	9
Tableau 4-2: Paramètres de surface calculés sur un domaine de -10 km centrés à la position de génération des données météo.....	13
Tableau 4-3: Mois considérés pour les différentes saisons de l'année.....	14
Tableau 5-1: Sources volumiques linéaires pour le modèle.....	16
Tableau 5-2: Sources volumiques.....	19
Tableau 5-3: Sources surfaciques circulaires et rectangulaires.....	19
Tableau 5-4: Sources ponctuelles (cheminées).....	20
Tableau 5-5: Taux d'émissions pour les différents contaminants modélisés.....	21
Tableau 6-1: Normes, critères et concentrations initiales utilisés pour la modélisation.....	24
Tableau 7-1 : Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants.....	26
Tableau 7-2: Dépassements en silice aux récepteurs sensibles.....	29
Tableau 7-3: Contribution des sources en silice cristalline au point maximal et au camp des travailleurs 29	

Liste des figures

Figure 2-1: Différentes installations de la mine et du concentrateur	3
Figure 3-1: Domaine de modélisation, topographie et récepteurs pour le modèle	5
Figure 3-2: Sources d'émissions pour le modèle	6
Figure 3-3 : Récepteurs sensibles pour le modèle.....	8
Figure 4-1: Rose des vents générée pour les données météorologiques MM5 horaires de 2013-2017 sur le site à l'étude	10
Figure 4-2: Rose des vents générée pour les données météorologiques horaires de 2013-2017 de l'aéroport de Chibougamau-Chapais.....	11
Figure 4-3: Utilisation des sols du domaine de modélisation centrée sur le point de calcul des données météorologiques.....	12
Figure 4-4 : Cercle de rayon de 1km utilisé pour le calcul de rugosité.....	13
Figure 5-1 : Segments de route modélisés.....	15

Annexes

- Annexe A : Formulaire du devis de modélisation
- Annexe B : Calcul des sources d'émissions
- Annexe C : Cartes de concentration

Executive Summary

This air dispersion modelling study characterizes the ground level concentrations of contaminants around the mine and around the concentrator resulting from the emissions of the project.

This study was done using the regulatory AERMOD model (version 18081) considering the main sources of emissions from the project. These emission sources include concentrator baghouses stack, wind erosion and material handling on piles, different activities in the mine pit (drilling, blasting and material handling) and dust lifting on roads due to trucking. The methodology used followed the Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique pour les projets miniers du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) (MDDELCC, 2017). Pollutants modelled in this study include carbon monoxide (CO), nitrous dioxide (NO₂), sulfur dioxide (SO₂), fine particulate matter (PM_{2.5}), total particulate matter (PM) and regulated compounds contained in those particulates (chromium, manganese, crystalline silica, titanium).

Sensitive receptors considered in this study include Lithium Guo AO workers camp and different other hunting and trapping camps located nearby. Air quality standards from the above-mentioned guidelines were used as well as Quebec's Clean Air Regulation. Ground level concentrations were assessed at a distance of 300 meters from the project's infrastructures, where air quality criteria for Quebec's northern mining projects start to apply.

Results comply with the air quality standards at the location of the five (5) sensitive receptors considered in this study, except for crystalline silica.

For an averaging period of one (1) hour, the maximum concentration of crystalline silica at the workers' camp reaches 73 µg/m³, or 318% of the criterion when the background concentration is added (exceedance frequency of 0,04%). For an averaging period of one (1) year, the maximum concentration at the workers' camp reaches 0,39 µg/m³ including the background concentration, or 551% of the criterion. The following table presents the crystalline silica source contribution for both one (1) hour and one (1) year averaging periods at the location of the maximum receptor modelled and at the workers' camp. The values in this table represent the one (1) hour or one (1) year period for which the contribution of sources at a given point is maximum. Thus, the sum of the percentages of contribution to the receptor can be above 100%.

Table 1: Crystalline silica source contribution

Sources	Contribution maximum recept. (%)	Contribution workers camp (%)
One (1) hour averaging period		
Roads	79,4%	93,9%
Pit activities (drilling, blasting, material handling)	1,2%	2,7%
Stockpiles (wind erosion, material handling)	20,4%	3,4%
Concentrator (baghouses stack)	0,04%	0,02%

Sources	Contribution maximum recept. (%)	Contribution workers camp (%)
One (1) year averaging period		
Roads	99,0%	90,9%
Pit activities (drilling, blasting, material handling)	16,2%	3,2%
Stockpiles (wind erosion, material handling)	18,2%	4,7%
Concentrator (baghouses & stack)	0,12%	0,06%

The table above clearly shows that road emissions contribute to most of the ground level silica concentrations modelled, followed by stockpile wind erosion and in-pit activities. For this reason, mitigation measures were considered for these sources.

From this study, it can be concluded that little impact on air quality will be felt at the five (5) sensitive receptors identified. The risk to public health is therefore assessed as negligible in these areas. The impact on air quality will be significant around the site and mainly to the east of the site where the Lithium Guo AO Ltd. facilities will be built. The main receptors affected will be on-site workers travelling on roads and in the pit as well as those who will be near the tailings and waste rock pile while it is not snow-covered and on dry days with high winds. Personal protective equipment will be provided to exposed workers.

1. Introduction

En soutien à l'Évaluation environnementale et sociale pour Moblan Lithium, étude: 3214-14-062, Hatch a été mandaté par Lithium Guo AO Itée pour réaliser une étude de dispersion atmosphérique afin de caractériser les concentrations de contaminants dans l'atmosphère autour des installations de la mine et du concentrateur, notamment au camp de travailleurs, au camp Chatillon et aux camps de chasse et de trappe situés à différentes distances autour du site.

La modélisation de la dispersion atmosphérique a permis de déterminer l'impact des opérations minières, de la circulation des camions sur les routes ainsi que de l'opération du concentrateur sur la qualité de l'air, et de valider le respect des normes et critères de la qualité de l'air spécifiés dans le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA). L'apport du projet en contaminants atmosphériques a été caractérisé à des récepteurs spécifiques afin d'analyser les impacts dans les zones sensibles. La modélisation a été effectuée pour simuler la dispersion atmosphérique des principaux contaminants émis lors de l'année durant laquelle Lithium Guo AO Itée prévoit extraire la plus grande quantité combinée de minerai et de stérile, permettant ainsi d'obtenir le pire scénario possible de pollution de l'air.

La méthodologie utilisée pour la modélisation est basée sur le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique pour les projets miniers* du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC, 2017). Les sections de ce rapport permettent de présenter l'approche utilisée pour effectuer la modélisation de la dispersion atmosphérique ainsi que les résultats obtenus.

*** Justification pour la modélisation d'une seule phase du projet, soit : l'opération de la mine ***

La modélisation de la dispersion des émissions atmosphérique a uniquement été réalisée pour la phase d'exploitation du projet.

Le raisonnement derrière cette décision est que les activités d'exploitation d'une mine et celles de la construction d'une mine sont sensiblement les mêmes, soit l'enlèvement et le déplacement de sol, la circulation de véhicules sur les chemins aménagés et l'opération de machinerie lourde. De plus, la quantité de matériel déplacé et le nombre de véhicules sur les routes en phase d'exploitation sont plus importants que durant la phase de construction de la mine, ce qui signifie que la modélisation réalisée représentera le pire scénario possible.

En phase d'exploitation, la modélisation considèrera également les émissions provenant des dépoussiéreurs du concentrateur, de l'érosion éolienne des piles de stockage, du forage et du sautage dans la fosse minière.

La seule source d'émission en phase construction qui ne sera pas considérée dans la modélisation (puisque elle n'existera pas durant l'opération) est l'utilisation de génératrices pour produire l'électricité utilisée par les employés sur le site. Cette source d'émission sera toutefois amplement compensée par les autres sources d'émission mentionnées dans le paragraphe précédent. De plus, la première étape de la construction consiste à connecter la ligne électrique d'Hydro-Québec au site de Moblan Lithium, l'utilisation de génératrice sera donc brève et temporaire.

Voir le tableau ci-dessous pour la quantification de la justification de modéliser la phase d'opération comme étant le pire scénario possible.

Item	Phase construction (15 mois)	Phase exploitation (9 ^e année)
Heures d'opération quotidiennes	10 h/jour	24 h/jour
Quantité totale de matériel déplacé	2 200 kt[SJ1]	5 315 kt
Quantité d'explosifs utilisés	< 100 t	~ 1400 t

Des mesures d'atténuation seront appliquées durant la construction afin de minimiser l'impact de ces activités sur la qualité de l'air ambiant. Ces mesures d'atténuation se retrouvent dans la section 7.5.1 de l'étude d'impact (Volume 1).

2. Présentation du projet

Une modélisation de la dispersion atmosphérique a été réalisée pour le projet Moblan Lithium en phase exploitation. Le point central du domaine de modélisation a été déterminé par rapport au point central approximatif de la zone d'étude.

La Figure 2-1 présente une vue d'ensemble des installations du projet. Le projet est globalement composé d'une mine à ciel ouvert, de différentes piles d'entreposage (mort-terrain, stérile et résidus, minéral à faible teneur en lithium) et d'un concentrateur. La zone grise délimitée par la ligne rouge sur la figure ci-bas, qui se retrouve autour des installations de Lithium Guo AO Itée, représente la limite à partir de l'intérieur de laquelle les normes et critères de qualité de l'atmosphère selon le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique pour les projets miniers* du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC, 2017) commencent à s'appliquer.

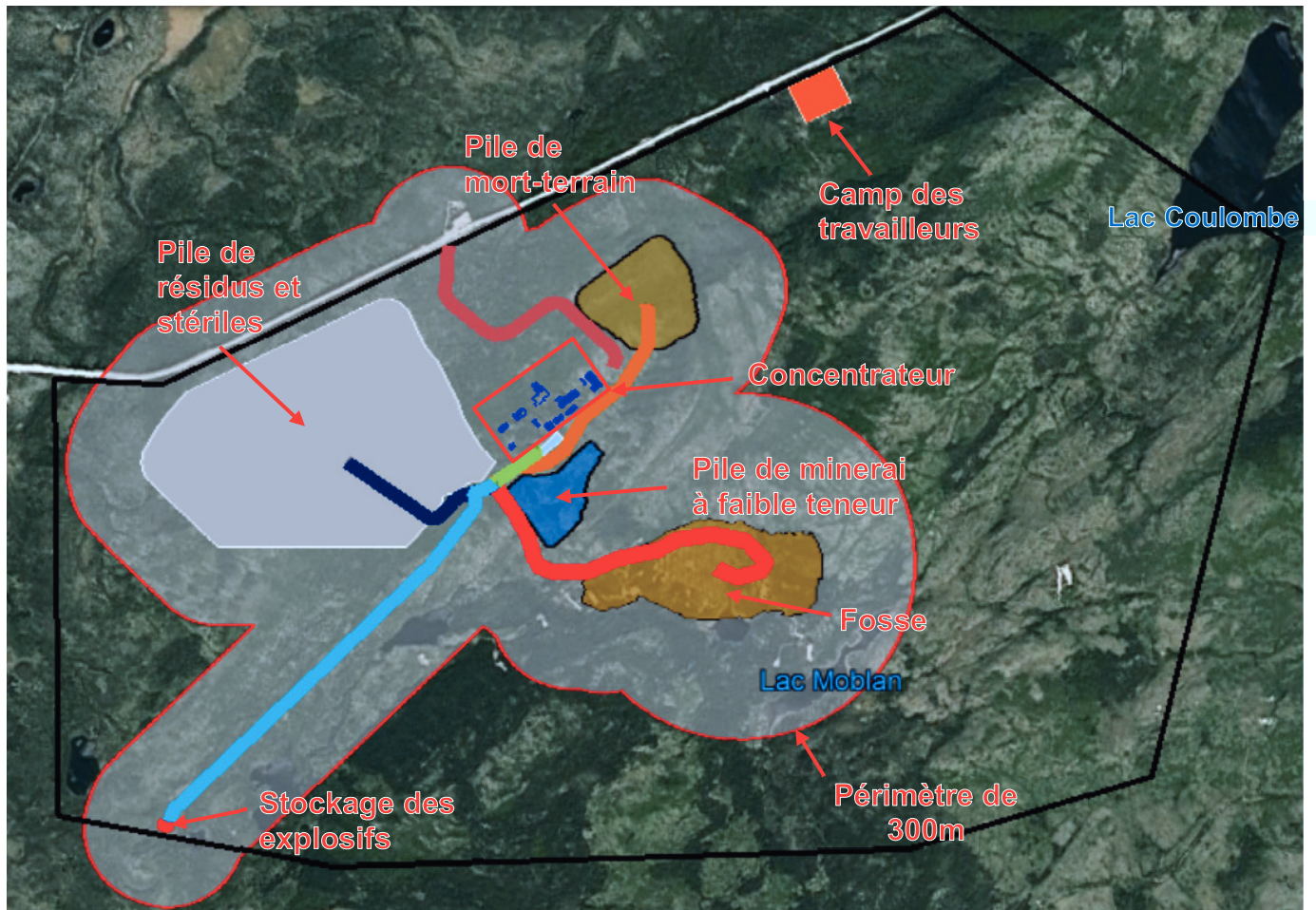


Figure 2-1: Différentes installations de la mine et du concentrateur

3. Configuration du modèle de dispersion

Les sections suivantes décrivent la configuration du modèle, incluant les données météorologiques, le domaine de modélisation, les récepteurs et le terrain.

3.1 Modèle

Le modèle qui a été utilisé pour le projet est AERMOD (version 18081). AERMOD est un modèle de dispersion reconnu par le *ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques* (MELCC). AERMOD est un modèle en régime permanent qui peut estimer la dispersion des contaminants dans l'atmosphère jusqu'à 50 km du point d'émission. Toutes les options par défaut du modèle ont été considérées. Le mode rural a été sélectionné pour la modélisation étant donné que le domaine d'étude est situé en région éloignée au nord de Chibougamau où l'utilisation du sol est à dominance forestière.

Les contaminants inclus dans les modèles sont les suivants :

- Dioxyde d'azote (NO₂);
- Dioxyde de soufre (SO₂);
- Monoxyde de carbone (CO);
- Particules en suspension totales (PM);
- Particules fines inférieures à 2,5 µ (microns) (PM_{2,5});
- Métaux relevés sur le site et faisant l'objet d'une norme ou d'un critère de la qualité de l'air : chrome, manganèse, silice cristalline, titane.
- Les autres métaux pour lesquels des normes et critères sont définis par le MELCC n'ont pas été observés dans les échantillons analysés.

3.2 Domaine de modélisation et topographie

Cette section présente les figures pour le domaine de modélisation et la topographie. Le domaine a une dimension de 20 km x 20 km afin de pouvoir inclure les différents récepteurs sensibles autour du site. Cette dimension permet d'inclure tous les récepteurs à proximité des sources. La Figure 3-1 ci-dessous présente le domaine de modélisation, la topographie ainsi que le maillage des récepteurs utilisés (voir le Tableau 3-2 pour la liste des récepteurs sensibles considérés) alors que la Figure 3-2 présente les sources d'émissions.

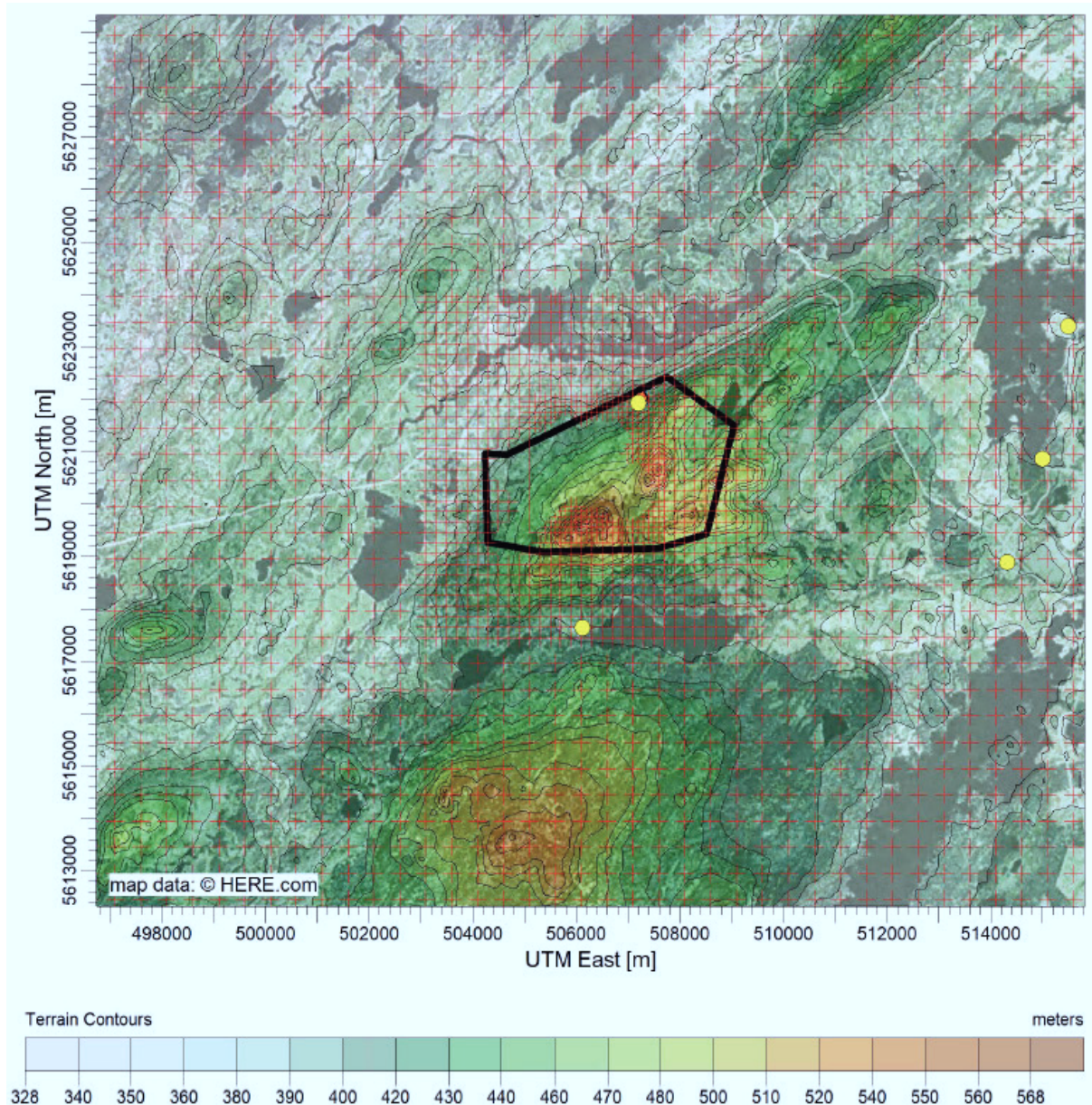


Figure 3-1: Domaine de modélisation, topographie et récepteurs pour le modèle

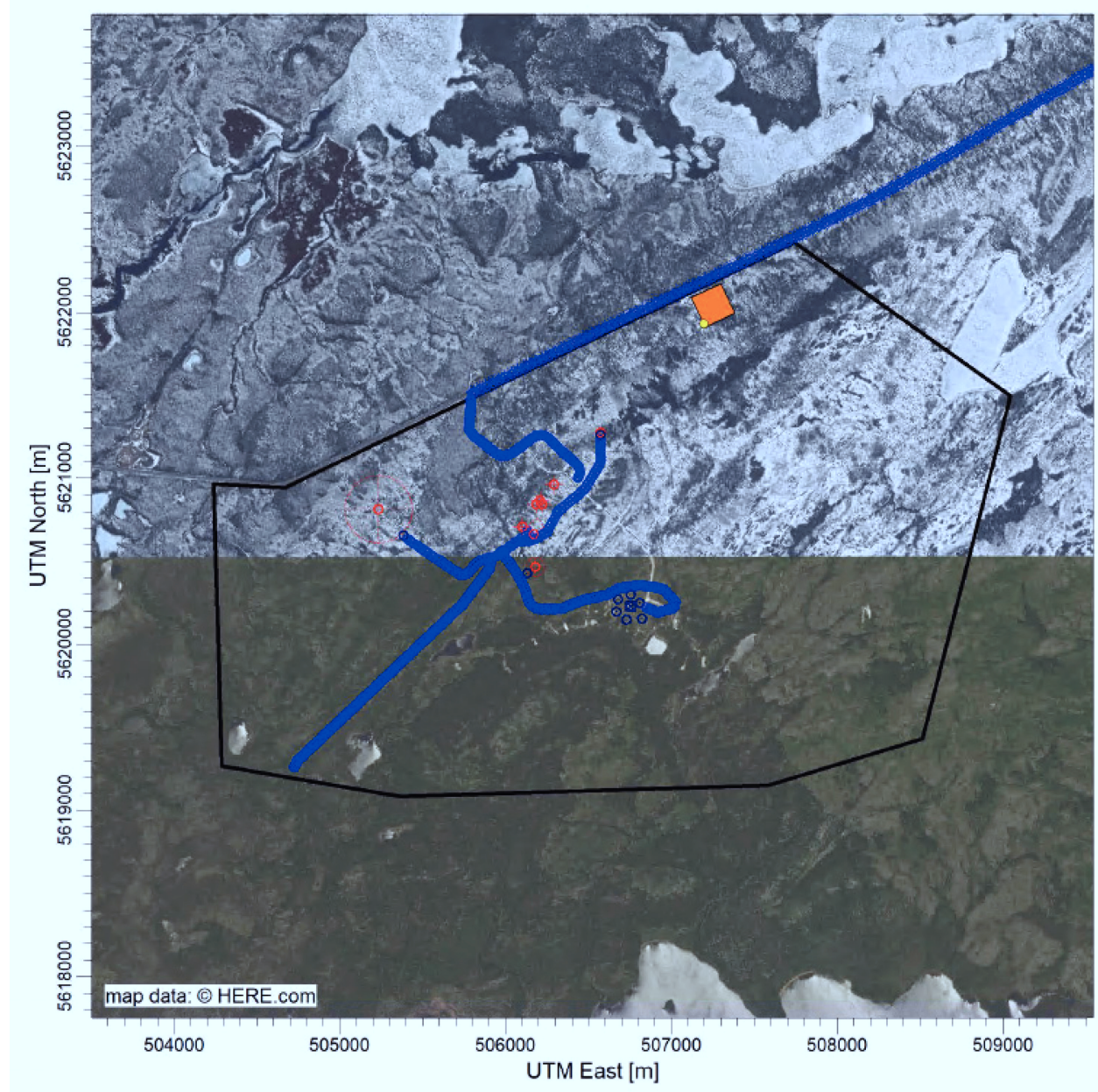


Figure 3-2: Sources d'émissions pour le modèle

3.3 Récepteurs

3.3.1 Grille de récepteurs

La grille de récepteurs a été définie selon les différents maillages présentés dans le Tableau 3-1. Ce maillage permet de mieux caractériser les concentrations de contaminants à proximité des sources d'émissions.

Tableau 3-1: Paramètres de la grille de récepteurs

Maille (m)	Distance du centre de la zone d'étude		
	0 □ 1 km	1 km □ 2 km	> 2 km
100	x		
200		x	
500			x

La section 4.3 du guide stipule que les normes et les critères soient évalués à partir d'une distance de 300 m des différentes installations. Le promoteur est ensuite tenu de respecter ces normes et ces critères aux récepteurs sensibles et au-delà de la limite d'application de 300 m puisque le projet se situe sur des terres publiques. Des récepteurs ont été placés tout autour de la limite d'application et sont espacés au 100 m.

3.3.2 Récepteurs sensibles

Étant donné la localisation éloignée du projet, les principaux récepteurs sensibles identifiés consistent en des camps fréquentés par les différentes communautés autochtones de la région. Ces camps sont majoritairement utilisés pour leurs activités de trappage, de chasse et de pêche. La liste des récepteurs sensibles identifiés est présentée dans le Tableau 3-2 ci-dessous, incluant leurs coordonnées et l'élévation du terrain. Leur emplacement est également illustré à la Figure 3-3. Les coordonnées sont données dans le système NAD83 et la projection *transverse universelle de Mercator* (UTM) zone 18.

Tableau 3-2: Récepteurs sensibles dans la zone d'étude

No de récepteurs	Description	Coordonnée X (m)	Coordonnée Y (m)	Élévation (m)
R1 (camp1)	Camp d'hiver	514311,96	5618892,93	388
R2 (camp2)	Camp de chasse et de trappe	506114,43	5617644,36	400
R3 (camp3)	Camp de pêche	515494,81	5623394,18	386
R4 (camp4)	Camp Châtillon	514994,52	5620860,05	379
R5 (WORKCP)	Camp des travailleurs	507197,73	5621931,94	410

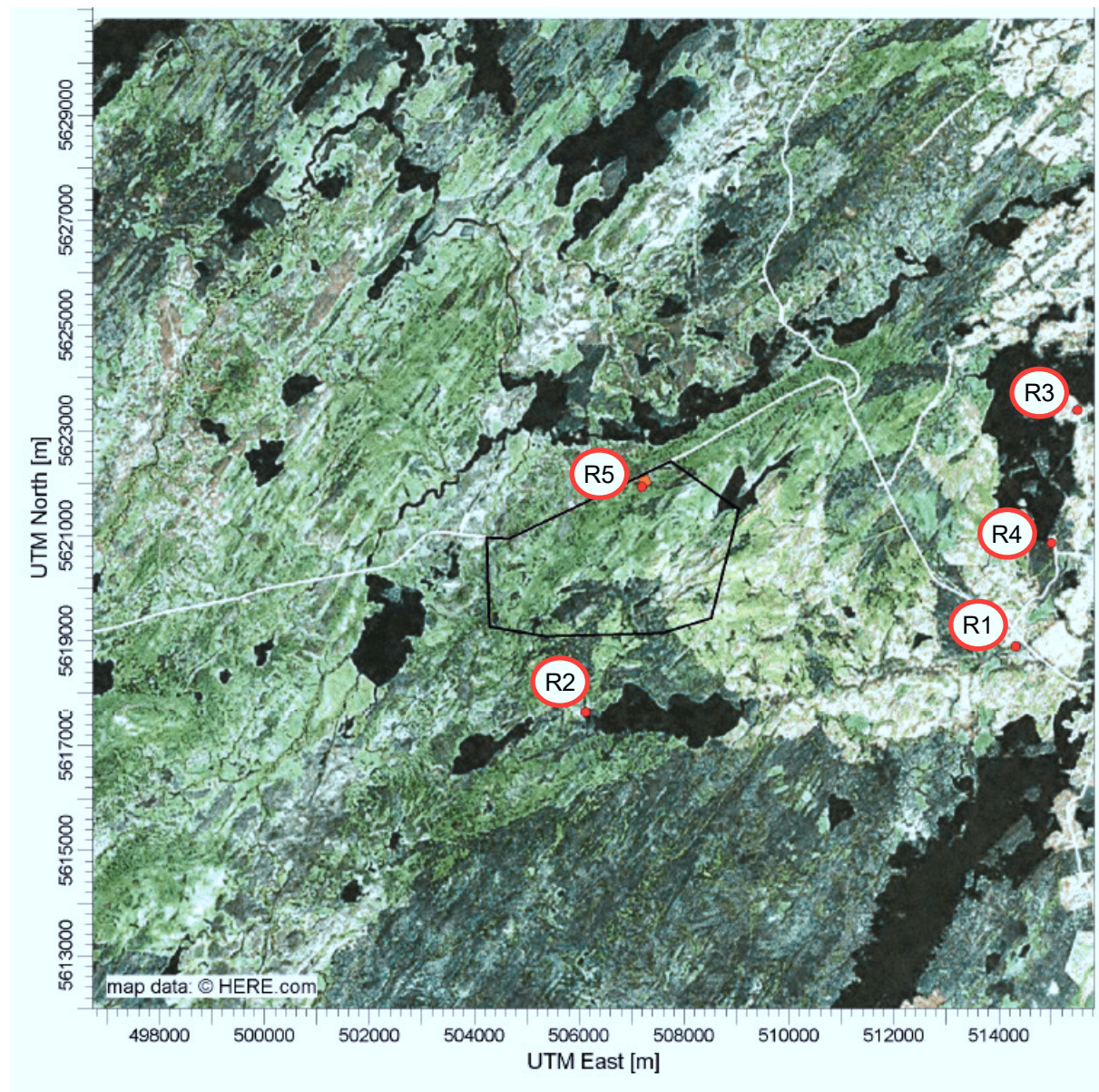


Figure 3-3 : Récepteurs sensibles pour le modèle

4. Données météorologiques

Puisque les données météorologiques des stations les plus proches du site comportaient trop de données manquantes, des données synthétiques MM5 ont été générées pour l'emplacement de la mine. Les données météorologiques ont donc été générées pour les années 2013 à 2017 avec comme point de référence le centre de la zone d'étude. Ces données météorologiques permettent d'obtenir des données de qualité tout en contournant le problème de données manquantes et de stations éloignées. Le Tableau 4-1 ci-dessous résume les intrants utilisés pour la génération de données synthétiques MM5.

Tableau 4-1: Intrants pour la génération des données météo MM5

Paramètre	Valeur
Type de données	AERMET-Ready MM5
Période	1 ^{er} janvier 2013 □ 31 décembre 2017
Coordonnées	Lat. : 50.740558 N Lon. : 74.908825 W
Fuseau horaire	UTC -5

Les données météorologiques ont été traitées dans AERMET, et la rose des vents obtenue est présentée à la Figure 4-1 ci-dessous. Selon la rose des vents, il est possible de conclure que les vents sont en provenance dominante des directions comprises entre le sud et l'ouest avec une fréquence de près de 40% du temps. Une fréquence de vents en provenance du nord-ouest est évaluée à 14%. Les vents en provenance du nord-est, de l'est ou du sud-est sont très peu fréquents avec une occurrence de moins de 7% du temps par direction. La vitesse de vents est variable et est évaluée en moyenne à 3,96 m/s pour la période analysée.

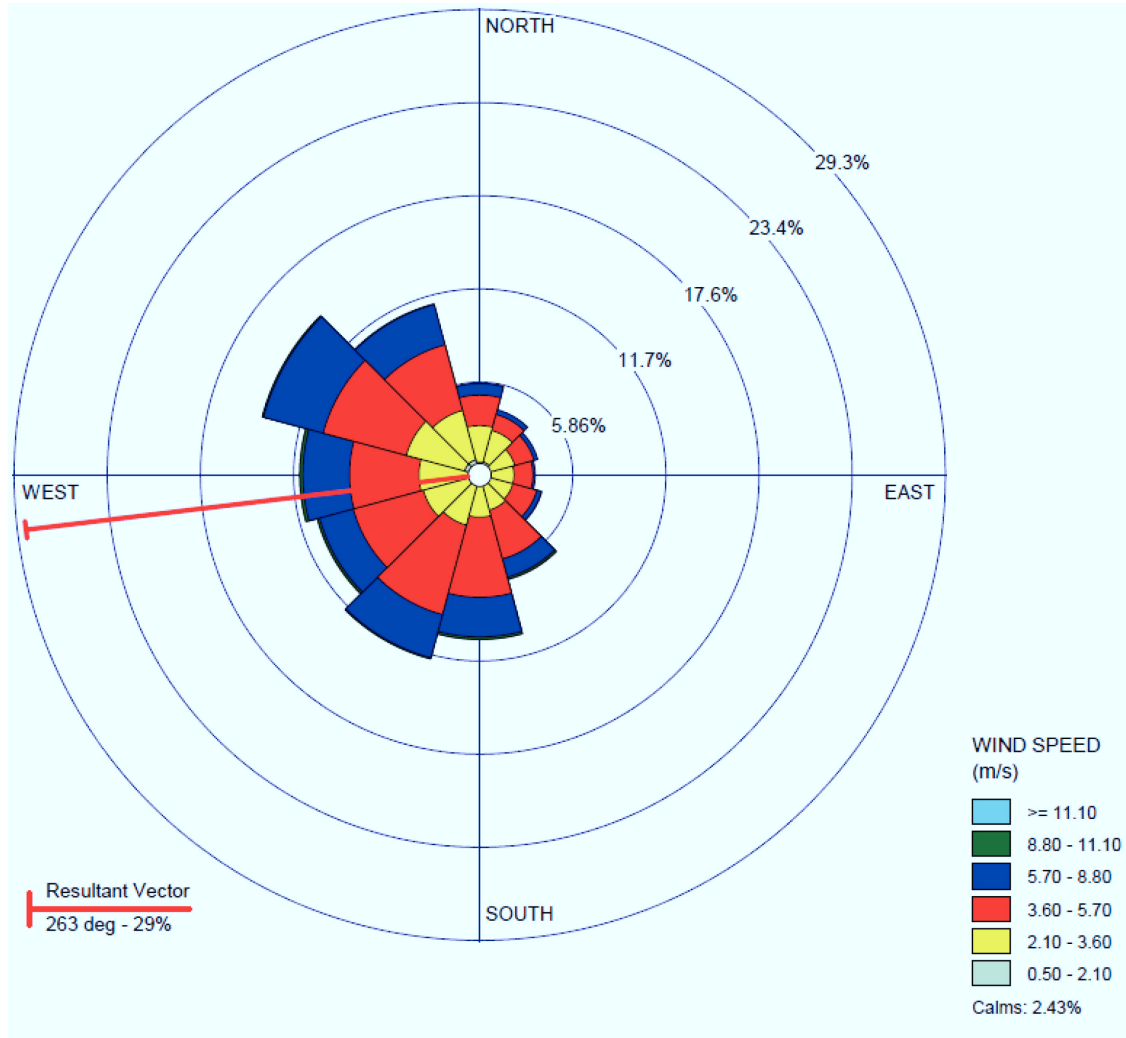


Figure 4-1: Rose des vents générée pour les données météorologiques MM5 horaires de 2013-2017 sur le site à l'étude

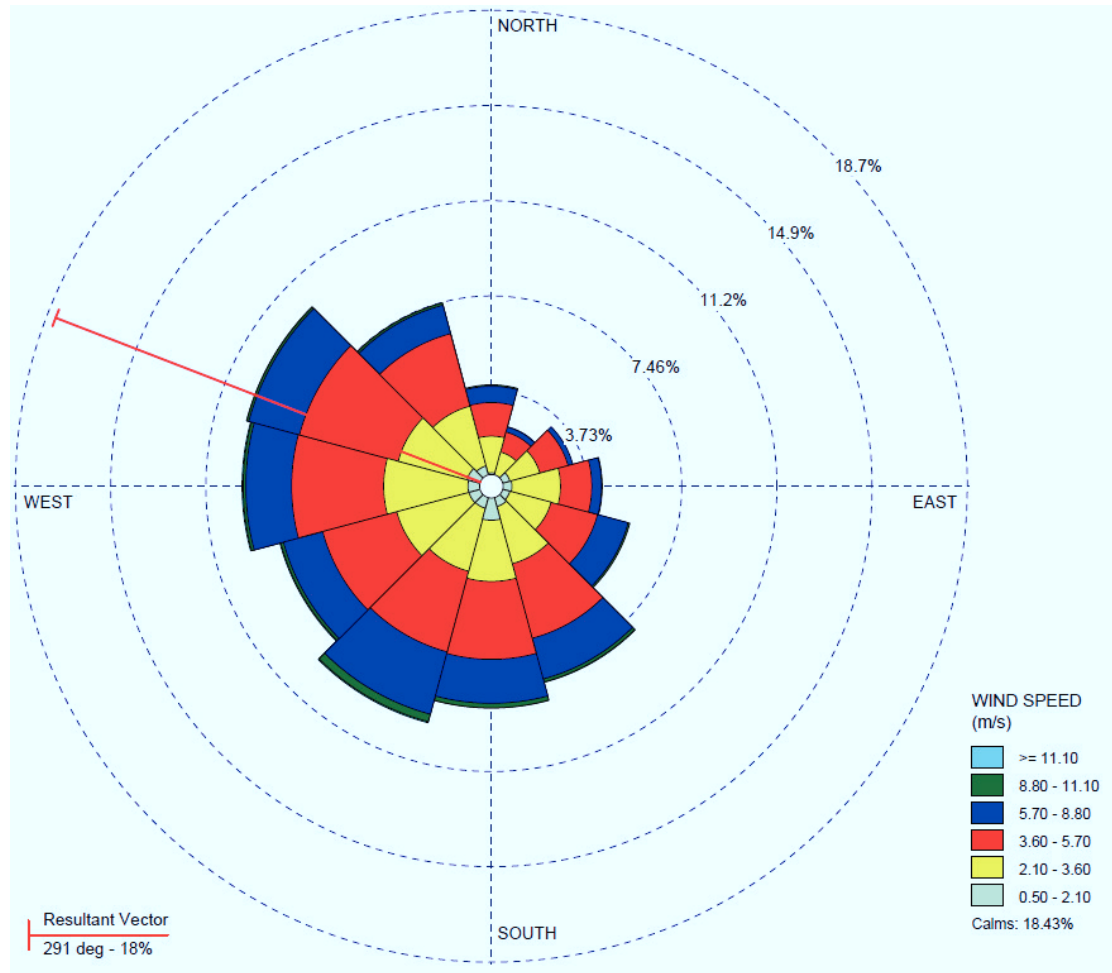


Figure 4-2: Rose des vents générée pour les données météorologiques horaires de 2013-2017 de l'aéroport de Chibougamau-Chapais

En comparant les Figure 4-1 et Figure 4-2, il est possible de remarquer que la provenance et la fréquence des vents sont sensiblement les mêmes pour les données météo synthétiques que pour les données météorologiques de l'aéroport de Chibougamau-Chapais.

Les données aérologiques ont également été générées à l'aide du modèle météo MM5. Les paramètres utilisés pour générer ces données sont donc les mêmes que ceux présentés au Tableau 4-1. Les années 2013 à 2017 ont également été utilisées pour générer ces données.

4.1 Paramètres de surface

Les paramètres de surface ont été calculés selon les *Instructions pour le calcul des caractéristiques de surface* du MELCC (MELCC, 2019). Ainsi, pour le calcul de la rugosité (Z_0), une surface de rayon de 1 km centrée à la position où ont été générées les données météorologiques MM5 a été considérée afin d'identifier l'utilisation du sol. Cette surface, séparée en quatre (4) secteurs angulaires d'un minimum de 30° ayant une utilisation du sol relativement semblable, permet de calculer la moyenne géométrique de Z_0 pondérée à l'inverse de la distance dans chaque secteur angulaire. Pour obtenir le calcul du rapport de Bowen, on calcule une moyenne géométrique. Pour le calcul de l'albédo, une moyenne arithmétique pondérée à l'utilisation du sol (sans tenir compte de la distance) sur une surface de 10 km x 10 km a été considérée. Les résultats sont calculés pour chaque mois de l'année.

L'utilisation des sols pour les paramètres de surface est présentée à la Figure 4-3; le cercle d'un (1) km de rayon utilisé pour le calcul de la rugosité est présenté à la Figure 4-4; les valeurs moyennes calculées pour l'albédo, le rapport de Bowen et la rugosité de la surface sont présentés dans le Tableau 4-2. Il est à noter ici que ces ratios ainsi que les valeurs de rugosité ont été obtenus en considérant les saisons présentées au Tableau 4-3.

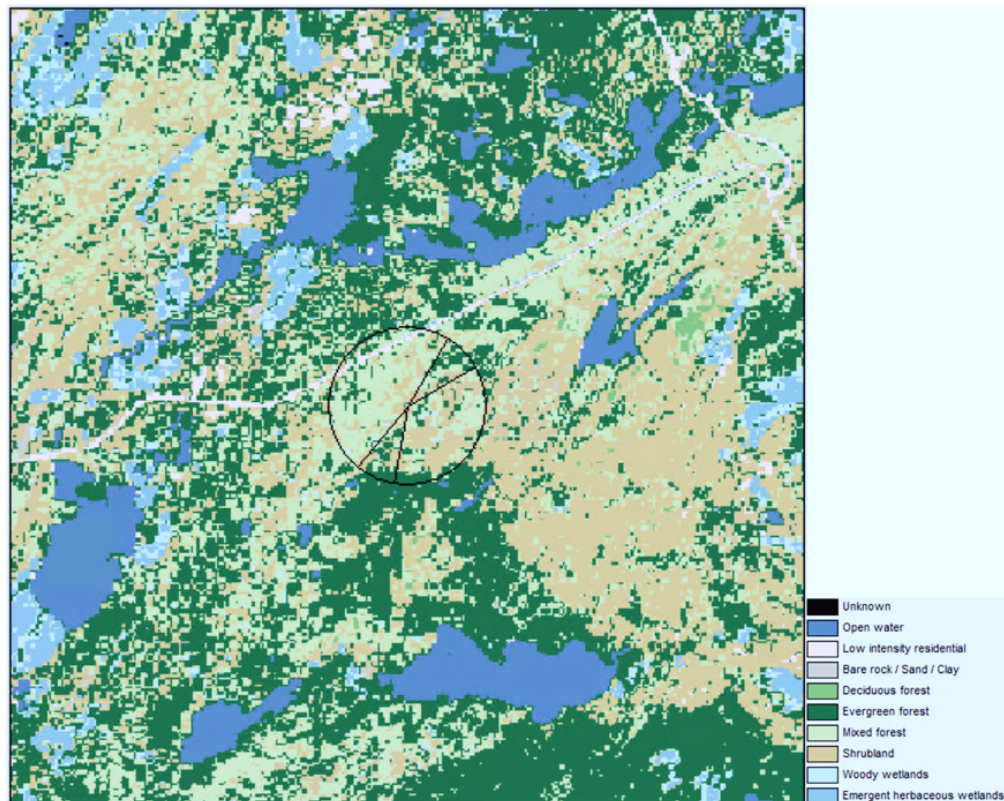


Figure 4-3: Utilisation des sols du domaine de modélisation centrée sur le point de calcul des données météorologiques

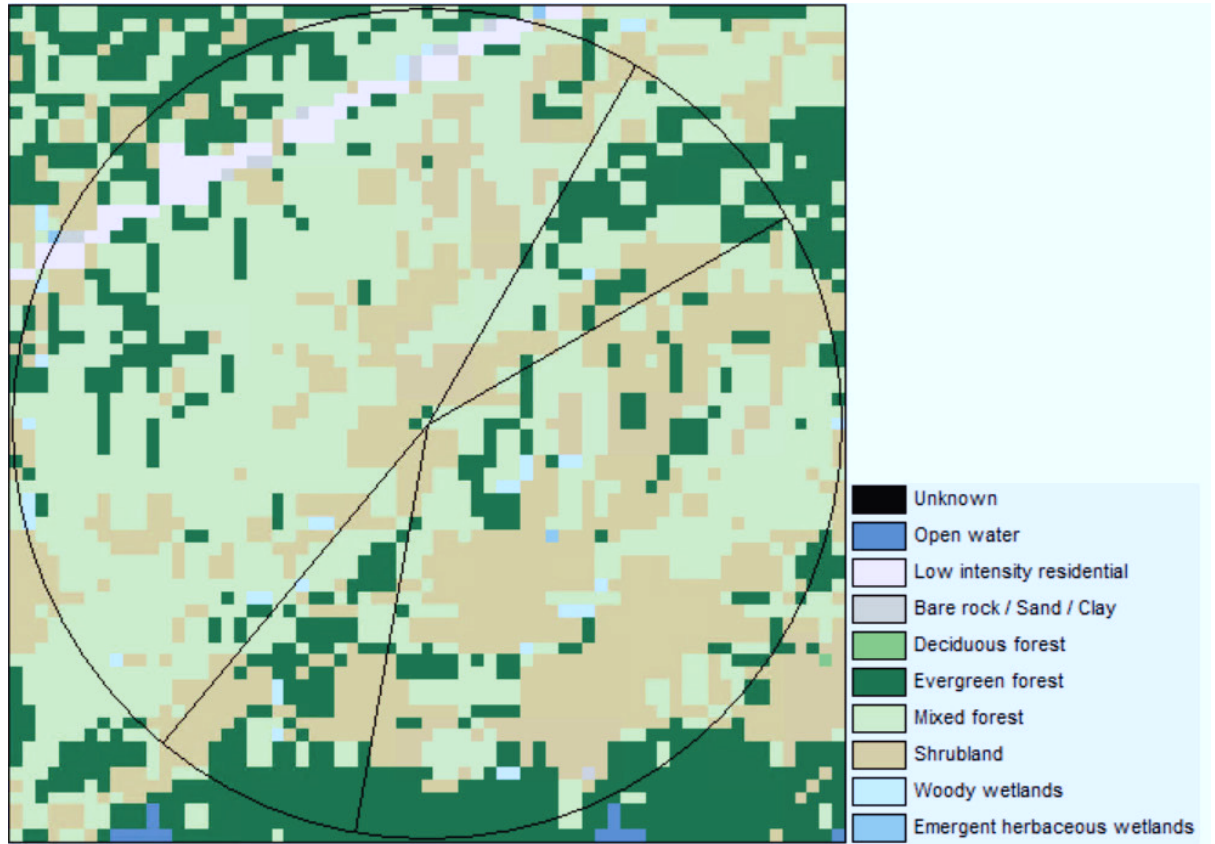


Figure 4-4 : Cercle de rayon de 1km utilisé pour le calcul de rugosité

Tableau 4-2: Paramètres de surface calculés sur un domaine de -10 km centrés à la position de génération des données météo

Paramètres		Saison			
		P	É	A	H
Mois		5-6	7-8	9-11	12-4
Albédo		0,14	0,14	0,14	0,38
Rapport de Bowen		0,58	0,36	0,71	0,43
Rugosité	Secteurs (degrés)				
	30-60	0,710	0,756	0,658	0,488
	60-190	0,620	0,661	0,571	0,398
	190-220	0,665	0,696	0,628	0,453
	220-30	0,720	0,788	0,640	0,484

Tableau 4-3: Mois considérés pour les différentes saisons de l'année

Saison	Mois
Printemps	Mai-juin
Été	Juillet-août
Automne	Septembre-novembre
Hiver	Décembre-avril

5. Sources modélisées

Les sources incluses dans la modélisation ont été modélisées comme des sources volumiques, volumiques linéaires, surfaciques ou ponctuelles. Les paramètres des sources ont été déterminés selon des hypothèses posées sur la surface active des piles d'entreposage ainsi que sur les dimensions des équipements mobiles utilisés pour le transport et la manutention des différents matériaux. Les cheminées du concentrateur ont été modélisées selon les données reçues de l'équipe d'ingénierie en date du 31 janvier 2019.

5.1 Sources du modèle

Les tableaux 5-1, 5-2, 5-3 et 5-4 suivants présentent respectivement les sources volumiques linéaires, les sources surfaciques de la mine et des piles ainsi que les sources ponctuelles utilisées dans le modèle.

Les taux d'émission sont présentés dans le Tableau 5-5 pour chaque source en incluant les différentes mesures d'atténuation. Les formules et bases de calcul utilisées pour les taux d'émission sont présentées à l'Annexe B. La Figure 5-1 ci-dessous présente les segments de route modélisés.

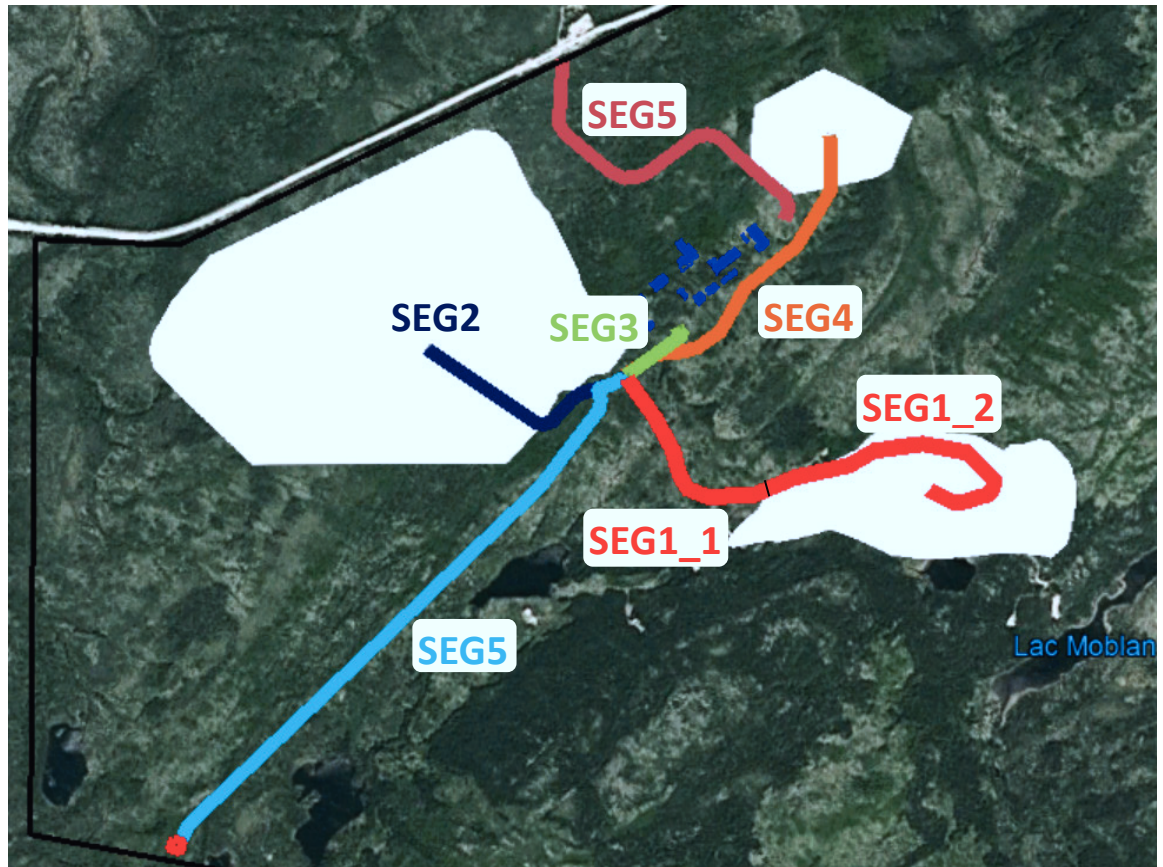


Figure 5-1 : Segments de route modélisés

La route d'accès à la fosse minière (identifiée ici en rouge) a été séparée en deux (2) segments distincts afin de pouvoir y considérer la rétention des particules à l'intérieur de la fosse.

Tableau 5-1: Sources volumiques linéaires pour le modèle

Source	Coordonnée X (m)	Coordonnée Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)
SEG1_1 (Route d'accès à la fosse, partie extérieure)	505981,95	5620547,81	470,10	3,06	9,77	2,85
	506063,27	5620434,69	480,16			
	506114,02	5620342,50	482,64			
	506134,03	5620270,31	485,77			
	506155,90	5620233,66	488,26			
	506214,10	5620210,72	489,94			
SEG1_2 (Route d'accès à la fosse, partie intérieure)	506344,75	5620215,86	498,41	3,06	9,77	2,85
	506344,75	5620215,8	501,08			
	506459,44	5620264,32	501,08			
	506613,98	5620297,43	518,30			
	506681,99	5620336,78	518,27			
	506821,79	5620357,74	511,17			
	506949,73	5620333,91	500,61			
	507027,08	5620253,33	501,97			
	507010,99	5620219,01	502,03			
506917,42	5620190,66	504,76				
SEG2 (Route d'accès à la pile des résidus et des stériles)	506837,38	5620228,80	510,77	3,06	9,77	2,85
	505980,42	5620554,28	470,05			
	505941,61	5620530,51	468,16			
	505852,13	5620505,61	463,01			
	505825,91	5620489,00	466,21			
	505770,13	5620425,73	468,02			
SEG3 (Route d'accès au concentrateur)	505733,94	5620415,28	463,27	3,06	9,77	2,85
	505407,24	5620634,46	432,15			
	505978,97	5620554,25	469,36			
	506141,82	5620670,23	468,96			
SEG4 (Route d'accès à la pile de mort-terrain)	506124,58	5620694,05	465,33	3,06	9,77	2,85
	505979,91	5620557,10	469,38			
	506065,83	5620615,85	469,44			
	506141,78	5620622,64	469,99			
	506186,30	5620634,99	471,20			
	506250,37	5620679,93	470,37			
506323,41	5620807,44	464,17				
506472,47	5620928,26	458,99				

Source	Coordonnée X (m)	Coordonnée Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)
	506574,51	5621093,99	451,66			
	506571,14	5621252,49	442,39			
SEG5 (Route d'accès au stockage des explosifs)	505979,83	5620554,32	469,40	3,06	6,74	2,85
	505942,67	5620531,21	468,14			
	505900,13	5620516,67	465,65			
	505908,06	5620484,48	471,49			
	505904,05	5620457,77	471,99			
	505735,82	5620237,09	484,74			
	504741,97	5619296,84	438,24			
	504720,18	5619249,25	437,34			
SEG6 (Route d'accès à la Route du Nord)	506435,79	5621003,96	451,75	3,06	6,74	2,85
	506444,60	5621021,35	452,04			
	506450,12	5621041,14	448,35			
	506439,11	5621072,58	446,64			
	506349,30	5621154,64	437,33			
	506249,71	5621250,50	422,14			
	506219,03	5621261,77	419,64			
	506184,61	5621257,33	418,50			
	506040,65	5621150,66	417,18			
	506010,53	5621139,23	414,26			
	505970,42	5621136,05	412,85			
	505933,47	5621155,88	412,54			
	505801,16	5621261,78	419,76			
	505781,76	5621292,61	419,69			
505791,62	5621482,80	411,79				
RTENORD (Route du nord)	505801,78	5621513,08	412,01	3,06	9,77	2,85
	506764,41	5621983,02	395,90			
	507631,76	5622393,58	390,89			
	508247,49	5622699,22	394,85			
	508899,85	5623081,60	388,85			
	509408,34	5623379,46	392,73			
	509865,43	5623642,64	390,02			
	510638,28	5623998,26	398,48			
	510769,48	5624015,08	401,49			
	510858,62	5623993,21	404,34			

Source	Coordonnée X (m)	Coordonnée Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)
	510962,91	5623919,20	419,96			
	511026,83	5623811,55	425,33			
	511040,28	5623685,40	423,68			
	511063,83	5623542,43	419,65			
	511415,84	5622827,67	435,55			
	511949,95	5621675,81	383,23			
	512367,19	5620887,14	399,01			
	512716,53	5620217,27	392,23			
	512804,04	5620128,54	391,44			
	512962,05	5620041,03	386,74			
	513951,80	5619506,36	392,88			
	514046,11	5619451,98	392,00			
	514095,01	5619405,40	393,11			
	514532,79	5618881,46	396,61			
	515024,14	5618480,93	398,14			
	515323,47	5618247,61	382,70			
	515438,56	5618201,02	378,46			
	515528,99	5618198,28	379,29			
	515761,90	5618250,35	370,61			
	515912,61	5618228,42	368,29			
	516087,99	5618105,12	384,95			
	516183,89	5617869,46	388,17			

Tableau 5-2: Sources volumiques

Source	Coordonnée X (m)	Coordonnée Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Sigma X (m)	Sigma Y (m)
DRILL (Forage)	506755,26	5620229,25	518,5	10	13,6	10,0
BLAST ¹ (Sautage)	506755,26	5620229,25	518,5	10	13,6	10,0
LIGHT1 ¹ (Tour éclairage)	506755,09	5620298,94	519,2	1,3	0,3	0,3
LIGHT2 ¹ (Tour éclairage)	506676,57	5620271,34	521,0	1,3	0,3	0,3
LIGHT3 ¹ (Tour éclairage)	506669,93	5620197,99	519,0	1,3	0,3	0,3
LIGHT4 ¹ (Tour éclairage)	506728,87	5620147,57	517,6	1,3	0,3	0,3
LIGHT5 ¹ (Tour éclairage)	506821,68	5620154,55	512,0	1,3	0,3	0,3
PITAH (Chargement des camions dans la fosse)	506810,96	5620249,64	513,7	1,8	0,6	1,3
TAILAH (Déchargement des camions à la pile de résidus et de stériles)	505385,91	5620656,27	431,2	0,4	0,9	3,6
OVERBAH (Déchargement des camions à la pile de mort-terrain)	506571,06	5621260,33	443,2	0,4	0,9	3,6
LOWGAH (Déchargement des camions à la pile de minerai à faible teneur)	506130,20	5620426,99	479,1	0,4	0,9	3,6

¹ Les sources BLAST et LIGHT1 à LIGHT5 ont été créées afin de pouvoir utiliser des émissions variables pour les sautages (1h par jour) et l'éclairage (12h par jour).

Tableau 5-3: Sources surfaciques circulaires et rectangulaires

Source	Coordonnée X (m)	Coordonnée Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Dimensions X x Y (m)	Diamètre (m)
TAILSP (Érosion éolienne sur la pile de résidus et de stériles)	505329,77	5620709,20	427,9	20,0	-	203,4
OVERSP (Érosion éolienne sur la pile de mort-terrain)	506570,92	5621274,08	442,2	7,5	-	0 ¹
EMERGSP ² (Érosion éolienne sur la pile d'urgence)	506169,45	5620662,19	469,6	3,5	65,5 x 62,8	-
LOWGSP (Érosion éolienne sur la pile de minerai à faible teneur)	506152,90	5620449,50	478,7	7,5	-	56,6

¹ Aucun mort-terrain n'est extrait à la 9^e année d'opération.

² Rotation de -37,11° par rapport au nord

Tableau 5-4: Sources ponctuelles (cheminées)

Source	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Élévation (m)	Hauteur de relâche (m)	Diamètre (m)	Vitesse (m/s)	Température (K)
DRYER (Séchoir)	506291,00	5620964,00	449,8	37,0	0,817	18	373,15
CRUSHV (Évent silo de minerai concassé)	506207,00	5620865,00	456,6	43,0	N/A	18	293,15
ORESORT (Trieur de minerai)	506185,00	5620845,00	459,2	43,0	0,708	18	293,15
SECCRUSH (Concasseur secondaire)	506222,00	5620843,00	459,3	43,0	1,001	18	293,15
PRICRUSH (Concasseur primaire)	506103,00	5620709,00	463,1	19,8	0,578	18	293,15

Tableau 5-5: Taux d'émissions pour les différents contaminants modélisés

Source	ID	Unités	CO	NO _x	SO ₂	PM	PM _{2,5}	Cr	Mn	Si (PM4)	Si (PM10)	Ti
Concentrateur												
Cheminée du séchoir	DRYER	g/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Évent du minerai concassé	CRUSHV	g/s	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
Triage du minerai	ORESORT	g/s	-	-	-	0,20	0,001	5,6E-05	1,3E-04	0,0009	0,003	3,7E-05
Concasseur secondaire	SECCRUSH	g/s	-	-	-	0,41	0,0002	1,1E-04	2,5E-04	0,0002	0,0005	7,4E-05
Concasseur primaire	PRICRUSH	g/s	-	-	-	0,14	0,0001	3,7E-05	8,5E-05	0,00005	0,0002	2,5E-05
Routeage												
Route d'accès à la fosse, partie extérieure	SEG1_1	g/s	0,11	0,012	0,02	3,20 ¹	0,085 ¹	4,4E-04	1,4E-03	0,41	0,12	5,8E-04
Route d'accès à la fosse, partie intérieure	SEG1_2	g/s	0,19	0,022	0,03	2,79 ^{1 et 3}	0,15 ¹	3,8E-04	1,3E-04	0,04	0,20	5,0E-04
Route segment 2	SEG2	g/s	0,11	0,012	0,01	3,12 ¹	0,08 ¹	4,3E-04	5,3E-03	0,40	0,11	5,6E-04
Route segment 3	SEG3	g/s	0,01	0,001	0,001	0,27 ¹	0,01 ¹	3,7E-05	4,6E-04	0,03	0,01	4,8E-05
Route segment 4 ²	SEG4	g/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Route segment 5	SEG5	g/s	0,06	0,007	0,01	0,02 ¹	0,001 ¹	3,3E-06	4,1E-05	0,003	0,001	4,3E-06
Route segment 6	SEG6	g/s	0,03	0,003	0,004	0,47 ¹	0,01 ¹	6,4E-05	8,0E-04	0,06	0,02	8,5E-05
Route du Nord	RTENORD	g/s	0,21	0,025	0,030	0,82 ¹	0,04 ¹	1,1E-04	1,4E-03	0,17	0,22	1,5E-04
Activités dans la fosse												
Chargement des camions dans la fosse	PITAH	g/s	1,33	0,152	0,19	0,09 ³	0,02	1,5E-05	1,4E-04	0,05	0,02	1,6E-05
Sautage dans la fosse	BLAST	g/s	3,4E+01	4,1E-01	1,2E-01	6,0E+00 ³	3,6E-01	9,8E-04	9,1E-03	3,2E+00	8,3E-01	1,1E-03
Forage dans la fosse	DRILL	g/s	5,2E-01	5,9E-02	7,2E-02	1,9E-01 ³	2,0E-01	3,0E-05	2,8E-04	1,0E-01	1,05E-01	3,3E-05

Source	ID	Unités	CO	NO _x	SO ₂	PM	PM _{2,5}	Cr	Mn	Si (PM ₄)	Si (PM ₁₀)	Ti
Tour d'éclairage #1	LIGHT1	g/s	2,8E-02	2,2E-03	2,7E-03	5,6E-05 ³	1,1E-04	-	-	-	-	-
Tour d'éclairage #2	LIGHT2	g/s	2,8E-02	2,2E-03	2,7E-03	5,6E-05 ³	1,1E-04	-	-	-	-	-
Tour d'éclairage #3	LIGHT3	g/s	2,8E-02	2,2E-03	2,7E-03	5,6E-05 ³	1,1E-04	-	-	-	-	-
Tour d'éclairage #4	LIGHT4	g/s	2,8E-02	2,2E-03	2,7E-03	5,6E-05 ³	1,1E-04	-	-	-	-	-
Tour d'éclairage #5	LIGHT5	g/s	2,8E-02	2,2E-03	2,7E-03	5,6E-05 ³	1,1E-04	-	-	-	-	-
Activités aux piles d'entreposage												
Érosion éolienne sur la pile de résidus et de stériles	TAILSP	g/s-m ²	-	-	-	7,7E-05 ⁴	5,8E-06 ⁴	1,3E-08	1,2E-07	2,1E-05	6,6E-06	1,9E-08
Déchargement des camions à la pile de résidus et de stériles	TAILAH	g/s	-	-	-	2,4E-01	1,7E-02	3,9E-05	3,6E-04	6,0E-02	2,4E-02	5,7E-05
Érosion éolienne sur la pile de mort-terrain ²	OVERBSP	g/s-m ²	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
Déchargement des camions à la pile de mort-terrain ²	OVERBAH	g/s	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
Érosion éolienne sur la pile de minerai à faible teneur	LOWGSP	g/s-m ²	-	-	-	6,4E-06	4,79E-07	1,7E-09	4,0E-09	2,4E-06	7,6E-07	1,1E-09
Déchargement des camions à la pile de minerai à faible teneur	LOWGAH	g/s	-	-	-	4,3E-06	3,1E-07	1,2E-09	2,7E-09	1,5E-06	6,1E-07	7,8E-10
Pile de minerai d'urgence	EMERGSP	g/s-m ²	-	-	-	6,4E-06	4,79E-07	1,7E-09	4,0E-09	2,4E-06	7,6E-07	1,1E-09

¹ 75% de mesures d'atténuation sont considérées pour le soulèvement des particules sur les routes (MDDELCC, 2017)

² Les taux d'émissions de ces sources sont à zéro (0), car aucun mort-terrain n'est excavé à la 9^e année d'exploitation (MDDELCC, 2017)

³ 50% des mesures d'atténuation sont considérées sur les émissions de PM, et 5% sur les émissions de PM₁₀ dans la fosse due à la rétention des particules dans la fosse (MDDELCC, 2017)

⁴ 85% des mesures d'atténuation sont considérées pour l'apportement éolien des particules de résidus, et 50% pour les particules de stériles sur la pile de co-disposition des résidus et des stériles (MDDELCC, 2017)

5.1.1 **Justification des mesures d'atténuation**

Tel que mentionné dans le Tableau 5-5 ci-dessus, des mesures d'atténuation ont été intégrées aux taux d'émissions provenant du soulèvement des poussières sur les routes, des activités dans la fosse minière et de l'érosion éolienne sur la pile de co-disposition des résidus et des stériles.

Initialement, la modélisation AERMOD a été réalisée sans aucune mesure d'atténuation. Toutefois, les résultats présentaient d'importants dépassements des normes et critères sur la qualité de l'air pour les particules totales (PM), les particules fines (PM_{2,5}) et la silice cristalline.

À ce moment, une réduction de 50% des émissions de particules totales (PM) et 5% des émissions de PM₁₀ ont été appliquées sur les taux d'émissions des sources situés à l'intérieur de la fosse. Selon le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique pour les projets miniers* du MELCC (MDDELCC, 2017), ce sont des réductions habituellement observées dues à la rétention des particules dans une fosse minière. Une mesure d'atténuation permettant de réduire de 75% les émissions de particules provenant du soulèvement des poussières sur les routes ont également été considérée. Cette réduction des émissions peut être atteinte en arrosant les routes lorsque celles-ci deviennent trop sèches. Encore une fois, même en intégrant cette mesure d'atténuation, des dépassements des normes et critères sur la qualité de l'air pour les particules totales et les particules fines ont été observés.

Finalement, une mesure d'atténuation permettant de réduire de 85% les émissions de poussières dues à l'érosion éolienne des résidus et de 50% l'érosion éolienne des stériles de la pile de co-disposition des résidus et des stériles a été considérée.

L'atténuation des émissions due à l'érosion éolienne sur la pile des résidus et des stériles peut être atteinte grâce à une disposition des résidus alors qu'ils sont encore 15% humide. Cette humidité permet aux résidus de former des agrégats, réduisant ainsi l'emportement éolien. De plus, la disposition des résidus et des stériles sera effectuée en forme de fer à cheval, où les résidus seront entreposés au centre alors que les stériles seront entreposés autour des résidus en suivant la forme d'un fer à cheval. Cette forme permettra donc de minimiser la surface de contact des résidus qui pourra être atteinte par le vent. Puisque les stériles contiennent environ 100 fois moins de *silt* (particules dont le diamètre est inférieur à 75 µm) que les résidus, cette stratégie de disposition est avantageuse en termes d'émissions de particules dues à l'érosion éolienne. L'arrosage de la pile lorsque celle-ci deviendra trop sèche contribuera également à réduire les émissions dues à l'érosion éolienne.

6. Normes et critères de la qualité de l'air

Les normes et critères retenus ainsi que les concentrations ambiantes sont tirés des *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* du MELCC (MELCC, 2018) et du *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique pour les projets miniers* du MELCC (MDDELCC, 2017). Les normes et critères utilisés ainsi que les concentrations initiales sont présentés au Tableau 6-1 suivant.

Tableau 6-1: Normes, critères et concentrations initiales utilisés pour la modélisation

Contaminant	Période	Critère ¹ (µg/m ³)	Concentration initiale ² (µg/m ³)
Particules totales (PM)	24 heures	120	40
Particules fines (PM _{2,5})	24 heures	30	15
Dioxyde de soufre (SO ₂)	4 minutes	1050	40
	24 heures	288	10
	Annuel	52	2
Dioxyde d'azote (NO ₂)	1 heure	414	50
	24 heures	207	30
	Annuel	103	10
Monoxyde de carbone (CO)	1 heure	34000	600
	8 heures	12700	400
Chrome trivalent	Annuel	0,1	0,01
Chrome hexavalent	Annuel	0,004	0,002
Manganèse ³	Annuel	0,025	0,005
Silice cristalline ³	1 heure	23	6
Silice cristalline ⁴	Annuel	0,07	0,04
Titane ³	24 heures	2,5	0

¹ MDDELCC, (2016). *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère*

² MDDELCC, (2017). *Guide d'instruction □ Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques □ Projets miniers*

³ Mesuré dans les PM₁₀

⁴ Mesuré dans les PM₄

7. Résultats de modélisation et analyse des résultats

La présente section a pour objectif de présenter et d'analyser les résultats de modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants autour du site du lac Moblan.

Le Tableau 7-1 suivant montre les concentrations maximales modélisées sur le périmètre situé à une distance de 300 m des installations de la mine et du concentrateur (se référer à la Figure 2-1). Ce périmètre délimite la zone à partir de laquelle s'appliquent les normes et les critères sur la qualité de l'air tel que défini dans le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique pour les projets miniers* du MELCC (MDDELCC, 2017) et dans le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) du MELCC (MELCC, 2018). Le Tableau 7-1 présente également les concentrations maximales observées au récepteur sensible le plus proche, soit le camp des travailleurs.

Tableau 7-1 : Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants

Contaminant	Période	Critère (µg/m³)	Concentration initiale (µg/m³)	Localisation du maximum à 300 m des installations			Concentration max. à 300 m des installations		% du critère avec conc. initiale	Concentration au camp des travailleurs (µg/m³)		% du critère avec conc. initiale	Dépassements			
				X (m)	Y (m)	Z (m)	Max. modélisé (µg/m³)	Max. avec conc. initiale (µg/m³)		Maximum modélisé	Max avec conc. initiale		300m des installations		Camp des travailleurs	
													Nombre	Fréq. (%)	Nombre	Fréq. (%)
Particules totales (PM)	24 heures	120	40	505982.6	5619971.9	489	278	318	265%	65.9	106	88%	126	6.90%	-	-
Particules fines (PM _{2.5})	24 heures	30	15	507552.0	5619987.9	487	21.0	36.0	120%	6.4	21.4	71%	2	0.11%	-	-
Dioxyde de soufre (SO ₂)	4 mins	1050	40	506836.5	5619582.7	520	483	523	50%	109.0	149.0	14%	-	-	-	-
	24 heures	288	10	507006.0	5620899.5	466	28.8	38.8	13%	5.3	15.3	5%	-	-	-	-
	Annuel	52	2	506912.1	5620902.6	462	0.7	2.7	5%	0.16	2.2	4%	-	-	-	-
Dioxyde d'azote (NO ₂)	1 heure	414	50	506836.5	5619582.7	520	208	258	62%	46.9	96.9	23%	-	-	-	-
	24 heures	207	30	507006.0	5620899.5	466	23.6	53.6	26%	4.3	34.3	17%	-	-	-	-
	Annuel	103	10	506912.1	5620902.6	462	0.5	10.5	10%	0.13	10.1	10%	-	-	-	-
Monoxyde de carbone (CO)	1 heure	34000	600	506836.5	5619582.7	520	1841	2441	7%	417	1017	3%	-	-	-	-
	8 heures	12700	400	507006.0	5620899.5	466	647	1047	8%	120	520	4%	-	-	-	-
Chrome trivalent	Annuel	0,1	0,01	505942.0	5620005.2	485	0.004	0.014	14%	0.0007	0.01	11%	-	-	-	-
Chrome hexavalent	Annuel	0,004	0,002	505942.0	5620005.2	485	0.004	0.006	139%	0.0007	0.003	68%	-	-	-	-
Manganèse ¹	Annuel	0,025	0,005	505942.0	5620005.2	485	0.010	0.02	61%	0.002	0.01	28%	-	-	-	-
Silice cristalline ¹	1 heure	23	6	504540.1	5621112.1	375	216	222	965%	67.1	73.1	318%	1609	3.7%	19	0.04%
Silice cristalline ²	Annuel	0,07	0,04	505942.0	5620005.2	485	1.12	1.16	1661%	0.35	0.39	551%	-	-	-	-
Titane ¹	24 heures	2,5	0	507552.0	5619987.9	487	0.05	0.05	2%	0.01	0.01	0.5%	-	-	-	-

¹ Mesuré dans les PM₁₀

² Mesuré dans les PM₄

7.1 Analyse des résultats

D'après les résultats présentés au Tableau 7-1 ci-haut, il est possible de noter certains dépassements des normes et critères de qualité de l'air. Ces dépassements sont justifiés dans les sections ci-dessous.

Les figures contenant les courbes de concentrations pour les différents polluants sont présentées à l'Annexe C. Les seules figures présentées à cette annexe sont celles pour les polluants dont la contribution du projet additionnée à la concentration initiale dépasse les normes et critères en place.

7.1.1 Particules totales (PM)

Les concentrations en particules totales modélisées dépassent la norme sur 24 heures à la limite du périmètre de 300 m. Aucun dépassement n'est observé au niveau du camp des travailleurs.

Toutefois, il est important de noter ici que le modèle AERMOD ne considère pas la déposition des particules. En effet, une partie des particules émises ont un diamètre et un poids suffisamment élevé pour retomber rapidement suite à leur mise en suspension. Cela signifie qu'en réalité, une portion des particules retombera près du point d'émission et ne se rendra pas à l'extérieur du périmètre de 300 m. De plus, le modèle ne considère pas le taux d'humidité présent dans l'air et le couvert neigeux durant l'hiver. L'humidité aura pour effet de former des agrégats de particules qui seront plus difficile à soulever du sol et à être emporté par le vent. De plus, considérant que les émissions dues au soulèvement des poussières sur les routes et à l'érosion éolienne sur les piles contribuent grandement aux résultats obtenus et que la plupart des résultats maximaux sont obtenus durant l'hiver, ces résultats ne sont pas représentatifs de la réalité, puisque très peu de particules seront émises durant la période hivernale.

Pour un récepteur donné, le nombre maximal de dépassements observés est de 126 sur la période de cinq (5) ans modélisée. La fréquence de dépassement correspondante est alors faible (6,90%).

7.1.2 Particules fines (PM_{2,5})

Les concentrations en particules fines modélisées montrent des dépassements de la norme qui sont situés sur la limite est de la zone de 300 m autour des infrastructures de Lithium Guo AO. Toutefois, aucun dépassement n'est observé au niveau du camp des travailleurs.

De plus, pour un récepteur donné, le nombre maximal de dépassements observés est de deux (2) sur la période de cinq (5) ans modélisée. La fréquence de dépassement est alors très faible (0,11%). Ces dépassements se situent au sud-est du site, en bordure de la limite d'application des normes et critères. Par conséquent, ces dépassements de la norme sur les particules fines peuvent être considérés négligeables.

Les mêmes hypothèses conservatrices énoncées plus haut pour les particules totales sont également applicables dans le cas des particules fines, ce qui atténue l'importance réelle des dépassements observés.

7.1.3 **Chrome hexavalent**

Les concentrations maximales modélisées dépassent la norme annuelle sur le chrome hexavalent. Cependant, tel que mentionné par Santé Canada, le chrome tel qu'on le retrouve naturellement est surtout répandue sous sa forme trivalente (Santé Canada, 1986). Le chrome hexavalent résulte de la chloration du chrome contenu dans les eaux brutes. Aucun dépassement de la norme annuelle en chrome hexavalent n'a été observé au niveau du camp des travailleurs.

Tout d'abord, la concentration initiale en chrome dans l'air ambiant sur le site du lac Moblan représente 50% du critère en place, ce qui laisse peu de marge de manœuvre pour la contribution du projet. De plus, la modélisation réalisée considère que tout le chrome présent dans les émissions atmosphériques est sous sa forme hexavalente. En réalité, seule une fraction du chrome sera sous la forme de chrome hexavalent. Les dépassements sur la norme annuelle peuvent donc être considérés négligeables.

7.1.4 **Silice cristalline**

La silice cristalline est le contaminant le plus problématique. La modélisation montre d'importants dépassements des critères sur une (1) heure et sur un (1) an malgré les mesures d'atténuations considérées.

La silice cristalline peut présenter des risques pour la santé humaine, notamment au niveau de maladies pulmonaires telles que la silicose. Toutefois, la silice cristalline retrouvée naturellement dans la terre n'est pas nocive pour la santé. C'est sous l'action de différentes activités humaines tel que le forage, le sautage et le broyage que de fines particules de silice cristalline sont libérées et comportent un danger pour la santé humaine.

Pour un récepteur donné, le nombre maximal de dépassements observés sur une (1) heure est de 1609 sur la période de cinq (5) ans modélisée. La fréquence de dépassement correspondante est alors faible (3,7%). Ces dépassements se situent de part et d'autre de la limite d'application des normes et critères. Les dépassements observés au niveau des récepteurs sensibles sont présentés au Tableau 7-2 ci-dessous.

Tableau 7-2: Dépassements en silice aux récepteurs sensibles

Récepteur sensible	Nombre de dépassements	Fréquence de dépassements (%)
Période d'une (1) heure		
Camp des travailleurs (R5)	19	0,04%
Camp d'hiver (R1)	0	0%
Camp de chasse et de trappe (R2)	4	0,01%
Camp de pêche (R3)	0	0%
Camp Châtillon (R4)	0	0%

Le Tableau 7-3 ci-dessous présente la contribution en silice cristalline des différentes sources au point où la concentration maximale a été modélisée ainsi qu'au camp des travailleurs sur une période d'une (1) heure. Les valeurs contenues dans ce tableau représentent la période d'une (1) heure ou d'un (1) an pour laquelle la contribution des sources à un point donné est maximale. Ainsi, la somme des pourcentages de contribution au récepteur possédant la concentration maximale ou au camp des travailleurs ne donne pas 100%.

Tableau 7-3: Contribution des sources en silice cristalline au point maximal et au camp des travailleurs

Sources	Contribution récep. maximal (%)	Contribution camp des travailleurs (%)
Période d'une (1) heure		
Routes	79,4%	93,9%
Activités dans la fosse (forage, sautage, manutention)	1,2%	2,7%
Piles de stockage (érosion éolienne, manutention)	20,4%	3,4%
Concentrateur (cheminées dépoussiéreurs)	0,04%	0,02%

Sources	Contribution récep. maximal (%)	Contribution camp des travailleurs (%)
Période d'un (1) an		
Routes	99,0%	90,9%
Activités dans la fosse (forage, sautage, manutention)	16,2%	3,2%
Piles de stockage (érosion éolienne, manutention)	18,2%	4,7%
Concentrateur (cheminées dépoussiéreurs)	0,12%	0,06%

Il est évident selon le tableau ci-dessus que les routes contribuent majoritairement aux concentrations maximales modélisées, suivies de l'érosion éolienne sur les piles et des activités dans la fosse. C'est pour cette raison que des mesures d'atténuation ont été considérées pour ces sources.

La modélisation représente tout de même le pire scénario possible étant donné que toute la silice émise est considérée comme étant de la silice cristalline alors qu'il existe en réalité deux (2) formes de silice (cristalline et amorphe).

Tel que mentionné plus tôt, aucune déposition des particules n'a été considérée. En réalité, une partie des particules émises retomberaient près de leur point d'émission et ne contribueraient pas aux concentrations présentées plus tôt.

Les surfaces actives d'émissions pour les piles considèrent un (1) mois d'opération. En réalité, les particules fines émises auront tendance à former rapidement des agrégats qui limitent la quantité de poussière émise. Ce phénomène est notamment dû aux précipitations et à l'humidité présente dans l'air. Les forts vents auront également tendance à réduire la capacité d'émission des piles avec le temps, puisque toutes les petites particules auront été emportées.

Finalement, la majorité des maximums modélisés se produisent en hiver, ce qui n'est pas réaliste dans le contexte climatique québécois puisque les piles et les routes seront glacées et recouvertes de neiges et émettront alors une quantité plus faible de particules contenant de la silice.

8. Conclusion

Le projet de mine et de concentrateur de Lithium Guo AO Itée émettra des contaminants dans l'atmosphère principalement lors des phases de construction et d'exploitation. Afin d'analyser les impacts du projet sur la qualité de l'air, une modélisation de la dispersion atmosphérique a été effectuée. La modélisation a été effectuée pour le pire scénario de production, soit la 9^e année d'opération (987 000 tonnes de minerai traité).

Les principales sources d'émissions seront le soulèvement des poussières sur les routes, l'érosion éolienne de la pile de résidus et de stériles, les dépoussiéreurs du concentrateur ainsi que les émissions de poussières dues aux sautages. Étant donné que plusieurs dépassements étaient observés lors de la modélisation préliminaire, des mesures d'atténuation ont été appliquées afin de réduire les émissions. La pile de résidus sera entreposée et maintenue humide afin de réduire l'emportement éolien sur celle-ci. De plus, les stériles seront entreposés autour des résidus en forme de fer à cheval afin de servir de mur contre le vent. Le contenu en *silt* étant significativement moins important dans les stériles, cela aura pour impact de diminuer l'emportement éolien des petites particules. Ces mesures d'atténuation permettent de réduire les émissions jusqu'à 85% (MDDELCC, 2017).

Les routes contribuent également de façon importante aux concentrations en particules modélisées, c'est pour cette raison qu'elles seront maintenues humides afin de réduire le soulèvement des poussières dû au passage des camions. Cette mesure d'atténuation permet d'atteindre une efficacité de réduction de 75% (MDDELCC, 2017).

En considérant les valeurs initiales de concentrations et les mesures d'atténuation ci-haut, le projet respecte les normes et critères du RAA au niveau des cinq (5) récepteurs sensibles considérés, excepté pour la silice cristalline.

Pour la silice cristalline, sur une période d'une (1) heure, la concentration maximale au camp des travailleurs atteint $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 318% du critère lorsque la concentration initiale y est ajoutée (fréquence de dépassement de 0,04%). Sur une période d'un (1) an, la concentration maximale au camp des travailleurs atteint $0,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 551% du critère lorsque la concentration initiale y est ajoutée.

De cette étude, il est possible de conclure que peu d'impact sur la qualité de l'air sera ressenti aux cinq (5) récepteurs sensibles identifiés. Le risque pour la santé publique est donc évalué négligeable dans ces zones. L'impact sur la qualité de l'air sera non négligeable autour du site et principalement à l'est du terrain où seront construites les installations de Lithium Guo AO Itée. Un impact modéré est à prévoir considérant les mesures d'atténuation qui seront mises en place. Les principaux récepteurs affectés seront les travailleurs sur le site qui circuleront sur les routes et dans la fosse ainsi que ceux qui seront à proximité de la pile de résidus et stériles pendant qu'elle n'est pas enneigée et pendant les journées sèches avec de grands vents. Des équipements de protection personnel seront fournis aux travailleurs exposés afin de les protéger.

9. Références

- Gouvernement Australien. (2016). *National Pollutant Inventory - Emission estimation technique manuel for Explosives detonation and firing ranges*. Récupéré sur npi.gov.au:
<http://www.npi.gov.au/system/files/resources/e635847a-22ef-9f74-71ba-c10705d09e59/files/explosives-detonation-and-firing-ranges.pdf>
- Gouvernement du Canada. (2002). *Sulphur in Diesel Fuel Regulations*. Récupéré sur laws-lois.justice.gc.ca: <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2002-254/page-1.html>
- Gouvernement du Canada. (2017). *Guide de déclaration des carrières et sablières*. Récupéré sur canada.ca: <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants/declaration/guide-carrieres-sablieres.html>
- Komatsu. (s.d.). *Komatsu HD465-7*. Récupéré sur komatsu.com:
http://www.komatsu.com/ce/products/pdfs/HD465-7_.pdf
- MDDELCC. (2017). *Guide d'instruction □ Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques □ Projets miniers*. Récupéré sur environnement.gouv.qc.ca:
http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/secteur_minier.pdf
- MELCC. (2018). *Normes et critères de qualité de l'atmosphère*. Récupéré sur Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques:
www.environnement.gouv.qc.ca/air/criteres/index.htm
- MELCC. (2019). *Modélisation de la dispersion atmosphérique - Instructions pour le calcul des caractéristiques de surface*.
- Santé Canada. (1986). *Le Chrome*. Récupéré sur sante.canada.ca:
<http://sante.canada.ca/publications/healthy-living-vie-saine/water-chromium-chrome-eau/alt/water-chromium-chrome-eau-fra.pdf>
- US EPA. (1998). *Exhaust Emission Factors for Nonroad Engine Modeling - Compression-Ignition*. Récupéré sur nepis.epa.gov:
<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1002KFX.PDF?Dockey=P1002KFX.PDF>
- US EPA. (2002). *Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling*. Récupéré sur nepis.epa.gov:
<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P100058Z.PDF?Dockey=P100058Z.PDF>
- US EPA. (2004). *40 CFR Parts 9, 69, et al. - Control of Emissions of Air Pollution From Nonroad Diesel Engines and Fuel; Final Rule*. Récupéré sur gpo.gov: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2004-06-29/pdf/04-11293.pdf>
- US EPA. (2005). *AP-42, CH 13.3: Explosives Detonation*. Récupéré sur epa.gov:
<https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch13/final/c13s03.pdf>
- US EPA. (2006). *AP42, Section 13.2.2 Unpaved Roads*. Récupéré sur epa.gov:
<https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch13/final/c13s0202.pdf>
- US EPA. (2011). *AP42 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles*. Récupéré sur epa.gov:
<https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch13/final/c13s0204.pdf>
- US EPA. (2011). *AP-42 Section 11.19.2 Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing*. Récupéré sur epa.gov: <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch11/final/c11s1902.pdf>
- US EPA. (2011). *AP-42, Vol. I, 3.4: Large Stationary Diesel And All Stationary Dual-fuel Engines*. Récupéré sur epa.gov: <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch03/final/c03s04.pdf>

FIN DE SECTION

Annexe A

Formulaire du devis de modélisation



Ce document a été rédigé à l'intention des modélisateurs qui soumettent des études de dispersion atmosphérique au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). Le devis de modélisation doit être rempli puis soumis pour approbation au MDDELCC avant la réalisation des études de dispersion atmosphérique. Le présent devis ne remplace pas le *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique* auquel les modélisateurs doivent continuer de se référer (<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/inter.htm>).

1. INFORMATION GÉNÉRALE

Nom de l'usine :

Projet Moblan Lithium

Adresse de l'usine :

Numéro : (km 114)

Rue : Route du nord

Ville : S.O.

Code postal : S.O.

Coordonnée de l'usine :

Latitude : 50.739401°

Longitude : -74.912388°

Altitude : 460 m

Consultant pour la modélisation : Joshua Sévigny, Hatch

Numéro de téléphone : 514 865-5500 poste 5754

2. MODÈLE ET OPTIONS

a) MODÈLE

AERMOD (n° de version) : 18081

CALPUFF (n° de version) :

BLP (n° de version) :

Autres : Spécifier :

b) OPTIONS

Toutes les options par défaut du modèle :

Autres options : Spécifier :

L'utilisation des options suivantes est exigée pour le modèle CALPUFF : MCHM = 0; MDRY = 0; MWET = 0; MBDW = 2; MDISP = 2; MPDF = 1.

c) ENVIRONNEMENT

Rural :

Urbain :

Justification : Le domaine de modélisation est situé à 100km au nord de la ville de Chibougamau, loin de toute zone industrielle et résidentielle. L'utilisation des sols de la région se résume à l'exploitation forestière, aux activités de chasses, de trappe et de pêche ainsi qu'à l'exploitation de différentes mines.

3. CONTAMINANTS MODÉLISÉS

NO₂ : SO₂ : CO : NH₃ :
 H₂S : SRT : COV : HAP :
 Dioxines-furannes : PST : PM_{2.5} : Odeurs :
 Autres contaminants : Spécifier : Métaux contenus dans roches extraites sur le site.

4. DOMAINE DE MODÉLISATION

a) DIMENSION DU DOMAINE

10 km x 10 km :
 Autres dimensions : Justifier : Voir le document complémentaire

b) TOPOGRAPHIE DU DOMAINE DE MODÉLISATION

Terrain plat (moins de 10 m de dénivellation) : Terrain accidenté :

Fournir une carte représentant le domaine de modélisation, la localisation de l'usine, la limite de propriété, la limite de la zone industrielle, la topographie ainsi que l'emplacement des éléments géographiques particuliers (école, hôpital, résidences, etc.). Le nord géographique et l'échelle doivent apparaître sur la carte.

5. GRILLE DE RÉCEPTEURS ET RÉCEPTEURS PONCTUELS

a) SYSTÈME DE RÉFÉRENCE

UTM : MTM :
 Coordonnées de l'usine : Centre de la localisation des installation du concentrateur : 506183.65 m E
 5620817.23 m N

b) DIMENSION DE LA MAILLE DE CALCUL

Maille	Distance de l'usine					
	0 - 1km	1 - 2 km	> 2 km			
100 m	x					
200 m		x				
250 m						
500 m			x			

c) RÉCEPTEURS PONCTUELS SENSIBLES

Indiquer la localisation des récepteurs ponctuels sensibles (les résidences les plus rapprochées, les écoles, les hôpitaux, les sommets topographiques, etc.).

N° 1 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description : Voir tableau du document complémentaire.

N° 2 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 3 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 4 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 5 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 6 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 7 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 8 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 9 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 10 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

c) RÉCEPTEURS PONCTUELS SENSIBLES (SUITE)

Indiquer la localisation des récepteurs ponctuels sensibles (les résidences les plus rapprochées, les écoles, les hôpitaux, les sommets topographiques, etc.).

N° 11 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 12 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 13 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 14 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 15 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 16 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 17 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 18 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 19 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

N° 20 X (m) : Y (m) : Z (m) :

Description :

d) RÉCEPTEURS PONCTUELS SUR LA LIMITE DE PROPRIÉTÉ OU SUR LA LIMITE DE LA ZONE INDUSTRIELLE

Des récepteurs ponctuels ont-ils été positionnés sur la limite de propriété ou sur la limite de la zone industrielle?

Oui :

Non :

Distance entre les récepteurs (m) : 100

Fournir une carte représentant le domaine de modélisation et montrant la localisation de l'usine, la limite de propriété, la limite de la zone industrielle, la topographie, la grille de récepteurs et les récepteurs ponctuels. Le nord géographique et l'échelle doivent figurer sur la carte.

6. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

a) TYPE DE DONNÉES

Surface horaires :

Aérogiques :

Autres (MM5, WRF, RUC) horaires :

Dimension de la maille de calcul (m) :

b) STATIONS DE SURFACE

Nom :

Numéro :

Latitude :

Longitude :

Altitude (m) :

Distance (km) :

Direction :

Paramètres :

Période (années) :

Données manquantes
(%/année) :

Nom :

Numéro :

Latitude :

Longitude :

Altitude (m) :

Distance (km) :

Direction :

Paramètres :

Période (années) :

Données manquantes
(%/année) :

Nom :

Numéro :

Latitude :

Longitude :

Altitude (m) :

Distance (km) :

Direction :

Paramètres :

Période (années) :

Données manquantes
(%/année) :

Distance et direction : évaluées par rapport à l'usine

c) STATIONS AÉROLOGIQUES

Nom :

Numéro :

Latitude :

Longitude :

Altitude (m) :

Distance (km) :

Direction :

Paramètres :

Période (années) :

Données manquantes
(%/année) :

Nom :

Numéro :

Latitude :

Longitude :

Altitude (m) :

Distance (km) :

Direction :

Paramètres :

Période (années) :

Données manquantes
(%/année) :

Nom :

Numéro :

Latitude :

Longitude :

Altitude (m) :

Distance (km) :

Direction :

Paramètres :

Période (années) :

Données manquantes
(%/année) :

Distance et direction : évaluées par rapport à l'usine

d) TRAITEMENT DES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

AERMET :

CALMET :

Autre :

Spécifier :

Toutes les options par défaut du modèle :

Autres options :

Spécifier :

Fournir la rose des vents (fréquence des vents par direction et fréquence des vents calmes) au site de l'usine.

Définition de la grille météorologique CALMET

Dimension nord-sud (km) :

Dimension est-ouest (km) :

Dimension de la maille
de calcul (m) :

e) CARACTÉRISTIQUES DE SURFACE AERMET

Nombre de secteurs (maximum de 12) :
 Pour chaque secteur, indiquer les valeurs de longueur de rugosité (Z_0).

PARAMÈTRE		SAISON			
		P	É	A	H
Albédo		Voir	doc.	comp.	
Rapport de Bowen					
Rugosité par secteur	Secteurs				

P : printemps □ à définir (mois) :
É : été □ à définir (mois) :
A : automne □ à définir (mois) :
H : hiver □ à définir (mois) :

Fournir une carte montrant une vue aérienne (avec Google Earth, par exemple) du site et des environs. Indiquer sur cette carte les secteurs définis.

f) CARACTÉRISTIQUES DE SURFACE CALMET

Origine (provenance) des données d'utilisation du sol :

Résolution :

Fournir une carte illustrant les différentes catégories d'utilisation du sol sur le domaine de modélisation. Le nord géographique, l'échelle de même que la localisation de l'usine doivent figurer sur la carte.

7. SOURCES

a) DESCRIPTION DES INSTALLATIONS ET DU PROCÉDÉ

Ce devis est présenté pour la phase d'exploitation du projet. La phase de construction ne sera pas modélisée puisque les activités sont sensiblement les mêmes que durant la phase d'opération et que la quantité d'activités lors de l'opération de la mine et du concentrateur sera beaucoup plus importante que durant la construction, procurant ainsi que le pire scénario possible.

Les détails sur les sources d'émissions sont présentées dans le rapport complémentaire au formulaire du devis.

b) TYPE DE SOURCES MODÉLISÉES

Ponctuelles : Surfaciques :
Volumiques :
Autre : Spécifier : Volumique linéaire pour représenter le camionnage.

CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES PONCTUELLES

Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Y (m) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Y (m) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Y (m) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Y (m) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Y (m) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
		Référence :
Références :	C : campagne d'échantillonnage (ex. campagne d'échantillonnage effectuée du 10 au 13 avril 2005) N : valeur nominale fournie par le fabricant F : facteur d'émission (mentionner la référence) E : estimation tirée de la documentation (mentionner la référence) A : autre (spécifier)	

CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES PONCTUELLES (SUITE)

Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
		Y (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
		Y (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
		Y (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
		Y (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
		Y (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
		Y (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
		Y (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
		Y (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
		Y (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
		Y (m) :
Hauteur émission H (m) :	Diamètre équivalent D (m) :	Vitesse d'émission Vz (m/s) :
Température T (°K) :	Taux d'émission Q (g/s) :	Référence :
Références :	C : campagne d'échantillonnage (ex. campagne d'échantillonnage effectuée du 10 au 13 avril 2005) N : valeur nominale fournie par le fabricant F : facteur d'émission (mentionner la référence) E : estimation tirée de la documentation (mentionner la référence) A : autre (spécifier)	

CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES SURFACIQUES

Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_z :	Taux d'émission Q (g/m ² /s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_z :	Taux d'émission Q (g/m ² /s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_z :	Taux d'émission Q (g/m ² /s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_z :	Taux d'émission Q (g/m ² /s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_z :	Taux d'émission Q (g/m ² /s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_z :	Taux d'émission Q (g/m ² /s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_z :	Taux d'émission Q (g/m ² /s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_z :	Taux d'émission Q (g/m ² /s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_z :	Taux d'émission Q (g/m ² /s) :	Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_z :	Taux d'émission Q (g/m ² /s) :	Référence :
Références :	C : campagne d'échantillonnage (ex. campagne d'échantillonnage effectuée du 10 au 13 avril 2005) N : valeur nominale fournie par le fabricant F : facteur d'émission (mentionner la référence) E : estimation tirée de la documentation (mentionner la référence) A : autre (spécifier)	

CARACTÉRISTIQUES DES SOURCES VOLUMIQUES

Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_y :	Taux d'émission Q (g/s) :	Épaisseur source (m) :
σ_z :		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_y :	Taux d'émission Q (g/s) :	Épaisseur source (m) :
σ_z :		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_y :	Taux d'émission Q (g/s) :	Épaisseur source (m) :
σ_z :		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_y :	Taux d'émission Q (g/s) :	Épaisseur source (m) :
σ_z :		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_y :	Taux d'émission Q (g/s) :	Épaisseur source (m) :
σ_z :		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_y :	Taux d'émission Q (g/s) :	Épaisseur source (m) :
σ_z :		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_y :	Taux d'émission Q (g/s) :	Épaisseur source (m) :
σ_z :		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_y :	Taux d'émission Q (g/s) :	Épaisseur source (m) :
σ_z :		Référence :
Source :	Contaminant :	Coordonnée UTM/MTM : X (m) :
Hauteur émission H (m) :	Longueur source (m) :	Y (m) :
σ_y :	Taux d'émission Q (g/s) :	Épaisseur source (m) :
σ_z :		Référence :
Références :	C : campagne d'échantillonnage (ex. campagne d'échantillonnage effectuée du 10 au 13 avril 2005) N : valeur nominale fournie par le fabricant F : facteur d'émission (mentionner la référence) E : estimation tirée de la documentation (mentionner la référence) A : autre (spécifier)	

8. BÂTIMENTS

L'effet des bâtiments sur la dispersion est-il pris en compte?

Oui : Avec BPIP-PRIME ou autre (spécifier) : BPIP-PRIME

Non : Justifier :

Les vues en plan et en coupe des bâtiments et des sources doivent être incluses dans le rapport. Les dimensions caractéristiques (hauteur, longueur et largeur) des bâtiments ainsi que l'échelle doivent être indiquées.

9. SOURCES RÉGIONALES

Indiquer les autres sources industrielles présentes dans un rayon de 5 kilomètres autour de l'usine et qui émettent les mêmes contaminants que ceux qui sont modélisés. Se référer à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP) de l'Environnement Canada.

Source : S.O. **Contaminant :** Distance (km) :

Direction : Émissions annuelles (tonnes/an) : Année :

Source : **Contaminant :** Distance (km) :

Direction : Émissions annuelles (tonnes/an) : Année :

Source : **Contaminant :** Distance (km) :

Direction : Émissions annuelles (tonnes/an) : Année :

Source : **Contaminant :** Distance (km) :

Direction : Émissions annuelles (tonnes/an) : Année :

Source : **Contaminant :** Distance (km) :

Direction : Émissions annuelles (tonnes/an) : Année :

Source : **Contaminant :** Distance (km) :

Direction : Émissions annuelles (tonnes/an) : Année :

Source : **Contaminant :** Distance (km) :

Direction : Émissions annuelles (tonnes/an) : Année :

Source : **Contaminant :** Distance (km) :

Direction : Émissions annuelles (tonnes/an) : Année :

Source : **Contaminant :** Distance (km) :

Direction : Émissions annuelles (tonnes/an) : Année :

Distance et direction : évaluées par rapport à l'usine

Direction : N., N.-N.-E., N.-E., E.-N.-E., E., E.-S.-E., S.-E., S.-S.-E., S., S.-S.-O., S.-O., O.-S.-O., O., O.-N.-O., N.-O., N.-N.-O.

10. CONCENTRATION INITIALE (NIVEAU AMBIANT)

a) DESCRIPTION

Contaminant : Voir doc. comp.

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Contaminant :

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Contaminant :

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Contaminant :

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Contaminant :

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Contaminant :

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Contaminant :

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Contaminant :

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Contaminant :

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Contaminant :

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Contaminant :

Concentration initiale	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Référence :		

Références :

- Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère (MDDELCC)
- Station d'échantillonnage de la qualité de l'air
- Rapport, articles scientifiques, etc.

b) STATION D'ÉCHANTILLONNAGE UTILISÉE

Nom : S.O.

Numéro : S.O.

Organisme responsable : S.O.

Coordonnées de la station : Latitude : S.O.

Longitude : S.O.

Contaminants mesurés : S.O.

Période : S.O.

Expliquer comment les concentrations initiales sont établies à partir des mesures (ex. moyenne des concentrations annuelles de 2001 à 2005) :

11. CRITÈRES/NORMES D'AIR AMBIANT

Se référer au document « Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère »

(<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/inter.htm>).

Contaminant : Voir doc. compl.

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Origine : RAA, autre origine (spécifier)

11. CRITÈRES/NORMES D'AIR AMBIANT (SUITE)

Se référer au document « Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère » (<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/inter.htm>).

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures ;	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Contaminant :

Normes/critères d'air ambiant	4 minutes :	15 minutes :	1 heure :
	8 heures :	24 heures :	Annuel :
	Origine :		

Origine : RAA, autre origine (spécifier)

12. LISTE DES CONTAMINANTS SANS NORME NI CRITÈRE

Contaminant	C.A.S.
Aluminium	1344-28-1
Fer	1309-37-1
Lithium	12057-24-8
Potassium	13136-45-7
Sodium	1313-59-3
Calcium	1305-78-8
Magnésium	1309-48-4
Phosphore	1314-56-3
Vanadium	1314-62-1

Annexe B

Calcul des sources d'émissions

B.1 Méthodologie et hypothèses

Le calcul des émissions de contaminants émis en phase exploitation est basé sur les différentes activités minières réalisées dans la fosse, sur la quantité de camions qui circulent sur la route du nord et sur les routes du site, sur l'érosion éolienne et la manutention des piles de stockage ainsi que sur les émissions de poussières provenant des différents dépoussiéreurs et du séchoir au concentrateur. Voici les hypothèses principales qui ont été posées pour le calcul des taux d'émissions :

Générales:

- Opération de la mine et du concentrateur 24h/24, 350 jours par année;
- La 9^e année d'opération est utilisée pour les calculs puisqu'elle représente l'année avec le plus d'activité sur le site (plus grande quantité de matériel déplacé);
- La quantité de résidus générée au concentrateur est égale à 80% de l'alimentation en minerai;
- Tous les multiplicateurs pour les PM₄ ont été estimés en effectuant une interpolation linéaire entre le multiplicateur de PM₁₀ et celui de PM_{2,5}.

Activités minières dans la fosse :

- Un (1) sautage par jour pour le pire cas sur 24 heures, entre 12h00 et 13h00;
- Opération des tours d'éclairage 12h par jour, de 18h00 à 6h00;
- Quantité d'explosifs estimée à 7,3 tonnes par sautage;
- Réduction de 50% des émissions de particules totales (PM) et 5% des émissions de PM₁₀ dans la fosse minière dû à la rétention de ces particules dans la fosse.

Circulation sur la route du nord et sur les routes du site :

- La composition de la surface de la route du nord et des routes du site est supposée la même que celle des stériles dans la mine;
- Mise en place de mesures d'atténuation permettant d'atteindre une réduction de 75% des émissions provenant du soulèvement des particules sur les routes;
- Seuls les camions de transport du matériel sont considérés sur les routes (les pick-ups et autres véhicules avec voyages irréguliers sont considérés négligeables).

Érosion éolienne des piles de stockage :

- Un (1) mois de pile active (9^e année d'opération divisée par 12);
- Mise en place de mesures d'atténuation permettant d'atteindre une réduction de 85% des émissions provenant de l'érosion éolienne des résidus et 50% de l'érosion éolienne des stériles sur la pile de résidus et de stériles.

Dépoussiéreurs du concentrateur:

- Sortie de 30 mg/Rm³ (25° C et 101,3 kPa) pour tous les dépoussiéreurs.

Le code de couleurs utilisé dans les tableaux de cette annexe est le suivant :

Bleu = Valeur calculée

Vert = Valeur tirée de la littérature

Rouge = Donnée du projet

Orange = Hypothèse basée sur d'autres projets similaires

Le Tableau B-1 ci-dessous présente les quantités de matériel qui seront extraites de la fosse durant la phase d'exploitation de la mine. Le Tableau B-2 présente le nombre de trajets qui seront effectués selon le type de matériel transporté (Plan minier préparé par DRA).

Tableau B-1: Quantités de matériel extrait de la fosse

Description	Unités	PRÉ PROD	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	Année 11	Année 12	Total
Minerai brut	kt	26	685	951	966	970	978	968	952	965	987	983	945	357	10,731
Total matériel inerte	kt	1,012	2,033	1,980	2,069	2,135	3,421	3,852	3,941	3,446	4,225	1,873	576	61	30,624
Stérile	kt	532	1,958	1,788	1,956	2,135	2,992	3,571	3,941	3,446	4,225	1,873	576	56	28,516
Mort-terrain	kt	480	607	192	113	0	430	281	0	0	0	0	0	5	2,108
Minerai brut de faible qualité	kt	31	70	146	44	21	28	55	64	50	103	65	40	29	747
Matériel total déplacé	kt	1,069	2,788	3,077	3,078	3,126	4,427	4,875	4,957	4,461	5,315	2,921	1,561	447	42,102

Tableau B-2: Nombre de trajets effectués par année

Trajet	Unité	PRÉ PROD	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	Année 11	Année 12
Explosifs du stockage à la mine	traj./an	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Stérile de la mine à la pile de stérile	traj./an	19335	71200	65018	71127	77636	108800	129855	143309	125309	153636	68109	20945	2036
Mort-terrain de la mine à la pile de mort-terrain	traj./an	17462	22073	6982	4109	0	15636	10218	0	0	0	0	0	182
Minerai de la mine au concentrateur	traj./an	2073	27455	39891	36727	36036	36582	37200	36945	36909	39636	38109	35818	14036
Transport du concentré du concentrateur jusqu'au quai de transbordement de Matagami (hors site)	traj./an	760	10067	14627	13467	13213	13413	13640	13547	13533	14533	13973	13133	5147

Le nombre de trajets du stockage des explosifs à la mine a été approximé à un (1) trajet (aller-retour) par jour. Pour les autres types de trajets (transport du matériel extrait et du concentré), le calcul est le suivant :

$$Nb \text{ trajets } \left(\frac{\text{traj.}}{\text{an}} \right) = \frac{\text{Quantité matériel transporté (t/an)}}{\text{Capacité du camion (t/voy.)}} * 2 \quad (1)$$

Pour les stériles de la mine à la pile de stérile durant la 1^{ère} année, le calcul est :

$$Nb \text{ trajets } \left(\frac{\text{traj.}}{\text{an}} \right) = \frac{\left(1958 \frac{\text{kt mort terrain}}{\text{an}} * 1000 \frac{\text{t}}{\text{kt}} \right)}{55 \text{ t/voy.}} * 2 = 71200 \text{ voy./an}$$

Le nombre de trajets est multiplié par deux (2) pour tenir compte du retour du camion vide.

Le Tableau B-3 ci-dessous présente les facteurs d'émission utilisés pour calculer les émissions provenant des gaz d'échappement des véhicules sur les routes du site ainsi que sur la route du nord. Ces facteurs d'émission ont été convertis en g/L de diesel.

Tableau B-3: Facteurs d'émission pour les véhicules diesel hors route

Item	Unités	Valeur	Source
Facteur émission CO (56 kW à 130 kW)	g/kWh	5,0	(US EPA, 2004)
Facteur émission CO (130 kW à 560 kW)	g/kWh	3,5	(US EPA, 2004)
Facteur émission NO ₂	g/kWh	0,40	(US EPA, 2004)
Facteur émission SO ₂ (US-EPA)	g/kWh	0,65	(US EPA, 1998)
Facteur émission VOC (NMHC)	g/kWh	0,19	(US EPA, 2004)
Facteur émission PM	g/kWh	0,02	(US EPA, 2004)
Facteur de conversion kWh à L de diesel	L diesel/kWh	0,094	Facteur de conversion en considérant une capacité calorifique de 38,18 MJ/L
Facteur émission CO (56 kW à 130 kW)	g/L	53,0	(US EPA, 2004)
Facteur émission CO (130 kW à 560 kW)	g/L	37,1	(US EPA, 2004)
Facteur émission NO ₂	g/L	4,2	(US EPA, 2004)
Facteur émission SO ₂ (US-EPA)	g/L	5,2	(US EPA, 2004)
Facteur émission VOC (NMHC)	g/L	2,0	(US EPA, 2004)
Facteur émission PM	g/L	0,2	(US EPA, 2004)

Pour les émissions de PM₁₀ et de PM_{2,5} provenant des gaz d'échappement des véhicules, elles sont assumées égales aux émissions de PM totales. Le facteur d'émission pour le dioxyde de soufre a été calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$EF_{SO_2} \left(\frac{g}{HP \cdot h} \right) = (BSFC * 453,6 * (1 - 0,022) - HC) * S_{wt\%} * 2$$

Où *BSFC* correspond à la consommation d'essence en utilisation $\left(\frac{lb}{hp \cdot h} \right)$

HC correspond au taux d'émission d'hydrocarbures $\left(\frac{g}{hp \cdot h} \right)$

S_{wt%} correspond au contenu en soufre du carburant (% massique)

Pour les deux premiers paramètres ci-dessus, des valeurs par défaut ont été utilisées en considérant des véhicules dont l'année de fabrication est après 2008 (Tier 3) (US EPA, 1998). Le contenu en soufre dans le diesel utilisé est celui de la réglementation canadienne, soit 15 mg/kg (Gouvernement du Canada, 2002). Le taux d'émission est donc obtenu comme suit :

$$EF_{SO_2} \left(\frac{g}{HP \cdot h} \right) = (0,367 * 453,6 * (1 - 0,022) - 0,2) * 0,0015 * 2 = 0,49 \frac{g}{HP \cdot h}$$

Ce taux d'émission est ensuite converti pour avoir les mêmes unités que les autres facteurs d'émission :

$$0,49 \frac{g}{HP \cdot h} * \frac{1HP \cdot h}{0,7457 kWh} = 0,65 \frac{g}{kWh}$$

B.1.1 Émissions des activités minières dans la fosse

Les principales activités dans la fosse se résument au forage, au sautage ainsi qu'au chargement des camions de transport. Les émissions provenant des tours d'éclairage et des gaz d'échappement de la machinerie lourde ont aussi été considérées. Afin de représenter de la façon la plus adéquate possible ces sources d'émission et tel qu'il est spécifié dans le *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique pour les projets miniers* du MELCC (MDDELCC, 2017), des sources volumiques ont été utilisées. Le Tableau B-4 ci-dessous présente les taux d'émission utilisés.

Tableau B-4 : Taux d'émission associés aux activités dans la fosse minière

Source	ID	Unit	CO	NO _x	SO ₂	NMHC	PM	PM _{2,5}
Forage	DRILL	g/s	5,2E-01	5,9E-02	7,2E-02	1,9E-01	2,0E-01	5,2E-01
Opération de la chargeuse ¹	PITAH	g/s	5,1E-01	5,8E-02	7,1E-02	4,5E-02	9,1E-03	5,1E-01
Chargement des camions ¹	PITAH	g/s	0	0	0	4,3E-02	6,2E-03	0

Source	ID	Unit	CO	NO _x	SO ₂	NMHC	PM	PM _{2,5}
Opération de l'excavatrice	PITAH	g/s	8,2E-01	9,4E-02	1,1E-01	2,4E-03	4,7E-03	8,2E-01
Tours d'éclairage ²	LIGHT1 à LIGHT 5	g/s	2,8E-02	2,2E-03	2,7E-03	5,6E-05	1,1E-04	2,8E-02
Sautage ³	-	g/sautage	124100	1460	438	43500	1305	124100
Sautage ³	BLAST	g/s	34	0,4	0,1	6,04	0,4	34

¹ Inclut les gaz d'échappement de la machinerie concernée

² Les émissions provenant de l'opération des tours d'éclairage sont appliquées 12 heures par jour entre 18h00 et 6h00

³ Les émissions provenant du sautage sont appliquées une (1) heure par jour entre 12h00 et 13h00

B.1.1.1 Forage

Les émissions des activités de forage dans la fosse proviennent principalement de deux sources : les gaz d'échappement de la foreuse et les poussières émises par le forage des trous.

Les émissions du contaminant i dû à la combustion du diesel dans le moteur de la foreuse sont calculées à partir du nombre de véhicules requis et de la consommation en diesel associée. Les facteurs d'émission utilisés ici sont ceux présentés au Tableau B-3. L'équation utilisée est la suivante :

$$\begin{aligned}
 Taux_{exhaust,i} \left(\frac{g}{s} \right) &= \frac{\text{nombre veh. req.}_i * \text{consommation (L/h)} * FE_i (g/L)}{1h} \\
 &* \frac{1h}{3600s}
 \end{aligned} \quad (2)$$

Où FE_i représente le facteur d'émission du contaminant i

Le nombre de foreuses requises et leur consommation en diesel ont été fournis par l'équipe d'ingénierie (DRA) spécifications du modèle de foreuse Sandvik D25KS ont été utilisées pour estimer les émissions provenant des gaz d'échappement. Le

Tableau B-5 ci-dessous résume ces paramètres.

Tableau B-5: Paramètre de la foreuse

Item	Unités	Valeur	Source
Nombre de machines requises	-	2	DRA final mine plan
Puissance du moteur	kW	354	Sandvik D25KS
Consommation de diesel	L/h	50	DRA

Pour le monoxyde de carbone (en considérant la 9^e année d'opération), le taux d'émission est calculé comme suit :

$$Taux_{exhaust,CO} \left(\frac{g}{s} \right) = 2 * 50 \frac{L}{h} * 37,1 \frac{g}{L} * \frac{1h}{3600s} = 1,03 \frac{g}{s}$$

Les facteurs d'émission de poussières reliés au forage ont été tirés du *Guide de déclaration des carrières et sablières* du Gouvernement du Canada (Gouvernement du Canada, 2017). Le Tableau B-6 ci-dessous présente ces facteurs d'émission.

Tableau B-6: Facteurs d'émission pour les trous de forage de mine

Item	Unités	Valeur	Source
Facteur émission PM	kg/trou	0,59	(Gouvernement du Canada, 2017)
Facteur émission PM ₁₀	kg/trou	0,31	(Gouvernement du Canada, 2017)
Facteur émission PM ₄	kg/trou	0,31	Interpolation linéaire
Facteur émission PM _{2,5}	kg/trou	0,31	(Gouvernement du Canada, 2017)

Le nombre de trous forés pour chaque sautage a été fourni par l'équipe d'ingénierie. En moyenne, pour chaque sautage de minerai, 38 trous sont forés et ceux-ci couvrent une superficie d'environ 3500 m². Pour chaque sautage de stériles, 188 trous sont forés et ceux-ci couvrent une superficie d'environ 17000 m². Connaissant la quantité de minerai et de stérile extrait de la mine à chacune des années d'opération, il est possible de calculer de nombre de trous qui ont dû être forés en utilisant une densité approximative des deux types de matériel. La densité du minerai est estimée à 2,82 t/m³ et celle du stérile à 3,18 t/m³. Ainsi, le nombre de trous pour une année donnée est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$\begin{aligned}
 Nb \text{ trous} \left(\frac{trous}{an} \right) &= qté \text{ minerai} \left(\frac{t}{an} \right) * \frac{1m^3}{2,82t} * \frac{1sautage}{3500m^2} * \frac{38trous}{1sautage} \\
 &+ qté \text{ stérile} \left(\frac{t}{an} \right) * \frac{1m^3}{3,18t} * \frac{1sautage}{17000m^2} * \frac{188trous}{1sautage}
 \end{aligned} \tag{3}$$

Pour la 9^e année d'opération, le nombre de trous forés est donc obtenu comme suit :

$$\begin{aligned} Nb \text{ trous } \left(\frac{\text{trous}}{\text{an}} \right) &= (987000 + 103000) \left(\frac{t}{\text{an}} \right) * \frac{1m^3}{2,82t} * \frac{1\text{sautage}}{3500m^2} * \frac{38\text{trous}}{1\text{sautage}} + 4225000 \left(\frac{t}{\text{an}} \right) \\ &\quad * \frac{1m^3}{3,18t} * \frac{1\text{sautage}}{17000m^2} * \frac{188\text{trous}}{1\text{sautage}} = \mathbf{18876 \frac{\text{trous}}{\text{an}}} \end{aligned}$$

Il suffit ensuite de multiplier le facteur d'émission par le nombre de trous, puis d'ajuster les unités pour obtenir un taux d'émission par seconde. Pour les particules totales, le taux d'émission est obtenu comme suit :

$$\begin{aligned} Taux \text{ émission}_{\text{forage,PM}} \left(\frac{g}{s} \right) &= 18876 \frac{\text{trous}}{\text{an}} * 0,59 \frac{kg}{\text{trou}} * \frac{1000g}{kg} * \frac{1\text{an}}{350\text{jours}} * \frac{1\text{jour}}{24h} * \frac{1h}{3600s} \\ &= \mathbf{0,37 \frac{g}{s}} \end{aligned}$$

Pour les taux d'émissions de particules (PM, PM₁₀, PM₄, PM_{2,5}), il faut finalement additionner le taux d'émission des gaz d'échappement de la foreuse au taux d'émission associé avec le forage des trous. Tel que mentionné plus tôt, une réduction des émissions de 50% des particules totales (PM) et de 5% des PM₁₀ a été considérée pour tenir compte de la rétention des particules dans la fosse. Pour les particules totales, le taux d'émission final est le suivant :

$$\begin{aligned} Taux \text{ émission}_{\text{forage,PM}} \left(\frac{g}{s} \right) &= \left(Taux \text{ émission}_{\text{exhaust}} \left(\frac{g}{s} \right) + Taux \text{ émission}_{\text{trous}} \left(\frac{g}{s} \right) \right) * 50\% \\ &= \left(0,00589 \frac{g}{s} + 0,37 \frac{g}{s} \right) * 50\% = \mathbf{0,2 \frac{g}{s}} \end{aligned}$$

B.1.1.2 Sautage

Les facteurs d'émission reliés au sautage ont été tirés du *National Pollutant Inventory* □ *Emission estimation technique manual for Explosives detonation and firing ranges* du Gouvernement Australien (Gouvernement Australien, 2016) et du *Guide de déclaration des carrières et sablières* du Gouvernement du Canada (Gouvernement du Canada, 2017). Le Tableau B-7 ci-dessous présente ces facteurs d'émission.

Tableau B-7 : Facteurs d'émission reliés au sautage dans la fosse

Item	Unités	Valeur	Source
Facteur émission CO	kg/Mg	17	(Gouvernement Australien, 2016)
Facteur émission NO ₂	kg/Mg	0,2	(Gouvernement Australien, 2016)
Facteur émission SO ₂	kg/Mg	0,06	(Gouvernement Australien, 2016)
Facteur émission PM	kg/blast	0.00022* (A) ^{1,5}	(Gouvernement du Canada, 2017)

Item	Unités	Valeur	Source
Facteur émission PM ₁₀	-	0,52	(Gouvernement du Canada, 2017)
Facteur émission PM ₄	-	0,13	Interpolation linéaire
Facteur émission PM _{2,5}	-	0,03	(Gouvernement du Canada, 2017)

Note : OÙ A représente l'aire horizontale de la superficie de roche sautée

Pour le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde d'azote (NO₂) et le dioxyde de soufre (SO₂), les émissions sont simplement calculées en multipliant la quantité d'explosifs utilisée par le facteur d'émission correspondant (Voir le Tableau B-6). L'hypothèse que 7,3 tonnes d'explosifs sont requises en moyenne pour un sautage a été utilisée. Il est alors possible de calculer la quantité du polluant *i* émis à chaque sautage :

$$\begin{aligned} \text{Taux émissions}_i \left(\frac{g}{\text{sautage}} \right) \\ = \text{facteur émission}_{\text{sautage},i} \left(\frac{kg \text{ polluant}}{t \text{ explosif}} \right) * \frac{7,3 t \text{ explosif}}{\text{sautage}} * \frac{1000g}{kg} \end{aligned} \quad (4)$$

Pour le monoxyde de carbone, on obtient :

$$\text{Taux émissions}_{CO} \left(\frac{g}{\text{sautage}} \right) = 17 \frac{kg CO}{t \text{ explosif}} * \frac{7,3 t \text{ explosif}}{\text{sautage}} * \frac{1000g}{kg} = 124100 \frac{g CO}{\text{sautage}}$$

Pour les particules (PM, PM_{2,5}), le taux d'émission est calculé à partir de la superficie de roche ou de stériles qui est sautée à chacun des sautages. Cette superficie varie selon le type de matériel sauté. Pour le minerai, la superficie est de 688 m² par sautage alors que pour le stérile, cette superficie est de 3 394 m² par sautage. Afin de modéliser le pire scénario possible, la superficie pour un sautage de stériles a été utilisée pour calculer les taux d'émissions. L'équation suivante est alors obtenue :

$$\text{Taux émissions}_{PM} \left(\frac{g}{\text{sautage}} \right) = 0,00022 \left(\frac{kg PM}{\text{sautage}} \right) * (\text{superficie (m}^2\text{)})^{1.5} * \frac{1000g}{kg} \quad (5)$$

Le taux d'émissions de particules totales (PM) obtenu est donc de :

$$\text{Taux émissions}_{PM} \left(\frac{g}{\text{sautage}} \right) = 0,00022 * (3394 \text{ m}^2)^{1.5} * \frac{1000g}{kg} = 43500 \frac{g PM}{\text{sautage}}$$

Par la suite, puisque les taux d'émission entrés dans AERMOD doivent absolument être en *g/s* pour une source volumique (soit le type de source qui a été utilisée pour les sautages), il est assumé qu'un sautage dure 1 seconde. Toutefois, puisque l'intervalle de temps minimal sur lequel il est possible d'appliquer un taux d'émission dans AERMOD est d'une (1) heure, il faut ajuster les unités du taux ci-dessus et diviser par la superficie de la mine pour obtenir le taux d'émission désiré :

$$\text{Taux émissions}_{PM} \left(\frac{g}{s * m^2} \right) = 43500 \frac{g PM}{\text{sautage}} * \frac{1 \text{ sautage}}{3600 s} = 34 \frac{g}{s}$$

Pour les PM₁₀, PM₄ et PM_{2,5}, il suffit de multiplier le taux d'émission ci-dessus par le multiplicateur associé : 0,52; 0,13 et 0,03 respectivement. Une fois dans AERMOD, des émissions variables ont été utilisées afin de n'appliquer ce taux d'émission qu'une seule heure dans la journée, entre 12 h 00 et 13 h 00. Un sautage est considéré chaque jour pour obtenir le pire scénario sur 1 heure et sur 24 heures.

B.1.1.3 Chargement des camions de transport

Les émissions dues au chargement des camions de transport par les chargeuses incluent les contaminants émis par les gaz d'échappement de la chargeuse. Les taux d'émission de ces gaz d'échappement sont calculés de la même façon que pour la foreuse (Voir équation (2)). Le Tableau B-8 ci-dessous résume les spécifications d'une chargeuse typique (modèle WA500-8 de Komatsu).

Tableau B-8: Paramètre de la chargeuse

Item	Unités	Valeur	Source
Nombre de machines requises	-	1	DRA final mine plan
Puissance du moteur	kW	263	Komatsu WA500-8 GVW
Consommation de diesel	L/h	49,3	DRA

Pour les particules (PM, PM_{2,5}), il faut additionner les émissions dues au chargement des camions au taux d'émission des gaz d'échappement. Celles-ci sont calculées selon les directives du chapitre 13.2.4 de l'AP-42 du US EPA (US EPA, 2011).

Le Tableau B-9 ci-dessous présente les facteurs d'émission pour les différents types de matériaux.

Tableau B-9 : Facteur d'émission pour la manutention des matériaux

Item	Unités	Valeur	Source
Vitesse de vent moyenne :	m/s	3,96	Moyenne des données MM5 achetés
Multiplicateur □ PM _{30*}	-	0,74	(11) AP-42 13.2.4
Multiplicateur □ PM ₁₀	kg/t	0,35	(11) AP-42 13.2.4
Multiplicateur □ PM ₄	kg/t	0,14	Interpolation linéaire
Multiplicateur - PM _{2,5}	-	0,053	(11) AP-42 13.2.4
Roche extraite, stériles, résidus			
Contenu en humidité :	%	5	Hypothèse
Facteur émission PM	kg/t	7,05E-04	(11) AP-42 13.2.4
Facteur émission PM ₁₀	kg/t	3,33E-04	(11) AP-42 13.2.4
Facteur émission PM ₄	kg/t	1,32E-04	Interpolation linéaire
Facteur émission PM _{2,5}	kg/t	5,05E-05	(11) AP-42 13.2.4

Item	Unités	Valeur	Source
Mort-terrain			
Contenu en humidité :	%	7,9	(12) AP-42 11.9-3
Facteur émission PM	kg/t	3,72E-04	(11) AP-42 13.2.4
Multiplicateur □ PM ₁₀	kg/t	1,76E-04	(11) AP-42 13.2.4
Multiplicateur □ PM ₄	kg/t	6,95E-05	Interpolation linéaire
Facteur émission PM _{2,5}	kg/t	2,66E-05	(11) AP-42 13.2.4

* Les particules totales (PM) sont assumées égales aux PM₃₀

La formule utilisée est présentée ci-dessous.

$$\begin{aligned}
 \text{Facteur émission} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t matériel}} \right) \\
 = \text{Mutlicateur} * 0,0016 * \frac{(\text{vitesse vent (m/s)}/2,2)^{1,3}}{(\text{humidité (\%)} / 2)^{1,4}} \quad (6)
 \end{aligned}$$

Pour les particules totales (PM) de la manutention des stériles, le facteur d'émission est calculé comme suit :

$$\text{Facteur émission} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t matériel}} \right) = 0,74 * 0,0016 * \frac{(3,96 \text{ m/s}/2,2)^{1,3}}{(5/2)^{1,4}} = 7,05 * 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{t matériel}}$$

Par la suite, il suffit de multiplier le facteur d'émission calculé précédemment par la quantité de matériel déplacée, puis d'appliquer le facteur de rétention des particules dans la fosse lorsqu'applicable. Pour les particules totales (PM) durant la 9^e année d'opération, le taux d'émission est le suivant :

$$\begin{aligned}
 \text{Taux émission}_{\text{chargement}} \left(\frac{\text{g}}{\text{s} * \text{m}^2} \right) \\
 = \text{Facteur émission} \left(\frac{\text{kg}}{\text{t}} \right) * \text{qté matériel} \left(\frac{\text{t}}{\text{s}} \right) * \frac{1000\text{g}}{\text{kg}} * 50\% \quad (7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Taux émission}_{\text{PM}} \left(\frac{\text{g}}{\text{s}} \right) \\
 = 7,05 * 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{t}} * 5\,315\,000 \frac{\text{t}}{\text{an}} * \frac{1 \text{ an} * 1 \text{ jour} * 1 \text{ h}}{350 \text{ jours} * 24 \text{ h} * 3600 \text{ s}} * \frac{1000\text{g}}{\text{kg}} * 50\% \\
 = 0,063 \frac{\text{g}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

B.1.1.4 Tours d'éclairage

Les émissions des tours d'éclairage sont dues à la combustion de diesel pour produire l'électricité nécessaire au fonctionnement de celles-ci. Ces émissions se calculent donc de la même façon que pour les autres équipements mobiles (Voir l'équation (2)). Le Tableau B-10 présente les spécifications utilisées pour les tours d'éclairage, selon le modèle MLT3060 de Magnum Power Products LCC.

Tableau B-10: Paramètre des tours d'éclairage

Item	Unités	Valeur	Source
Nombre de machines requises	-	5	DRA □ Plan minier préliminaire
Puissance	kW	9,8	Magnum MLT3060
Consommation de diesel	L/h	1,89	Magnum MLT3060

Les taux d'émission obtenus (Voir le Tableau B-4) ont été appliqués 12 heures par jour, entre 18h00 et 6h00, avec l'aide de l'outil d'émissions variables d'AERMOD.

B.1.1.5 Gaz d'échappement des pelles mécaniques

Les émissions dues à l'opération des pelles mécaniques se calculent de la même façon que pour les autres équipements mobiles (Voir l'équation (2)). Le Tableau B-11 présente les spécifications utilisées pour les pelles mécaniques, selon le modèle PC1250-8R de Komatsu.

Tableau B-11 : Paramètre des pelles mécaniques (excavatrice)

Item	Unités	Valeur	Source
Nombre de machines requises	-	2	DRA □ Plan minier préliminaire
Puissance	kW	514	Komatsu PC1250-8R
Consommation de diesel	L/h	80	DRA

Les taux d'émission obtenus (Voir le Tableau B-4) ont été appliqués 24 heures par jour.

Pour les particules (PM, PM_{2,5}), il faut additionner les émissions dues au chargement de la pelle de l'excavatrice au taux d'émission des gaz d'échappement. Ce taux de chargement est exactement le même que celui obtenu à l'aide de l'équation (6) pour le chargement des camions. Ce taux d'émission est donc considéré deux fois pour le même matériel déplacé : une fois pour lorsque l'excavatrice déplace le matériel avec sa pelle et une autre fois lorsque la chargeuse remplit les camions de transport.

B.1.2 Émissions des routes

Les différentes routes considérées dans la modélisation de la dispersion atmosphérique sont présentées sur la Figure B-1 ci-dessous.

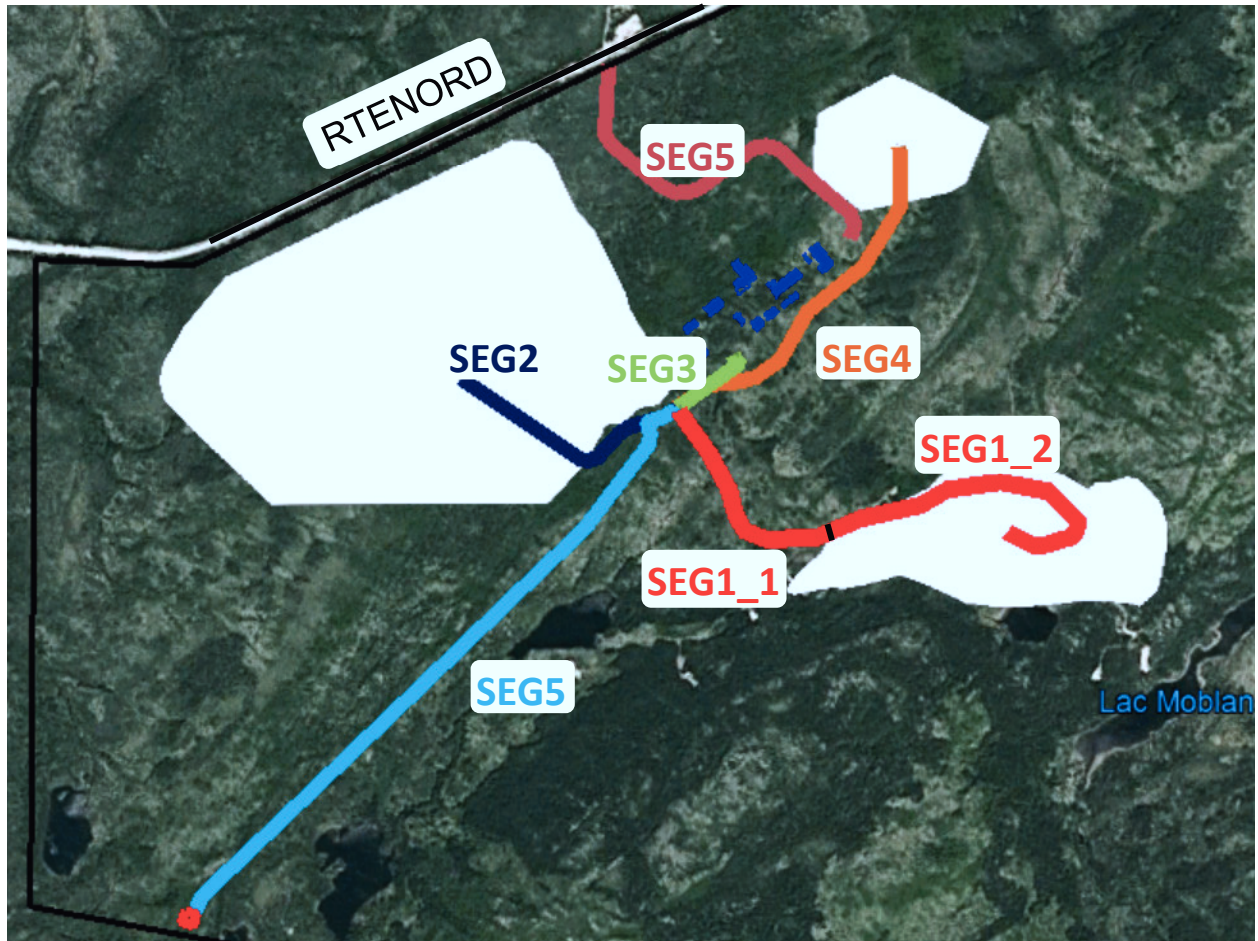


Figure B-1: Localisation des routes modélisées

Le Tableau B-12 ci-dessous présente les paramètres considérés pour les routes incluses dans le modèle de dispersion atmosphérique.

Tableau B-12: Paramètres des routes modélisées

	ID	Longueur segment	Vitesse moy.	Hauteur véhicules	Largeur route	Nb trajets	Distance parcourue	VKT proportion
		km	km/h	m	m	traj./h	VKT/h	%
Segment 1_1	SEG1_1	0,556	20	3,6	15,0	23,1	12,8	26%
Segment 1_2	SEG1_2	0,969	20	3,6	15,0	23,1	22,4	46%
Segment 2	SEG2	0,685	20	3,6	15,0	18,3	12,5	26%
Segment 3	SEG3	0,229	20	3,6	15,0	4,7	1,1	2%
Segment 4	SEG4	0,997	20	3,6	15,0	0,0	0,0	0%
Segment 5	SEG5	1,847	20	3,6	8,5	0,1	0,2	100%
Segment 6	SEG6	1,091	20	3,6	8,5	1,7	1,9	7%
Route du nord	SEG7	14,282	80	3,6	15,0	1,7	24,7	93%

Explication des données du Tableau B-12:

La longueur des segments de route a été mesurée à l'aide de l'outil « règle » de *Google Earth* selon les plans fournis par l'équipe d'ingénierie.

La vitesse moyenne des véhicules sur les routes est une hypothèse. La hauteur des véhicules a été approximée à l'aide des spécifications du modèle de camion HD465-7 de *Komatsu* (*Komatsu*, n.d.).

La largeur des routes à double sens est estimée à 15 mètres selon les dessins d'ingénierie reçus de *DRA*. La largeur des routes à sens unique est estimée à 8,5 mètres selon les dessins d'ingénierie reçus de *DRA*.

Le nombre de trajets est calculé en additionnant tous les trajets sur le segment de route considéré (pour la 9^e année d'opération, voir les hypothèses) qui est ensuite divisé par le nombre d'heures d'opération par année :

$$Nb \text{ trajets } \left(\frac{traj.}{h} \right) = \frac{Nb \text{ trajets sur le segment } \left(\frac{traj.}{an} \right)}{350 \frac{jour}{an} * 24 \frac{h}{jour}} \quad (8)$$

Pour le segment 1_1, le nombre de trajets est calculé comme suit (voir Tableau B-2) :

$$Nb \text{ trajets } \left(\frac{traj.}{h} \right) = \frac{700 + 153636 + 0 + 39636 \left(\frac{traj.}{an} \right)}{350 \frac{jour}{an} * 24 \frac{h}{jour}} = 23,1 \frac{traj.}{h}$$

Pour obtenir la distance parcourue à chaque heure, le nombre de trajets calculé ci-haut est multiplié par la longueur du segment :

$$Distance\ parcourue\ \left(\frac{VKT}{h}\right) = 23,1 \frac{traj.}{h} * 0,556km = 12,8 \frac{VKT}{h} \quad (9)$$

Afin de répartir les émissions provenant du gaz d'échappement des camions, il faut calculer la proportion de la distance parcourue sur chacun des segments de route pour chaque type de camion. Les deux types de camions les plus abondants sur les routes ont été considérés pour la modélisation : soit les camions de transport du matériel (minerai, stérile, résidu, mort-terrain) et les camions de transport du concentré.

Les camions de transport du matériel se répartissent sur les segments 1_1, 1_2, 2, 3 et 4 alors que les camions de transport du concentré se répartissent sur le segment 6 ainsi que sur la route du nord. Les camions de transport des explosifs sont les seuls à rouler sur le segment de route 5, la proportion des émissions dues à l'échappement sur cette route est par conséquent 100%. Pour les autres segments de route, cette proportion se calcule donc de la façon suivante :

$$Proportion\ distance\ (\%) = \frac{VKT_i}{\sum VKT_{type\ de\ camion}} \quad (10)$$

Pour les camions de transport du matériel, cette proportion se calcule comme suit :

$$Proportion\ distance\ (\%) = \frac{12,8}{(12,8 + 22,4 + 12,5 + 1,1 + 0)} = 26\%$$

Le Tableau B-13 ci-dessous présente les paramètres et les facteurs d'émission utilisés pour les camions de transport de matériel sur le site.

Tableau B-13: Paramètre et facteurs d'émissions pour les camions de transport de matériel

Item	Unités	Valeur	Source
Nombre de camions requis	-	6	DRA final mine plan
Puissance	kW	551	(4.1) Komatsu HD-465-7
Consommation de diesel	L/h	40	DRA
Poids du camion à moitié rempli	kg	70300	(4.1) Komatsu HD-465-7 - half-full weight to consider trucks' round trips
Charge maximale	kg	55000	(4.1) Komatsu HD-465-7 p.11
Facteur émission routes PM	g/VKT	40	DRA - Email from D. Xiang 2019/01/30 2:02PM - HD-465-7
Facteur émission routes PM ₁₀	g/VKT	3587,0	(8) AP-42 13.2.2 - Industrial Roads
Facteur émission routes PM ₄	g/VKT	949,4	(8) AP-42 13.2.2 - Industrial Roads
Facteur émission routes PM _{2,5}	g/VKT	265,8	(8) AP-42 13.2.2 - Industrial Roads

Le Tableau B-14 ci-dessous présente les paramètres et les facteurs d'émission utilisés pour les camions de transport du concentré du site jusqu'à Matagami.

Tableau B-14: Paramètre et facteurs d'émissions pour les camions de transport du concentré jusqu'à Matagami

Item	Unités	Valeur	Source
Nombre de camions requis	-	5	Basé sur des camions de 40t et des voyages aller-retour de 4 heures (opération 24h/24)
Puissance	kW	380,3	(4.13) Kenworth T880
Facteur de capacité	-	0,59	Hypothèse □ même que le Komatsu HD465-7
Poids du camion à moitié rempli	Kg	40000	Hypothèse □ camion de 20t vide + 40t charge maximale
Consommation de diesel	L/h	22,4	Estimation selon la puissance du camion et le facteur de capacité associé
Facteur émission routes PM	g/VKT	2783,1	(8) AP-42 13.2.2 - Industrial Roads
Facteur émission routes PM ₁₀	g/VKT	736,7	(8) AP-42 13.2.2 - Industrial Roads
Facteur émission routes PM ₄	g/VKT	206,3	(8) AP-42 13.2.2 - Industrial Roads
Facteur émission routes PM _{2,5}	g/VKT	73,7	(8) AP-42 13.2.2 - Industrial Roads

Le Tableau B-15 ci-dessous présente les paramètres et les facteurs d'émission utilisés pour les camions de transport des explosifs de l'entrepôt de stockage jusqu'à la fosse.

Tableau B-15 Paramètre et facteurs d'émissions pour les camions de transport des explosifs

Item	Unités	Valeur	Source
Nombre de camions requis	-	1	DRA final mine plan
Puissance	kW	380	(4.1) Komatsu HD-465-7
Consommation de diesel	L/h	6	DRA
Poids du camion à moitié rempli	kg	24000	Assumption - 20t truck + 8t/2 load (half-full load since the truck comes back empty)
Facteur émission routes PM	g/VKT	2211,5	DRA - Email from D. Xiang 2019/01/30 2:02PM - HD-465-7
Facteur émission routes PM ₁₀	g/VKT	585,4	(8) AP-42 13.2.2 - Industrial Roads
Facteur émission routes PM ₄	g/VKT	163,9	(8) AP-42 13.2.2 - Industrial Roads
Facteur émission routes PM _{2,5}	g/VKT	58,5	(8) AP-42 13.2.2 - Industrial Roads

Explication des données des Tableau B-13, Tableau B-14 et Tableau B-15 :

Le nombre de camions de transport de matériel requis a été défini dans le plan minier réalisé par l'équipe d'ingénierie (DRA) alors que le nombre de camions de transport du concentré a été approximé à l'aide des hypothèses énumérées dans le Tableau B-14.

La puissance a été approximée à l'aide des spécifications des modèles de camion typiquement utilisé pour chaque type d'activité, soit le Komatsu HD465-7 pour le transport du matériel sur le site et le Kenworth T880 pour le transport du concentré du concentrateur jusqu'à Matagami.

Le facteur de capacité pour les camions de transport du concentré a été tirés de l'AP-42 du US-EPA (US EPA, 2002). Le facteur de capacité de 0,59 est le plus élevé pour les véhicules dont le moteur fonctionne au diesel, il représente donc le pire cas possible puisqu'il engendre la plus grande quantité de polluant émis.

Les poids moyens des camions considèrent leur poids vide plus la moitié de la charge maximale qu'ils peuvent transporter afin de tenir compte que le camion fera toujours un aller à pleine capacité, puis un retour complètement déchargé. Le poids vide du camion qui transporte le concentré a été estimé à 20 tonnes alors que sa charge maximale a été estimée à 40 tonnes.

Finalement, les taux d'émissions de particules (PM, PM₁₀, PM₄, PM_{2,5}) dus aux soulèvements des poussières sur les routes ont été estimés à l'aide de l'équation 1a du chapitre 13.2.2 de l'AP-42 (US EPA, 2006) :

$$\begin{aligned} \text{Facteur d'émission} \left(\frac{g}{VKT} \right) &= 281,9 \frac{g}{VKT} * k * \left(\frac{\text{taux silt} (\%)}{12} \right)^a \\ &* \left(\frac{\text{Poids véhicule (short tons)}}{3} \right)^b \end{aligned} \quad (11)$$

Où :

- k représente le facteur multiplicatif empirique en fonction de la taille de particules
- a et b représentent des constantes empiriques en fonction de la taille de particules

Le Tableau B-16 présente les valeurs des constantes en fonction de la taille des particules.

Tableau B-16: Constantes pour l'équation 1a de l'AP-42 chapitre 13.2.2

Constante	Routes industrielles			
	PM _{2,5}	PM ₄	PM ₁₀	PM ₃₀ *
k (lb/VMT)	0,15	0,42	1,5	4,9
a	0,9	0,9	0,9	0,7
b	0,45	0,45	0,45	0,45
Constante	Routes publiques			
	PM _{2,5}	PM ₄	PM ₁₀	PM ₃₀ *
k (lb/VMT)	0,18	0,50	1,8	6,0
a	1	1	1	1
c	0,2	0,2	0,2	0,3

<i>d</i>	0,5	0,5	0,5	0,3
----------	-----	-----	-----	-----

* Les PM₃₀ sont assumées équivalentes aux PM totales

Le taux de silt sur les routes a été approximé par celui des routes de transport typique d'une mine de taconite, un minerai riche en fer comme c'est le cas des stériles du projet Moblan Lithium. Ce taux est de 5,8% (US EPA, 2006).

Pour les camions de transport du matériel sur le site, le facteur d'émission pour les PM s'obtient comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Facteur émission} \left(\frac{g}{VKT} \right) &= 281,9 * k * \left(\frac{5,8}{12} \right)^{0,7} * \left(\frac{70300kg * 0,0011 \text{ short ton/kg}}{3} \right)^{0,45} \\ &= \mathbf{3587 \text{ g PM/VKT}} \end{aligned}$$

La formule utilisée pour le transport du concentré est légèrement différente, puisque le transport se fait sur la Route du nord, qui est une voie publique. La formule utilisée est la suivante :

$$\text{Facteur d'émission} \left(\frac{g}{VKT} \right) = 281,9 \frac{g}{VKT} * \frac{k * \left(\frac{\text{taux silt (\%)}}{12} \right)^a * \left(\frac{\text{vitesse moyenne (mph)}}{30} \right)^d}{\left(\frac{\text{humidité surface}}{0,5} \right)^c - C}$$

Où :

- *k* représente le facteur multiplicatif empirique en fonction de la taille de particules.
- *c* et *d* représentent des constantes empiriques en fonction de la taille de particules.
- *C* représente les émissions dues à l'usure des pneus et des freins :
 - ♦ $PM_{2,5}$ et $PM_4 \rightarrow 0,00036 \text{ lb/VMT}$
 - ♦ PM_{10} et $PM \rightarrow 0,00047 \text{ lb/VMT}$

Le facteur d'émission finalement utilisé dans le modèle pour le polluant *i* est donc calculé comme suit :

$$\text{Taux}_{tot,i} = \text{Taux}_{exhaust,i} + \text{Taux}_{routes,i} \quad (12)$$

Les émissions provenant des gaz d'échappement sont calculées en utilisant l'équation (6) présentée plus haut. Pour les camions de transport du concentré, ces émissions sont calculées à partir de la puissance du moteur et du facteur de capacité associé. Ces émissions sont ensuite multipliées par une proportion de circulation sur la route considérée (Voir l'équation (11) pour plus de détails).

$$\begin{aligned}
 Taux_{routes,i} \left(\frac{g}{s} \right) &= \text{Facteur émission}^{(1)} \left(\frac{g}{VKT} \right) \\
 &* \text{Distance parcourue}^{(2)} \left(\frac{VKT}{h} \right) * \frac{1h}{3600s} * (1 \\
 &- \text{Facteur atténuation})
 \end{aligned} \tag{13}$$

⁽¹⁾ Voir l'équation (12)

⁽²⁾ Voir l'équation (10)

Pour les particules totales sur le segment de route 1_1 avec un facteur d'atténuation de 75% des émissions, le taux d'émission utilisé dans le modèle est donc calculé comme suit :

$$\begin{aligned}
 Taux_{exhaust,PM} \left(\frac{g}{s} \right) &= 6 * 40 \frac{L}{h} * 0,2 \frac{g}{L} * 25\% * \frac{1h}{3600s} = \mathbf{0,0034 g/s} \\
 Taux_{routes,PM} \left(\frac{g}{s} \right) &= 3587 \frac{g}{VKT} * 12,8 \frac{VKT}{h} * \frac{1h}{3600s} * (1 - 0,75) = \mathbf{3,2 g/s} \\
 Taux_{tot,PM} &= 3,2 \frac{g}{s} + 0,0034 \frac{g}{s} = \mathbf{3,2 g/s}
 \end{aligned}$$

B.1.3 Émissions des piles de stockage

Les piles de stockage de matériel émettent des poussières dues à l'érosion éolienne, au déchargement des camions sur la pile et la manutention du matériel par le bulldozer. Le Tableau B-17 présente les facteurs d'émission utilisés pour l'érosion éolienne, ceux-ci ont été calculés selon le *Guide d'instruction Préparation et réalisation d'une modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques Projets miniers* du MELCC (MDDELCC, 2017).

Tableau B-17 : Facteurs d'émissions pour l'érosion éolienne des piles de stockage par type de matériau

Item	Unités	Valeur	Source
Multiplicateur - PM	-	1	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Multiplicateur □ PM ₁₀	-	0,5	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Multiplicateur □ PM ₄	-	0,16	Interpolation linéaire
Multiplicateur - PM _{2,5}	-	0,075	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Roche extraite (LOWGSP)			
Contenu en silt :	%	0,42	DRA - Email de J. Zampini 06/11/2018 5:13 PM
Facteur émission PM	g/s·m ²	6,38E-06	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM ₁₀	g/s·m ²	3,19E-06	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM ₄	g/s·m ²	1,02E-06	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM _{2,5}	g/s·m ²	4,79E-07	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Stériles (TAILSP)			
Contenu en silt :	%	9,5	(11) AP-42 13.2.4-1 (Assumed iron lump ore)

Item	Unités	Valeur	Source
Facteur émission PM	g/s·m ²	1,44E-04	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM ₁₀	g/s·m ²	7,22E-05	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM ₄	g/s·m ²	2,31E-05	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM _{2,5}	g/s·m ²	1,08E-05	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Résidus (TAILSP)			
Contenu en silt :	%	46	DRA - Email de J. Zampini 06/11/2018 5:13 PM
Facteur émission PM	g/s·m ²	6,99E-04	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM ₁₀	g/s·m ²	3,49E-04	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM ₄	g/s·m ²	1,12E-04	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM _{2,5}	g/s·m ²	5,24E-05	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Mort-terrain (OVERBSP)			
Contenu en silt :	%	6,9	(11) AP-42 13.2.4-1
Facteur émission PM	g/s·m ²	1,05E-04	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM ₁₀	g/s·m ²	5,24E-05	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM ₄	g/s·m ²	1,68E-05	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)
Facteur émission PM _{2,5}	g/s·m ²	7,87E-06	(17) MDDELCC - Guide dispersion projets miniers (p. 21)

Les taux de silt présentés ci-haut ont été tirés des simulations de l'ingénierie (roche extraite et résidus) et d'hypothèse provenant de la littérature (stérile et mort-terrain). L'équation utilisée pour calculer les différents facteurs d'émission est présentée ci-dessous :

$$\text{Taux émission} \left(\frac{g}{s \cdot m^2} \right) = \text{multiplicateur} * 1,52 * 10^{-5} \left(\frac{kg}{m^2} \right) * \text{silt}(\%) \quad (14)$$

Le facteur d'émission ci-dessus est applicable uniquement lorsque la vitesse du vent est supérieure à 19,3 km/h. L'option d'émission variable a donc été utilisée dans AERMOD afin de définir les vitesses de vent pour lesquelles le facteur d'émission doit être appliqué. Les facteurs d'émission en particules totales (PM) pour les résidus et les stériles sont donc calculés comme suit :

$$\text{Taux émission}_{\text{résidus}} \left(\frac{kg}{m^2} \right) = 1 * 1,52 * 10^{-5} \left(\frac{g}{s \cdot m^2} \right) * 46 = 6,99 * 10^{-4} \frac{g}{s \cdot m^2}$$

$$\text{Taux émission}_{\text{stériles}} \left(\frac{kg}{m^2} \right) = 1 * 1,52 * 10^{-5} \left(\frac{g}{s \cdot m^2} \right) * 9,5 = 1,44 * 10^{-4} \frac{g}{s \cdot m^2}$$

Pour la pile de co-disposition des résidus et des stériles, il faut calculer un taux d'émission pondéré en fonction de la quantité de résidus et de stériles entreposés dans la pile afin de tenir compte de leur taux de silt respectif (0,42% pour les stériles et 46% pour les résidus). La pondération consiste simplement à calculer la proportion de résidus ou de stériles par rapport à la quantité totale de matériaux entreposée pour une année donnée. Pour la 9^e année, ces proportions sont les suivantes :

$$Proportion_{résidus} = \frac{790\,000}{790\,000 + 4\,225\,000} = 15,7\%$$

$$Proportion_{stériles} = \frac{4\,225\,000}{790\,000 + 4\,225\,000} = 84,3\%$$

On multiplie alors la proportion de chaque type de matériau par son facteur d'émission correspondant pour obtenir le facteur d'émission pondéré (voir le Tableau B-17 pour les facteurs d'émission). Vu les dépassements initialement obtenus au niveau des émissions de poussières et de silice, des mesures d'atténuation ont été considérées. La disposition des stériles autour des résidus en forme de fer à cheval permet de créer un mur contre le vent qui réduit les émissions de 30%. L'arrosage de la pile permet également de réduire les émissions de 50%. Ces chiffres proviennent de l'annexe 4 du *Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique pour les projets miniers du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques* (MDDELCC, 2017). Lorsque plusieurs mesures d'atténuation sont utilisées conjointement, le guide spécifie que celles-ci sont multiplicatives. Ainsi, le taux d'émission utilisé pour la pile de co-disposition des stériles et des résidus est calculé comme suit :

$$\begin{aligned} &= 15,7\% * 6,99 * 10^{-4} \frac{g}{s * m^2} * (1 - 0,5)(1 - 0,7) + 84,3\% * 1,44 * 10^{-4} \frac{g}{s * m^2} * 0,5 \\ &= 7,7 * 10^{-5} \frac{g}{s * m^2} \end{aligned}$$

Il reste maintenant à déterminer la surface de pile active qui sera exposée à cette érosion éolienne. L'hypothèse posée ici est que l'érosion éolienne affectera l'équivalent d'un (1) mois de pile active. La pire année, soit celle où la plus grande quantité de matériel a été entreposée dans les différentes piles, a été considérée. Cette année correspond à la 9^e année d'opération. La quantité de matériel manipulée durant cette année a été divisée par 12 pour considérer uniquement un (1) mois de pile active.

Afin de déterminer la superficie exposée, les quantités des différents types de matériels ont été divisées par leur densité respective, le Tableau B-18 ci-dessous présente les différentes densités utilisées.

Tableau B-18 : Densité des différents matériels manipulés

Item	Unités	Valeur	Source
Densité minéral extrait	t/m ³	2,82	DRA
Densité stériles	t/m ³	3,18	DRA
Densité résidus	t/m ³	3,0	Estimations
Densité mort-terrain	t/m ³	1,89	DRA

À partir de ces densités, il a été possible de convertir les quantités de matériel en volumes de matériel. Avec les volumes de matériel, l'empreinte de chacune des piles sur le sol a été calculée à l'aide de la formule du volume d'un cône :

$$Volume (m^3) = \frac{qté\ matériel (t)}{densité (t/m^3)} \quad (15)$$

$$Volume (m^3) = \frac{Base(m^2) * Hauteur(m)}{3} \rightarrow Base(m^2) = \frac{3 * Volume(m^3)}{Hauteur(m)} \quad (16)$$

Finalement, la surface exposée a été approximée par la surface latérale du cône :

$$A_{latérale}(m^2) = \pi * rayon * \sqrt{(rayon)^2 + Hauteur^2}$$

$$\text{où } rayon = \sqrt{\frac{Base}{\pi}} \quad (17)$$

La surface de pile active obtenue pour la pile de résidus et de stériles durant la 9^e année d'exploitation est calculée comme suit :

$$Volume (m^3) = \frac{\left(\frac{872\ 000t}{3,0\ t/m^3} + \frac{4\ 225\ 000t}{3,18\ t/m^3}\right)}{12} = 134\ 900m^3$$

$$Base (m^2) = \frac{3 * 134\ 900m^3}{40m} = 10\ 117\ m^2$$

$$rayon = \sqrt{\frac{10\ 117\ m^2}{\pi}} = 56,7m$$

$$A_{latérale}(m^2) = \pi * 56,7m * \sqrt{(56,7m)^2 + 40^2} = \mathbf{12\ 370m^2}$$

Puisque AERMOD n'est pas en mesure de considérer une source surfacique aussi complexe qu'un cône, la superficie latérale du cône a été ramenée à un cercle plat dont le rayon est calculé comme suit (C'est finalement cette valeur de rayon qui entre dans les paramètres de la source surfacique dans AERMOD, voir le Tableau 5-3).

$$rayon_{A_{latérale}} = \sqrt{\frac{12\ 370m^2}{\pi}} = \mathbf{62,8m}$$

Le taux d'émission associé au déchargement des camions et à la manutention des matériels est calculé de la même façon que celui associé au chargement des camions dans la fosse. Il faut donc se référer aux équations (6) et (7) ainsi qu'au Tableau B-9 pour obtenir les différents taux d'émission utilisés. Les émissions dues aux gaz d'échappement de la machinerie doivent également être additionnées au taux d'émission associé à la manutention des matériaux. L'équation (2) peut être utilisée pour calculer ces émissions. Le Tableau B-19 ci-dessous présente les paramètres et facteurs d'émission utilisés pour les bouteurs.

Tableau B-19: Paramètre et facteurs d'émission pour les bouteurs utilisés sur les piles

Item	Unités	Valeur	Source
Nombre de bouteurs requis	-	2	Basé sur des camions de 40t et des voyages aller-retour de 4 heures (opération 24h/24)
Puissance	kW	380,3	(4.13) Kenworth T880
Consommation de diesel	L/h	22,4	Estimation selon la puissance du camion et le facteur de capacité associé

Le taux d'émission de la source volumique entré dans le modèle AERMOD représente la somme des émissions provenant du déchargement des camions et de la manutention du matériel :

$$Taux\ émission_{total} \left(\frac{g}{s} \right) = Taux_{déchargement\ camions} + Taux_{manutention} \quad (18)$$

B.1.4 Émissions des dépoussiéreurs du concentrateur

Au niveau du concentrateur, quatre sources principales émettent des polluants à l'atmosphère :

- Concasseur primaire (concasseurs à mâchoire)
- Concasseur secondaire (broyeurs à cône)
- Triage du minerai
- Séchoir du concentré (fonctionne au diesel)

Toutes ces sources possèdent un équipement de traitement des gaz afin de minimiser les rejets à l'atmosphère. Pour les trois premières sources, il y a uniquement des émissions de poussières à la sortie des cheminées (PM et PM_{2,5}). Pour le séchoir du concentré, il y avait dans le design initial des émissions dues à la combustion puisque l'équipement fonctionnait au diesel. Cependant, ce design a été modifié et utilise maintenant un séchoir électrique indirect, il n'y a donc aucune émission associée à son opération.

Les taux d'émission ont été estimés à partir d'un débit de gaz sortant et d'une concentration en particules. Les débits de gaz à la sortie des différents équipements de traitement des gaz sont présentés au Tableau B-20 ci-dessous :

Tableau B-20 : Débit sortant des équipements de traitement des gaz

Item	ID	Unités	Valeur	Source
Concasseur primaire	PRICRUSH	ft ³ /min	10000	DRA □ calculs de design
Concasseur secondaire	SECCRUSH	ft ³ /min	30000	DRA □ calculs de design
Triage du minerai	ORESORT	ft ³ /min	15000	DRA □ calculs de design
Séchoir du concentré	DRYER	ft ³ /min	20000	DRA □ calculs de design

Item	ID	Unités	Valeur	Source
Convertir ft ³ /min à m ³ /h	-	-	1,699	Facteur conversion ft ³ à m ³
Concasseur primaire	PRICRUSH	Am ³ /h	16990	-
Concasseur secondaire	SECCRUSH	Am ³ /h	50970	-
Triage du minerai	ORESORT	Am ³ /h	25485	-
Séchoir du concentré	DRYER	Am ³ /h	33980	-

Selon le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) du MELCC (MELCC, 2018), la concentration limite à chacun des points d'émission ne doit pas dépasser 30 mg/Rm³. C'est cette concentration qui a été utilisée pour estimer les émissions du concentrateur, il faut donc convertir les débits ci-haut en Rm³/h (conditions de référence : 25° C et 101,325 kPa).

La conversion se fait à l'aide de la loi des gaz parfaits :

$$Volume_R \left(\frac{Rm^3}{h} \right) = Volume_A \left(\frac{Am^3}{h} \right) * \left(\frac{P_A (kPa)}{101,325 kPa} \right) * \left(\frac{25^\circ C + 273,15^\circ C}{T_A + 273,15} \right) \quad (19)$$

Pour le concasseur primaire, la valeur obtenue est la suivante :

$$Volume_R \left(\frac{Rm^3}{h} \right) = 16990 \frac{Am^3}{h} * \left(\frac{96,05}{101,325 kPa} \right) * \left(\frac{25^\circ C + 273,15^\circ C}{20^\circ C + 273,15} \right) = 16380 \frac{Rm^3}{h}$$

Le taux d'émission de particules est ensuite obtenu en multipliant la concentration par le débit :

$$Taux\ émission \left(\frac{g}{s} \right) = Volume_R \left(\frac{Rm^3}{h} \right) * 30 \frac{mg}{Rm^3} * \frac{1h}{3600s} * \frac{1g}{1000mg} \quad (20)$$

La valeur obtenue pour les particules totales (PM) à la sortie du concasseur primaire est la suivante :

$$Taux\ émission \left(\frac{g}{s} \right) = 16380 \frac{Rm^3}{h} * 30 \frac{mg}{Rm^3} * \frac{1h}{3600s} * \frac{1g}{1000mg} = 0,14 \frac{g}{s}$$

Aucune émission n'est associée au séchoir, car celui-ci est un système séchage indirect qui fonctionne à l'électricité.

B.1.5 Compositions en métaux

Finalement, différents métaux possèdent des critères de qualité de l'air au Québec, notamment le chrome, le manganèse, la silice et le titane. Par conséquent, la composition du minerai, des résidus et du concentré a été utilisée afin de calculer les taux d'émission de ces métaux. Le calcul consiste à multiplier le taux d'émissions des particules totales par le pourcentage de composition de chacun des métaux ou composé. Le Tableau B-21 présente ces compositions. Pour le critère en silice sur une (1) heure et le critère en manganèse sur un (1) an, les émissions sont calculées à partir des émissions en PM₁₀. Pour le critère en silice sur un (1) an, les émissions sont calculées à partir des émissions en PM₄. Pour calculer les taux d'émission correspondants, il suffit de multiplier le taux d'émission en particules (PM, PM₁₀ ou PM₄ selon le cas) par la composition donnée ci-dessous. Tous les taux d'émission finaux sont présentés au Tableau 5-5.

Tableau B-21: composition des différents matériaux extraits

Composé	Minerai ¹ (%)	Résidu ² (%)	Stérile (%)	Concentré ² (%)
Sommaire des compositions (valeurs utilisées pour les calculs des taux d'émission)				
SiO ₂	74,8	77,17	48,6	65,3
Ti	0,02	0,02	0,76	0
Mn	0,06	0,03	0,17	0,20
V	0,006	0,006	0,028	0
Cr	0,03	0,03	0,01	0
Résultats des analyses				
Li ₂ O	1,51	6,02	0,04	0,38
SiO ₂	74,8	65,3	48,6	77,17
Al ₂ O ₃	15,7	24,5	13,9	13,51
K ₂ O	3,59	0,68	0,41	4,32
Na ₂ O	3,35	0,54	1,81	4,05
CaO	0,47	0,48	10,2	0,47
MgO	0,21	0,26	8,22	0,2
MnO	0,08	0,254	0,22	0,04
P ₂ O ₅	0,03	0,035	0,1	0,03
Fe ₂ O ₃	0,69	1,16	13,6	0,57
TiO ₂	0,03	0	1,27	0,04
Cr ₂ O ₃	0,04	0	0,02	0,05
V ₂ O ₅	0,01	0	0,05	0,01

⁽¹⁾ Valeur maximale mesurée parmi tous les échantillons prélevés

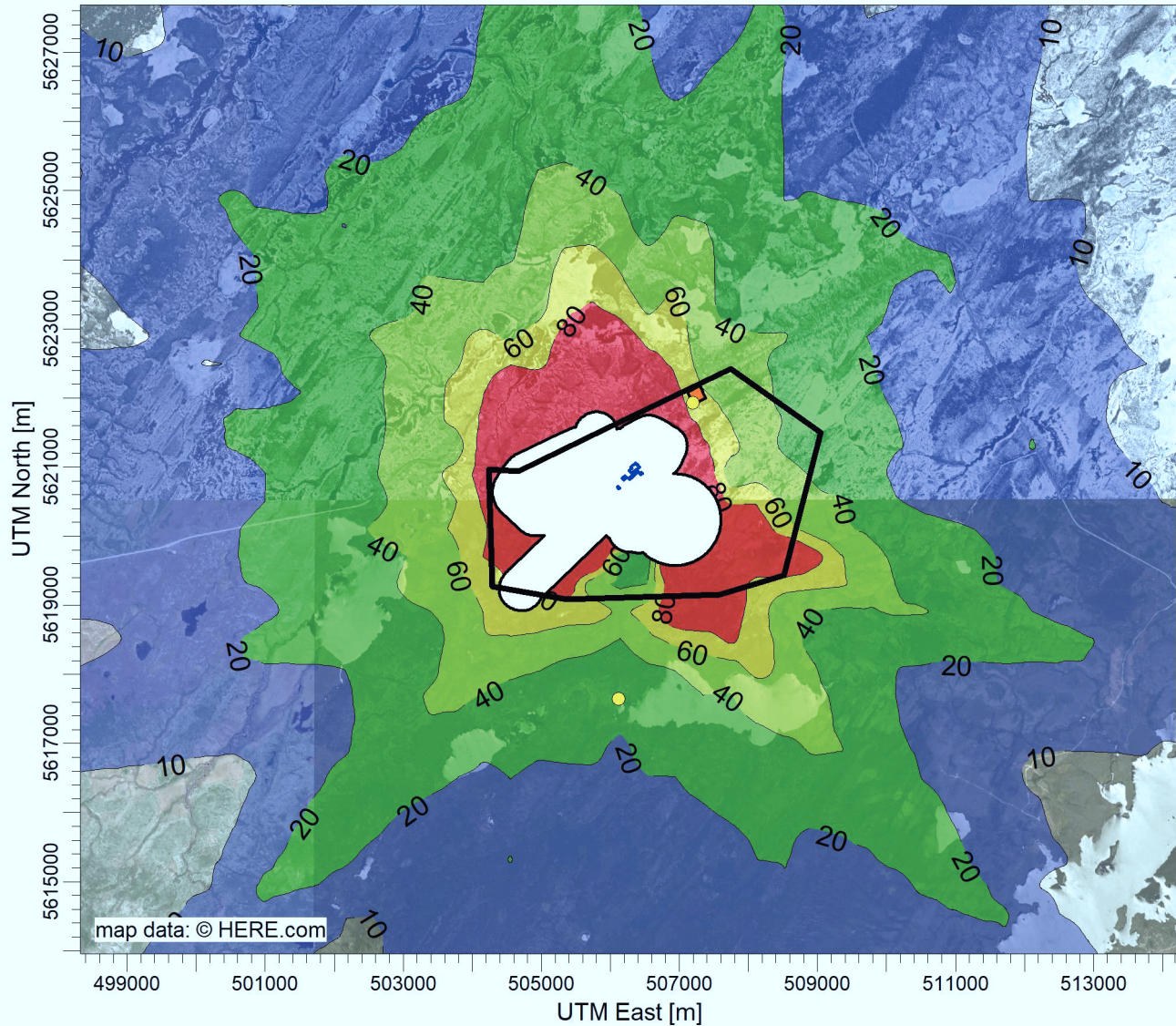
⁽²⁾ Valeur théorique calculée

Annexe C

Cartes de concentration

PROJECT TITLE:

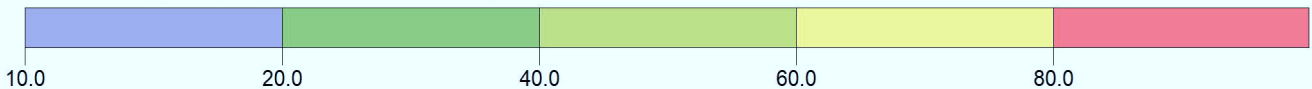
Modélisation AERMOD Lithium Guo Ao Itée
Concentrations maximales en PM sur 24 heures



PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

ug/m³

Max: 278.0 [ug/m³] at (505982.56, 5619971.90)



COMMENTS:

Concentrations sans valeur initiale
 Valeur initiale : 40
 Norme RAA : 120
 Limite résultante : 80

SOURCES:

28

COMPANY NAME:

Hatch

RECEPTORS:

3108

MODELER:

Joshua Sévigny

OUTPUT TYPE:

Concentration

SCALE:

1:100,000

0

4 km

HATCH

MAX:

278.0 ug/m³

DATE:

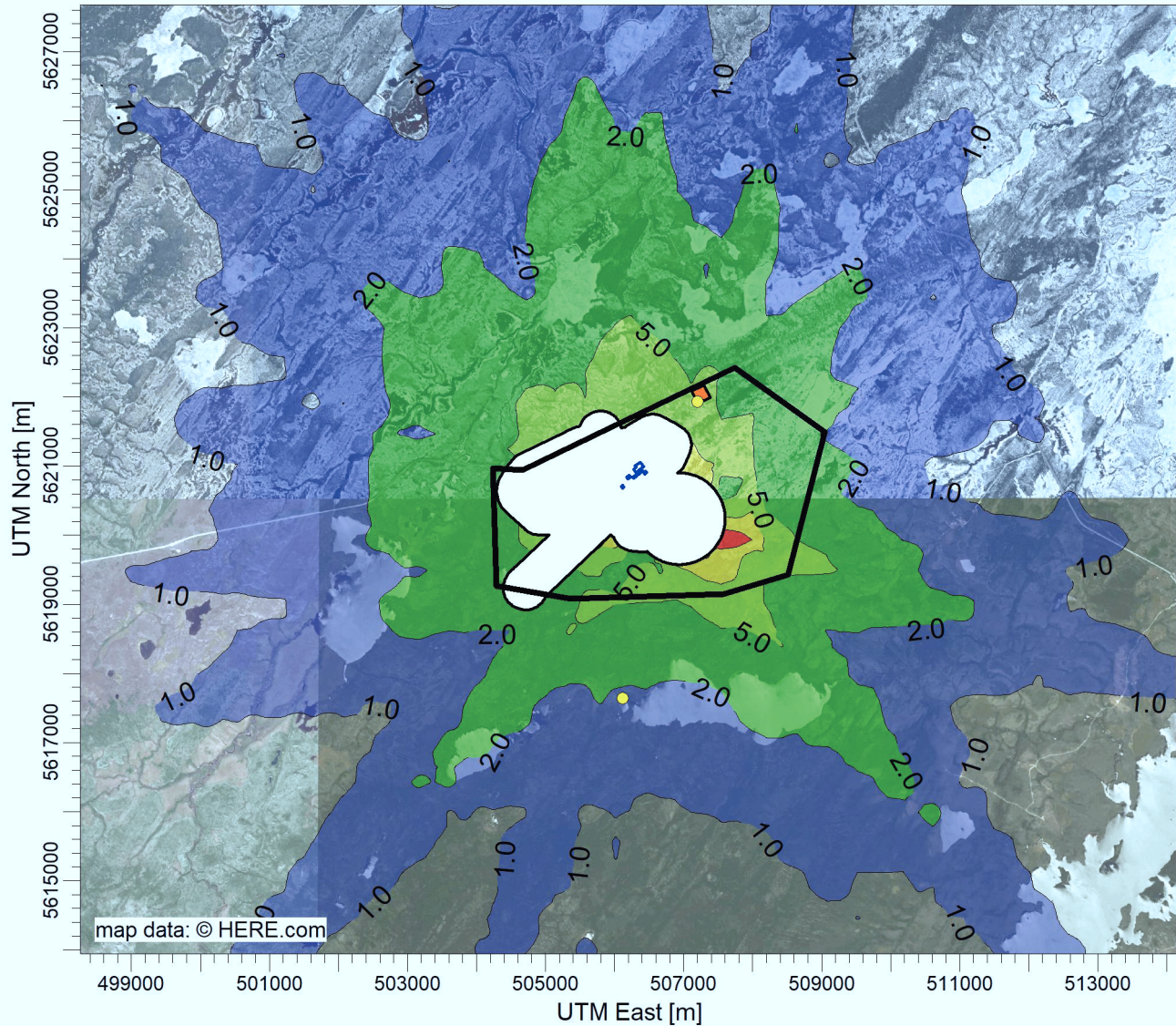
3/14/2019

PROJECT NO.:

H357755

PROJECT TITLE:

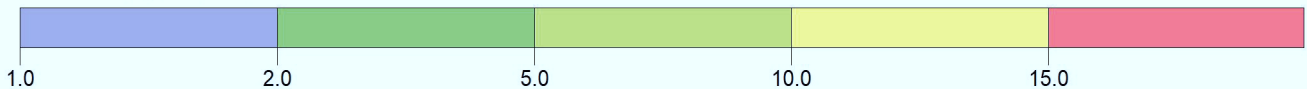
Modélisation AERMOD Lithium Guo Ao Itée
Concentrations maximales en PM2.5 sur 24 heures



PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

ug/m³

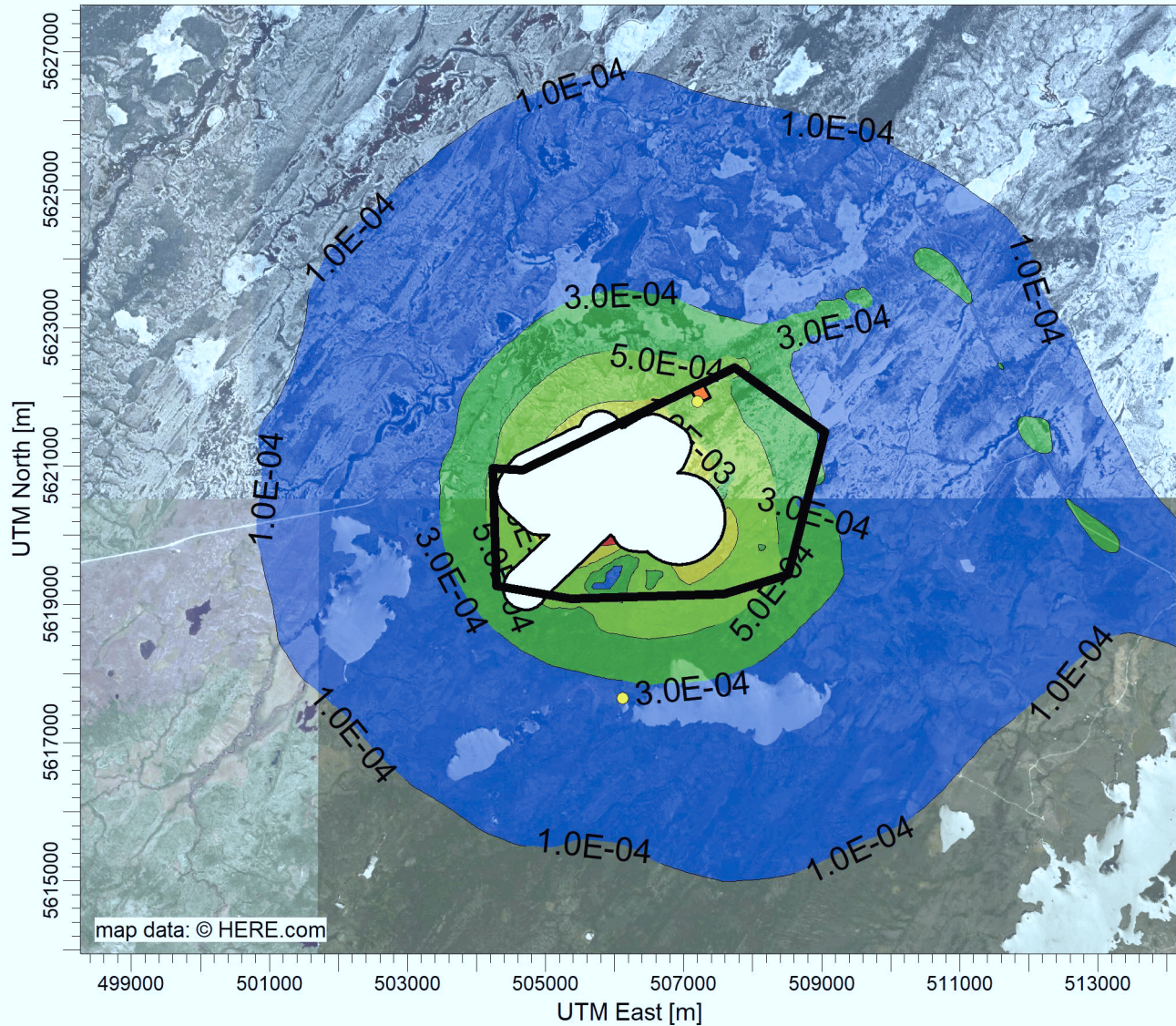
Max: 21.0 [ug/m³] at (507552.01, 5619987.86)



<p>COMMENTS:</p> <p>Concentrations sans valeur initiale Valeur initiale : 15 Norme RAA : 30 Limite résultante : 15</p>	<p>SOURCES:</p> <p>28</p>	<p>COMPANY NAME:</p> <p>Hatch</p>		
	<p>RECEPTORS:</p> <p>3108</p>	<p>MODELER:</p> <p>Joshua Sévigny</p>		
	<p>OUTPUT TYPE:</p> <p>Concentration</p>	<p>SCALE:</p> <p>1:100,000</p>		
	<p>MAX:</p> <p>21.0 ug/m³</p>	<p>DATE:</p> <p>3/14/2019</p>		

PROJECT TITLE:

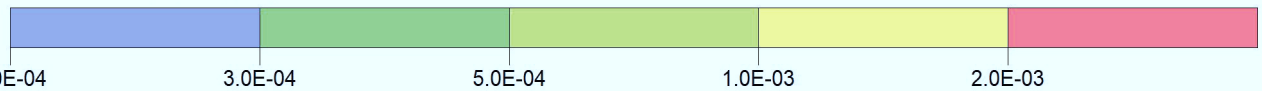
Modélisation AERMOD Lithium Guo Ao Itée
Maximum des concentrations moyennes anuelles en chrome hexavalent



PLOT FILE OF ANNUAL VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

ug/m³

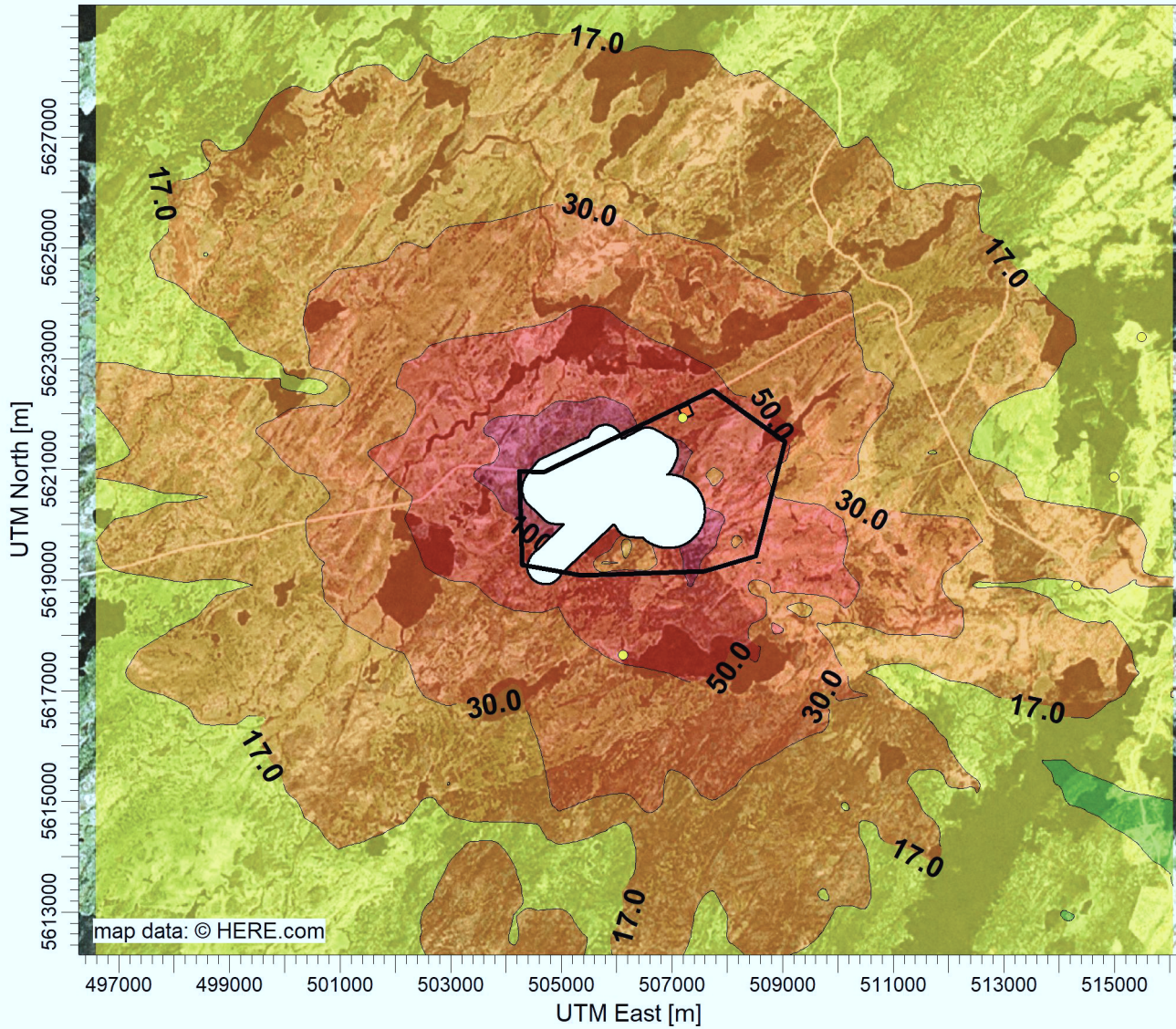
Max: 3.6E-03 [ug/m³] at (505941.97, 5620005.20)



<p>COMMENTS:</p> <p>Concentrations sans valeur initiale Valeur initiale : 0.002 Norme RAA : 0.004 Limite résultante : 0.002</p>	<p>SOURCES:</p> <p>28</p>	<p>COMPANY NAME:</p> <p>Hatch</p>		
	<p>RECEPTORS:</p> <p>3108</p>	<p>MODELER:</p> <p>Joshua Sévigny</p>		
	<p>OUTPUT TYPE:</p> <p>Concentration</p>	<p>SCALE:</p> <p>1:100,000</p>		
	<p>MAX:</p> <p>3.6E-03 ug/m³</p>	<p>DATE:</p> <p>3/14/2019</p>		

PROJECT TITLE:

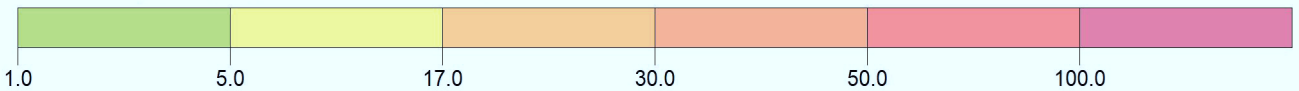
Modélisation AERMOD Lithium Guo Ao Itée
Concentrations maximales en silice cristalline sur 1 heure



PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

ug/m³

Max: 216.0 [ug/m³] at (504540.05, 5621112.10)



COMMENTS:

Concentrations sans valeur initiale
 Valeur initiale : 6
 Norme RAA : 23
 Limite résultante : 17

SOURCES:

28

RECEPTORS:

3108

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

216.0 ug/m³

COMPANY NAME:

Hatch

MODELER:

Joshua Sévigny

SCALE:

1:125,000

0



DATE:

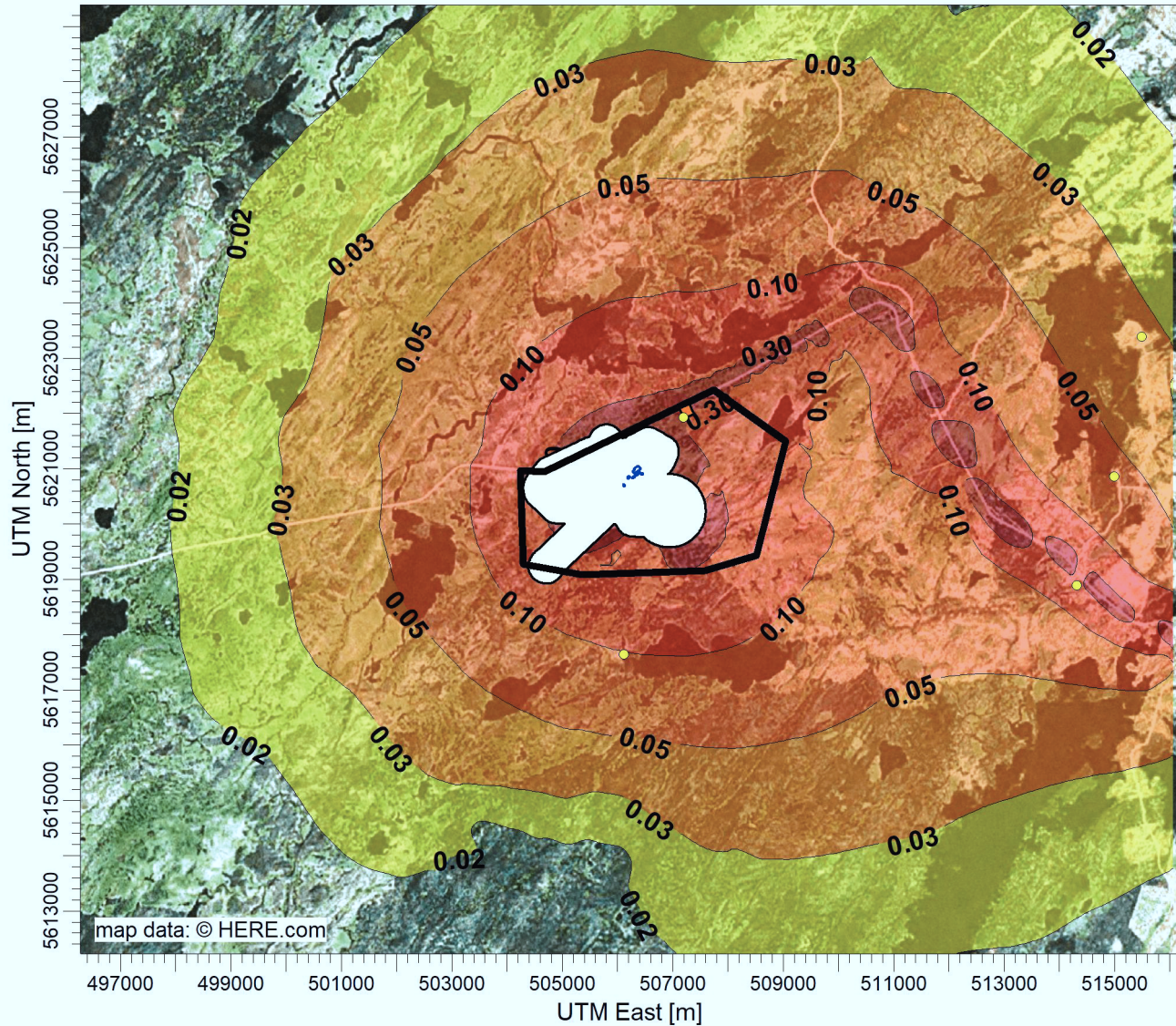
3/14/2019

PROJECT NO.:

HATCH

PROJECT TITLE:

Modélisation AERMOD Lithium Guo Ao Itée
Maximum des concentrations moyennes anuelles en silice cristalline



PLOT FILE OF ANNUAL VALUES AVERAGED ACROSS 5 YEARS FOR SOURCE GROUP: ALL

ug/m³

Max: 1.12 [ug/m³] at (505941.97, 5620005.20)



COMMENTS: Concentrations sans valeur initiale Valeur initiale : 0.04 Norme RAA : 0.07 Limite résultante : 0.03	SOURCES: 28	COMPANY NAME: Hatch	
	RECEPTORS: 3108	MODELER: Joshua Sévigny	
	OUTPUT TYPE: Concentration	SCALE: 1:125,000 	
	MAX: 1.12 ug/m³	DATE: 3/14/2019	
		PROJECT NO.:	

Annexe XIV

Bancs d'emprunt potentiels (EXP, 2019)

Preliminary

Quantitative et qualitative Inventory summary Table for potential borrowed sources of adjacent sectors to mining sites
 Moblan project

Deposit identification	Materials type	Approximative surface of potential area (ha)	Approximative area of exploitation (ha)	Estimated volume (m ³) Exploitation	Estimated volume (m ³) Total *	Existence probability class (A, B, C or D)	Priority order of recommended characterization (1-4)	Comments
1A	Gravel and sand	2.8	2	>100 000	>140 000	B	2	
1B	Gravel and sand	6	6	>300 000	>300 000	B	2	
1C	Sand	2	2	>100 000	>100 000	B	2	
1D	Sand	3	3	>150 000	>150 000	B	2	
2	Gravel and sand	4.6	4	>200 000	>230 000	B	3	
3	Gravel and sand	3	3	<150 000	<150 000	C	3	
4A	Sand	58.6	8	>160 000	>160 000	C	3	
4B	Sand	17	8	>160 000	>160 000	C	3	
4C	Sand	5.5	5	>100 000	>110 000	C	3	
5A	Sand	7	5	>100 000	>140 000	C	3	
5B	Sand	2.6	2	>110 000	>52 000	C	3	
6	Sand	28.6	8	>160 000	>160 000	C	3	
7A	Sand	8	8	>400 000	>400 000	C	2	

* We used 65% of total surface of the area (as potential surface) to calculate the maximum volume.

Legend: A = > 80% (high probability) 1 = First order priority according to the constraints
 B = 65-80% (medium probability) 2 = Second order priority according to the constraints
 C = 35-65% (low probability) 3 = Third order priority according to the constraints
 D = 0-35% (very low probability) 4 = Not selected

N.B. The quantity and quality of natural materials must be validated by a in-depth characterization.

Deposit identification	Materials type	Approximative surface of potential area (ha)	Approximative area of exploitation (ha)	Estimated volume (m ³) Exploitation	Estimated volume (m ³) Total *	Existence probability class (A, B, C or D)	Priority order of recommended characterization (1-4)	Comments
7B	Sand	8	8	>400 000	>400 000	C	1	
7C	Gravel and sand	2.7	2	>100 000	>135 000	C	2	
8	Sand	12.7	8	>800 000	>1 270 000	A	1	
8A	Sand and gravel	3.5	3	>150 000	>175 000	B	2	
9	Sand	4.5	4	>200 000	>250 000	B	2	
10A	Sand	12.5	8	>800 000	>1 250 000	A	2	
10B	Sand	19	8	>800 000	>1 250 000	B	2	

* We used 65% of total surface of the area (as potential surface) to calculate the maximum volume.

Legend: A = > 80% (high probability) 1 = First order priority according to the constraints
 B = 65-80% (medium probability) 2 = Second order priority according to the constraints
 C = 35-65% (low probability) 3 = Third order priority according to the constraints
 D = 0-35% (very low probability) 4 = Not selected

N.B. The quantity and quality of natural materials must be validated by a in-depth characterization.



HATCH

Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social
(Directive : 3214-14-062)

Lithium Guo AO :Projet Moblan Lithium
H357755

Volume 3 - Annexes

Annexe XV

Modélisation de la propagation sonore et des vibrations (Hatch, 2019)

(Document Hatch : H357755-00000-120-066-0015)

H357755-00000-123-066-0003, Rév. 0,
Vol. 3 □ Annexe XV

Rapport

Rapport de modélisation de la propagation sonore et des vibrations

H357755-00000-120-066-0015

2019-03-11	0	Utilisation	 2019-03-08	 2019-03-12 ON BEHALF OF:	Patoine, Marie- Christine <small>Signature numérique de Patoine, Marie-Christine Date : 2019.03.12 10:07:20 -0400</small>	 Jin Gao, Présidente de Lithium Guo AO Liée
DATE	RÉV.	STATUT	PRÉPARÉ PAR	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	APPROUVÉ PAR
				Responsable de la discipline	Directrice de projet	Client
HATCH						

Avertissement

Le présent rapport a été préparé, et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés, par Hatch, exclusivement à l'intention de Lithium Guo AO Ltée., qui a été impliqué directement dans l'élaboration de l'énoncé des travaux avec son ingénieur DRA-MetChem, et qui en comprend les limites. La méthodologie, les résultats, les conclusions et les recommandations cités au présent rapport sont fondés uniquement sur l'étendue des travaux convenus avec Lithium Guo AO Ltée pour le projet Moblan Lithium et assujettis aux exigences en matière d'échéancier et de budget, telles que décrites dans l'offre de service et dans le contrat gouvernant la production de l'Étude d'impact sur l'environnement.

L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers demeure la responsabilité exclusive de ce tiers. Hatch n'est pas responsable d'aucun dommage subi par un tiers suite à l'utilisation en tout ou en partie, de ce rapport ou de toute décision basée sur son contenu.

Les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport :

- I. Ont été élaborés conformément au niveau de compétence attendu de professionnels exerçant des activités dans des conditions et champs d'expertise similaires;*
- II. Sont établis selon le meilleur jugement de Hatch en fonction des informations recueillies et disponibles au moment de la préparation de ce rapport;*
- III. Sont valides uniquement à la date du rapport;*
- IV. Sont fondées en partie sur de l'information développée par des tiers, dont Hatch, sauf indication contraire, se dégage de toute responsabilité en rapport avec l'exactitude.*
- V. Les conditions, stabilité ou sécurité des ouvrages pourraient changer avec le temps (ou ont possiblement déjà changé) à cause de forces naturelles ou d'interventions humaines, et Hatch n'accepte aucune responsabilité pour les impacts de ces changements sur la précision ou la validité des opinions, conclusions et recommandations émis dans ce rapport.*

Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble et ses sections ou ses parties ne doivent pas être utilisées ou comprises hors du contexte de ce rapport.

Si des différences venaient à se glisser entre la version préliminaire (ébauche) et la version définitive de ce rapport, la dernière version prévaudrait.

Finalement, rien dans ce rapport n'est mentionné avec l'intention de fournir ou de constituer un avis juridique ou une base d'évaluation financière.

Table des matières

Summary	Summary
Summary	1
1. Introduction	1
2. Objectif de l'étude	1
3. Lexique et acronymes spécifiques	1
3.1 Lexique.....	2
3.2 Acronymes.....	2
4. Réglementation	2
4.1 Réglementation municipale.....	2
4.2 Réglementation provinciale.....	3
5. Caractéristiques des récepteurs	5
6. Climat sonore actuel	6
7. Évaluation du climat sonore en phase de construction	7
7.1 Scénarios modélisés.....	7
7.2 Résultats de modélisation et comparaison avec les critères	8
8. Évaluation du climat sonore et des niveaux de vibrations en phase exploitation	13
8.1 Vibrations et surpressions d'air pour les sautages	13
8.2 Bruit associé aux activités d'exploitation du site.....	15
9. Conclusion	23
10. Références	24

Liste des tableaux

Tableau 4-1 : Vitesses maximales permises en fonction des fréquences de vibrations au sol	5
Tableau 5-1 : Localisation des récepteurs.....	6
Tableau 7-1 : Principales sources sonores.....	7
Tableau 7-2 : Puissance acoustique des sources sonores considérées pour la modélisation de la propagation sonore en phase construction.....	8
Tableau 7-3 : Niveaux sonores maximaux atteints aux récepteurs en phase construction	9
Tableau 8-1 : Paramètres servant au calcul de la surpression d'air	13
Tableau 8-2 : Distance minimale estimée afin de respecter une vitesse de propagation de 12,7 mm/s ...	14
Tableau 8-3 : Paramètres servant au calcul de la surpression d'air	14
Tableau 8-4 : Distance de sécurité minimale requise afin de respecter un niveau de 128 dBL □face au banc	15
Tableau 8-5: Distance de sécurité minimale requise afin de respecter un niveau de 128 dBL □ derrière le banc	15
Tableau 8-6: Sources sonores (mobiles et fixes) considérées pour la modélisation de la propagation sonore en phase exploitation	16
Tableau 8-7 : Puissance acoustique des sources sonores considérées pour la modélisation de la propagation sonore en phase exploitation.....	17
Tableau 8-8 : Niveaux sonores maximums atteints aux récepteurs en phase exploitation.....	18
Tableau 9-1 : Niveaux sonores maximaux atteints aux récepteurs en phase construction	23
Tableau 9-2 : Niveaux sonores maximums atteints aux récepteurs en phase exploitation.....	23

Liste des figures

Figure 7-1 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités de construction	10
Figure 7-2 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités de construction (isoplèthe)	11
Figure 7-3 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités de construction (agrandissement).....	12
Figure 8-1 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités d'exploitation.....	20
Figure 8-2 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités d'exploitation (isoplèthe)	21
Figure 8-3 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités d'exploitation (agrandissement)	22

Annexes

- Annexe A Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel
- Annexe B Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent (NI 98-01)
- Annexe C Intrants et données utilisés pour la modélisation de la propagation sonore

Summary

The Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) study prepared for the Moblan Lithium project requires an environmental noise assessment in compliance with Directive 019 of the MELCC. Two community noise propagation models were developed to support the ESIA, one for the construction phase and one for the operation phase. They were made to evaluate the potential community noise impact generated by the Moblan Lithium project at various sensitive receptors around the mine. The receptors identified are hunting camps used by the First Nations and workers camps, including one for the project, located at one to ten kilometers away from the mine site.

The noise and vibration limits and other regulations were set according to the Directive 019 and the Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel from the MELCC.

Construction and operation noise emissions from mobile equipment were evaluated using known noise power levels from similar equipment. Fans and compressors noise emissions were estimated base on the flowrates, powers and static pressures given by the engineering consultant (DRA, January 2019).

The noise assessment documented in this report concludes that all receptors are compliant with the noise limits in both phases, construction and operation. The highest noise level generated by the project during construction is less than $L_{Aeq, 12h} = 55\text{dBA}$, as seen in Table ES- 1:

Table ES- 1: Maximum sound levels at receptors during the construction phase

Receptor	Max. Contribution $L_{Aeq-12h}$ (dBA) - Construction
R1	50.2
R2	24.2
R3	38.2
R4	23.3
R5	21.8

During operation, the highest noise level at any time (day and night) doesn't exceed the night limit of $L_{Aeq, 1h}$ = 50 dBA, as seen in Table ES- 2:

Table ES- 2 : Maximum sound levels at receptors during operation phase

Receptor	Niveaux sonores L_{Aeq-1h} (dBA)	
	Max. Contribution □ Operation ⁽¹⁾	MELCC Limits ⁽²⁾
R1	43	50
R2	24	50
R3	37	50
R4	23	50
R5	22	50

(1) Highest $L_{Aeq, 1h}$ at any time.

(2) Most stringent $L_{Aeq, 1h}$ limit (at night).

The airblast overpressure and ground-borne vibration levels due to blasting (as part of the mining operation) are also estimated to be compliant with the limits set in Directive 019.

1. Introduction

GuoAo Lithium envisage de construire et d'exploiter la mine du projet Moblan Lithium (mine de lithium et concentrateur), qui est situé à environ 100 km au nord-nord-ouest de Chibougamau, dans le nord du Québec. Cette région est située sur un territoire régi par la Convention de la Baie-James et du Nord québécois. Le projet nécessite la préparation d'une étude d'impact sur l'environnement qui doit évaluer les nuisances potentielles engendrées par le projet.

2. Objectif de l'étude

L'objectif principal de la présente étude est de présenter l'évaluation des niveaux sonores prévus pour le projet durant les phases de construction et d'exploitation de la mine et du concentrateur de Moblan Lithium. Plus précisément, le rapport vise à :

- Présenter l'évaluation de l'augmentation de l'ambiance sonore en phase construction du projet (activités de construction);
- Comparer les niveaux sonores obtenus par la modélisation en phase construction du projet (activités de construction) avec les limites applicables;
- Présenter l'évaluation de l'augmentation de l'ambiance sonore en phase exploitation du projet (activités d'exploitation du nouveau concentrateur et de la mine);
- Comparer les niveaux sonores obtenus par la modélisation en phase exploitation du projet (activités d'exploitation du nouveau concentrateur et de la mine) avec les limites applicables;
- Dans l'éventualité où un dépassement des limites (construction ou exploitation) est observé, suggérer des mesures de mitigations amenant au respect des limites;
- Présenter l'évaluation des vibrations et surpressions d'air provoquées par les sautages.

3. Lexique et acronymes spécifiques

Les termes techniques et les acronymes spécifiques utilisés dans ce rapport sont présentés ci-dessous.

3.1 Lexique

Termes utilisés	Définitions
Bruit ambiant	Bruit total présent dans l'environnement généralement composé de bruits émis par plusieurs sources, proches ou éloignées.
Décibel (dBA)	Unité utilisée pour exprimer le niveau sonore en utilisant la pondération A (voir définition de la pondération A ci-dessous) Re. 1×10^{-6} Pa.
Décibel linéaire (dBL)	Unité utilisée pour exprimer le niveau sonore des activités de sautage Re. 1×10^{-6} Pa.
Pondération A	Permet d'ajuster le niveau sonore en fonction de la sensibilité de l'oreille humaine.

3.2 Acronymes

Acronymes	Définitions
LAeq, période	Niveau sonore continu équivalent avec pondération fréquentielle A pour la période considérée.
LAr	Niveau sonore d'évaluation avec pondération fréquentielle A pour un intervalle de référence donné.
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MOECP	Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario
MTQ	Ministère des Transports du Québec

4. Réglementation

Les sections suivantes résument les différentes réglementations en vigueur pouvant s'appliquer au projet, ainsi que les niveaux sonores et de vibrations à respecter.

4.1 Réglementation municipale

Le projet n'est pas situé dans une municipalité ayant une réglementation spécifiant des niveaux sonores à respecter. Les municipalités à proximité, telles que Chapais, Chibougamau et Matagami possèdent des règlements concernant les nuisances et l'environnement. Cependant, plusieurs des articles de ces règlements définissent la nuisance sonore de façon qualitative sans limites de bruit quantitatives à respecter.

4.2 Réglementation provinciale

4.2.1 *En phase de construction*

Les niveaux sonores maximums exigés par le MELCC sur un chantier de construction industriel sont spécifiés dans le document intitulé *Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel* (Lignes directrices) (MELCC, 2015). Ce document indique que le niveau acoustique d'évaluation mesuré en tout récepteur dont l'occupation est résidentielle ou l'équivalent (hôpital, institution, école) doit :

- Pour la période de jour (07 h 00 à 19 h 00), le niveau acoustique d'évaluation sur douze heures ($L_{Ar, 12h}$) doit être inférieur ou égal au plus haut des deux niveaux sonores suivants :
 - ◆ 55 dBA
 - ◆ Le niveau de bruit ambiant existant s'il est supérieur à 55 dBA.
- Pour la période de nuit (19 h 00 à 07 h 00), le niveau acoustique d'évaluation sur une heure ($L_{Ar, 1h}$) doit être inférieur ou égal au plus haut des deux niveaux sonores suivants :
 - ◆ 45 dBA
 - ◆ Le niveau de bruit ambiant existant s'il est supérieur à 45 dBA.

Toutefois, lorsque la situation le justifie, le MELCC peut accepter de tolérer un niveau acoustique d'évaluation sur trois heures ($L_{Ar, 3h}$) allant jusqu'à 55 dBA le soir (19 h 00 à 22 h 00) peu importe le niveau initial. Les dépassements doivent être justifiés conformément aux exigences « a » à « f » de la section 1 des Lignes directrices.

Tous les travaux de construction seront effectués de jour et sont prévus être effectués entre 07 h 00 et 19 h 00. De plus, aucun travail engendrant de hauts niveaux d'émissions sonores ne sera effectué après 19 h 00.

4.2.2 *En phase d'exploitation*

La Directive 019 sur l'industrie minière (mars 2012) permet l'évaluation de la nuisance causée par le bruit auprès de la population en établissant des critères sonores applicables à l'industrie minière. Elle indique que les niveaux sonores maximaux associés à une activité minière doivent respecter les niveaux sonores établis dans la Note d'instructions 98-01 - Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent (NI 98-01) (MELCC, 2006). De plus, le niveau acoustique d'évaluation doit être évalué selon les prescriptions de la même note d'instructions.

Le Tableau 4-1 présente les niveaux sonores moyens horaires pour les périodes diurne et nocturne ne devant pas être excédés selon la NI 98-01. Ces niveaux sonores sont établis en fonction des usages permis par le règlement de zonage municipal. Si ces niveaux sonores sont déjà excédés dans le milieu ambiant avant le projet, ce dernier ne pourra émettre des niveaux de bruit supérieurs aux niveaux de bruit ambiant mesurés.

Tableau 4-1 : Critères sonores de la note d instruction 98-01 du MELCC (LRQ (c. Q-2), articles 20 et 22)

Zone	Critères de bruit (dBA)	
	Nuit (19 h à 7 h)	Jour (7 h à 19 h)
I : Territoire destiné à des habitations unifamiliales isolées ou jumelées, à des écoles, hôpitaux ou autres établissements de services d'enseignement, de santé ou de convalescence. Terrain d'une habitation existante en zone agricole	40	45
II : Territoire destiné à des habitations en unités de logements multiples, des parcs de maisons mobiles, des institutions ou des campings	45	50
III : Territoire destiné à des usages commerciaux ou à des parcs récréatifs ⁽¹⁾	50	55
IV : Territoire zoné pour fins industrielles ou agricoles ⁽²⁾	70	70

(1) Le niveau de bruit prévu pour la nuit ne s'applique que dans les limites de propriété des établissements utilisés à des fins résidentielles. Dans les autres cas, le niveau maximal de bruit prévu le jour s'applique également la nuit.

(2) Sur le terrain d'une habitation existante en zone industrielle et établie conformément aux règlements municipaux en vigueur au moment de sa construction, les critères sont de 50 dBA la nuit et 55 dBA le jour.

Il est possible de considérer le camp des travailleurs comme étant un lieu de résidence dans un secteur industriel selon la NI 98-01 du MELCC. Comme mentionné à la note de la zone IV pour les territoires industriels, ou agricoles, cela implique que le niveau acoustique d'évaluation sur une heure ($L_{Ar, 1h}$) maximale permis par le MELCC est de 55 dBA le jour et 50 dBA la nuit.

4.2.3 Vibrations et surpressions d'air pour les sautages

Les niveaux sonores produits par les sautages ne sont pas pris en compte dans l'évaluation du niveau sonore $L_{Ar, 1h}$, car elles possèdent ses propres valeurs limites. En effet, la Directive 019 sur l'industrie minière (Directive) (MELCC, 2012) fixe un niveau sonore maximal de surpression d'air et des vitesses maximales de vibrations au sol dus aux opérations de sautages. La Directive indique que l'exploitant de la mine doit mettre en place un système d'auto-surveillance et conserver, dans un registre prévu à cet effet et pendant au moins deux ans, toutes les données de suivi des opérations de sautage. Il existe deux cas pour lesquels l'exploitant doit se soumettre aux valeurs limites mentionnées dans la Directive :

1. Cas où il n'y a aucun point d'impact à l'intérieur d'un périmètre de 1 km autour du site minier
2. Cas où les activités minières s'effectuent à moins de 1 km d'un point d'impact (à l'exception d'une habitation appartenant ou louée au propriétaire ou à l'exploitant de la mine ou aux habitations d'un campement minier ou d'un puits artésien appartenant à ce propriétaire ou à cet exploitant ou desservant un campement minier).

Dans le cas du présent projet, le camp des travailleurs est situé à plus d'un kilomètre des activités de sautages.

4.2.3.1 Vibrations

Pour le premier cas, les vitesses maximales des vibrations permises au sol dues aux opérations de sautages sont les vitesses indiquées au Tableau 4-1.

Tableau 4-1 : Vitesses maximales permises en fonction des fréquences de vibrations au sol

Fréquence des vibrations au sol (Hz)	Vitesse maximale permise (mm/s)
Fréquence \leq 15	12,7
15 < fréquence \leq 20	19,0
20 < fréquence \leq 25	23,0
25 < fréquence \leq 30	30,5
30 < fréquence \leq 35	33,0
35 < fréquence \leq 40	38,0
Fréquence > 40	50,0

Pour le deuxième cas, et spécifiquement pour les mines à ciel ouvert :

- La vitesse maximale des vibrations permises au sol dues aux opérations de sautages et enregistrées au point d'impact est de 12,7 mm/s.
- Si une habitation se situe à moins d'un kilomètre de la mine, il est interdit de dynamiter entre 19 h 00 et 07 h 00.
- L'exploitant doit aussi utiliser un pare-éclat adapté à ses usages dans le cas d'un sautage réalisé à moins de 500 m d'une habitation, et il doit aviser sans délai le MELCC dans le cas d'un sautage ayant causé des projections de pierres à l'extérieur des limites de sa propriété.

4.2.3.2 Suppressions d'air

Selon la *Directive 019*, pour les mines à ciel ouvert, le seuil maximal des pressions d'air à toute habitation autour du site minier est de 128 dBL, quelle soit située à l'intérieur ou non d'un périmètre d'un kilomètre de la mine.

5. Caractéristiques des récepteurs

Le milieu impacté par les nuisances sonores provoquées par l'exploitation et la construction de la mine et du concentrateur ne comporte pas de zones sensibles à proprement dit. Il n'y a pas de territoire ou de zonage destinés à des fins d'occupation résidentielle à proximité du site du projet. Aussi, il n'y a ni écoles, hôpitaux, garderies ou autres types d'institutions qui pourraient être perturbés par les activités du projet.

Le campement des travailleurs peut être considéré comme un lieu de résidence appartenant au propriétaire du projet, faisant en sorte qu'il s'agisse d'une habitation située dans une zone non sensible. Certains campements de chasse et de pêches Cris ont été localisés à une distance de 3 à 10 km du projet, mais ne sont utilisés que de façon intermittente. Un camp forestier est situé à environ 9 km du site du projet. Le Tableau 5-1 présente les récepteurs identifiés à proximité du site du projet.

Tableau 5-1 : Localisation des récepteurs

Récepteurs	Description	Coordonnées	
		UTM X	UTM Y
R1	Camp de travailleur	507197.73	5621931.94
R2	Camp de chasse	514311.96	5618892.93
R3	Camp de chasse	506114.43	5617644.36
R4	Camp forestier Châtillon	514994.52	5620860.05
R5	Camp de chasse	515494.81	5623394.18

Dans le cadre du projet, ces récepteurs sont considérés comme étant des habitations situées dans des territoires destinés à des fins industrielles, commerciales ou à des parcs récréatifs. Ainsi, les limites applicables sont un $L_{Aeq, 1h}$ de 55 dBA le jour et $L_{Aeq, 1h}$ de 50 dBA la nuit durant la phase d'exploitation.

6. Climat sonore actuel

La situation géographique éloignée du projet fait en sorte que les niveaux sonores ambiants actuels sont estimés comme étant équivalents à ceux typiquement retrouvés dans un milieu rural non perturbé du Québec. Un climat sonore comparable serait le site de la mine Whabouchi de Nemaska Lithium, situé à environ 130 km au nord de Moblan Lithium. Les niveaux sonores ambiants mesurés au site étaient de 43,5 dBA le jour et de 36,4 dBA la nuit, tel que rapporté dans le rapport « Projet Whabouchi - Mise à jour de l'étude d'impacts sonores » (Yockell Associés inc., 2014).

Le climat sonore général se caractérise par des sons d'origine naturelle (vent et faune) et provenant d'activités humaines (circulation de véhicules sur la route du Nord et avions de l'aéroport de Nemiscau). À l'exception des avions, il est supposé que le climat sonore au site de Moblan Lithium soit relativement semblable. Il est à noter que les niveaux sonores ambiants sont inférieurs aux limites permises par la réglementation.

7. Évaluation du climat sonore en phase de construction

Les activités de construction du nouveau concentrateur et des principales infrastructures associées au projet s'échelonnent sur une durée d'environ 15 mois et varieront d'intensité durant cette période. Les scénarios retenus pour l'évaluation de l'impact du climat sonore en phase de construction correspondent au pire cas, soit celui où les plus hauts niveaux d'émissions sonores pourraient être atteints.

7.1 Scénarios modélisés

L'impact des activités de construction sur l'ambiance sonore pour tous les récepteurs a été évalué de façon à représenter la pire période de nuisance sonore de la phase de construction du projet. Un modèle de propagation sonore a été préparé en incluant les activités simultanées de battage de pieux, d'excavation des déblais, de camionnage et de concassage des matériaux excavés en remblai. Des activités de nivellement du terrain et de construction des infrastructures de matériaux granulaires ont aussi été considérées comme sources de nuisance possible. La génératrice temporaire, l'usine à béton mobile et les activités de concassage et de battage de pieux sont considérées comme des sources fixes fonctionnant en continu, ce qui est une hypothèse conservatrice. Les autres activités de construction ont été rassemblées en une seule source surfacique, permettant ainsi de tenir compte de la mobilité des équipements à travers le temps.

Le Tableau 7-1 présente les principales sources sonores considérées pour cette modélisation. La localisation des sources est montrée sur la Figure 7-1, qui présente aussi les résultats de la simulation de la propagation des émissions sonores. La distribution par bande de fréquence des puissances acoustiques émises par ces sources sonores, assumées pour les besoins de cette modélisation, sont présentées au Tableau 7-2.

Tableau 7-1 : Principales sources sonores

Période considérée	Sources de bruit	Nombre de sources	Location / Déplacement
Lors de la préparation du site et début des infrastructures	Bouteur	2	En déplacement continu sur le site du concentrateur
	Excavatrice	2	
	Camions à benne	8	
	Chargeuse	2	
	Rouleau-compresseur	1	
	Battage de pieux	1	À la limite nord-est du site du concentrateur
	Usine de béton mobile	1	A la limite est du site du concentrateur
	Générateur au diesel	1	A la limite est du site du concentrateur
	Concasseur mobile	1	A la limite est du site du concentrateur

Tableau 7-2 : Puissance acoustique des sources sonores considérées pour la modélisation de la propagation sonore en phase construction

Source de bruit	Puissance acoustique par bande d'octaves (dB) ⁽¹⁾									Total (dBA)
	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Boueur	39.4	113.0	102.0	104.0	101.0	100.0	106.0	90.0	84.0	108.6
Excavatrice	39.4	105.0	114.0	103.0	103.0	99.0	97.0	92.0	83.0	105.5
Camion à benne	39.4	114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6
Chargeuse	39.4	120.0	112.0	111.0	105.0	104.0	102.0	99.0	90.0	109.7
Rouleau-compresseur	39.4	118.0	110.0	101.0	100.0	98.0	93.0	87.0	82.0	103.1
Battage de pieux	39.4	113.7	113.7	113.7	120.7	114.7	109.7	106.7	101.7	120.4
Usine de béton mobile ⁽²⁾	109.1	109.1	109.1	109.1	109.1	109.1	109.1	109.1	109.1	116.1
Générateur au diesel	-	119.3	128.3	119.3	110.3	104.3	104.3	102.3	105.3	116.5
Concasseur mobile	-	120.8	122.8	121.8	118.8	114.8	111.8	106.8	101.8	120.7

(1) Les puissances acoustiques indiquées au tableau correspondent à celles d'équipements typiquement utilisés dans l'industrie.

(2) Niveau sonore de 78 dBA évalué à 30 m de la source, considéré comme un bruit blanc.

Tous les travaux de construction seront effectués de jour pour une journée de travail totalisant 10 h/j, pouvant débuter à 07 h 00. De plus, aucun travail engendrant de hauts niveaux d'émissions sonores ne sera effectué après 19 h 00.

7.2 Résultats de modélisation et comparaison avec les critères

Le Tableau 7-3 présente les niveaux sonores maximums prévus aux cinq récepteurs en phase construction, selon les hypothèses retenues à ce stade-ci de définition du projet. Les niveaux sonores les plus élevés aux récepteurs localisés à proximité du site du projet surviendront majoritairement lorsqu'il y a coïncidence de toutes les activités de préparation du site, pendant la période de jour.

Pour fins de comparaisons avec les critères de niveaux sonores en construction, il est supposé que les sources considérées émettent des niveaux sonores en continu durant les 12 heures que dure la période de jour, ce qui représente un pire cas absolu. En effet, il est peu probable que certaines des activités de construction prévues aient lieu durant toute la période de jour (c.-à-d. : battage de pieux et usine à béton, concassage). De plus, cette hypothèse couvre le cas où les ouvriers auraient à travailler durant la totalité de la période de jour (07 h 00 à 19 h 00) au lieu des 10 heures prévues.

Tableau 7-3 : Niveaux sonores maximaux atteints aux récepteurs en phase construction

Récepteur	Contribution maximale du projet $L_{Aeq-12h}$ (dBA)
R1	50
R2	24
R3	38
R4	23
R5	22

L'estimation la plus élevée du niveau sonore semble être à l'emplacement R1, qui correspond au camp d'hébergement des travailleurs pendant la construction et l'exploitation du site. Il est possible de considérer le camp des travailleurs comme étant un lieu de résidence situé en zone industrielle selon les *Lignes directrices* du MELCC. Cela implique que le niveau acoustique d'évaluation sur douze heures ($L_{Aeq, 12h}$) maximales permises par les *Lignes directrices* est de 55 dBA. Les activités de construction identifiées comme ayant potentiellement les plus grands impacts sur le milieu récepteur génèreront un niveau sonore maximal prévu inférieur à 55 dBA à n'importe quel récepteur.

La contribution maximale du projet étant estimée inférieure à 55 dBA en phase construction, elle est inférieure au critère de bruit exigé par le MELCC en zone résidentielle. Le projet devrait donc être conforme aux *Lignes directrices*.

La Figure 7-1 et la Figure 7-2 montrent les niveaux sonores générés par les activités de construction du projet. La localisation des récepteurs par rapport au site du projet y est aussi montrée. La Figure 7-3 est un agrandissement permettant de montrer les sources fixes et la zone de construction prisent en compte.

Aucune évaluation n'a été effectuée pour la période de nuit puisqu'aucune émission sonore significative n'y sera générée. En effet, l'horaire des travailleurs ne prévoit qu'un quart de travail par jour, durant la journée, et aucun travail de nuit.

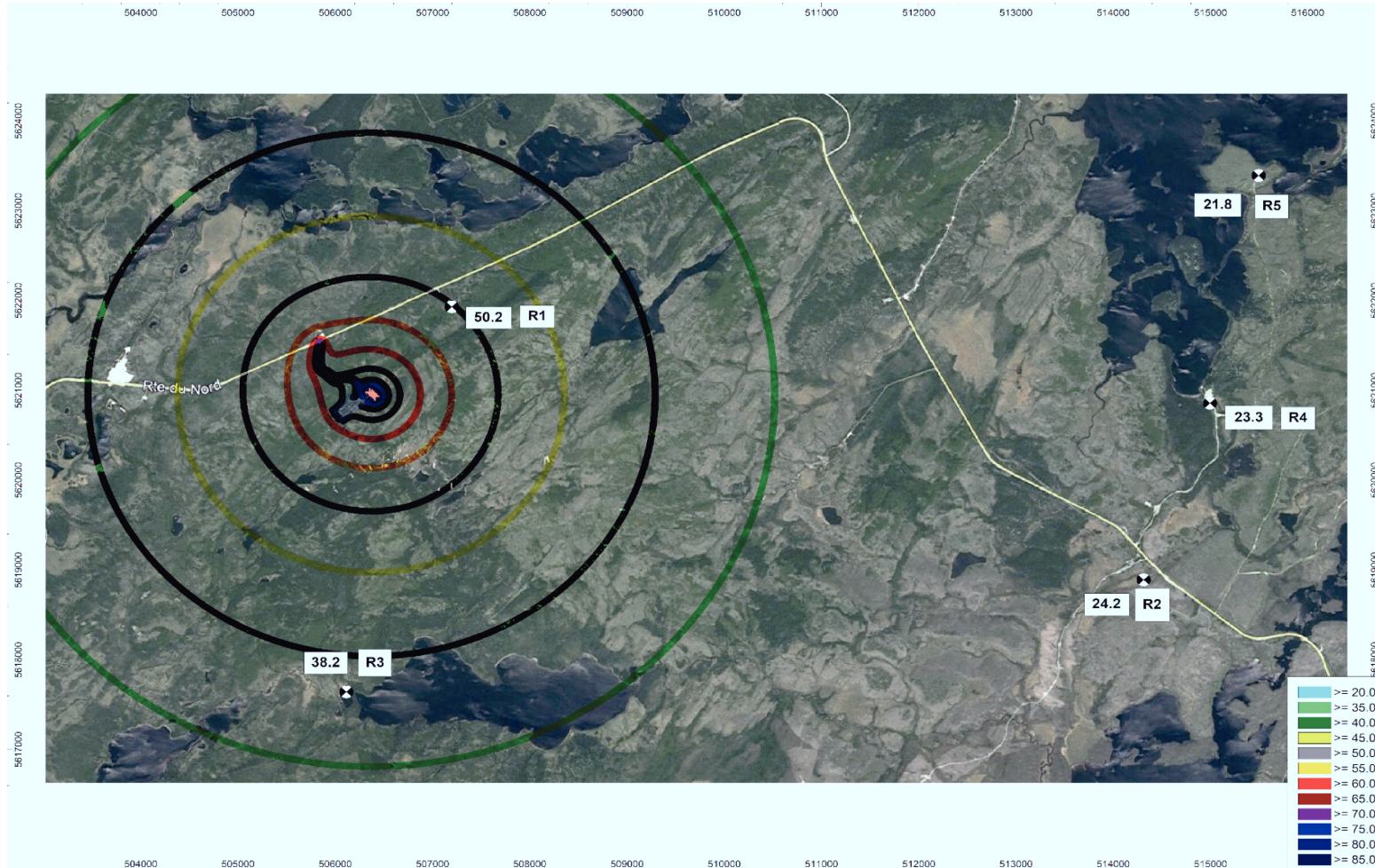


Figure 7-1 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités de construction

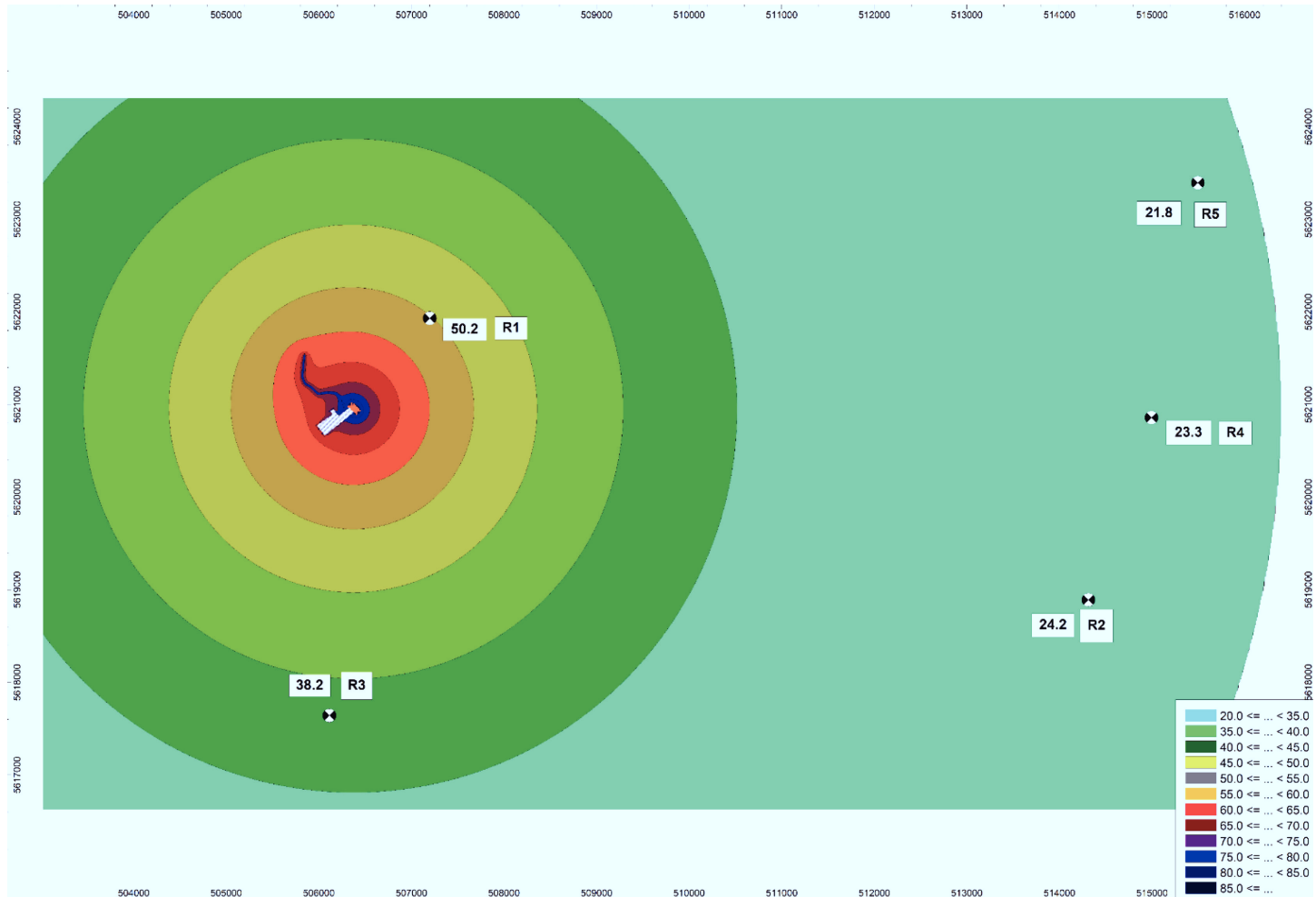


Figure 7-2 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités de construction (isoplèthe)

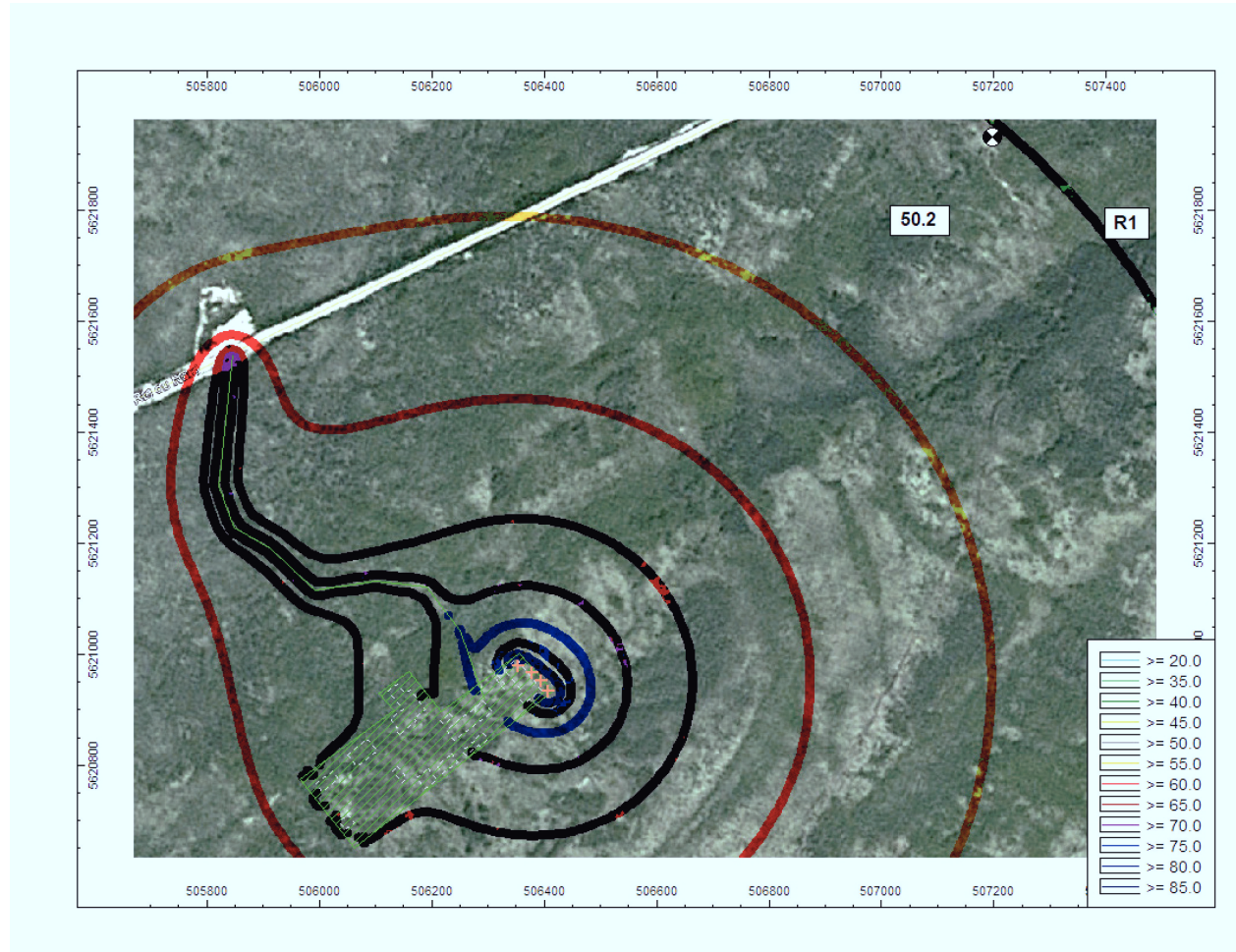


Figure 7-3 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités de construction (agrandissement)

8. Évaluation du climat sonore et des niveaux de vibrations en phase exploitation

8.1 Vibrations et surpressions d'air pour les sautages

Les vibrations et les surpressions d'air provoquées par les sautages ont été évaluées en utilisant les équations ci-dessous. Elles permettent de prédire les niveaux de vibrations et de surpressions d'air résultant des sautages du projet. Ces équations proviennent du *ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario* (MOECP, 1985).

8.1.1 Vibrations

La vitesse crête de particule (*Peak Particle Velocity*, mm/s) est donnée par l'équation suivante :

$$PPV = K \left(\frac{D}{W^{\frac{1}{2}}} \right)^{\beta}$$

ou PPV : Vitesse crête de particule (mm/s)

W : Charge maximale par délai (kg)

D : Distance (m)

K et β : Constantes de dynamitage et de site

Afin de déterminer la distance minimale à laquelle la vitesse maximale permise est atteinte, les paramètres suivants ont été utilisés :

Tableau 8-1 : Paramètres servant au calcul de la surpression d'air

Paramètre	Unité	Valeurs
PPV	mm/s	12,7
W	kg	60; 120; 180
K	N/A	500; 823,8; 1000
β	N/A	-1,53

La charge maximale par délai, c'est-à-dire la quantité d'explosif par trou, est estimée à 60 kg. Pour tenir compte de la possibilité où certaines charges soient activées simultanément, les calculs de vitesses des vibrations au sol ont été effectués en considérant jusqu'à trois détonations simultanées.

Il est supposé que la constante de dynamitage du site (K) varie entre 500 et 1000, ce qui est habituellement le cas pour les mines et les carrières (Terrock Consulting Engineers, 2005). L'autre constante de dynamitage et la constante de site proposées proviennent des valeurs recommandées par le MOECP. Le Tableau 8-2 présente les distances minimales estimées afin de respecter la limite de vitesse des vibrations indiquée à la Directive.

Tableau 8-2 : Distance minimale estimée afin de respecter une vitesse de propagation de 12,7 mm/s

Nombre de détonation simultanée	Charge explosive (kg)	Distance requise (m)		
		K = 500	K = 823,8	K = 1000
Un trou	60	85	118	134
Deux trous	120	121	167	190
Trois trous	180	148	205	233

Au plus strict de la Directive, la vitesse maximale des vibrations ne devrait pas être supérieure à 12,7 mm/s à n'importe quel point d'impact. En théorie, le point d'impact le plus rapproché est le campement des travailleurs, situé à 1 500 m de la fosse. Ainsi, les niveaux vibratoires au point d'impact le plus rapproché du site semblent être inférieurs à la limite indiquée par la Directive. De plus, au pire des cas ci-haut, au-delà d'un rayon de 240 m du lieu du sautage, la vitesse des vibrations devrait être inférieure à la limite indiquée par la Directive. Le bâtiment situé le plus près du site de sautage est à environ 600 m de distance.

Les résultats actuels ne tiennent pas compte des vibrations causées par des équipements, tels que les tamis vibrants, qui ne peuvent être quantifiées à ce stade-ci du projet.

8.1.2 Surpressions d'air

La surpression d'air est donnée par l'équation suivante :

$$SPL_{pk} = K \left(\frac{D}{W^{\frac{1}{3}}} \right)^{\beta}$$

ou SPL_{pk} : Surpression d'air (dBL)

W : Charge maximale par délai (kg)

D : Distance (m)

K et β : Constantes de dynamitage et de site

Elle peut être ressentie en considérant deux types de situations : lorsque le récepteur est situé en face du banc et lorsqu'il est situé à l'arrière. Afin de déterminer la distance minimale à laquelle le niveau limite est atteint, les paramètres suivants ont été utilisés :

Tableau 8-3 : Paramètres servant au calcul de la surpression d'air

Paramètre	Unité	Valeurs
SPL_{pk}	dBL	128
W	kg	60; 120; 180
K (face au banc)	N/A	182,07
β (face au banc)	N/A	- 0,0781
K (derrière le banc)	N/A	143,86
β (derrière le banc)	N/A	-0,0382

La charge maximale par délai, c'est-à-dire la quantité d'explosif par trou, est estimée à 60 kg. Pour tenir compte de la possibilité où certaines charges soient activées simultanément, les calculs de surpressions d'air ont été effectués en considérant jusqu'à trois détonations simultanées. Les constantes de dynamitage et de site sont tirées du MOECP (MOECP, 1985).

Tableau 8-4 : Distance de sécurité minimale requise afin de respecter un niveau de 128 dBL □ face au banc

Nombre de détonation simultanée	Charge explosive (kg)	Distance de sécurité (m)
Un trou	60	357
Deux trous	120	449
Trois trous	180	514

Tableau 8-5: Distance de sécurité minimale requise afin de respecter un niveau de 128 dBL □ derrière le banc

Nombre de détonation simultanée	Charge explosive (kg)	Distance de sécurité (m)
Un trou	60	83
Deux trous	120	105
Trois trous	180	120

L'infrastructure la plus rapprochée de la zone de dynamitage, et pouvant être qualifiée d'habitation, est le campement des travailleurs du projet. Ce dernier est situé à environ 1 500 m de la zone de dynamitage. Au vu des résultats, il est possible de conclure que la distance de sécurité requise est d'au moins 514 m afin d'atteindre un niveau de surpression d'air de 128 dBL ou moins. Les niveaux de surpressions d'air au camp minier seront inférieurs à la limite indiquée par la Directive. Ce rapport porte spécifiquement sur le bruit communautaire et n'a pas comme objectif d'évaluer l'exposition subie par les travailleurs au bruit. L'exposition sonore des travailleurs et des opérations se déroulant à une distance d'environ 500 m du site de sautage devrait être évaluée dans une autre étude permettant de vérifier si l'exposition au bruit est conforme avec les limites de la CNESST.

8.2 Bruit associé aux activités d'exploitation du site

8.2.1 Mesures préventives intégrées au projet

Le projet prévoit certaines mesures pour minimiser le bruit produit par ses activités. Par exemple, les équipements mobiles devront être munis d'alarmes de recul à portée variable ou faible et des silencieux maintenus en bon état. Un programme d'entretien préventif adéquat pourrait également améliorer les performances globales des équipements.

Dans l'éventualité où les équipements sélectionnés ne peuvent atteindre les seuils d'émissions sonores imposés, des dispositifs d'atténuation du bruit seront installés sur ces équipements tels que des silencieux et des caissons d'isolation acoustique.

8.2.2 Scénario modélisé

La modélisation de la propagation des niveaux sonores générés par les activités d'exploitation du concentrateur et de la mine considère les principales sources de bruit associées à l'exploitation de ceux-ci. Elles ont été identifiées et caractérisées selon les informations obtenues jusqu'à maintenant auprès du consultant en ingénierie (DRA, janvier 2019).

Le Tableau 8-6 présente les types de sources, leurs quantités ainsi que leurs localisations. La modélisation a été paramétrée afin d'obtenir des résultats pour la période de jour et de nuit. En suivant une approche conservatrice, il a été considéré que tous les équipements fonctionnaient en continu afin d'obtenir des résultats identiques de jour et de nuit. Les activités d'exploitation s'effectuant dans la fosse de la mine ont été rassemblées en une seule source surfacique. Cette approche de modélisation permet ainsi de tenir compte de la mobilité des équipements à travers le temps. Il en va de même pour le boteur travaillant sur la pile de résidu et de stérile. Les conditions suivantes ont par conséquent été utilisées lors de la modélisation de la propagation sonore pour le pire scénario prévu:

- L'usine fonctionne au maximum de sa capacité, de jour comme de nuit.
- Toutes les opérations courantes de l'usine ont lieu.
- La majorité des équipements mobiles pouvant être utilisés sur le site sont en fonction.

Tableau 8-6: Sources sonores (mobiles et fixes) considérées pour la modélisation de la propagation sonore en phase exploitation

Type d'équipement	Nombre	Numéro d'équipement / Modèle	Location / Déplacement
Sources mobiles			
Boteur	1	D8 (ou équivalent)	En déplacement continu sur la pile de résidu et de stérile
Camion de transport du minerai	6	HD-465-7 (ou équivalent)	Chaque heure sur les segments de routes allant de la fosse vers la pile de stérile et au concasseur
Camion de transport du produit	3	Camions d'environ 30t	Chaque heure sur la route de service vers la route du Nord
Excavatrice	2	PC-1250 (ou équivalent)	En déplacement continu dans la fosse de la mine
Chargeuse	1	WA-470 (ou équivalent)	
Foreuse	1	D25KS (ou équivalent)	
Sources fixes			
Ventilateur d'évacuation du dépoussiéreur du séchoir	1	110-FAN-120	Coin sud-est du bâtiment de procédé
Ventilateur d'évacuation du silo de minerai concassé	1	210-FAN-015	Haut du silo de minerai concassé
Ventilateur d'évacuation de la classification	1	N/A	Côté est du bâtiment de concassage secondaire et de classification
Ventilateur d'évacuation du dépoussiéreur (concassage primaire)	1	110-FAN-385	Côté est du bâtiment de concassage primaire

Type d'équipement	Nombre	Numéro d'équipement / Modèle	Location / Déplacement
Ventilateur d'évacuation du dépoussiéreur (concassage secondaire)	1	110-FAN-285	Côté est du bâtiment de concassage secondaire et de classification
Entrée d'air compresseur (concassage primaire □ 30 HP)	1	110-COM-900 (110-AFI-905)	Sud du bâtiment de concassage primaire
Entrée d'air compresseur (concassage secondaire □ 300 HP)	1	910-COM-310 (910-AFI-305)	Côté est du bâtiment de concassage secondaire et de classification
Entrée d'air compresseur 1 (200 HP)	1	910-COM-010 (910-AFI-005)	Coin sud-est du bâtiment de procédé
Entrée d'air compresseur 2 (200 HP)	1	910-COM-020 (910-AFI-015)	Coin sud-est du bâtiment de procédé
Entrée d'air compresseur filtre-presse (350 HP)	1	910-COM-110 (910-AFI-105)	Coin sud-est du bâtiment de procédé
Convoyeur	4	110-CVO-200 / 110-CVO-350 / 110-CVO-600 / TBD	Concasseur primaire et secondaire, pile des résidus

Le Tableau 8-7 présente les caractéristiques acoustiques des principales sources de bruit considérées pour les modélisations de la propagation sonores en phase d'exploitation. Elles incluent les sources à la mine et au concentrateur

Tableau 8-7 : Puissance acoustique des sources sonores considérées pour la modélisation de la propagation sonore en phase exploitation

Source de bruit	Puissance acoustique par bande d'octaves (dB) ⁽¹⁾									Total (dBA)
	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Bouteur	39.4	113.0	102.0	104.0	101.0	100.0	106.0	90.0	84.0	108.6
Camion de transport du minerai	39.4	106.1	110.1	106.2	107.9	105.7	107.0	105.1	103.2	112.9
Camion de transport du produit	39.4	114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6
Excavatrice	115.4	123.7	125.1	117.4	115.3	111.8	109.3	102.6	94.5	117.9
Chargeuse	39.4	102.2	106.1	102.6	104.2	102.0	103.8	102.0	100.1	109.6
Foreuse	112.2	110.6	123.4	114.5	107.6	107.9	106.3	103.5	97.8	114.3
Ventilateur d'évacuation du dépoussiéreur du séchoir	117.8	115.8	109.8	112.8	109.8	115.8	102.8	100.8	99.8	117.0
Ventilateur d'évacuation du silo de minerai concassé	117.8	115.8	109.8	112.8	109.8	115.8	102.8	100.8	99.8	117.0
Ventilateur d'évacuation de la classification	116.6	114.6	108.6	111.6	108.6	114.6	101.6	99.6	98.6	115.8
Ventilateur d'évacuation du dépoussiéreur (concassage primaire)	114.8	112.8	106.8	109.8	106.8	112.8	99.8	97.8	96.8	114.0

Source de bruit	Puissance acoustique par bande d'octaves (dB) ⁽¹⁾									Total (dBA)
	31 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Ventilateur d'évacuation du dépoussiéreur (concassage secondaire)	119.6	117.6	111.6	114.6	111.6	117.6	104.6	102.6	101.6	118.8
Entrée d'air compresseur (concassage primaire □ 50 HP)	100.0	95.0	95.0	94.0	97.0	100.0	100.0	98.0	95.0	105.6
Entrée d'air compresseur (concassage secondaire □ 250 HP)	102.7	102.7	101.7	99.7	99.7	101.7	105.7	104.7	100.7	110.6
Entrée d'air compresseur 1 (250 HP)	102.7	102.7	101.7	99.7	99.7	101.7	105.7	104.7	100.7	110.6
Entrée d'air compresseur 2 (250 HP)	102.7	102.7	101.7	99.7	99.7	101.7	105.7	104.7	100.7	110.6
Entrée d'air compresseur filtre-pressé (250 HP)	102.7	102.7	101.7	99.7	99.7	101.7	105.7	104.7	100.7	110.6
Convoyeur	88.0	86.0	88.0	83.0	86.0	81.0	78.0	71.0	59.0	86.7

(1) Les puissances acoustiques indiquées au tableau correspondent à celles d'équipements typiquement utilisés dans l'industrie et des données d'opérations fournies par le consultant en ingénierie du projet.

8.2.3 Résultats de modélisation et comparaison avec les normes

Le Tableau 8-8 présente les niveaux sonores maximums atteints aux cinq récepteurs en phase exploitation. La Figure 8-1 montre les résultats de la modélisation des émissions sonores associées aux activités d'exploitation de la future mine et du futur concentrateur.

Tableau 8-8 : Niveaux sonores maximums atteints aux récepteurs en phase exploitation

Récepteur	Période	Niveaux sonores L_{Aeq-1h} (dBA)	
		Contribution maximale du projet	Critère MELCC
R1	Jour	47	55
	Nuit	47	50
R2	Jour	24	55
	Nuit	24	50
R3	Jour	39	55
	Nuit	39	50
R4	Jour	23	55
	Nuit	23	50
R5	Jour	22	55
	Nuit	22	50

L'analyse des résultats de la modélisation permet de conclure que les niveaux sonores atteints durant la phase d'exploitation devraient demeurer inférieurs aux critères établis par le MELCC. Des résultats identiques de jour et de nuit sont observés puisqu'il est supposé que les équipements soient opérés en continu durant 24 heures, représentant ainsi le pire scénario possible.

Les sources principales identifiées comme ayant potentiellement les plus grands impacts sur le milieu récepteur généreront un niveau sonore maximal prévu inférieur à 50 dBA à tous les récepteurs. Le niveau sonore maximal prévu est généré au camp d'hébergement des travailleurs pendant l'exploitation du site. La contribution maximale du projet étant estimée inférieure à 47 dBA en phase exploitation, elle est inférieure au critère de bruit le plus sévère exigé par le MELCC. Ainsi, la modélisation de la propagation sonore permet de montrer que le projet devrait être conforme à la NI 98-01.

La Figure 8-1 et la Figure 8-2 montrent les niveaux sonores générés par les activités de d'exploitation du projet. La localisation des récepteurs par rapport au site du projet y est aussi montrée. La Figure 8-3 est un agrandissement permettant de montrer les sources fixes, mobiles et surfaciques prises en compte.

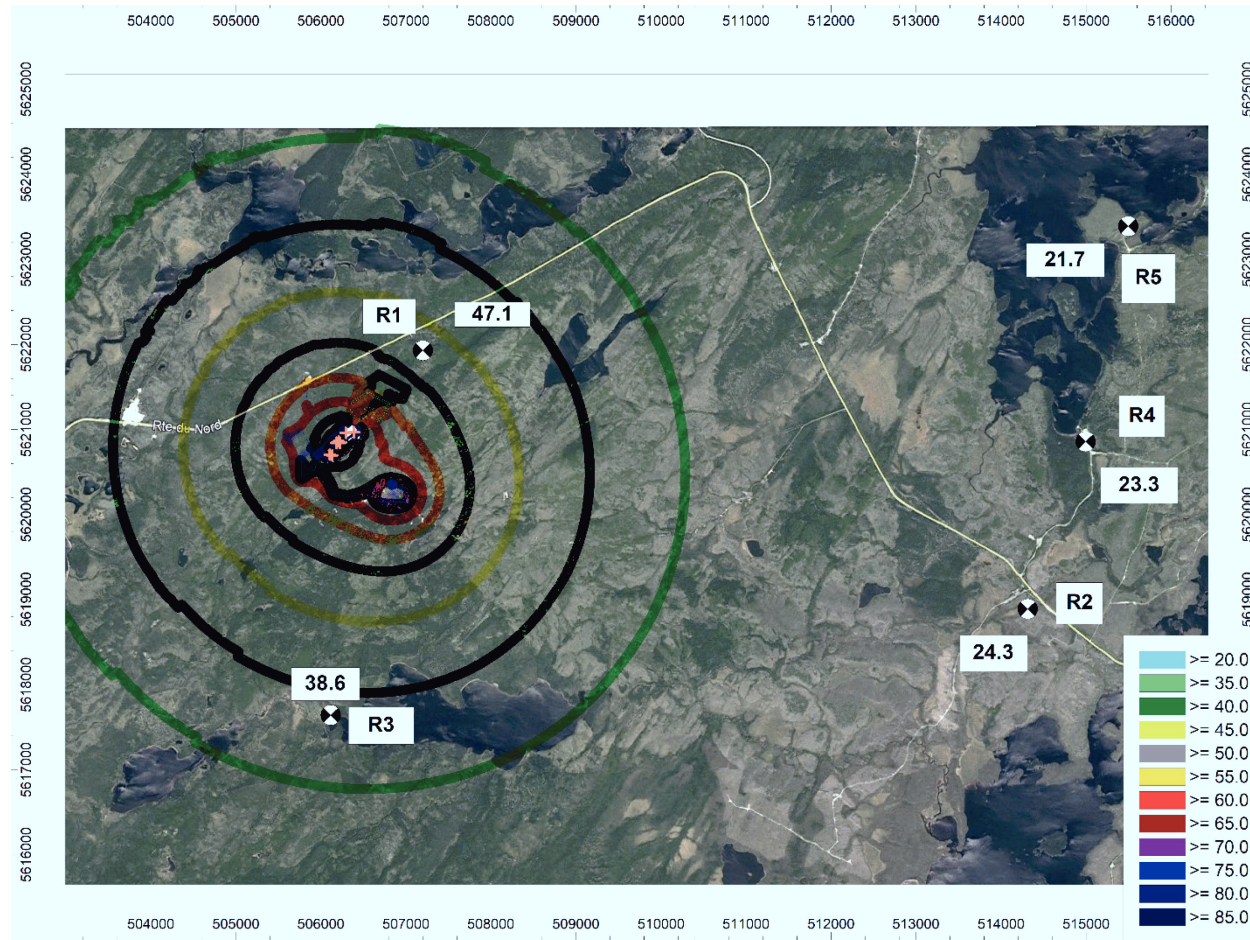


Figure 8-1 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités d'exploitation

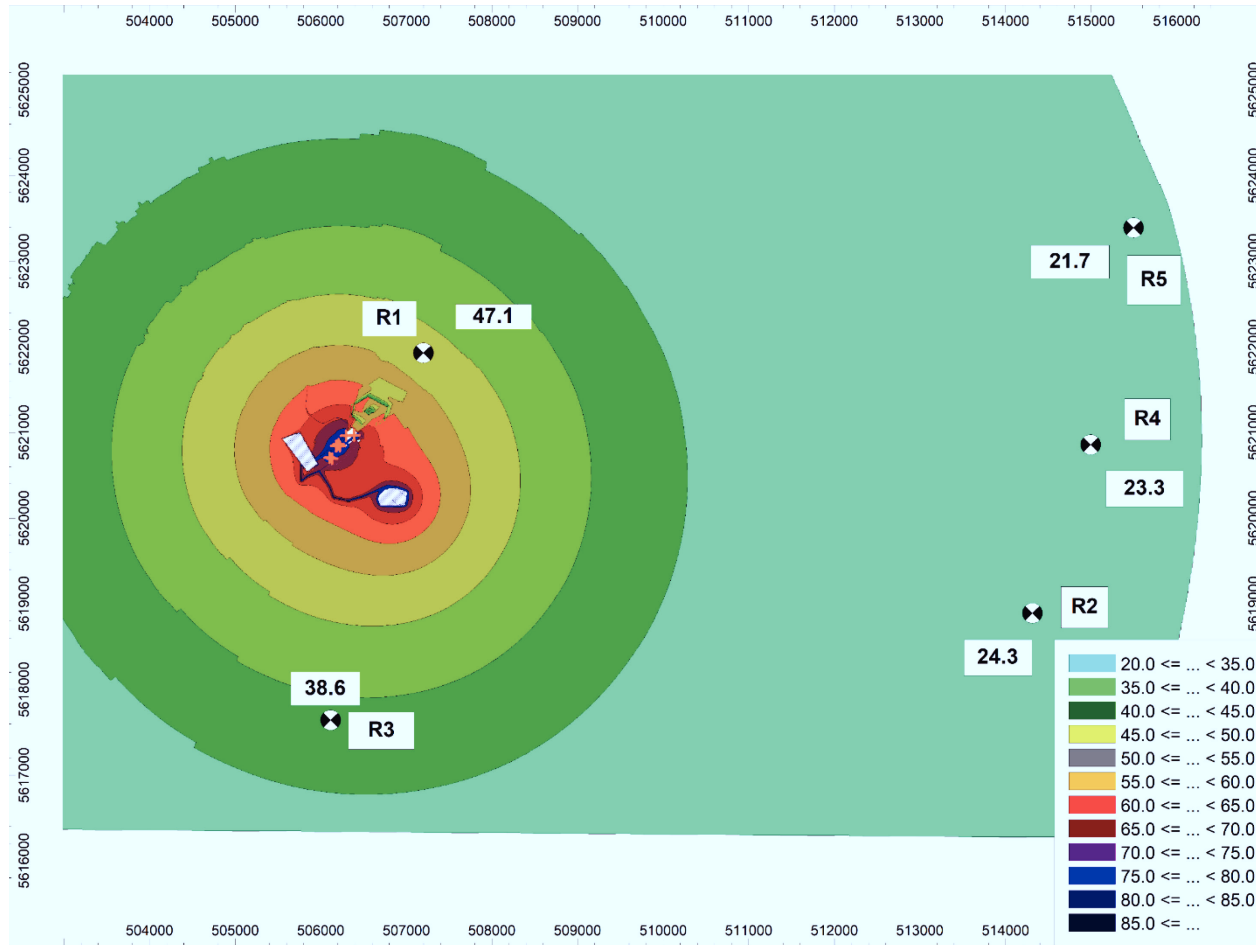


Figure 8-2 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités d'exploitation (isoplèthe)

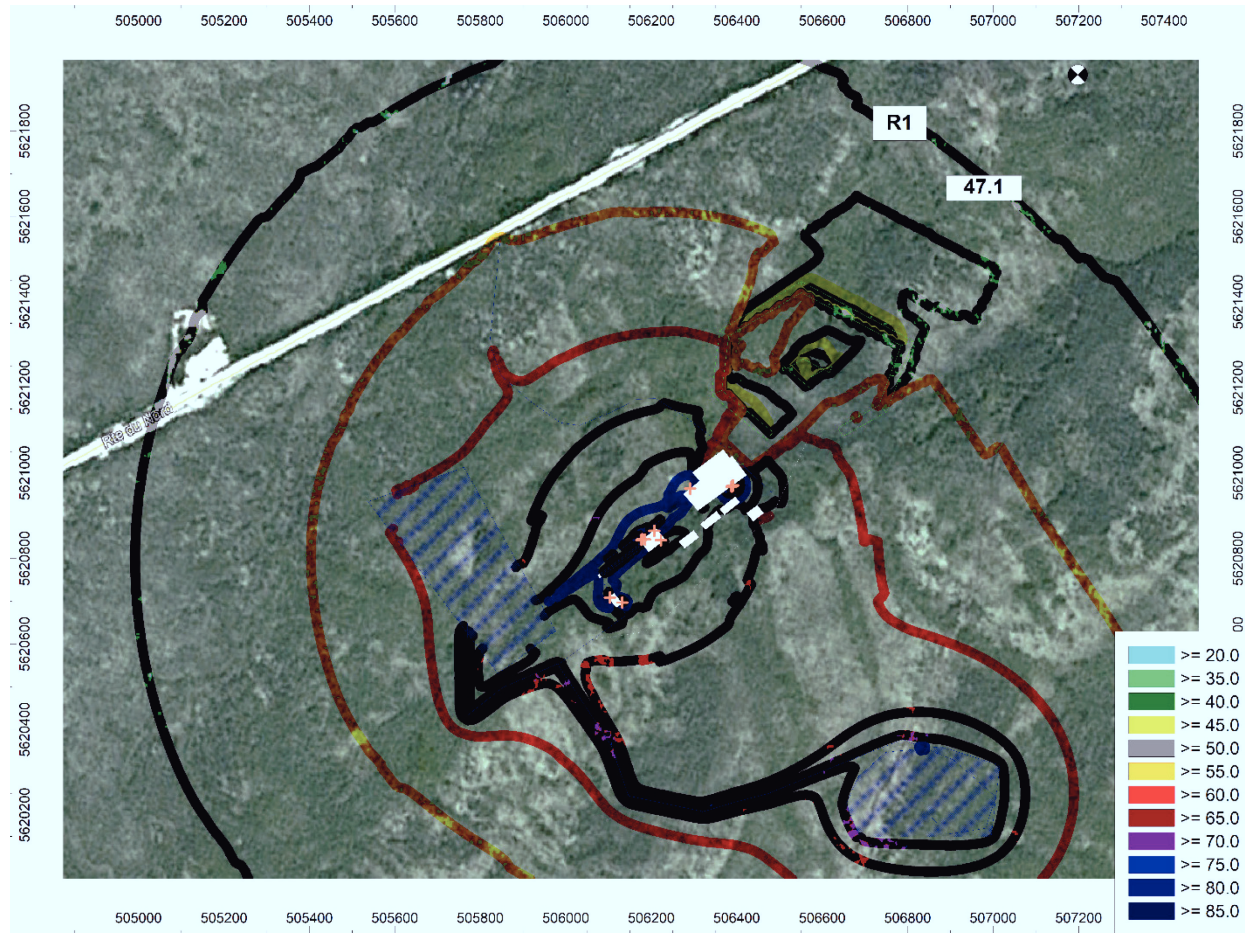


Figure 8-3 : Niveaux sonores ambiants maximums résultant des activités d'exploitation (agrandissement)

9. Conclusion

Suite à la modélisation de la propagation des niveaux sonores générés par le projet Moblan Lithium, il est possible de prévoir qu'il n'y aura pas de dépassement lors des phases de construction et d'exploitation du projet. En effet, le niveau sonore obtenu au récepteur le plus près de la mine est de 50 dBA ($L_{Aeq, 12h}$) en construction et de 47 dBA ($L_{Aeq, 1h}$) en exploitation. Ces valeurs sont sous les limites de niveau sonore du MELCC en construction et en exploitation, qui sont respectivement de 55 dBA ($L_{Aeq, 12h}$) et 50 dBA ($L_{Aeq, 1h}$).

Tableau 9-1 : Niveaux sonores maximaux atteints aux récepteurs en phase construction

Récepteur	Contribution maximale du projet $L_{Aeq-12h}$ (dBA)
R1	50
R2	24
R3	38
R4	23
R5	22

Tableau 9-2 : Niveaux sonores maximums atteints aux récepteurs en phase exploitation

Récepteur	Période	Niveaux sonores L_{Aeq-1h} (dBA)	
		Contribution maximale du projet	Critère MELCC
R1	Jour	47	55
	Nuit	47	50
R2	Jour	24	55
	Nuit	24	50
R3	Jour	39	55
	Nuit	39	50
R4	Jour	23	55
	Nuit	23	50
R5	Jour	22	55
	Nuit	22	50

De plus, les limites de vibrations et de surpressions d'air causées par les sautages sont aussi respectées au point d'impact situé le plus près des sautages.

10. Références

- MELCC. (2006, Juin). *Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent*. Récupéré sur <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/publications/note-instructions/98-01/note-bruit.pdf>
- MELCC. (2012). *Directive 019 sur l'industrie minière*.
- MELCC. (2015, Mars 27). *Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel*. Récupéré sur <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/publications/note-instructions/98-01/lignes-directrices-construction.pdf>
- MOECP. (1985). *Guidelines on information required for the assessment of blasting noise and vibration*.
- Terrock Consulting Engineers. (2005). *Blast Vibration Course Measurement - Assessment - Control*.
- Yockell Associés inc. (2014). *Projet Whabouchi - Mise-à-jour de l'étude d'impacts sonores*. Québec.

Annexe A

Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel

Lignes directrices relativement aux niveaux sonores provenant d'un chantier de construction industriel

1. Pour le jour

Pour la période du jour comprise entre 7 h et 19 h, le MDDELCC a pour politique que toutes les mesures raisonnables et faisables doivent être prises par le maître d'œuvre pour que le niveau acoustique d'évaluation ($L_{Ar, 12h}$)¹ provenant du chantier de construction soit égal ou inférieur au plus élevée des niveaux sonores suivants, soit 55 dB ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur à 55 dB. Cette limite s'applique en tout point de réception dont l'occupation est résidentielle ou l'équivalent (hôpital, institution, école).

On convient cependant qu'il existe des situations où les contraintes sont telles que le maître d'œuvre ne peut exécuter les travaux tout en respectant ces limites. Le cas échéant, le maître d'œuvre est requis de:

- prévoir le plus en avance possible ces situations, les identifier et les circonscrire;
- préciser la nature des travaux et les sources de bruit mises en cause;
- justifier les méthodes de construction utilisées par rapport aux alternatives possibles;
- démontrer que toutes les mesures raisonnables et faisables sont prises pour réduire au minimum l'ampleur et la durée des dépassements;
- estimer l'ampleur et la durée des dépassements prévus;
- planifier des mesures de suivi afin d'évaluer l'impact réel de ces situations et de prendre les mesures correctrices nécessaires.

2. Pour la soirée et la nuit

Pour les périodes de soirée (19 h à 22 h) et de nuit (22 h à 7 h), tout niveau acoustique d'évaluation sur une heure ($L_{Ar, 1h}$) provenant d'un chantier de construction doit être égal ou inférieur au plus élevé des niveaux sonores suivants, soit 45 dB ou le niveau de bruit initial s'il est supérieur à 45 dB. Cette limite s'applique en tout point de réception dont l'occupation est résidentielle ou l'équivalent (hôpital, institution, école).

La nuit (22 h à 7 h), afin de protéger le sommeil, aucune dérogation à ces limites ne peut être jugée acceptable (sauf en cas d'urgence ou de nécessité absolue). Pour les trois heures en soirée toutefois (19 h à 22 h), lorsque la situation² le justifie, le niveau acoustique d'évaluation $L_{Ar, 3h}$ peut atteindre 55 dB peu importe le niveau initial à la condition de justifier ces dépassements conformément aux exigences « a » à « f » telles qu'elles sont décrites à la section 1.

¹ Le niveau acoustique d'évaluation $L_{Ar, T}$ (où T est la durée de l'intervalle de référence) est un indice de l'exposition au bruit qui contient niveau de pression acoustique continu équivalent $L_{Acq, T}$, auquel on ajoute le cas échéant un ou plusieurs termes correctifs pour des appréciations subjectives du type de bruit. Pour plus de détail concernant l'application des termes correctifs, consulter la Note d'instructions 98-01 sur le bruit.

² C'est-à-dire lorsque les contraintes sont telles que le maître d'œuvre ne peut exécuter les travaux tout en respectant les limites mentionnées au paragraphe précédent pour la soirée et la nuit.

Annexe B

Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent (NI 98-01)

Traitement des plaintes sur le bruit et exigences aux entreprises qui le génèrent

Références légales : LRQ (c. Q-2), articles 20 et 22

JUIN 2006

Introduction

1. Objet de la note d'instructions

Cette note d'instructions sur le bruit a pour objet de préciser la façon dont le ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs entend assumer les fonctions et les pouvoirs que lui confère la Loi sur la qualité de l'environnement, notamment ceux mentionnés à l'article 94, à l'égard des sources fixes. Elle fixe les méthodes et les critères qui permettent de juger de l'acceptabilité des émissions sonores, de s'assurer du respect du deuxième alinéa de l'article 20 de la Loi et de baliser les interventions et les actions du ministère notamment en vue de la délivrance de documents officiels.

2. Champ d'application

La présente note vise toute source fixe telle que définie au paragraphe suivant. Elle ne s'applique pas aux sources déjà visées par règlement, soit les carrières, les sablières et les usines de béton bitumineux, ainsi qu'aux activités agricoles telles que définies dans la note d'instruction 01-13 intitulée «Activités agricoles liées à l'agriculture ainsi que le conditionnement et la transformation de produits agricoles».

On entend par «source fixe» une industrie, une manufacture, une centrale génératrice d'énergie, une ligne à haute tension, un poste de transformation électrique, un lieu d'enfouissement, un champ de tir et toute entreprise qui exploite un procédé.

Une source fixe est délimitée dans l'espace par le périmètre du terrain qu'elle occupe et peut être constituée d'un ou plusieurs unités ou éléments (équipement de manutention, de fabrication ou d'épuration, machinerie, ventilateur, véhicule moteur, etc.) dont la somme des bruits particuliers constitue la contribution totale imputable à la source. Le bruit de la circulation de véhicules ou d'équipements mobiles sur le terrain d'une source fixe lui est imputable. Ce bruit fait cependant partie du bruit routier dès que la circulation se fait en dehors des limites de la source fixe.

3. Modalité d'application des critères

Les critères d'acceptabilité accordent à une source fixe le niveau de bruit le plus élevé entre le niveau de bruit résiduel (tel que défini dans la méthode de référence au glossaire de la partie 2) et le niveau maximal permis selon le zonage et la période de la journée, tel que mentionné au tableau de la partie 1. Cependant, à partir du moment où le niveau maximum est atteint, les ajouts d'activités ou l'augmentation de production de la source fixe ne doivent amener aucune augmentation supplémentaire du niveau sonore.

Puisque les critères d'acceptabilité constituent les limites maximums permises, il est toujours souhaitable et recommandé, dans une perspective de développement durable, que l'exploitant ou l'initiateur en plus de respecter ces critères prenne toute mesure «faisable et raisonnable» et favorise des pratiques d'exploitation de façon à ce que sa contribution sonore soit le moins perceptible possible en zones sensibles.

Les critères préconisés visent la protection des êtres humains. De façon générale, on assume qu'ils devraient assurer une protection suffisante des autres espèces animales. Toutefois, le ministre pourra établir des limites plus restrictives s'il s'avérait que les critères de cette note ne protègent pas adéquatement certaines espèces fauniques ou leurs habitats.

Finalement, les critères d'acceptabilité et la méthodologie de mesure ne sont pas adaptés à tous les types de bruit ou à toute la variété de sources de bruit. En conséquence, il pourrait être justifié de préconiser en certain cas l'utilisation de critères ou de méthodes différents ou complémentaires.

4. Exigences relatives à la délivrance de document officiel

Lorsqu'il le juge à propos, le MDDEP exige une étude prévisionnelle ou une étude des impacts sonores. Pour obtenir un certificat d'autorisation, une telle étude devra démontrer le respect des critères. De plus, l'initiateur (ou l'exploitant) devra s'engager à apporter les correctifs requis advenant que les impacts sonores réels dépassent les prévisions. À cet effet, les critères établis et/ou la lettre d'engagement (partie 3) peuvent être utilisés. Lors de la délivrance du certificat d'autorisation, ces critères deviendront des normes pour l'entreprise.

Dans le cas où il n'y aurait pas de collaboration de la part de l'exploitant et que les critères ne seraient pas respectés, une enquête pour poursuite en vertu de l'article 20 (et 22 s'il y a lieu) de la Loi sur la qualité de l'environnement (LRQ, chap. Q-2), peut être demandée.

5. Responsabilités et pouvoirs des municipalités

Les municipalités ont des responsabilités en ce qui concerne les règles de zonage et les plans de développement desquels dépend principalement la détermination des critères applicables. De plus, la Loi sur les cités et villes (article 410) et le Code municipal du Québec (articles 490 et 628) accordent aux municipalités des pouvoirs généraux de réglementer afin de limiter certaines nuisances, dont le bruit.

Avant l'émission de tout document officiel, en plus de s'assurer du respect des présents critères, le MDDEP doit obtenir la confirmation, le cas échéant, que l'exploitant d'une source fixe respecte toute réglementation municipale qui vise les nuisances sonores. Malgré

l'existence d'une réglementation municipale, le MDDEP doit tout de même s'assurer que les critères de la présente note sont respectés, à moins que la réglementation municipale assure une protection équivalente ou supérieure à ces critères ou qu'une réglementation municipale ait été approuvée par le ministre.

Partie 1 - Niveau sonore maximum des sources fixes

Le niveau acoustique d'évaluation ($L_{A,T,1h}$) d'une source fixe sera inférieur, en tout temps, pour tout intervalle de référence d'une heure continue et en tout point de réception du bruit, au plus élevé des niveaux sonores suivants :

1. le niveau de bruit résiduel (tel que défini dans la méthode de référence au glossaire de la partie 2), ou
2. le niveau maximal permis selon le zonage et la période de la journée, tel que mentionné au tableau suivant :

Zonage	Nuit (dB _A)	Jour (dB _A)
I	40	45
II	45	50
III	50	55
IV	70	70

CATÉGORIES DE ZONAGE

Zones sensibles

- I : Territoire destiné à des habitations unifamiliales isolées ou jumelées, à des écoles, hôpitaux ou autres établissements de services d'enseignement, de santé ou de convalescence. Terrain d'une habitation existante en zone agricole.
- II : Territoire destiné à des habitations en unités de logements multiples, des parcs de maisons mobiles, des institutions ou des campings.
- III : Territoire destiné à des usages commerciaux ou à des parcs récréatifs. Toutefois, le niveau de bruit prévu pour la nuit ne s'applique que dans les limites de propriété des établissements utilisés à des fins résidentielles. Dans les autres cas, le niveau maximal de bruit prévu le jour s'applique également la nuit.

Zones non sensibles

- IV : Territoire zoné pour fins industrielles ou agricoles. Toutefois, sur le terrain d'une habitation existante en zone industrielle et établie conformément aux règlements municipaux en vigueur au moment de sa construction, les critères sont de 50 dB_A la nuit et 55 dB_A le jour.

La catégorie de zonage est établie en vertu des usages permis par le règlement de zonage municipal. Lorsqu'un territoire ou une partie de territoire n'est pas zoné tel que prévu, à l'intérieur d'une municipalité, ce sont les usages réels qui déterminent la catégorie de zonage.

Le jour s'étend de 7 h à 19 h, tandis que la nuit s'étend de 19 h à 7 h.

Ces critères ne s'appliquent pas à une source de bruit en mouvement sur un chemin public.

Partie 2 - Méthode de référence pour la mesure du bruit et pour la détermination du niveau acoustique d'évaluation

Glossaire

Bruit à caractère tonal: bruit caractérisé par une composante à fréquence unique ou des composantes à bandes étroites qui émergent de façon audible du bruit ambiant;

Bruit ambiant : bruit total existant dans une situation donnée à un instant donné, habituellement composé de bruits émis par plusieurs sources, proches ou éloignées;

Bruit initial : bruit ambiant avant toute modification d'une situation existante;

Bruit d'impact : bruit de courte durée dont on perçoit une augmentation brusque du niveau sonore sur un court laps de temps (un bruit d'impact peut être produit notamment par des chocs mécaniques ou pneumatiques, des collisions, des percussions, des secousses, des détonations, des explosions);

Bruit particulier : composante du bruit ambiant qui peut être identifié spécifiquement et qui est généralement associé à une source spécifique;

Bruit résiduel : bruit qui perdure à un endroit donnée, dans une situation donnée, quand les bruits particuliers de la source visée sont supprimés du bruit ambiant;

Évaluation : toute méthode servant à mesurer ou prévoir la valeur d'un niveau acoustique et des termes correctifs ainsi que les effets nuisibles correspondants;

Intervalle de long terme : intervalle de temps spécifié au cours duquel les bruits d'une série d'intervalles de référence sont moyennés ou évalués;

Intervalle de référence : intervalle de temps auquel l'évaluation du bruit est rapportée;

Niveau acoustique d'évaluation : tout niveau acoustique mesuré ou prévu auquel un terme correctif est ajouté;

Point d'évaluation : endroit précis d'où est effectuée une évaluation;

Source: toute activité ou tout état de chose ayant pour effet l'émission de bruit dans l'environnement (un ou plusieurs bruits particuliers peuvent être émis par une source);

Terme correctif : toute grandeur qui est ajoutée à un niveau acoustique mesuré ou prévu afin de tenir compte de certaines caractéristiques acoustiques;

Symboles

FFT : algorithme de calcul de la transformée de Fourier rapide (Fast Fourier Transform);

$L_{Aeq,T}$: niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pour un intervalle de référence T ;

$L_{Ceq,T}$: niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré C pour un intervalle de référence T ;

$L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}$: indicateur utilisé pour évaluer le contenu spectral en basse fréquence;

$L_{Ar,T}$: niveau acoustique d'évaluation pondéré A pour un intervalle de référence d'une durée T ;

$L_{AFN,T}$: niveau de pression acoustique avec pondération fréquentielle A et pondération temporelle F, dépassé pendant $N\%$ de la durée T ;

L_{AFm5} : moyenne des valeurs individuelles des « Taktmaximal » mesurées pour chaque intervalle de 5 secondes pendant la durée T où il y a des bruits d'impact, conformément à la norme allemande TA Lärm et VDI 2058 (Note : les valeurs individuelles des « Taktmaximal » sont en fait les $L_{AF\max}$ atteints à chaque intervalle successif de 5 secondes pendant la durée totale de mesure, soit T);

$L_{AF\max}$: niveau de pression acoustique maximal avec pondération fréquentielle A et pondération temporelle F;

$L_{Leq,T(1/3oct)}$: niveau de pression acoustique continu linéaire équivalent mesuré par bande de tiers d'octave pour un intervalle de référence T .

1. Niveau acoustique d'évaluation

1.1 Définition et description

Le niveau acoustique d'évaluation est le niveau de pression acoustique équivalent pondéré A, mesuré ou prévu, auquel on ajoute des termes correctifs. Le niveau acoustique d'évaluation est déterminé à partir de la formule suivante :

$$L_{Ar,T} = L_{Aeq,T} + K_I + K_T + K_S, \text{ où}$$

$L_{Ar,T}$ est le niveau acoustique d'évaluation pondéré A pour un intervalle de référence d'une durée T . (Voir détail à l'annexe I);

$L_{Aeq,T}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pour un intervalle de référence T . (Voir détail à l'annexe II);

K_I est un terme correctif pour les bruits d'impact. (Voir détail à l'annexe III);

K_T est un terme correctif pour le bruit à caractère tonal. (Voir détail à l'annexe IV);

K_S est un terme correctif pour certaines situations spéciales, tels les bruits perturbateurs ou les bruits de basse fréquence (Voir détail à l'annexe V);

Remarque : Lorsque aucun terme correctif n'est applicable $L_{Ar,T} = L_{Aeq,T}$.

1.2 Durée des intervalles de référence

La durée d'un intervalle de référence T est établie conformément aux critères ou aux normes en vigueur. Lorsque la durée T n'est pas spécifiée ou qu'il est requis de la modifier pour des motifs exceptionnels, celle-ci doit alors être fixée dans le respect des règles de l'art en tenant compte à la fois des habitudes de vie des collectivités riveraines et des caractéristiques des sources sonores.

1.3 Autres paramètres, indices ou appréciations subjectives

En plus des divers paramètres requis pour évaluer le niveau acoustique d'évaluation tel que décrit à la section 1.1 (incluant les annexes auxquels cette section réfère), d'autres paramètres, indices ou appréciations subjectives peuvent s'avérer utiles voire essentiels à l'interprétation, à la validation et à l'évaluation des mesures de bruit. C'est notamment le cas pour les indices statistiques $L_{AFN,T}$ ¹ ainsi que les notes terrains et les commentaires concomitants à des mesures.

2. Sélection des points d'évaluation du bruit

¹ Par exemple, le $L_{AF95,1h}$ est le niveau de pression acoustique avec pondération fréquentielle A et pondération temporelle F, dépassé pendant 95% de 1 h.

Une reconnaissance préalable des lieux doit permettre d'évaluer les espaces pouvant être affectés par les bruits particuliers de la source et d'identifier les types d'occupation du sol. Pour chaque zone (ou chaque espace) touchée, c'est normalement le point sensible le plus exposé au bruit de la source qui doit être retenu comme point d'évaluation. Il peut aussi être requis d'évaluer le bruit au point sensible qui subit ou est susceptible de subir le plus important impact sonore si ce point est différent du précédent² ou au point sensible d'où sont formulées des plaintes. Lorsque plusieurs points sensibles sont exposés approximativement au même niveau de bruit en provenance de la source, l'un ou l'autre peut être retenu comme point d'évaluation représentatif d'un ensemble. On entend par point sensible une habitation, une institution, un terrain de camping, un lieu récréatif ou un terrain destiné à l'un de ces usages par règlement municipal. Le nombre et la sélection des points d'évaluation doivent permettre une évaluation adéquate du climat sonore.

Note : La présente section traite davantage de la sélection des points d'évaluation dans le but d'évaluer les impacts sonores de sources existantes ou projetées. Pour d'autres fins, tels la recherche, le développement ou des mesures en zones industrielles (non sensibles), la sélection des points d'évaluation sera faite en fonction des objectifs visés et des diverses contraintes présentes.

3. Appareil de mesure

3.1 Caractéristiques techniques des appareils de mesures

L'appareillage de mesurage doit être conçu pour déterminer le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A ($L_{Aeq, T}$) en pleine conformité avec la définition et l'équation mentionnées à l'annexe II. Lorsque un ou plusieurs termes correctifs doivent être évalués afin de déterminer le niveau acoustique d'évaluation, l'appareillage doit :

- pour la correction K_I , être conçu pour déterminer soit le L_{AFTm5} , soit chacun des $L_{AF \max}$ correspondant à chacun des impacts pendant l'intervalle de référence;
- pour la correction K_T , doit être conçu pour déterminer le $L_{Leq, T/(1/3oct)}$ (et si nécessaire une analyse en bande plus fine ou en FFT avec la fenêtre Hanning) ;
- pour la correction K_S relative au contenu en basse fréquence, être conçu pour déterminer le $L_{Ceq, T}$.

Pour l'analyse statistique, être conçu pour déterminer les indices statistiques $L_{AFN, T}$.

L'appareillage de mesure doit être conforme aux spécifications de la Publication CEI 651 pour les sonomètres de préférence de classe 1, mais au moins de classe 2. Pour fins d'interprétation des résultats, on assume que les mesures prises avec un sonomètre de classe 1 comportent une marge d'erreur de ± 1 dB, alors que les mesures prises avec un sonomètre de classe 2 comportent une marge d'erreur de $\pm 1,5$ dB. Les sonomètres intégrateurs doivent être conformes à la Publication CEI 804. On peut utiliser un autre

² Un point d'évaluation situé initialement en zone tranquille peut effectivement subir une plus grande dégradation du climat sonore qu'un autre point davantage exposé au bruit de la source fixe mais initialement situé en zone bruyante.

appareillage de mesurage (exemple un sonomètre de classe 0) à condition qu'il soit de performance équivalente ou supérieure en ce qui concerne les pondérations temporelles et fréquentielles et leurs tolérances.

3.2 Étalonnage

Un sonomètre doit être étalonné avant chaque série de mesures avec une source étalon. À la fin de chaque série, l'étalonnage doit être vérifié et la correction doit être notée. Si cette correction est supérieure à 0,5 dB, les relevés sonores sont invalidés.

La précision du sonomètre et de la source étalon doit être vérifiée une fois par année par un laboratoire possédant les accréditations nécessaires.

4. Relevés sonores

4.1 Emplacement et localisation du microphone

Pour fin d'application des critères ou des normes de bruit, le microphone doit être positionné à l'extérieur à une hauteur comprise entre 1,2 et 1,5 mètre au-dessus du sol, à plus de trois mètres de murs ou autres obstacles analogues susceptibles de réfléchir les ondes acoustiques et à plus de 3 mètres d'une voie de circulation.

Il peut exister des situations où il est opportun, nécessaire ou justifié d'évaluer le climat sonore à un récepteur dont la localisation nécessite un positionnement du microphone différent des consignes du précédent paragraphe. Le cas échéant, il est permis de positionner le microphone en fonction de la localisation réelle d'un tel récepteur en respectant les règles suivantes :

- on tend à maintenir la hauteur du microphone entre 1,2 et 1,5 mètre au-dessus de chaque niveau d'étage considéré;
- afin de minimiser l'influence des réflexions, les mesurages sont effectués dans la mesure du possible à trois mètres ou plus de toute structure réfléchissante, ou à 0,5 mètre en avant d'une fenêtre ouverte;
- si l'on est contraint de faire des mesurages entre 1 et 2 mètres de la façade d'un bâtiment, on soustraira 3 dB_A à la valeur mesurée pour estimer le niveau de pression acoustique incidente (cette règle n'est toutefois pas applicable en présence d'un bruit à caractère tonal).

Le microphone doit être placé du côté de la source par rapport à tout bâtiment ou au terrain affecté et protégé par une boule anti-vent ou l'équivalent. En zone sensible, ainsi qu'à toute habitation existante sans égard au zonage, toute évaluation du niveau de bruit réalisée pour la période de 7 h à 22 h, soit la période de jour à laquelle on ajoute les trois premières heures de la période de nuit, doit être faite préférentiellement à au moins 3 mètres d'un bâtiment et être situé sur n'importe quel point du terrain pour lesquels les résidents ou les bénéficiaires peuvent démontrer qu'il en font raisonnablement usage. Par ailleurs, toute évaluation du niveau de bruit réalisée pour la période de 22 h à 7 h (période de sommeil) doit préférentiellement être réalisée entre 3 et 6 mètres de toute chambre à coucher ou dortoir.

Dans le cas d'un terrain ou d'un lot non bâti, pour des mesures réalisées entre 7 h et 22 h, le microphone est localisé en tout point où un usage régulier des éventuels occupants est raisonnablement prévisible. Pour la période de 22 h à 7 h, lorsque l'on vise la protection du sommeil, le microphone doit être localisé le plus près possible de l'emplacement prévu des chambres ou des dortoirs. Si cet emplacement ne peut être déterminé, le microphone est localisé à l'endroit jugé le plus approprié au contexte.

4.2 Conditions météorologiques

Pour fin d'application des critères ou des normes, une mesure de bruit est jugée recevable si pendant cette mesure :

- la vitesse du vent n'a pas excédé 20 Km/h⁽³⁾;
- le taux d'humidité n'a pas excédé 90 % ;
- la chaussée était sèche et qu'il n'y avait pas de précipitation;
- la température ambiante est demeurée à l'intérieur des limites de tolérance spécifiées par le fabricant de l'équipement de mesure.

Note : Il peut être requis dans certains cas de déterminer le niveau acoustique d'évaluation pour des conditions météorologiques favorables à la propagation (principalement par vents porteurs ou lors d'inversions thermiques). Dans un tel cas, on peut le faire soit en prenant des mesures concomitamment à des conditions météorologiques favorables à la propagation, soit en prenant des mesures à plus long terme⁴. On procédera de la même façon s'il est requis en vertu des critères ou des normes applicables de déterminer le niveau acoustique d'évaluation sur un intervalle long terme.

4.3 Nombre, durée et programmation des relevés sonores

Les choix quant au nombre, à la durée et à la programmation de l'horaire des relevés sonores doivent être faits en considérant l'ensemble des contraintes logistiques et des caractéristiques des sources sonores ambiantes. Ces choix doivent être tels qu'ils nous assurent de l'atteinte des objectifs visés en termes de précision et de représentativité des données recueillies. L'annexe VI discute à titre informatif de l'élaboration de stratégies de mesures.

4.4 Mesure du bruit ambiant

Le bruit ambiant est mesuré de façon à représenter en tout point d'évaluation l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées. On privilégie les mesurages qui couvrent complètement les intervalles de référence. Cependant, des mesures prises sur des périodes plus courtes peuvent être extrapolées s'il est clairement démontré qu'elles sont représentatives du climat sonore prévalant pendant toute la période de référence, ou si elles permettent de l'estimer avec une précision suffisante. Les responsables des relevés doivent le cas échéant expliquer tout calcul et justifier toute hypothèse, extrapolation ou estimation supportant cette démonstration ou cette estimation.

³ Pour des cas spéciaux, telle une éolienne, un protocole de mesure peut accepter des vitesses plus grandes.

⁴ Dans le cas des mesurages à plus long terme, la durée programmée doit alors être suffisamment longue pour espérer couvrir les conditions de propagation favorables.

Lorsque la valeur mesurée du bruit ambiant est utilisée pour calculer la contribution sonore d'une source spécifique (conformément à la section 4.6), il est préférable que les conditions d'exploitation de cette source soient connues, représentatives de la réalité et notées. Par ailleurs, si les conditions d'exploitation de la source ne sont pas connues, il pourra être nécessaire de faire des mesures sur un plus long terme jusqu'à ce qu'une tendance nette puisse être établie.

Le bruit ambiant lorsqu'il est mesuré avant toute modification d'une situation existante (par exemple avant l'introduction d'une nouvelle source) constitue le bruit initial. Ce bruit initial pourra être subséquemment comparé au bruit ambiant mesuré après l'introduction d'une nouvelle source pour évaluer son impact, son acceptabilité ou sa conformité.

4.5 Mesure du bruit résiduel

Le bruit résiduel est mesuré en tout point d'évaluation en supprimant du bruit ambiant tous les bruits particuliers de la source visée⁵. Comme pour la mesure du bruit ambiant, on privilégie les mesurages qui couvrent complètement les intervalles de référence. Cependant, des mesures prises sur des périodes plus courtes peuvent être extrapolées s'il est clairement démontré qu'elles sont représentatives du climat sonore prévalant pendant toute la période de référence, ou si elles permettent de l'estimer avec une précision suffisante. Le rapport d'analyse devra le cas échéant expliquer tout calcul et justifier toute hypothèse, extrapolation ou estimation supportant cette démonstration ou cette estimation.

Dans le cas où il existe des difficultés pratiques (telle l'exploitation en continu) à l'interruption des bruits particuliers d'une source, l'évaluation du niveau de bruit résiduel peut être faite avec des méthodes alternatives adaptées à la situation. L'une de ces méthodes consistent à mesurer le bruit ambiant en un point de substitution situé préférentiellement dans le même quartier (ou un environnement similaire) et exposé au même bruit ambiant, sans toutefois être influencé par la source visée.

Lorsque le niveau de bruit résiduel sert à déterminer la valeur d'un critère, on utilise le $L_{Aeq,T}$ sans terme correctif (K_I , K_T ou K_S).

4.6 Calcul de la contribution d'une source

La contribution de la source visée peut être isolée ou estimée en soustrayant du «bruit ambiant» le «bruit résiduel» avec l'équation suivante :

$$L_{Aeq,T}(\text{source visée}) = 10 \times \log \left[10^{L_{Aeq,T}(\text{bruit ambiant})/10} - 10^{L_{Aeq,T}(\text{bruit résiduel})/10} \right]$$

Lorsque la source visée augmente le bruit résiduel de plus de 10 dB, le bruit ambiant peut être utilisé pour évaluer directement la contribution de la source.

⁵ Lorsque la source visée n'est qu'à l'état de projet, le «bruit résiduel» correspond au «bruit initial».

En ce qui concerne les termes correctifs, ceux-ci sont évalués pendant la mesure du bruit ambiant en tout point d'évaluation. On s'assure lors de la mesure du bruit résiduel que tout terme correctif est réellement imputable à la source visée.

N.B. : Il est important de s'assurer en utilisant l'équation précédente que la contribution des diverses sources au «bruit résiduel» demeurent relativement inchangées en importance et en durée lors de l'évaluation du «bruit ambiant». On s'assure ainsi que le calcul estime avec une précision acceptable la contribution sonore de la source.

5. Prévision du niveau acoustique d'évaluation

Dans certains cas, notamment lorsqu'une source n'est qu'à l'état de projet, le niveau acoustique d'évaluation pourra être basé sur des prévisions. Les études prévisionnelles doivent être annexées à toute demande de document officiel faite au ministère et inclure les informations suivantes⁶ :

- 5.1 l'identification, la description, la localisation et l'utilisation des équipements de production, d'épuration, de manutention ou de transport⁷ ainsi que de toute autre composante de la source visée susceptible de générer des bruits particuliers;
- 5.2 les prévisions de la contribution sonore de la source fixe et de tous les bruits particuliers qui lui sont associés (ceci inclut la description du modèle de propagation sonore utilisé ou des calculs prévisionnels effectués, ainsi que tous les paramètres, les données ou les hypothèses servant de base aux prévisions);
- 5.3 la détermination des termes correctifs applicables et le calcul des niveaux acoustiques d'évaluation pour chaque point d'évaluation;

Auquel s'ajoute pour tout projet de plus grande envergure :

- 5.4 l'évaluation de l'impact des activités de la source fixe sur l'augmentation du trafic routier et l'augmentation du bruit routier. (L'évaluation doit notamment traiter de l'impact de toute augmentation du bruit routier sur les perturbations du sommeil.

⁶ Des informations supplémentaires peuvent toutefois être exigées pour les projets soumis à la procédure d'évaluation des impacts.

⁷ En ce qui concerne les équipements de transport et de manutention, les données relatives à la circulation et la fréquence des déplacements doivent être mentionnées.

Annexe I

Explications complémentaires sur le niveau acoustique d'évaluation

Le niveau acoustique d'évaluation ($L_{Ar,T}$) est un indice de l'exposition au bruit qui contient d'une part, la description physique du bruit $L_{Aeq,T}$, mais aussi des termes correctifs pour des appréciations subjectives du type de bruit. Par exemple, pour le bruit d'une source fixe, $L_{Ar,T}$ introduit de termes correctifs (pénalisations) de 5 dB(A) pour les sons purs (bruit à caractère tonal), des corrections variables pour les bruits impulsifs (bruits d'impact).

Si à l'intérieur d'un intervalle de référence de durée T , on retrouve des intervalles de durées variables $T_1, T_2 \dots T_n$ (dont la somme totalise T) comportant des caractéristiques acoustiques distinctives, il peut être alors préférable d'évaluer séparément les niveaux acoustiques d'évaluation (L_{Ar,T_i}) pour chacun de ces intervalles. Par la suite, le niveau total d'évaluation pour le segment T est calculé avec l'équation suivante :

$$L_{Ar,T} = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n T_i 10^{L_{Ar,T_i}/10} \right) / T$$

Lorsqu'une évaluation est basée sur une ou plusieurs mesures et que ces mesures sont de plus courte durée que l'intervalle de référence T , des ajustements doivent être effectués, afin que l'évaluation soit représentative de la période sous des conditions normales d'exploitation.

Lorsqu'on évalue le niveau acoustique d'évaluation ($L_{Ar,T}$) pour une source spécifique, les valeurs du $L_{Aeq,T}$ et des termes correctifs K_I , K_T et K_S doivent isoler la contribution sonore attribuable à cette source spécifique. Le même principe prévaut pour la détermination du niveau acoustique d'évaluation ($L_{Ar,T}$) pour un regroupement de sources sonores.

Si plus d'un terme correctif est applicable à une source sonore, seul le plus élevé est retenu pour évaluer le niveau acoustique d'évaluation.

Annexe II

Explications complémentaires concernant $L_{Aeq, T}$

$L_{Aeq, T}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pour un intervalle de temps T qui commence à t_1 et termine à t_2 .

L'équation est la suivante :

$$L_{Aeq, T} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T_i 10^{L_{pAi}/10} \right) \quad \text{où}$$

L_{pAi} est le niveau de pression acoustique pondéré A pendant l'intervalle de temps T_i

Note : Le niveau sonore équivalent $L_{Aeq, T}$ représente la moyenne énergétique d'un son au cours de la mesure. Les bruits dans l'environnement sont rarement stables; le plus souvent ils sont variables en intensité. Pour cette raison, il est nécessaire de déterminer le niveau sonore moyen d'un bruit. Pour un bruit fluctuant, le niveau $L_{Aeq, T}$ est calculé de manière à ce qu'il possède le même contenu énergétique qu'un son continu de même valeur.

Lorsque le $L_{Ar, T}$ évalue spécifiquement la contribution sonore d'une source fixe en un point d'évaluation, le $L_{Aeq, T}$ doit être représentatif de la contribution sonore imputable à cette source.

Annexe III

Explications complémentaires concernant la correction K_i pour les bruits d'impact

Deux méthodes sont acceptées pour déterminer la correction K_i .

Méthode 1

Le terme correctif peut être obtenu directement en soustrayant deux paramètres mesurés par l'appareil. L'équation de correction est la suivante :

$$K_i = L_{AFTm5} - L_{Aeq, T} \quad \text{où}$$

Le L_{AFTm5} est mesuré directement par les appareils qui intègrent cet indice, conformément aux normes allemandes TA Lärm et VDI 2058.

Cette correction n'est applicable que s'il y a des bruits d'impact (voir définition) et que la différence est plus grande que 2 dB.

Méthode 2

Si l'indice L_{AFTm5} n'est pas disponible avec un appareil de mesure, la correction K_i peut être évaluée avec l'équation suivante :

$$K_i = 10 \log \left(\frac{L_m}{5} \times 10^{\frac{L_{Aeq} - L_m}{10}} - \frac{L_{Aeq}}{5} \times 10^{\frac{L_{Aeq} - L_m}{10}} \right) \quad \text{où}$$

$L_m \leq T$ $f \leq T_{(sec)}$ L_{Aeq}

L_i (niveau équivalent du bruit d'impact) est le calcul de la moyenne logarithmique des niveaux maximum ($L_{AF \max}$) sur la réponse rapide "fast" imputables aux bruits d'impact qui se produisent durant la période de référence et qui sont perçus au point d'évaluation. La valeur de L_i se calcule avec l'équation suivante :

$$L_i = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m 10^{\frac{dB_n}{10}} \right) \quad \text{où}$$

dB_n = niveau maximum ($L_{AF \max}$) sur la réponse rapide "fast" correspondant au n ème bruit d'impact durant la période de référence;

m = nombre d'impacts admissibles pendant la période de référence. Le nombre d'impact admissible est égal au nombre d'impact réel si en aucun moment la cadence des impacts est

plus grande que 1 impact par 5 secondes. Cependant, lorsque pour une partie ou la totalité

de la période de référence, la cadence des impacts est plus grande que 1 impact par 5 secondes, le nombre d'impacts admissibles ne peut dépasser 1 impact par 5 secondes pour la partie ou la totalité de la période de référence.

Malgré ce qui précède, aucune correction n'est ajoutée lorsque K_i est égal ou inférieur à 2 dB.

Annexe IV

Explications complémentaires concernant la correction K_t pour le bruit à caractère tonal

Un terme correctif K_t de 5 dB est applicable lorsqu'un bruit à caractère tonal est clairement audible et que la bande de tiers d'octave qui le comprend dépasse les bandes adjacentes d'une valeur égale ou supérieure à celles inscrites au tableau 4. Si plus d'une composante tonale répondent à ces critères, un seul terme correctif demeure applicable. Les bandes de tiers d'octave mesurées et analysées vont de 16 à 20 000 Hz.

Tableau 4 Critères pour l'application d'une correction au bruit à caractère tonal

Fréquence émergente en Hz	141 Hz et moins	141 à 440 Hz	440 Hz et plus
Bande passante de tiers d'octave	125 Hz et moins	160 à 400 Hz	500 Hz et plus
Dépassement des bandes adjacentes (dB linéaire)	15 dB et plus	8 dB et plus	5 dB et plus

Si une fréquence émergente (en Hz) du bruit à caractère tonal s'approche de la limite de deux bandes de tiers d'octave adjacentes, les critères du tableau 4 deviennent techniquement nuls. Aussi, avant de conclure qu'un terme correctif n'est pas applicable, il conviendra lors de l'analyse d'un bruit à caractère tonal, d'identifier la valeur de la fréquence émergente. Si cette fréquence s'approche de la limite de deux bandes de tiers d'octave, l'analyse en bandes plus fines (1/12 d'octave, 1/24 d'octave, FFT avec la fenêtre Hanning) peut alors s'avérer utile, voire nécessaire⁸, pour évaluer la pertinence d'appliquer un terme correctif. L'analyse en bandes fines peut aussi s'avérer utile pour une meilleure compréhension de certaines problématiques singulières.

Malgré ce qui précède, aucune correction n'est appliquée si le niveau sonore pondéré A de la bande de tiers d'octave qui contient une fréquence proéminente est inférieur de 15 dB ou plus au niveau sonore en dB_A de tout le spectre.

⁸ Cette analyse peut être évitée si l'existence d'une fréquence importune n'est aucunement mise en doute.

Annexe V

Informations complémentaires concernant les termes correctifs pour certaines situations spéciales, K_S

Un terme correctif peut être appliqué face à certaines situations spéciales notamment :

- 5 dB_A pour tout bruit de basse fréquence, c'est à dire un bruit dont les caractéristiques fréquentielles font que le $L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T} \geq 20$ dB; toutefois cette correction est applicable exceptionnellement si la mesure est accompagnée d'une démonstration que le bruit de basse fréquence est la cause de nuisance accrue à l'intérieur de bâtiment à vocation résidentielle ou l'équivalent;
- 5 dB_A pour tout bruit perturbateur comportant des éléments verbaux, musicaux ou porteurs d'information (signaux sonores).

Note : Lorsque les éléments verbaux, musicaux ou porteurs d'information constituent l'essentiel du bruit perturbateur, l'application de la pénalité ne pose pas de problème. Si tel n'est pas le cas, il faut que ces éléments contribuent significativement au bruit de la source pour que la pénalité s'applique. S'il est possible de mesurer isolément la contribution d'éléments verbaux, musicaux ou porteurs d'information en provenance d'une source sonore, cette contribution sonore ne devrait pas être de plus de 2 dB inférieur à la contribution sonore totale de la source pour justifier l'application d'une pénalité.

Annexe VI (informatif)

Nombre, durée et programmation des relevés sonores

Il n'existe pas de règle simple et rapide pour déterminer le nombre, la durée et la programmation de l'horaire des relevés sonores, pas plus qu'il n'existe de recette pour lister les paramètres qui seront mesurés ou encore préciser la nature des remarques et des observations qu'il convient de noter concomitamment aux mesures. Toutefois, les trois étapes suivantes peuvent être considérées comme des préalables à la détermination de ces paramètres :

- définition des objectifs poursuivis;
- connaissance des spécificités acoustiques du milieu concerné;
- identification de toute autre contrainte.

a) Définition des objectifs poursuivis par les mesures

La première étape consiste à définir ou préciser les objectifs poursuivis par les mesures. Ces objectifs peuvent varier énormément allant du simple besoin de connaître le niveau de bruit ponctuel d'un équipement jusqu'à l'évaluation détaillée de l'impact sonore d'une source complexe et fluctuante dans un milieu ambiant lui-même acoustiquement chaotique. Dans le premier cas, quelques relevés de courte durée des niveaux sonores moyens suffiront, alors que dans l'autre cas des mesures sur plusieurs jours incluant l'enregistrement de plusieurs paramètres pourront s'avérer nécessaires. D'autres considérations, telles la possibilité d'intenter des recours juridiques⁹ ou d'utiliser les relevés pour la planification ultérieure de mesures correctives, peuvent aussi largement influencer la complexité, la précision et la nature des relevés sonores.

b) Connaissance du milieu

La deuxième étape consiste à décrire les caractéristiques essentielles des principales sources de bruit dont est composé l'environnement sonore (en tout point où des mesures sont prévues). Cette caractérisation peut notamment inclure les éléments suivants :

- identification et détermination des caractéristiques des sources de bruit existantes;
- acquisition de connaissances et d'informations sur les procédés et les équipements de production, les habitudes et pratiques d'exploitation relatives à la source fixe;
- appréciations subjectives et témoignages des experts, des inspecteurs, des plaignants ou de l'exploitant;
- analyse des informations, des données ou des relevés sonores disponibles au dossier le cas échéant;
- détection de possibles pénalisations (impacts, fréquence importune, autres).

⁹ Toutefois, lorsque des mesurages sont effectués à des fins d'enquêtes ou pour des poursuites pénales, les mesurages couvriront préférablement tout l'intervalle de référence mentionné dans les critères ou les normes, avec une surveillance simultanée des conditions d'exploitation et des conditions ambiantes.

Les éléments précédents seront évidemment documentés avec un niveau de détails et de minutie correspondant à l'envergure des objectifs poursuivis.

c) Identification de toute autre contrainte

Tout autre facteur ou contrainte pouvant influencer de façon significative la stratégie doit être identifié, évalué et considéré. Ces contraintes peuvent être de nature diverse selon les circonstances. Citons les contraintes associées aux limites techniques de l'appareillage, les contraintes logistiques, les contraintes météorologiques, les contraintes d'exploitation et les contraintes sociales et humaines.

Contraintes liées à l'appareillage : Le niveau de sophistication technique de l'appareillage de mesure à notre disposition peut influencer largement la stratégie de mesure à privilégier. Lorsqu'un sonomètre est limité dans ses performances, il peut être nécessaire de procéder à des relevés supplémentaires pour obtenir toutes les données nécessaires à l'évaluation du climat sonore. Il peut même s'avérer impossible d'évaluer certaines corrections prévues dans la présente méthode. À l'opposé, lorsqu'un sonomètre est très performant, ceci rend possible l'usage de stratégie plus élaborée ou innovatrice¹⁰.

Contraintes logistiques : Ces contraintes concernent le transport et la manutention du matériel ainsi que la disponibilité des moyens et accessoires nécessaires aux mesures en un point d'évaluation. Pour des mesures de longue durée par exemple, il faut qu'il soit possible d'installer l'équipement à l'intérieur, d'avoir des prises électriques, et un orifice permettant de passer la connexion reliant le sonomètre au microphone extérieur.

Contraintes météorologiques : Il faut évidemment tenir compte des prévisions météorologiques puisque les mesures prises sous des conditions non conformes sont invalidées. De plus, dans certains cas spécifiques, on cherchera à faire des mesures dans des conditions météorologiques précises (vent portant, inversion thermique, etc).

Contraintes sociales, culturelles, humaines : Ces contraintes concernent la perception, l'implication, la collaboration ainsi que les habitudes de vie des collectivités.

Programmation des mesures

Une fois les étapes précédentes réalisées, il revient à l'analyste du dossier de mettre au point la stratégie. Ce processus relève davantage de l'art que de la technique. Le tableau 1 de la page suivante propose quelques exemples de stratégie qui sont fonction à la fois des objectifs à atteindre et de la nature des mesures. Toutefois, ces exemples ne doivent pas être perçus comme des références absolues.

¹⁰ Avec un sonomètre très performant, une stratégie possible et souple consiste à mesurer en continue pendant plusieurs jours en enregistrant plusieurs paramètres. L'analyse de ces paramètres avec un logiciel approprié, permet de dresser un portrait fort documenté du climat sonore et de la contribution des sources visées par l'étude.

Tableau 1 Exemple de stratégie de mesure du bruit¹¹

Objectif de l'évaluation	Nature de la mesure à effectuer		
	Bruit ambiant	Source stable (continue) ¹²	Source aléatoire (fluctuante)
Évaluation sommaire ¹³	- 5 à 10 minutes si le bruit est relativement stable (ou très faible, c'est-à-dire inférieur à 45dB le jour et 40 dB la nuit) - 20 à 60 minutes si le bruit est relativement chaotique +Prise de notes terrains	- 4 à 5 échantillons $L_{Aeq,30\text{ sec}}$, si l'écart des résultats < 3 dB - 8 à 10 échantillons $L_{Aeq,30\text{ sec}}$, si l'écart entre les résultats ≥ 3 et <5 dB) Indices statistiques et si justifié, analyse 1/3 oct.	20 à 60 minutes d'échantillonnage programmé le plus judicieusement possible +Prise de notes terrains +Paramètres d'évaluation du $L_{Ar,T}$ si des termes correctifs sont applicables
Évaluation de la conformité	Couvrir l'intervalle de référence en continue ¹⁴ +Prise de notes terrains	- 4 à 5 échantillons $L_{Aeq,30\text{ sec}}$, si l'écart des résultats < 3 dB - 8 à 10 échantillons $L_{Aeq,30\text{ sec}}$, si l'écart entre les résultats ≥ 3 et <5 dB) Indices statistiques et si justifié, analyse 1/3 oct.	Au moins 60 minutes en continue +Prise de notes terrains (les conditions du bruit ambiant doivent être similaires à celles prévalant lors de son évaluation) +le cas échéant, les paramètres d'évaluation du $L_{Ar,T}$
Évaluation détaillée □	Profil complet sur 12 heures de jour, 3 heures de soirée et les 9 heures de nuit. (avec les $L_{Aeq,1h}$, évaluation des $L_{Ar,T}$ et les notes terrains (jour de la semaine ou, si requis, jour de fin de semaine)	Mêmes échantillons que ceux mentionnés ci haut, mais avec en plus une mesure continue de 20 à 60 minutes avec indices statistiques par bande de 1/3 octave et toutes les notes terrains	Profil complet pour chaque heure de production au cours d'une journée. +le cas échéant, les paramètres d'évaluation du $L_{Ar,T}$ +notes terrains
□ et de long terme	Durée suffisante pour couvrir les diverses conditions de bruit ambiant et de météo	Durée suffisante pour couvrir les diverses conditions de météo	Durée suffisante pour couvrir les diverses conditions d'exploitation ou de météo

¹¹ Ces exemples sont fournis à titre indicatif seulement, chaque situation étant jugée selon ses spécificités.

¹² Un échantillon n'est valable que si la source fixe était clairement émergente pendant le relevé.

¹³ L'évaluation sommaire peut poursuivre différents buts notamment documenter une problématique, identifier une empreinte acoustique, de déterminer le niveau sonore prévalant à un moment précis ou pour planifier des mesures plus détaillées.

¹⁴ Cette mesure est faite sans exploitation de la source fixe. Elle sera souvent effectuée au moment de la journée où le bruit ambiant est au plus faible.

Partie 3 - Engagement / bruit

1. Limitation du bruit émis

Dans le cadre de la demande de certificat d'autorisation (ou d'autorisation) déposée au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs concernant **(inscrire le type de projet)** :

(Nom de la compagnie)

s'engage à ce que le niveau acoustique d'évaluation imputable à ses activités exercées au **(adresse ou numéro de lot - municipalité)**

soit inférieur, en tout temps, pour tout intervalle d'une heure continue et en tout point d'évaluation du bruit, au plus élevé des niveaux sonores suivants :

- le niveau de bruit résiduel (bruit qui perdure à un endroit donné, dans une situation donnée, lors de l'arrêt complet des opérations de l'entreprise), ou
- le niveau maximal permis selon le zonage et la période de la journée, tel que mentionné au tableau suivant :

Zonage	Nuit (dB _A)	Jour (dB _A)
I	40	45
II	45	50
III	50	55
IV	70	70

Catégories de zonage

Zones sensibles

- I : Territoire destiné à des habitations unifamiliales isolées ou jumelées, à des écoles, hôpitaux ou autres établissements de services d'enseignement, de santé ou de convalescence. Terrain d'une habitation existante en zone agricole.
- II : Territoire destiné à des habitations en unités de logements multiples, des parcs de maisons mobiles, des institutions ou des campings.
- III : Territoire destiné à des usages commerciaux ou à des parcs récréatifs. Toutefois, le niveau de bruit prévu pour la nuit ne s'applique que dans les limites de propriété des établissements utilisés à des fins résidentielles. Dans les autres cas, le niveau maximal de bruit prévu le jour s'applique également la nuit.

Zones non sensibles

- IV : Territoire zoné pour fins industrielles ou agricoles. Toutefois, sur le terrain d'une habitation existante en zone industrielle et établie conformément aux règlements municipaux en vigueur au moment de sa construction, les critères sont de 50 dBA la nuit et 55 dBA le jour.

La catégorie de zonage est établie en vertu des usages permis par le règlement de zonage municipal. Lorsqu'un territoire ou une partie de territoire n'est pas zoné tel que prévu, à l'intérieur d'une municipalité, ce sont les usages réels qui déterminent la catégorie de zonage.

Le jour s'étend de 7 h à 19 h, tandis que la nuit s'étend de 19 h à 7 h.

Ces critères ne s'appliquent pas à une source de bruit en mouvement sur un chemin public.

2. Méthode de mesure du bruit

Aux fins d'application du présent engagement, le bruit est mesuré suivant la «Méthode de référence pour la mesure du bruit et pour la détermination du niveau acoustique d'évaluation »

J'atteste que j'ai pris connaissance des conditions de cet engagement et j'accepte de respecter tous et chacun des critères qui s'appliquent au présent projet.

Signature : _____

Nom :

Date :

Nom de la compagnie :

Annexe C

Intrants et données utilisés pour la modélisation de la propagation sonore



ENVIRONMENTAL SERVICES GROUP

H357755 - GuoAo Li Moblan Project

ENVIRONMENTAL SERVICES

CALCULATION

FOR

Noise and Vibration Propagation Sources Register - Inputs for Study

A	2/8/2019	Client Review	B. Khy	M. Choy	M-C Patoine	
REV	Date	Description of Issue	Originator	CHKD	Project Manager	

Electronic documents, once printed, are uncontrolled and may become outdated.

HATCH

PROJECT NUMBER: H357755
 PROJECT: Moblan Lithium Project
 AREA: Plant Wide
 AREA DESCRIPTION: General
 CALCULATION: Noise and Vibration Propagation Sources Register - Inputs for Study
 DOCUMENT NUMBER: H357755
 BY: Bonira Khy ing, Jr.
 DATE: 2019-02-08
 REVISED: -

DONNÉES DU PROJET

Item

Enter values under each octave band and read dBA and Linear (dBZ) on right

Octave band from supplier	ID	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Tot. A weight	Tot.	Source/Ref
Conveyor	Cnvyr	88.0	86.0	88.0	83.0	86.0	81.0	78.0	71.0	59.0	86.7	93.9	Kenn/Tarkrf
Dozer (D8)	Dozer_D8	39.4	112.3	104.5	102.2	96.8	98.9	102.7	98.3	95.2	106.8	114.1	From Tim, Hatch's measurements
Haul Truck (HD465-7)	HaulTruck	39.4	106.1	110.1	106.2	107.9	105.7	107.0	105.1	103.2	112.9	115.9	From Tim, CAT Dump truck, Hatch's measurements
Loader (WA500-A)	Loader	39.4	102.2	106.1	102.6	104.2	102.0	103.8	102.0	100.1	109.6	112.2	From Tim, Hatch's measurements
Compressor 300 HP	Comp_300HP	103.5	103.5	102.5	100.5	100.5	102.5	106.5	105.5	101.5	111.4	112.9	ENC, 15 blades, 3600 rpm, Rotary, ext noise level method 2, 224 kW
Compressor 50 HP	Comp_50HP	100.0	95.0	95.0	94.0	97.0	100.0	100.0	98.0	95.0	105.6	107.3	ENC, SPL @ 1m
Compressor 200 HP	Comp_200HP	101.7	101.7	100.7	98.7	98.7	100.7	104.7	103.7	99.7	109.6	111.1	ENC, 15 blades, 3600 rpm, Rotary, ext noise level method 2, 2149 kW
Compressor 350 HP	Comp_350HP	104.2	104.2	103.2	101.2	101.2	103.2	107.2	106.2	102.2	112.1	113.6	ENC, 15 blades, 3600 rpm, Rotary, ext noise level method 2, 261 kW
Primary Crusher DC Fan	FAN_110_285	114.8	112.8	106.8	109.8	106.8	112.8	99.8	97.8	96.8	114.0	119.5	ENC, 30 blades, 1500 RPM, 4500 pa, Radial >1m
Cone Crusher DC Fan	FAN_110_385	119.6	117.6	111.6	114.6	111.6	117.6	104.6	102.6	101.6	118.8	124.3	ENC, 30 blades, 1500 RPM, 4500 pa, Radial >1m
Ore Sorting dust collection fan	Ore_sort	116.6	114.6	108.6	111.6	108.6	114.6	101.6	99.6	98.6	115.8	121.3	ENC, 30 blades, 1500 RPM, 4500 pa, Radial >1m
Concentrate drying DC Fan	FAN_110_120	117.8	115.8	109.8	112.8	109.8	115.8	102.8	100.8	99.8	117.0	122.5	ENC, 30 blades, 1500 RPM, 4500 pa, Radial >1m
Crushed Ore Bin Vent Fan	FAN_210_015	117.8	115.8	109.8	112.8	109.8	115.8	102.8	100.8	99.8	117.0	122.5	Hyp : Same as FAN_110_120
Mine Pit	MinePit	119.3	126.8	129.4	121.5	118.8	115.8	113.7	108.7	103.4	122.0	132.4	
Loader (WA500-A)		39.4	102.2	106.1	102.6	104.2	102.0	103.8	102.0	100.1	109.6	112.2	From Tim, Hatch's measurements
Shovel - PC-1250-8R		115.4	123.7	125.1	117.4	115.3	111.8	109.3	102.6	94.5	117.9	128.5	https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80101/103931E.pdf
Shovel - PC-1250-8R		115.4	123.7	125.1	117.4	115.3	111.8	109.3	102.6	94.5	117.9	128.5	https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80101/103931E.pdf
SANDVICK D25KS Drill		112.2	110.6	123.4	114.5	107.6	107.9	106.3	103.5	97.8	114.3	124.7	https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80101/103931E.pdf (P&H 250XPC)
Construction													
Area source	Construct	45.4	127.1	121.3	118.8	117.3	116.9	121.4	107.9	99.1	124.4	129.9	
Loader		39.4	120.0	112.0	111.0	105.0	104.0	102.0	99.0	90.0	109.7	121.3	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Loader		39.4	120.0	112.0	111.0	105.0	104.0	102.0	99.0	90.0	109.7	121.3	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements

Dozer		39.4	113.0	102.0	104.0	101.0	100.0	106.0	90.0	84.0	108.6	114.8	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Dozer		39.4	113.0	102.0	104.0	101.0	100.0	106.0	90.0	84.0	108.6	114.8	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Tracked Excavator			105.0	114.0	103.0	103.0	99.0	97.0	92.0	83.0	105.5	115.3	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Tracked Excavator			105.0	114.0	103.0	103.0	99.0	97.0	92.0	83.0	105.5	115.3	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Dump Truck			114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6	117.9	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Dump Truck			114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6	117.9	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Dump Truck			114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6	117.9	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Dump Truck			114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6	117.9	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Dump Truck			114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6	117.9	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Dump Truck			114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6	117.9	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Dump Truck			114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6	117.9	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Dump Truck			114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6	117.9	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Dump Truck			114.0	107.0	107.0	107.0	107.0	112.0	97.0	88.0	114.6	117.9	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Vibratory roller			118.0	110.0	101.0	100.0	98.0	93.0	87.0	82.0	103.1	118.8	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Point source													
Pile Driver (impact)	Piling		113.7	113.7	113.7	120.7	114.7	109.7	106.7	101.7	120.4	123.7	AshBridgesBayTreatmentPlant, Hatch's measurements
Mobile Crusher	Crusher	2.8	120.8	122.8	121.8	118.8	114.8	111.8	106.8	101.8	120.7	127.7	https://www.freymondlumber.ca/files4docs/HWA%20Acoustic%20Assessment%20Dec%2015%202016.pdf
Concrete batch plant	ConcPlant	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	83.0	85.5	https://www.fhwa.dot.gov/Environment/noise/construction_noise/handbook/handbook09.cfm
Generator 1.5 MW	Genset		119.3	128.3	119.3	110.3	104.3	104.3	102.3	105.3	116.5	129.4	http://s1.q4cdn.com/240714812/files/doc_downloads/doc_rainriver/volume%203/Vol3_AppR-1_RRP_Final_EA_Acoustic_Assess.pdf

General

	<u>Unit</u>	<u>Value</u>
Working days	day	350
Working hours	h/d	
Maximum heavy equip operators	Workers/h	15

Annexe XVI

Plan préliminaire de fermeture et de restauration (Hatch, 2019)

Rapport

Plan préliminaire de réaménagement et de restauration

H357755-00000-200-066-0019

2019-03-25	0	Utilisation	<p>Kafyeke, Terri</p> <p><small>Signature numérique de Kafyeke, Terri Date: 2019.03.27 14:09:04 -0400'</small></p> <p>T. Kafyeke</p> <p>Bitsko, Duke</p> <p><small>Digitally signed by Bitsko, Duke DN: cn=Bitsko, Date: 2019.03.27 17:23:18 -0400'</small></p> <p>D. Bistko</p>	<p>Novotni, Jean</p> <p><small>Signature numérique de Novotni, Jean Date: 2019.03.26 12:49:20 -04'00'</small></p> <p>J. Novotni</p>	 <p>M.-C. Patoine</p>	 <p>Jin Gao, Presidente de Lithium Guo AO Ltée</p>
DATE	RÉV.	STATUT	PRÉPARÉ PAR	VÉRIFIÉ PAR	APPROUVÉ PAR	APPROUVÉ PAR
HATCH						Client

Avertissement

Le présent rapport a été préparé, et les travaux qui y sont mentionnés ont été réalisés, par Hatch, exclusivement à l'intention de Lithium Guo AO Ltée., qui a été impliqué directement dans l'élaboration de l'énoncé des travaux avec son ingénieur DRA-MetChem, et qui en comprend les limites. La méthodologie, les résultats, les conclusions et les recommandations cités au présent rapport sont fondés uniquement sur l'étendue des travaux convenus avec Lithium Guo AO Ltée pour le projet Moblan Lithium et assujettis aux exigences en matière d'échéancier et de budget, telles que décrites dans l'offre de service et dans le contrat gouvernant la production de l'Étude d'impact sur l'environnement.

L'utilisation de ce rapport, le recours à ce dernier ou toute décision fondée sur son contenu par un tiers demeure la responsabilité exclusive de ce tiers. Hatch n'est pas responsable d'aucun dommage subi par un tiers suite à l'utilisation en tout ou en partie, de ce rapport ou de toute décision basée sur son contenu.

Les conclusions, les recommandations et les résultats cités au présent rapport :

- I. Ont été élaborés conformément au niveau de compétence attendu de professionnels exerçant des activités dans des conditions et champs d'expertise similaires;*
- II. Sont établis selon le meilleur jugement de Hatch en fonction des informations recueillies et disponibles au moment de la préparation de ce rapport;*
- III. Sont valides uniquement à la date du rapport;*
- IV. Sont fondées en partie sur de l'information développée par des tiers, dont Hatch, sauf indication contraire, se dégage de toute responsabilité en rapport avec l'exactitude; et,*
- V. Les conditions, stabilité ou sécurité des ouvrages pourraient changer avec le temps (ou ont possiblement déjà changé) à cause de forces naturelles ou d'interventions humaines, et Hatch n'accepte aucune responsabilité pour les impacts de ces changements sur la précision ou la validité des opinions, conclusions et recommandations émis dans ce rapport.*

Le présent rapport doit être considéré dans son ensemble et ses sections ou ses parties ne doivent pas être utilisées ou comprises hors du contexte de ce rapport.

Si des différences venaient à se glisser entre la version préliminaire (ébauche) et la version définitive de ce rapport, la dernière version prévaudrait.

Finalement, rien dans ce rapport n'est mentionné avec l'intention de fournir ou de constituer un avis juridique ou une base d'évaluation financière.

Table des matières

1. Renseignements généraux	1
1.1 Identification du requérant	1
1.2 Emplacement du terrain	2
1.3 Géologie et minéralogie.....	4
1.4 Historique du site visé par le plan de restauration.....	9
1.5 Autorisations diverses	11
2. Description des activités minières	14
3. Mesures de protection, de réaménagement et de restauration.....	14
3.1 Sécurité des aires de travail et des ouvertures au jour.....	14
3.2 Démantèlement des bâtiments et des infrastructures.....	15
3.3 Gestion des équipements et de la machinerie lourde.....	18
3.4 Aires d'accumulation	18
3.5 Infrastructures de gestion de l'eau.....	20
3.6 Changements climatiques	20
3.7 Réhabilitation du terrain.....	21
3.8 Produits pétroliers et chimiques, et matières résiduelles dangereuses et non dangereuses	21
4. Programme de suivi et d'entretien post-restauration	22
4.1 Suivi et entretien de l'intégrité des ouvrages.....	22
4.2 Suivi environnemental	22
4.3 Suivi agronomique	24
5. Plan d'urgence.....	25
6. Mesures applicables en cas de cessation temporaire.....	26
Références	28

Liste des tableaux

Tableau 1-1: Personnes ayant réalisé le plan de restauration.....	2
Tableau 1-2 : Distribution relative des lithologies et pegmatite (EXP, 2019).....	8
Tableau 1-3: Caractérisation selon l'annexe II de la D019	9
Tableau 1-4: Historique des travaux et relevés effectués sur la propriété Moblan	9
Tableau 1-5: Autorisations, approbations, permis et certificats environnementaux, baux pour le projet Moblan Lithium	11
Tableau 4-1: Fréquences de prélèvement en période postexploitation.....	23
Tableau 4-2: Paramètres à mesurer pour le suivi postexploitation	23
Tableau 4-3: Paramètres à mesurer pour le suivi post-restauration	24

Liste des figures

Figure 1-1: Emplacement géographique du site du lac Moblan.....	3
Figure 1-2: Géologie régionale (SOQUEM, 2016).....	5
Figure 1-3: Géologie locale (SOQUEM, 2016).....	6
Figure 3-1: Concept préliminaire de restauration du site.....	15
Figure 4-1: Schéma décisionnel du suivi post-restauration (MDDEP, 2012).....	24

Annexes

Annexe A Grille de validation du contenu du plan de restauration

Annexe B Analyse comparative des scénarios de restauration

1. Renseignements généraux

1.1 Identification du requérant

Lithium Guo AO, une compagnie privée canadienne et enregistrée au Québec le 5 décembre 2016. Lithium Guo AO est principalement engagée dans l'acquisition, l'exploration, le développement et l'opération de mines de lithium au Canada. Lithium Guo AO est détenue à 100% par la compagnie *Guo Ao Mining Investment International Limited*, enregistrée aux Îles Caïmans, et propriété de *Shenzhen Guo Ao Mining International Investment LP* (Shenzhen, Chine).

- Le site minier est situé aux coordonnées suivantes (centre de la propriété):

UTM (NAD-83) 18N 506620.60 mE, 5620503.70 mN

- L'adresse de la compagnie au Québec est :

Lithium Guo AO Ltée.

1755 chemin Rockland
Mont-Royal, Québec, Canada H2P 3Y5

Jin Gao (*PDG*)

gaoj@neoteclithium.com

514-738-6888

- Le requérant a mandaté Hatch Ltée. pour préparer le plan de restauration.

Hatch Ltée.

5 Place Ville Marie, Suite 1400
Montréal, Québec, Canada H3B 2G2
514-861-0583

Marie-Christine Patoine (*Directrice régionale, Services en environnement*)

marie-christine.patoine@hatch.com

514-864-5509

- Le Tableau 1-1 présente les personnes ayant réalisé le plan de restauration et les documents qui s'y rattachent.

Tableau 1-1: Personnes ayant réalisé le plan de restauration

Nom	Coordonnées	Profession	Fonction
Terri Kafyeke	terri.kafyeke@hatch.com	Biologiste	Rédaction du plan de restauration
Duke Bitsko	duke.bitsko@hatch.com	Architecte en aménagement paysager	
Nick Betts	nick.betts@hatch.com	Architecte en aménagement paysager	
Derek Li	derek.li@hatch.com	Ingénieur géotechnique	Révision – analyse des scénarios de restauration de l'aire d'accumulation
Éric Léger	eric.leger@hatch.com	Agronome	Révision – végétalisation et suivi agronomique

Puisque le site n'est pas encore exploité, aucune personne n'a été désignée responsable en cas d'arrêt temporaire ou définitif des activités.

1.2 Emplacement du terrain

Le projet de Moblan Lithium propose l'implantation d'une mine et d'un concentrateur de lithium sur le site du Lac Moblan. Ce site, dont l'emplacement est montré à la Figure 1-1, est situé au sud de la route du Nord dans le territoire conventionné de la Baie-James. Il est localisé dans la région du Eeyou Istchee Baie-James à environ 80 km au nord-ouest de la ville de Mistissini.

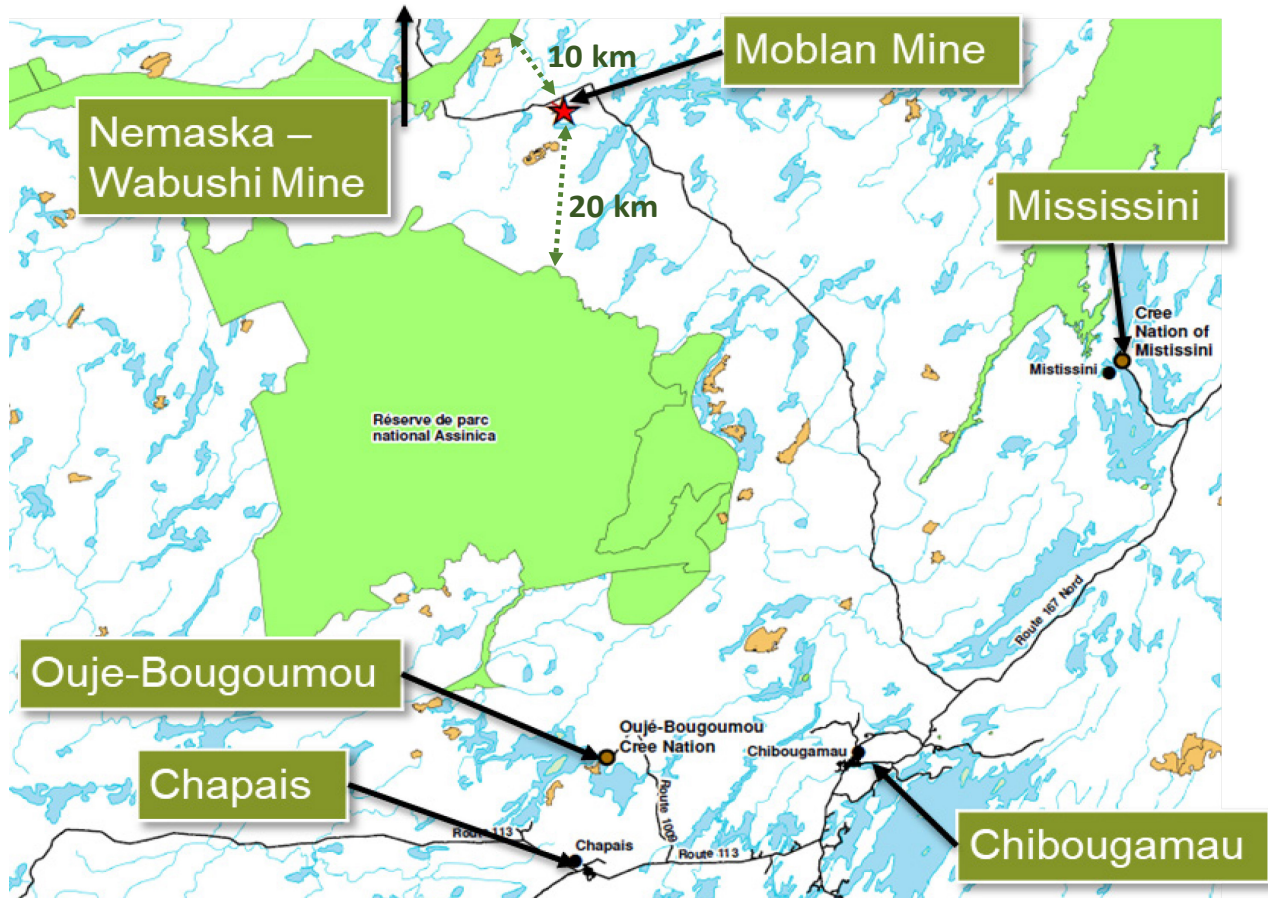


Figure 1-1: Emplacement géographique du site du lac Moblan

La propriété Moblan est constituée de 20 titres miniers contigus couvrant une superficie d'environ quatre kilomètres carrés (4,33 km²). Lithium Guo A Ltée (60%) et Neotec Lithium (Québec) Ltée (40%) sont détenteurs enregistrés auprès du MERN pour l'ensemble des titres. Les titres miniers sont illustrés à la Carte A fournie au Vol. 2 de L'ÉIES.

La superficie du terrain délimité par les claims miniers détenus par Lithium Guo AO et Neotec Lithium est insuffisante pour implanter une aire de co-disposition des résidus et des stériles, la halde de mort-terrain, le concentrateur et toutes les infrastructures nécessaires au projet. Les droits d'exploration minière des terrains adjacents, entre les claims du Lac Moblan et la route du Nord, sont détenus par Osisko qui vient de s'en porter acquéreur en 2018. Ces droits étaient jusqu'alors détenus par Beaufield Resources. Lithium Guo AO est présentement en négociation avec Osisko pour acquérir des droits d'installation d'infrastructures minières sur ces claims montrés également à la Carte A.

1.3 Géologie et minéralogie

1.3.1 Géologie régionale

Le site se trouve dans la *Province supérieure du Bouclier canadien*, une formation datant de l'âge Précambrien (vieille de 2,5 milliards d'années) qui est prédominante dans le nord du Québec. Plus localement, le secteur de Frotet (où se trouve le site) est localisé à l'intérieur de la ceinture de roches vertes de Frotet-Evans. Cette ceinture de roches vertes se compose d'un assemblage de deux piles volcaniques séparées par un bassin sédimentaire. Ces piles volcaniques consistent en une séquence de basaltes tholéitiques et de ferro-tholéiites interstratifiés à des coulées de lave mineures et des roches pyroclastiques calco-alcalines. Le bassin sédimentaire est majoritairement composé de siltstone, de mudstone et de wacke.

Le secteur de Frotet, situé à l'est de la ceinture de roches vertes de Frotet-Evans, est entouré de gneiss et de granitoïdes qui ont subi l'intrusion de granodiorite post-tectonique et de tonalité. Ce secteur est composé de filons-couches et de digues de volcanites ultramafiques et de porphyritiques alcalines. Ces filons-couches et digues sont présents sous la forme d'une série de crêtes rocheuses irrégulières qui se développent du nord-ouest au sud-est et du nord au sud.

Selon le rapport de (SOQUEM, 2016), l'anticlinal Frotet divise le secteur en deux domaines volcaniques possédant chacun une structure qui leur est propre. La partie située au nord est caractérisée par une schistosité régionale prépondérante du nord-est au nord-nord-est tronquée par des failles longitudinales inverses du sud-est et des failles décrochantes de l'est-nord-est à l'est-ouest. Dans la partie sud, ces particularités géologiques sont orientées de l'est-sud-est vers le sud-est, là où des failles inverses à l'échelle régionale intersectent de larges synclinaux. La Figure 1-2 présente la composition de la géologie régionale autour du site.

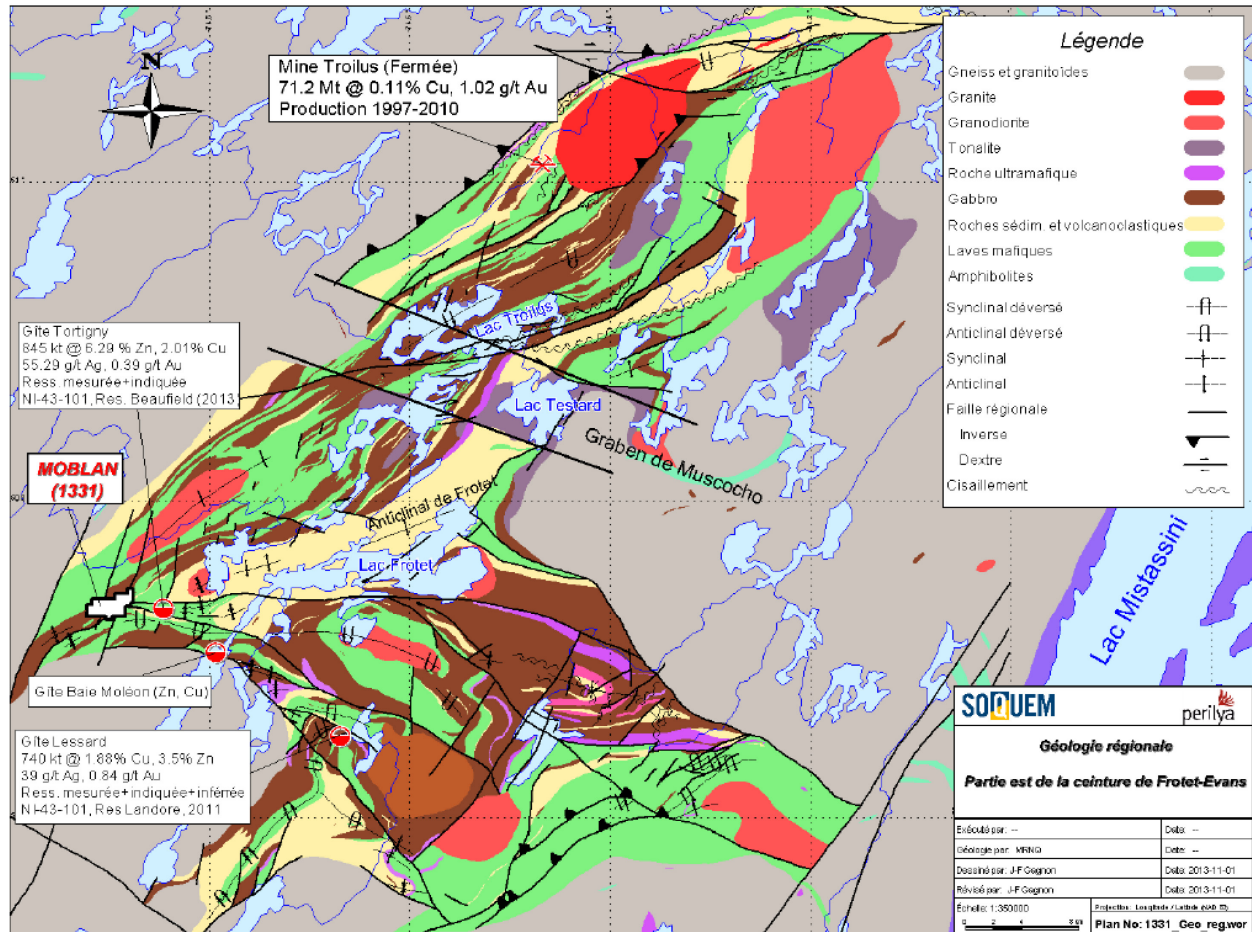


Figure 1-2: Géologie régionale (SOQUEM, 2016)

1.3.2 Géologie locale

La pegmatite à l'ouest du site du Lac Moblan est située dans le nez du pli formé par l'anticlinal Frotet, qui correspond à un endroit propice pour la minéralisation d'éléments rares. Ce phénomène est dû à la pression tectonique confinée à l'intérieur d'une roche hôte incompetent. Sous la contrainte de roches volcaniques basiques et mafiques, les éléments rares volatils sont emprisonnés et se cristallisent.

La partie ouest du site est majoritairement composée de gabbro bordée au nord-ouest par des coulées de lave mafique et au sud-est par des séquences volcano-sédimentaires composées de lave tholéitique et transitionnelle, de volcanoclastites et de roches sédimentaires (Figure 1-3). La minéralisation à l'intérieur des volcanoclastites se compose principalement de pyrite avec des traces mineures de sphalérite et de chalcopryrite.

Un dyke majeur de spodumène situé à l'ouest du Lac Moblan s'étend sur une distance de 1,500 m avec une épaisseur apparente jusqu'à 60 m. Le filon plonge à 45° nord sur son versant est et descend à la verticale à son extrémité ouest. Un essaim de pegmatites affleure le sol au sud-est du dyke principal et semble être relié à celui-ci via une veine souterraine. D'autres gisements de spodumène et des apophyses stériles sont présents de part et d'autre du dyke de spodumène principal.

Des dykes de pegmatites de moins grande envergure et orientés du nord au sud sont également présents à l'est du Lac Moblan. Ceux-ci ont une longueur d'environ 150 m et une largeur de 10 m et sont souvent minéralisés. L'indice du Moléon-Lithium, situé à l'extrémité est de la propriété, est l'un de ces dykes contenant du spodumène. Les claims miniers de Lithium Guo AO abritent également les prospectes de sulfure du lac Coulombe. Tous les dykes majeurs de pegmatite identifiés sur le site contiennent le lithium qui fait l'objet de la présente étude d'impact. Ces dykes semblent également perturbés par, ou suivent des failles du nord-est vers le sud-ouest.

La Figure 1-3 présente la géologie locale à l'intérieur du site à l'étude.

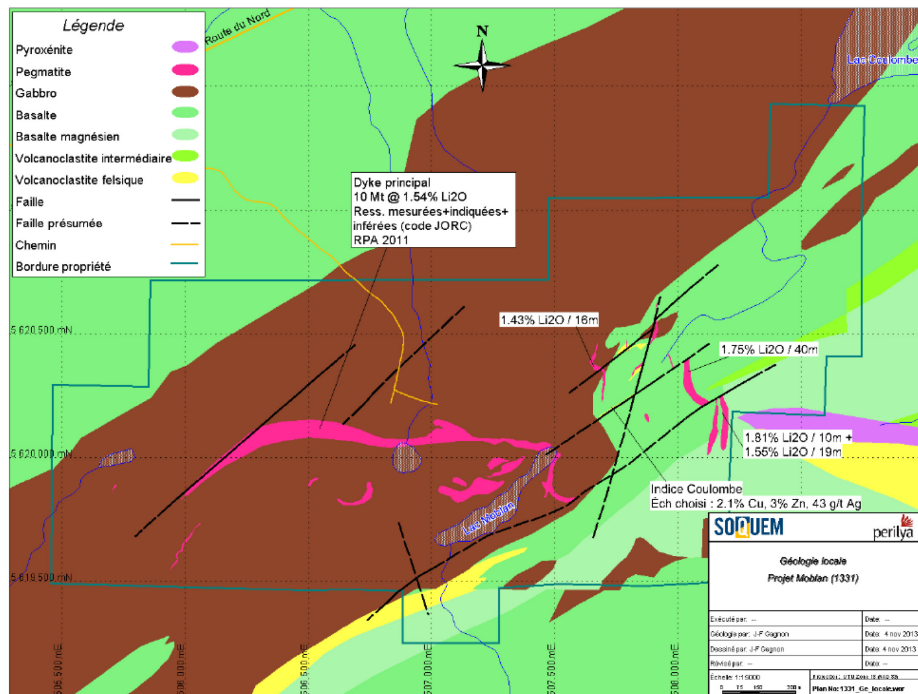


Figure 1-3: Géologie locale (SOQUEM, 2016)

1.3.3 **Minéralogie et géochimie**

En 2008, GlobeStar Mining Corp. a fait parvenir à SGS Environmental Services (Lakefield, Ontario) six (6) échantillons composites afin d'obtenir des résultats préliminaires quant à la caractérisation minéralogique et géochimique du gisement (SGS Minerals Services, 2008). La composition minéralogique du gisement a été déterminée par une analyse en diffractométrie de rayons X (DRX) (deux [2] échantillons) et par un balayage QEMSCANTM couplé à la méthode *Particle Map Analysis* (PMA) (six [6] échantillons).

La composition minéralogique des échantillons obtenue est la suivante : microcline (12,7-18,3%), Na-feldspath (18,2-31,1%), quartz (37,0-41,3%), spodumène (9,1-21,2%) et muscovite (mica blanc) (2,7-5,1%). Le spodumène est composé, en moyenne, de 7,86 % de Li et 0,35 % de FeO. Il constitue le principal minéral de lithium du gisement. Divers éléments traces ont aussi été identifiés, tels que les sulfures, la biotite, les chlorites, les oxydes de Fe-Ti, les minéraux Ta et les spessartines.

Le patron de libération et d'association des minéraux et micas contenant du lithium (spodumène et muscovite) y est aussi analysé. De manière générale, le spodumène est facilement libéré (80-91%). Les principales associations du spodumène sont avec les particules mixtes complexes, les particules mixtes (6-23%), les particules mixtes avec feldspath potassique (6-18%), le quartz (6-10%) et la microcline (11%). De manière générale, la muscovite (principal mica) est facilement libérée (69-83%). Les associations de la muscovite sont avec les particules mixtes complexes (20-35%), les particules mixtes avec microcline (19,2-34%) et la biotite (7-16%).

La composition chimique de la roche entière (minerai et stérile) a été déterminée par spectrométrie de fluorescence de rayons X (FRX) (SGS Minerals Services, 2008). Les éléments traces ont été identifiés par spectrométrie de masse à plasma induit (ICP-MS), selon la méthode MA.200-Mét. 1.2 du CEAEQ.

Les résultats suivants ont été obtenus par SGS (2008):

- Dans les deux (2) types de roches, le dioxyde de silicium (SiO_2) représente environ 50-75% des oxydes totaux (42-83%) et l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) 9-17%;
- Les échantillons de pegmatite possèdent une concentration plus élevée en silice (moy. 76,3% SiO_2) que le gabbro (moy. 49,1% SiO_2);
- La concentration en Al_2O_3 est sensiblement la même pour les deux (2) types de roches (moy. 14,4% pour la pegmatite et 13,8 % pour le gabbro);

- Les échantillons de gabbro ont des concentrations plus élevées en fer (Fe_2O_3) (17,3% Fe_2O_3), calcium (CaO) (10,1% CaO) et magnésium (MgO) (11,0 % MgO) que les échantillons de pegmatite (12,0% Fe_2O_3 , 8,4 % CaO et 4,8% MgO); et
- Les concentrations des éléments traces varient significativement entre les types de roches.

La distribution relative des lithologies dans les carottes d'échantillonnage réalisées par EXP (2019) est présentée au Tableau 1-2, en fonction de la localisation des forages dans l'emprise de la future fosse minière (EXP, 2019).

Tableau 1-2 : Distribution relative des lithologies et pegmatite (EXP, 2019)

Lithologie	Longueur (m)	Distribution relative (%)
<i>Forages centraux : GW-18-02, GW-18-03, GW-18-04, GW-18-05 et GW-18-06</i>		
Gabbro	335,6	63,6
Pegmatite	150,4	28,5
Basalte	10,4	2,0
Ultramafique (intrusive)	10,0	1,9
Quartz (veines)	21,5	4,1
<i>Forages section nord : GW-18-01, GD-18-01, GD-18-02 et GD-18-03</i>		
Gabbro	352,9	65,9
Pegmatite	29,0	5,4
Basalte	32,2	22,6
Mafique (intrusive)	121,0	6,0
Quartz (veines)	0,5	0,1
<i>Forages section sud : GD-18-04 et GD-18-05</i>		
Gabbro	204,8	75,8
Pegmatite	41,9	15,5
Tur felsique	14,9	5,5
Basalte	7,0	2,6
Quartz (veines)	1,5	0,6

Le gisement est caractérisé par l'abondance relative suivante des lithologies (en ordre décroissant) : gabbro, pegmatite, basalte, mafique et ultramafique (intrusive), quartz (veines) et tur felsique. Toutes les lithologies représentent les roches stériles qui seront disposées, à l'exception de la pegmatite qui contient le spodumène (minerai).

1.3.3.1 *Caractérisation des stériles miniers, du minerai et des résidus miniers*

Une caractérisation géochimique des stériles, du minerai et des résidus du procédé a été effectuée par EXP Services inc., selon l'annexe II de la D019. Le rapport complet est disponible à l'Annexe X. Il contient l'information détaillée sur les échantillons utilisés et les tableaux de résultats des essais.

Les classifications sont résumées au Tableau 1-3.

Tableau 1-3: Caractérisation selon l'annexe II de la D019

	Stériles miniers (17 échantillons)	Minerai (7 échantillons)	Résidu minier¹ (2 échantillons)
Lixiviation	9/21 lixiviable - cuivre	3/9 lixiviable - cuivre	0/2 lixiviable
Génération d'acide	0/24 générateur d'acide	0/15 générateur d'acide	0/2 générateur d'acide

Selon les informations disponibles, les stériles, le minerai et les résidus du procédé sont donc non-générateurs d'acide et ne présentent pas de risque élevé. Cependant, le drainage neutre contaminé est un enjeu, car neuf (9) échantillons de stériles et trois (3) échantillons de minerai sont considérés lixiviables (faible) pour le cuivre (lixiviation au-delà des critères de la D019, mais qui sont dans les mêmes plages de concentrations naturelles de métaux dissouts analysés dans les eaux souterraines).

1.4 **Historique du site visé par le plan de restauration**

La propriété du lac Moblan possède un historique de plusieurs propriétaires et activités d'exploration depuis les années 60. L'historique des travaux antérieurs est présenté dans le Tableau 1-4 ci-dessous qui fournit un portrait des activités qui ont mené au développement du Projet Moblan Lithium.

Tableau 1-4: Historique des travaux et relevés effectués sur la propriété Moblan

Période	Responsable	Description des travaux
1961-1972	Muscocho Explorations Ltd	Géologie, décapage, géophysique et 15 forages (722 m). Les forages ont vérifié les indices de Cu-Zn-Ag. Découverte de dykes de pegmatite enrichie en lithium par J.T. Flanagan.

¹ DMS tailings are in the process of being tested but results are not available.

Période	Responsable	Description des travaux
1972-1975	Selco Mining Corp. Ltd. et Muscocho Explorations Ltd.	Selco optionne la propriété pour le Cu-Zn-Ag. Travaux (forage et géophysique) localisés au N-E de la propriété Moblan, près du lac Coulombe.
1992-2001	Abitibi Lithium Corporation	Jalonnement de la propriété, révision des données disponibles et évaluation sommaire des coûts d'opération et des profits espérés. Proposition de services pour une étude de pré faisabilité (1994).
1993		Visite des propriétés de lithium au Québec par James McCann (juillet 1993). L'étude rapporte de très bonnes teneurs sur des échantillons choisis (jusqu'à 4,72 % Li ₂ O) et il est de son avis qu'une teneur moyenne de 1,75 % Li ₂ O est réaliste pour la minéralisation sur cette propriété. Les analyses sur deux échantillons choisis ont donné un contenu en Fe ₂ O ₃ de 0,24 et 0,34% - les meilleurs résultats de toutes les propriétés visitées (La Corne, La Motte, Cyr-Lithium, Sirmac et Moblan).
2001	SOQUEM	Coupe de lignes, levé magnétométrique de 35 km, collecte d'échantillons pour analyses et étude minéralogique préliminaire.
2004	SOQUEM	Campagne de décapage mécanique de cinq tranchées pour 1310 m ² de roc exposé, 94 échantillons pour une longueur de 134,05 mètres. Quatre jours de prospection et 17 échantillons choisis.
2006	GlobeStar Mining Corp.	Essai métallurgique sur la propriété adjacente de GlobeStar Mining, mais quelques échantillons de la propriété en option ont été inclus.
2007	GlobeStar Mining Corp.	Campagne de forage de 12 trous pour 1 244,87 mètres de façon à produire un rapport d'évaluation technique et économique du projet Moblan Ouest qui inclut une évaluation des ressources possibles et une étude du marché pour la vente de spodumène.
2009	SOQUEM	Campagne de cartographie, 237 échantillons. Campagne de décapage mécanique de 11 tranchées, 167 échantillons en rainure. Levé topographique au sol par un arpenteur.
2010	SOQUEM	Campagne de forage de 99 trous pour 13 560 mètres de calibre HQ afin de définir la géométrie 3D du dyke de pegmatite et produire un calcul de ressources. 3 556 échantillons prélevés en carotte.
2011	SOQUEM	Construction d'un chemin d'accès de 3 km à partir de la route du Nord jusqu'au centre de la propriété.
	Perylia Ltd.	Dépôt d'un rapport technique conforme au code JORC par RPA Inc. incluant un calcul de ressources. Installation d'une station météorologique.

Période	Responsable	Description des travaux
2013	SOQUEM	Campagne de 10 décapages mécaniques, cartographie et échantillonnage d'un ancien décapage, 258 échantillons prélevés essentiellement en rainure.
2016	SOQUEM	Campagne additionnelle d'exploration géologique pour confirmer l'étendue du gisement.
2018	Lithium Guo AO	Négociations avec Osisko pour acquisition de droits sur claims voisins.
2018	Lithium Guo AO	Campagne de caractérisation géotechnique, d'échantillonnages de condamnation (10 forages verticaux de 126 m de profondeur), échantillonnage et analyse des sols et de caractérisation hydrogéologique.

1.5 Autorisations diverses

Ce plan préliminaire est déposé avec l'étude d'impact sur l'environnement et le milieu social (ÉIES) pour le projet Moblan Lithium. Le Tableau 1-5 présente les diverses autorisations qui seront requises pour la réalisation du projet.

Tableau 1-5: Autorisations, approbations, permis et certificats environnementaux, baux pour le projet Moblan Lithium

Description	Délivré par	Règlement/Loi/Code
Au niveau provincial (gouvernement du Québec)		
Autorisations		
Autorisation pour développer un projet industriel minier	MELCC-Québec	1 ^{er} alinéa de l'article 22 de la LQE (c. Q-2)
Autorisation pour tout prélèvement d'eau de surface ou souterraine de 75 m ³ /jour et plus	MELCC-Québec	2 ^e alinéa de l'article 22 de la LQE (c. Q-2)
Autorisation pour chacune des installations de gestion ou de traitement des eaux : - Installation de système de collecte et traitement des eaux pluviales - Installation de système de traitement de l'eau (potable et procédés) - Installation de système d'aqueduc et d'égout - Installation de système de traitement des eaux usées (sanitaires et procédé)	MELCC-Québec	3 ^e alinéa de l'article 22 de la LQE (c. Q-2)
Autorisation pour toutes constructions ou toutes interventions dans des milieux humides et hydriques (destruction de l'étang sans nom #1 et ses milieux humides environnants) ⁽⁴⁾	MELCC-Québec	4 ^e alinéa de l'article 22 de la LQE (c. Q-2)
Autorisation pour l'installation et l'exploitation de chacun des appareils et équipements de traitement des émissions atmosphériques polluantes	MELCC-Québec	6 ^e alinéa de l'article 22 de la LQE (c. Q-2)

Lithium Guo AO
Project Moblan Lithium
H357755

Rapport - Gestion de projet
Gestion de l'environnement, du développement durable et
des relations avec la communauté
Plan préliminaire de réaménagement et de restauration

Description	Délivré par	Règlement/Loi/Code
Autorisation pour réaliser une activité susceptible de modifier un habitat faunique : - aménagement de l'usine et des parcs à résidus	MFFP-Québec	Article 128.7 de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (c. C-61.1)
Approbation		
Approbation pour la localisation de l'usine de concentration	MERN-Québec	Article 240 de la Loi sur les mines (c. M-13.1)
Approbation du plan de réaménagement et de restauration du site minier ⁽²⁾	MERN-Québec	Article 232.1 de la Loi sur les mines (c. M-13.1)
Approbation pour la localisation d'un parc à résidus miniers	MERN-Québec	Article 241 de la Loi sur les mines (c. M-13.1) et article 124 et 125 du règlement sur les substances minérales autres que le pétrole, le gaz naturel et la saumure (c. M-13.1, r.2)
Attestation		
Attestation d'assainissement en milieu industriel - requis pour un établissement d'une capacité annuelle de traitement de minerais excédant 50 000 tonnes métriques par année (projet Moblan = 910 000 t/an)	MELCC-Québec	Article 31.1 de la LQE (c. Q-2) et chapitre 0.1 du Règlement sur les attestations d'assainissement en milieu industriel (c. Q-2, r.5)
Permis		
Permis d'intervention pour la coupe d'arbres dans les forêts du domaine de l'état	MFFP-Québec	Article 73 de la loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (c. A-18.1) et Règlement sur les redevances forestières (c. A-18.1, r.11)
Permis pour un ouvrage permettant le captage ou le rejet d'eau	MELCC-Québec	Règlement sur le domaine hydrique de l'état (c. R-13, r.1.1)
Permis pour des explosifs (possession, entreposage et transport)	MSP-Québec	Article 2 et 3 de la Loi sur les explosifs (c. E-22) et Règlements d'application de la Loi sur les explosifs (c. E-22, a 22)
Permis d'utilisation pour détenir ou pour exploiter de l'équipement pétrolier à haut risque	Régie du bâtiment du Québec	Article 120 du Code sur la sécurité (c. B-1.1, r.3) et article 8.12 du Code de la construction (c. B-1.1, r.2)
Bail		
Bail minier pour l'exploitation des substances minérales ⁽¹⁾	MERN-Québec	Article 100 (Section V) de la Loi sur les mines (c. M-13.1)
Bail d'exploitation de substances minérales de surface - bancs d'emprunt, les carrières de roches et de sables	MERN-Québec	Article 140 (Section V) de la Loi sur les mines (c. M-13.1)

Lithium Guo AO
Project Moblan Lithium
H357755

Rapport - Gestion de projet
Gestion de l'environnement, du développement durable et
des relations avec la communauté
Plan préliminaire de réaménagement et de restauration

Description	Développé par	Règlement/Loi/Code
Bail d'occupation des terres de l'état pour : - aménagement de la halde de résidus miniers et de stériles - usine de concentration du minerai et - autres installations nécessaires aux activités minières (camp, entrepôt d'explosifs, etc ...)	MERN-Québec	Article 239 (Section V) de la Loi sur les mines (c. M-13.1) et l'article 35 du Règlement sur la vente, la location et l'octroi de droits immobiliers sur les terres du domaine de l'État et de l'article 47 de la Loi sur les terres du domaine de l'État (T-8.1)
Avis au Ministre		
Établissement d'un campement permanent	MELCC-Québec	Article 2 du Règlement sur les conditions sanitaires des campements industriels ou autres c. Q-2, r.11)
Au niveau fédéral (gouvernement du Canada)		
Autorisation		
Autorisation pour exploiter un ouvrage ou exercer une activité entraînant des dommages sérieux à tout poisson visé par une pêche autochtone ou récréative ⁽³⁾	Pêches et Océans Canada	Article 35 de la loi sur les pêches (L.R.C. ch.F-14)
Licence		
Licence pour des fabriques et poudrières	Ressources naturelles Canada	Article 7 de la Loi sur les explosifs et la partie 5 du Règlement de 2013 sur les explosifs (DORS/2013-211)
Au niveau territorial (Municipalité de la baie James)		
Certificat de conformité		
Certificat de conformité aux réglementations régionales pour les infrastructures de services, le camp, les routes et les infrastructures minières	Gouvernement régional d'Eeyou Istchee Baie James	Article 7.2 de la Loi sur le développement de la région de la Baie-James et d'autres dispositions législatives (D-8.0.1)
Autorisation		
Autorisation pour les activités de construction du projet (préalable à l'émission du permis de construction)	Gouvernement régional d'Eeyou Istchee Baie James	Article 7.2 de la Loi sur le développement de la région de la Baie-James et d'autres dispositions législatives (D-8.0.1) et Article 5.1 du Règlement relatifs aux permis et certificats, aux conditions préalables à l'émission de permis de construction
Permis		
Permis pour un ouvrage individuel de captage des eaux souterraines	Gouvernement régional d'Eeyou Istchee Baie James	Article 7.2 de la Loi sur le développement de la région de la Baie-James et d'autres dispositions législatives (D-8.0.1) et article 5.1 du Règlement relatifs aux permis et certificats, aux conditions préalables à l'émission de permis de construction

2. Description des activités minières

Une description détaillée des activités minières est présentée au Chapitre 5 de l'ÉIES (Vol. 1).

3. Mesures de protection, de réaménagement et de restauration

3.1 Sécurité des aires de travail et des ouvertures au jour

La fosse sera sécurisée au cours de l'exploitation au fur et à mesure que le contour aura atteint sa position finale en surface. La sécurisation sera faite en mettant en place une barrière (levée) faite de déblais non-réactifs ou de mort-terrain. Cet obstacle sera localisé à au moins 15 mètres de l'ouverture. La levée aura 2 mètres de hauteur et la crête horizontale aura 2 mètres de largeur.

Ces travaux seront faits au cours de l'année suivant l'atteinte du contour final de la fosse. Ils seront faits par la machinerie en place pour l'exploitation de sorte qu'à la fin de la vie de la mine, seul l'accès à la fosse sera à sécuriser. Sur la levée, des panneaux indicateurs indiqueront la présence de la fosse.

En période postexploitation, la fosse se remplira d'eau jusqu'au niveau statique de l'eau souterraine, créant un large étang. Lorsqu'un niveau d'eau suffisant sera atteint, la levée sera retirée et la bordure du nouvel étang sera réaménagée telle que décrite à la section 3.1.1 ci-dessous.

À la fin des travaux de restauration, il ne restera donc pas d'ouverture au jour à sécuriser.

3.1.1 Végétalisation

Un marais émergent peu profond sera construit le long d'une portion du rivage du nouvel étang. Un marécage arbustif composé principalement de cassandre caliculé (*Cassandra calyculata*) et de myrique baumier (*Myrica gale*) sera établi à côté de la source du ruisseau #2 (Figure 3-1). Ceci recréera un habitat similaire à celui qui a été perdu lors de la destruction de l'Étang #1 et du Milieu humide #1.

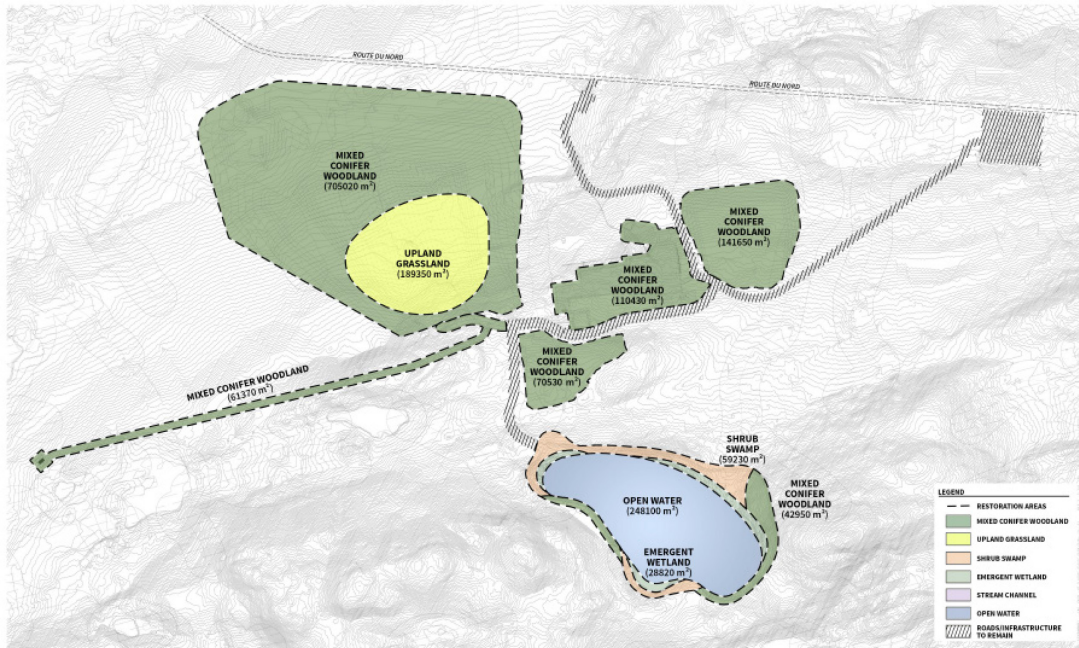


Figure 3-1: Concept préliminaire de restauration du site

La nouvelle rive sera reprofilée afin de créer les conditions hydrologiques requises pour ces deux communautés végétales. Il pourrait être nécessaire d'ajouter jusqu'à 90 cm de terre végétale pour créer le profil nécessaire pour les plants du nouveau marécage arbustif. Quant aux plants du marais émergent, qui sont typiquement des plants natifs, ils devront être protégés des mammifères aquatiques et de la sauvagine pendant la première saison de croissance.

3.2 Démantèlement des bâtiments et des infrastructures

Les bâtiments et infrastructures seront valorisés, si possible, faute de quoi ils seront démantelés. La valorisation peut consister en la récupération et la revente des équipements usagés ou par la réutilisation par la famille de trappe M-40 (Petawabano) pour d'autres activités de certaines infrastructures comme le camp minier ou les chemins d'accès Le camp des travailleurs, par exemple, pourrait être laissé sur place et maintenu pour servir de logement aux usagers récréatifs du site (chasse, pêche, etc.)

La ligne d'alimentation électrique sera laissée en place et pourrait servir à la famille Petawabano et autres usagers du site.

Les principaux bâtiments et les infrastructures principales à valoriser ou à démanteler sont les suivants :

Près de la fosse :

- Les chemins de halage vers les haldes;
- Une génératrice au diesel, son réservoir et le réseau de distribution électrique (lignes et poteaux);
- Le stationnement pour les camions de transport du minerai;
- Le système de pompes pour le maintien à sec de la fosse; et
- Les collecteurs d'eau.

Au concentrateur :

- Les équipements de procédés;
- Le laboratoire pour le contrôle de procédés et contrôle de qualité;
- Le site d'entreposage de produits pour distribution;
- Les bureaux administratifs et de services au personnel (incluant salle à manger, vestiaires, toilettes, premiers soins);
- Le magasin;
- Le bureau d'expédition;
- L'atelier électrique;
- Le garage d'entretien de l'équipement mobile;
- L'entrepôt des matières premières et des produits;
- Le stationnement pour véhicules légers; et
- Le stationnement pour véhicules lourds et équipement minier.

Au camp des travailleurs :

- La route vers le camp;
- Les dortoirs;
- Les bâtiments d'usage général (cuisine, salle à manger, salle de loisirs, salle d'entraînement, etc.);
- Le stationnement;

- Le système d'approvisionnement en eau (puits, système de traitement d'eau potable, réservoirs d'eau, système de pompage);
- L'unité de traitement des eaux usées domestiques; et
- Les réservoirs de propane.

Autres :

- Le bassin de récupération des eaux du site;
- Les réservoirs de diesel;
- Le chemin vers la poudrière; et
- La poudrière.

À la fin des opérations, les bâtiments et les infrastructures non-valorisés seront démantelés. Les fondations des bâtiments seront rasées au niveau du sol. Les différentes infrastructures seront démantelées et les matériaux récupérés seront vendus ou transportés vers un lieu d'élimination en conformité avec les dispositions de la réglementation en vigueur. Les services enfouis tels que pour l'eau potable et les eaux usées domestiques seront laissés en place après avoir été vidés de leur contenu.

3.2.1 **Végétalisation**

La stratégie de végétalisation à long terme est de ramener les communautés végétales indigènes sur le site après l'exploitation (Figure 3-1). Les plantes utilisées seront des espèces indigènes récupérées localement (rayon de 200 km autour du site). Les plants (principalement des arbustes) pourraient être récoltés sur le site avec l'accord du propriétaire.

Toutes les routes, stationnements et fondations de structures démantelées seront nivelés pour s'harmoniser avec la topographie naturelle du site. De la terre végétale sera placée en quantité suffisante pour soutenir des conifères ou des herbacées/éricacées, selon l'emplacement. Un mélange de semences indigènes sera appliqué manuellement ou mécaniquement, et stabilisé avec un paillis hydraulique ou un tapis de contrôle de l'érosion, selon la pente finale. Les arbres pourront être plantés individuellement et espacés selon la taille de l'arbre et la densité désirée.

Des affleurements rocheux seront créés/préservés dans la mesure du possible, car ils font partie intégrante de l'habitat du campagnol des rochers, espèce vulnérable observée sur le site.

Les précautions suivantes seront prises afin d'atténuer l'apport d'espèces exotiques envahissantes (EEE) sur le site pendant la végétalisation.

- Développer une liste complète des EEE à surveiller et/ou contrôler;
- Certifier que les plants vivants viennent de pépinières libres de mauvaises herbes et d'EEE. Ceci inclut tous les plants en contenant, emballés ou en racines nues;
- N'apporter sur le site que des terres végétales certifiées sans mauvaises herbes et EEE; et
- Préparer un plan de gestion de la végétation qui identifie les espèces à cibler (voir section 4.3).

Lithium Guo AO explore présentement la possibilité d'utiliser des cendres produites par une usine de cogénération à Chapais pour stabiliser et fertiliser la terre végétale, et ainsi favoriser la reprise de la végétation sur le site. Les discussions avec l'usine sont en cours et l'utilisation de leurs cendres sera confirmée ultérieurement. Ce serait pour l'usine de cogénération une façon de valoriser les résidus de leur procédé.

3.3 **Gestion des équipements et de la machinerie lourde**

Seuls les équipements et la machinerie lourde requis pour les travaux de restauration seront maintenus sur le site à la fin des activités d'exploitation. Les autres équipements seront vendus.

À la fin des travaux de restauration et de la période de suivi, aucun équipement ne sera laissé en place et toute la machinerie sera retirée du site. Une caractérisation des sols des aires de stationnement et d'entretien de la machinerie lourde sera effectuée afin de s'assurer de l'absence de contamination et/ou de gérer les sols contaminés conformément à la réglementation en vigueur.

3.4 **Aires d'accumulation**

3.4.1 **Analyse comparative des scénarios de restauration et sélection du scénario de restauration**

Conformément au guide du MERN, Lithium Guo AO a effectué une analyse comparative des alternatives possibles afin de sélectionner la meilleure approche de restauration pour la halde de stériles et résidus. La méthode d'analyse emploie une matrice multicritères et suit les étapes suivantes :

1. Sélection de critères à considérer;

2. Attribution d'un facteur pondérant à chaque critère :
 - ◆ 3 = important
 - ◆ 2 = importance moyenne
 - ◆ 1 = importance faible ou négligeable
3. Pour chacun des concepts, attribution d'une note de 1 à 5 pour chaque critère :
 - ◆ 5 = critère complètement respecté
4. Calcul de la somme des notes pondérées pour chaque concept; et
5. Comparaison des pointages finaux.

Les quatre (4) alternatives de restauration qui ont fait l'objet de cette analyse comparative sont les suivantes :

- **Option 1:** Déblaiement de la pile de résidus miniers pour réutilisation comme remblais dans la fosse à la fin des opérations. Végétalisation de la surface sous la pile.
- **Option 2 :** Abandon de la halde de résidus miniers sans recouvrement, avec traitement et/ou suivi de la qualité de l'eau à très long terme.
- **Option 3 :** Recouvrement de la halde de résidus miniers avec déblais et végétalisation.
- **Option 4 :** Recouvrement de la halde de résidus miniers avec une géomembrane, déblais et végétalisation.

L'analyse comparative est disponible à l'Annexe B du présent document.

3.4.2 **Description détaillée du scénario de restauration choisi**

Selon l'analyse comparative, l'option retenue pour la restauration de la halde de résidus miniers est l'option 3, soit le recouvrement avec déblais/sols et végétalisation.

Les principales étapes de ce scénario sont les suivantes :

- Mise en place d'une « couche de transition » avec des matériaux fins, pour remplir les interstices en surface;
- Pose d'une couche de substrat (mort-terrain);
- Végétalisation telle que décrite à la section 3.4.2.1.

La restauration inclura la mise à niveau d'une portion de la halde de stériles et résidus, pour favoriser son intégration plus naturelle à la topographie existante des coteaux avoisinants. L'angle du coin au nord-ouest de la pile sera adouci pour être moins visible de la Route du Nord. Le fossé de collecte des eaux et le bassin de récupération seront éventuellement vidés et nivelés afin de s'intégrer plus naturellement à la forme finale de la halde.

3.4.2.1 *Végétalisation*

La végétalisation proposée variera en fonction des communautés végétales désirées et l'élévation topographique. Les pentes plus fortes devront être recouvertes d'au moins 90 cm de terre végétale pour soutenir une communauté arboricole de conifères mixtes. Les pentes dépassant un ratio de 3 :1 seront temporairement ensemencées et stabilisées en utilisant une couverture d'érosion biodégradable et des piquets.

Le sommet de la nouvelle colline sera recouvert au minimum de 45 cm de terre végétale pour soutenir la croissance d'une communauté d'herbacées/éricacées (à déterminer selon les semences disponibles localement). Un mélange de semences indigènes sera choisi selon leur diversité et leur valeur pour les pollinisateurs. Le mélange de graines natives sera ensemencé manuellement ou mécaniquement dans le sol végétal, et le site sera stabilisé avec un paillis hydraulique approuvé.

3.5 **Infrastructures de gestion de l'eau**

De façon générale, tous les ponceaux sur le site qui ne seront plus requis pour maintenir le libre écoulement des eaux de surface seront retirés et acheminés vers un site autorisé. Les fossés de drainage pourront quant à eux être maintenus en place ou faire l'objet de remblai à partir du matériel provenant des voies d'accès ou des aires qu'ils desservaient.

L'exutoire de l'effluent final sera démantelé lorsque le suivi aura démontré que l'effluent rencontre les normes en vigueur. Après cela, la berme en aval du bassin sera ouverte pour permettre le libre écoulement de l'eau le plus près possible de l'état initial.

Une campagne de caractérisation des sédiments présents dans le bassin de contrôle sera effectuée. Si celle-ci démontre la présence de sédiments contaminés, ils seront gérés selon la réglementation en vigueur. Sinon, le bassin sera nivelé pour permettre le passage de l'eau puis végétalisé.

3.6 **Changements climatiques**

La température annuelle moyenne a déjà commencé à augmenter sur le territoire Eeyou Istchee Baie-James, et selon les modèles climatiques la région sera également affectée par « une augmentation des précipitations, et une réduction de la couverture de neige occasionnant un dégel précoce » (Hennings & Bleau, 2017).

Cette augmentation de la température et des précipitations pourrait affecter les activités de fermeture de différentes façons :

- Perturbation du niveau des eaux de surface et des effluents, qui à leur tour peuvent impacter les ruisseaux existants;
- La croissance des plantes pendant des périodes de sécheresse peut être plus difficile; et

- Le stress additionnel sur les plantes les rend plus susceptibles aux espèces exotiques envahissantes.

Les mesures suivantes seront mises en place pour s'adapter aux changements climatiques prévus :

- Utilisation de mesures de contrôle de l'érosion et de gestion des sédiments pour protéger les cours d'eau existants;
- Privilégier la plantation au printemps pour bénéficier de la pluie naturelle et éviter de planter l'été. C'est possible de planter à la fin de l'automne, mais le printemps est préférable; et
- Contrôle des espèces exotiques envahissantes (voir 4.3).

Il n'y aura pas d'infrastructure de retenue d'eau (p. ex. digue) sur le site restauré, ce qui limitera les mesures d'atténuation des impacts des changements climatiques à mettre en place.

3.7 Réhabilitation du terrain

Lithium Guo AO se dotera de procédures adressant, entre autres, les déversements accidentels de contaminants (produits pétroliers ou autres produits). En cas de déversement sur des sols ou dans l'eau lors des activités minières, une récupération sans délai serait réalisée et les matériaux et les eaux contaminées seraient éliminés conformément aux exigences applicables.

Une caractérisation des sols sur la propriété minière sera réalisée en vertu de l'article 31.51 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, dans les six mois suivant la fermeture définitive de la mine. En fonction des résultats obtenus, il pourrait y avoir des mesures de restauration supplémentaires à prendre pour limiter les impacts d'une contamination.

Si requis, Lithium Guo AO préparera un plan de restauration en accord avec le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* et la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE). À la fermeture de la mine, les terrains comprenant le garage, la poudrière, etc., seront soumis aux procédures de réhabilitation inscrites dans la LQE.

3.8 Produits pétroliers et chimiques, et matières résiduelles dangereuses et non dangereuses

Les produits pétroliers et les produits chimiques non-utilisés au concentrateur seront disposés selon la réglementation en vigueur.

Les matières résiduelles dangereuses et non dangereuses seront transportées au fur et à mesure qu'elles sont générées vers des centres de disposition autorisés. Elles y seront gérées conformément au *Règlement sur les matières dangereuses* et au *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles*.

À la fermeture, il n'y aura plus de matières résiduelles sur les lieux.

4. Programme de suivi et d'entretien post-restauration

Le programme de suivi et d'entretien permettra à Lithium Guo AO d'évaluer la performance environnementale des travaux de restauration, la stabilité des ouvrages, la progression de la reprise du couvert végétal et, éventuellement, l'atteinte de l'état satisfaisant du site. Ce programme préliminaire sera révisé et bonifié au fil de l'évolution du projet.

Tel que prescrit dans le *Guide de préparation*, le programme respecte les dispositions de la section 2.11 de la D019.

4.1 Suivi et entretien de l'intégrité des ouvrages

À la fermeture, les ouvrages sur le site, soit la halde à stériles/résidus et la fosse convertie en lac bordé de milieux humides, ne représenteront aucun danger pour l'environnement. L'objectif du suivi et de l'entretien sera d'assurer leur pérennité. Pour la halde, ce suivi permettra de s'assurer que l'empilement est stable, qu'il n'y a pas d'érosion ou de mouvement important de terrain, et que l'écoulement des eaux se fait librement. Dans le cas de la fosse convertie, il permettra de s'assurer de la stabilité des nouveaux milieux humides bordant le lac et le maintien de leur intégrité écologique.

Le suivi sur l'intégrité des ouvrages consistera en des inspections visuelles de la halde, des fossés de drainage et du lac et des milieux humides afin de noter toute anomalie qui pourrait remettre en cause leur stabilité et intégrité. À la suite des visites, un rapport sera préparé afin d'indiquer la présence de toute anomalie observée et les mesures correctrices à apporter, le cas échéant. Le rapport sera accompagné de photographies.

Ces inspections rigoureuses seront faites deux fois par an pendant les trois (3) années post-restauration, par un professionnel dûment qualifié. Les inspections seront faites après le dégel printanier et à l'automne, avant l'apparition de la neige.

Durant la période de surveillance, advenant un évènement exceptionnel (tremblement de terre, pluie exceptionnelle), Lithium Guo AO organisera une visite d'inspection additionnelle pour s'assurer de l'intégrité et de la stabilité des ouvrages.

4.2 Suivi environnemental

4.2.1 Suivi en période postexploitation

La période de postexploitation est la période transitoire entre l'arrêt définitif des activités minières sur le site et la fin des travaux de restauration. La restauration du site devrait durer trois ans. Pendant cette période, l'objectif du suivi sera de vérifier l'évolution et la conformité des rejets et, le cas échéant, d'adapter les méthodes de restauration.

Durant cet intervalle et jusqu'à la fin des travaux de restauration, un réseau de surveillance sera mis en place de façon à s'assurer que les activités sur les sites sont toujours conformes. Le réseau de surveillance détaillé pour le suivi de la qualité des eaux de surface et souterraines sera précisé au moment de la fermeture du site.

Les prélèvements d'échantillons seront effectués tels que prescrits dans la D019. Le programme de suivi est résumé au Tableau 4-1, et les paramètres sont présentés au Tableau 4-2.

Tableau 4-1: Fréquences de prélèvement en période postexploitation

Catégorie d'emplacement	Fréquence (0-6 mois postexploitation)	Fréquence (6 mois et + postexploitation)
Mines et fosses utilisées pour la gestion de résidus miniers lixiviables	Bimensuelle	Mensuelle
Aires d'accumulation de résidus miniers lixiviables	Bimensuelle	Mensuelle

Tableau 4-2: Paramètres à mesurer pour le suivi postexploitation

Eaux usées	pH, débit, MES, As, Cu, Fe, Ni, PB, Zn, toxicité aigüe
Eaux souterraines	As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, cyanures totaux, hydrocarbures, Ca ⁺² , HCO ₃ ⁻ , K ⁺ , Mg ⁺² , Na ⁺ , SO ₄ ⁻² , pH, conductivité électrique

Tel que prescrit dans la D019, un rapport annuel de suivi environnemental postexploitation sera transmis dans les 30 jours suivant la fin de l'année civile, jusqu'à la fin des travaux de restauration.

4.2.2 **Suivi en période post-restauration**

Le suivi en période de post-restauration permet d'évaluer l'efficacité des techniques de restauration mises en place. Les prélèvements d'échantillons en période post-restauration seront effectués tels que prescrits dans la D019. La fréquence minimale d'échantillonnage est de 6 fois par année, étant donné la présence de résidus lixiviables.

Tableau 4-3: Paramètres à mesurer pour le suivi post-restauration

Eaux usées	MES, débit, pH, As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, toxicité aiguë
Eaux souterraines	MES, débit, pH, As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, toxicité aiguë, métaux dissouts (As, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn), hydrocarbures, ions majeurs (Ca ⁺² , HCO ₃ ⁻ , K ⁺ , Mg ⁺² , Na ⁺ , SO ⁻²) et conductivité électrique.

L'abandon du programme sera déterminé selon la procédure illustrée à la Figure 4-1 tirée de la D019.

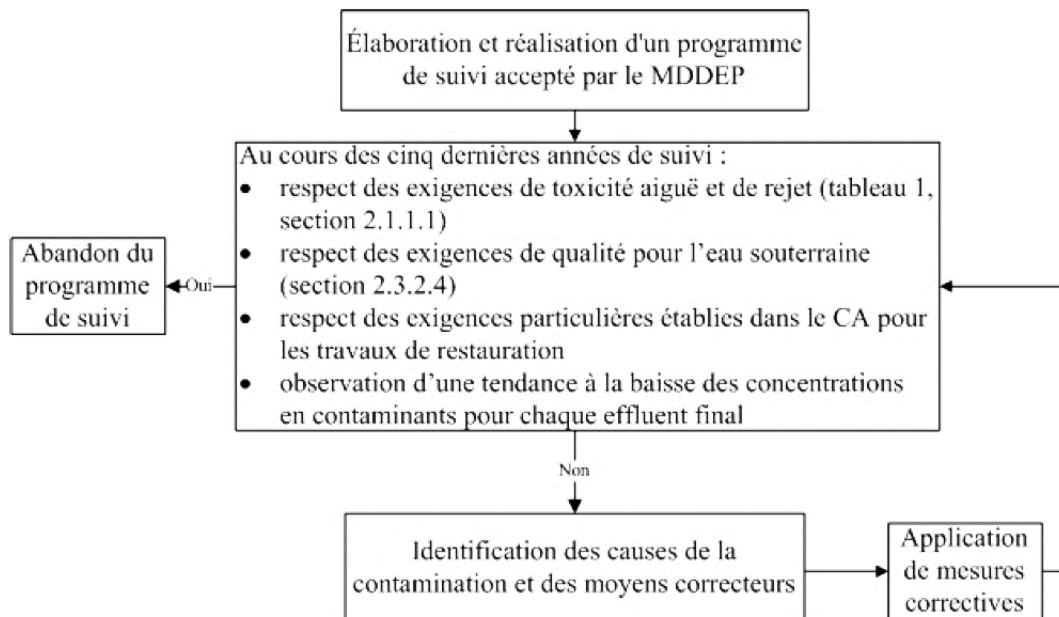


Figure 4-1: Schéma décisionnel du suivi post-restauration (MDDEP, 2012)

Tel que prescrit dans la D019, un rapport annuel de suivi environnemental post-restauration sera transmis dans les 90 jours suivant la fin de l'année civile, pendant au moins cinq ans.

4.3 Suivi agronomique

L'objectif du suivi agronomique est de s'assurer de la reprise de la végétation dans les aires restaurées, et d'apporter des correctifs si nécessaire. Un plan de suivi agronomique intégré permettra de maximiser le succès à long terme de la végétalisation, autant pour la végétation terrestre que celle dans les nouveaux milieux humides en bordure du lac (ancienne fosse).

Le plan de dix (10) ans qui sera soumis pour approbation comprendra :

- L'objectif précis du suivi;
- Le calendrier d'inspections et de rapports;
- La procédure à suivre pendant chaque inspection;
- Les espèces exotiques envahissantes (EEE) à surveiller, et la méthode d'élimination ou de contrôle (chimique, mécanique ou manuelle);
- Les indicateurs quantitatifs pour mesurer d'établissement des plantes (plantées et EEE);
- Les méthodes appropriées de végétalisation (plantation, ensemencement et maintenance) à utiliser si des plants sont morts ou si des quantités importantes d'EEE sont retirées et disposées hors site.

Pendant les trois premières années, il serait préférable d'effectuer des inspections une fois par an, et ensuite une visite à l'année 5 et une dernière à l'année 10.

L'inspection inclura une évaluation visuelle de l'établissement des plants et semences et de leur santé, une surveillance des EEE, le traitement pour éliminer EEE (à la fin de l'été), la stabilisation du sol et de la pente. Tout amendement au sol aura eu lieu avant l'ensemencement et la plantation.

Un exemple d'indicateur quantitatif qui pourrait être utilisé est le taux de reprise des plants. Pour un projet de végétalisation, on vise normalement à atteindre un taux de reprise d'au moins 80%.

Les coordonnées de la personne responsable du suivi agronomique et de l'entretien seront fournies dans la mise à jour du plan de restauration, lorsque la mine sera en opération.

5. Plan d'urgence

Lithium Guo AO a préparé un plan de mesures d'urgence préliminaire dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement (Annexe X de l'ÉIES). Le plan sera bonifié et adapté au fil de l'évolution du projet. Il sera mis à jour régulièrement et adapté aux particularités du site.

Lithium Guo AO s'engage à fournir les formations adéquates à tous les employés et leurs fournisseurs quant aux mesures à prendre en cas d'urgence, comme par exemple en cas d'évacuation, d'incendie, de déversement accidentel, de catastrophe naturelle, etc.

Il est à noter que peu d'éléments présentant des risques pour l'environnement ou la sécurité du public resteront en place lors de la fermeture. Un élément à surveiller sur le site sera l'érosion, en particulier suite à un événement hydrologique exceptionnel. Des inspections régulières seront effectuées.

6. Mesures applicables en cas de cessation temporaire

Conformément au *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec* (MERN, 2016), des mesures de sécurité seront prises advenant une cessation temporaire des activités minières de Moblan Lithium. On entend par cessation temporaire un arrêt des activités minières de moins de six mois.

Ces mesures visent à restreindre l'accès au site, aux différents bâtiments et aux autres structures, à maintenir le contrôle de la qualité des effluents et à assurer la stabilité physique et chimique des aires d'accumulation.

Les mesures suivantes seront appliquées lors d'un arrêt temporaire des activités minières.:

- L'accès aux sites sera interdit, une barrière sera mise en place à l'entrée des sites;
- L'accès aux différents bâtiments sera interdit au moyen de portes fermées à clé;
- L'entreposage des produits chimiques sera sécurisé : les contenants seront entreposés selon leur compatibilité et les locaux seront fermés à clé;
- Les déchets dangereux seront entreposés temporairement dans un entrepôt respectant la réglementation et éliminés par la suite par un transporteur autorisé;
- Un gardiennage sera maintenu sur place pour assurer l'entretien des équipements et veiller à la sécurité des sites;
- Si la fermeture dure moins de 180 jours, les réservoirs de produits pétroliers seront jaugés une fois par semaine. Après 180 jours de fermeture, les équipements contenant des produits pétroliers seront vidés de leur contenu, les parcs à carburant seront fermés et cadenassés, le cas échéant. Si la période d'inactivité dure plus de deux ans, tout l'équipement pétrolier sera retiré des lieux et un programme de caractérisation des sols sera réalisé. Le cas échéant, le site sera décontaminé;
- Un programme de suivi de l'effluent final sera réalisé comprenant des échantillonnages et des analyses, conformément aux exigences de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (Q-2); et

- Des mesures seront prises pour assurer la stabilité physique et chimique des différentes aires d'accumulation.

Si une présence est maintenue sur le site, seules les mesures requises seront alors appliquées.

Lors d'une suspension temporaire des activités minières, Lithium Guo AO avisera par écrit le MERN des dates d'arrêt et de reprise des activités.

Lors d'une suspension temporaire des activités minières d'une durée de six mois ou plus, Lithium Guo AO devra, en vertu des articles 224 et 226 de la *Loi sur les mines* (M-13.1), aviser le MERN et transmettra dans les quatre (4) mois suivants la suspension des activités, des copies certifiées des plans des ouvrages miniers, des installations des dépôts de résidus miniers existants. Lithium Guo AO avisera par écrit le MERN de la reprise des activités minières.

Références

- EXP. (2019). *Preliminary Geochemical Characterization for the Proposed Lithium Mine Site, Moblan Lake, Quebec*. Sudbury: EXP Services Inc.
- Hennings, R., & Bleau, S. (2017). *État des connaissances relatives aux changements climatiques et à l'adaptation dans le territoire Eeyou Istchee Baie-James. Rapport présenté au Comité consultatif pour l'environnement de la Baie James*. Montréal: Ouranos.
- MERN. (2016). *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec*. Québec: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles.
- SGS Minerals Services. (2008). *An Investigation into QEMSCAN Mineralogy of Six Composite Samples (4, 5, 6, 7, 8 & 9) from the Moblan Deposit, Quebec*. Lakefield, Ontario.
- SOQUEM. (2016). *Rapport d'exploration - Été 2016 - Propriété Moblan (1331) - Feuillet 32J/10*.

Annexe A

Grille de validation du contenu du plan de restauration

Projet d'exploration minière	✓	Sans objet	Renseignements disponibles
Renseignements généraux	✓		Section 1
Résumé du plan de restauration		S.O. ²	
Identification du requérant	✓		1.1
Résolution du conseil d'administration		S.O. ³	
Emplacement du terrain avec plans annexés	✓		1.2
Géologie et minéralogie, notamment : >> Tests pour la teneur en métaux, le DMA et le DNC, tableaux des résultats annexés et interprétation des résultats	✓		1.3
Historique du site visé par le plan de restauration	✓		1.4
Autorisations diverses	✓		1.5
Description des activités minières			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
Description et nature des activités d'exploitation actuelles et à venir, notamment : >> Taux moyens d'extraction et de traitement de minerai >> Durée de vie estimée >> Taux de production des résidus >> Superficie des aires d'accumulation			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
Description des bâtiments et des infrastructures de surface et plans annexés, notamment : >> Bâtiments et infrastructures d'extraction >> Description de l'usine de traitement de minerai			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
Description des infrastructures électriques, de transport et de soutien			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
Description des autres bâtiments (bâtiments administratifs et d'hébergement, cafétéria, etc.)			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
Aires d'accumulation			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
>> Description des haldes de stériles et des haldes de minerais et de mort-terrain			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
>> Description du parc à résidus miniers			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
Description de la gestion de l'eau sur le site, notamment : >> Système hydrologique et bassin versant >> Bilan hydrique des aires d'accumulation et de l'usine >> Schéma de gestion des eaux et emplacement de			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5

² Sera fourni au dépôt de la version finale du plan de restauration.

³ Idem.

Projet d'exploration minière	✓	Sans objet	Renseignements disponibles
l'effluent final >> Qualité des eaux souterraines			
Description du site de traitement des eaux usées, <u>notamment</u> : >> Procédés de traitement des eaux usées >> Description des bassins de sédimentation >> Station d'échantillonnage à l'effluent			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
Lieux d'entreposage et d'élimination			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
>> Produits chimiques, pétroliers et explosifs			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
>> Matières résiduelles non dangereuses			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
>> Matières résiduelles dangereuses			ÉIES, Vol. 1, chapitre 5
Mesures de protection, de réaménagement et de restauration	✓		Section 3
Sécurité des aires de travail, des ouvertures au jour et des piliers de surface	✓		3.1
Démantèlement des bâtiments et des infrastructures de surface, notamment : >> Bâtiments et infrastructures d'extraction >> Description de l'usine de traitement de minerai	✓		3.2
Démantèlement des infrastructures électriques, de transport et de soutien	✓		3.2
Démantèlement des autres bâtiments (bâtiments administratifs et d'hébergement, cafétéria, etc.)	✓		3.2
Disposition des équipements et de la machinerie lourde	✓		3.3
Restauration des aires d'accumulation, notamment : >> Analyse comparative des scénarios de restauration >> Scénario de restauration choisi	✓		3.4
Infrastructures de gestion des eaux	✓		3.5
Réhabilitation du terrain (terrains contaminés)	✓		3.7
Gestion et élimination des produits pétroliers, des produits chimiques et des matières résiduelles dangereuses et non dangereuses	✓		3.8
Changements climatiques	✓		3.6

Lithium Guo AO
Project Moblan Lithium
H357755

Rapport - Gestion de projet
Gestion de l'environnement, du développement durable et
des relations avec la communauté
Plan préliminaire de réaménagement et de restauration

Projet d'exploration minière	✓	Sans objet	Renseignements disponibles
Programme de suivi et d'entretien post-restauration, le cas échéant	✓		Section 4
Suivi et entretien de l'intégrité des ouvrages	✓		4.1
Suivi environnemental	✓		4.2
Suivi et entretien agronomique	✓		4.3
Considérations économiques et temporelles		S.O.	
Évaluation détaillée des coûts des travaux de restauration		S.O.	
Calendrier de réalisation des travaux de restauration		S.O.	
Plan d'urgence	✓		Section 5
Mesures applicables en cas de cessation temporaire des activités	✓		Section 6

Annexe B

Analyse comparative des scénarios de restauration

Critère d'évaluation				OPTION 1: Empilement sur halde avec démolition pour remblayage dans la fosse et ennoisement après exploitation		OPTION 2: Empilement sur halde sans recouvrement, avec traitement d'eau à très long terme		OPTION 3: Empilement sur halde avec recouvrement progressif avec déblais/soix non lixiviables/non générateurs d'acide + revégétalisation et traitement d'eau à moyen-long terme		OPTION 4: Empilement sur halde avec recouvrement progressif avec géomembrane sur déblais propres et revégétalisation + traitement d'eau à court-moyen terme					
Critère	Définition	Pondération	Justification	Analyse		Analyse		Analyse		Analyse					
				Note (sur 5)	Note pondérée	Note (sur 5)	Note pondérée	Note (sur 5)	Note pondérée	Note (sur 5)	Note pondérée				
Réaménagement final du terrain	Ouvrages permettant une remise en état du terrain, dans ses conditions d'origine, incluant la possibilité de revégétalisation	3	Permet de minimiser la destruction de l'environnement et l'impact sur le paysage.	L'ennoisement de la fosse crée un nouveau milieu hydrique. Une fois les résidus et stériles enlevés de la halde, il devrait être possible de ramener la pente du terrain en-dessous dans un état proche de l'état initial et de végétaliser cette superficie. Cependant, à cause du foisonnement tous les matériaux ne pourraient être déposés dans la fosse, ce qui laisseraient quand même des empilements en surface à restaurer.	3	9	La halde non recouverte ne peut être végétalisée, causant une rupture permanente avec le paysage naturel qui sera visible de la route du Nord. La fosse vide se remplira d'eau, créant un nouveau milieu hydrique.	0	0	La halde peut être végétalisée (mais le sol risque d'être trop sec pour favoriser la croissance) et le résultat est similaire à la topographie du site. La fosse vide se remplira d'eau, créant un nouveau milieu hydrique.	4	12	La halde peut être végétalisée et le résultat est similaire à la topographie du site. La fosse vide se remplira d'eau, créant un nouveau milieu hydrique.	4	12
Stabilité des ouvrages	Stabilité physique de la structure construite pour le concept de restauration.	3	Un ouvrage instable peut présenter un risque pour l'environnement et la société.	La fosse ennoyée sera stable. Retour à la pente d'origine sous la halde. Donc retour à la stabilité naturelle du terrain.	5	15	La pile sera construite de façon à promouvoir la stabilité à long terme.	4	12	La pile sera construite de façon à promouvoir la stabilité à long terme, améliorée par l'implantation d'un couvert végétal en surface.	5	15	La pile sera construite de façon à promouvoir la stabilité à long terme, améliorée par la pose d'une géomembrane et l'implantation d'un couvert végétal en surface.	5	15
Longévité	Fonctionnalités pouvant être maintenues dans le temps, même après l'arrêt des opérations, sans atteinte à leur intégrité	3	L'intégrité à long terme, même après l'arrêt des opérations fait partie des critères de développement durable de Mason.	Très bonne longévité.	5	15	Bonne longévité	5	15	Très bonne longévité, advenant le succès de la végétalisation.	5	15	Les matériaux synthétiques sont de plus en plus durables, mais s'abiment avec le temps (même si on parle d'une durée de vie de 100-200 ans). Les racines des arbres pourraient trouer la membrane après quelques décennies de croissance.	2	6
Suivi et maintenance postrestauration	Simplicité des activités de suivi et d'entretien suivant la restauration.	3	Assure une minimisation des risques et responsabilité sociale à long terme.	Fosse: Un suivi de la qualité de l'eau est nécessaire à moyen terme (déjà dans les coûts du projet) Terrain sous la halde: Surveillance dans le cadre du programme de suivi prévu, mais rien de majeur à suivre sinon de vérifier l'efficacité de la végétalisation.	4	12	Cette méthode nécessite un traitement et suivi des eaux sur une durée indéfinie.	2	6	Suivi de base pendant quelques années.	5	15	Suivi de base pendant quelques années.	5	15
Facilité de gestion de l'eau	Construction facilitant l'interception, la collecte, la caractérisation et le traitement (au besoin) des eaux de ruissellement, de percolation et de lixiviation.	2	Réduit les risques sur l'environnement et les coûts d'exploitation.	La démolition de la halde signifie qu'il n'y aura pas d'eaux de ruissellement, de percolation ou de lixiviation.	6	12	Toutes les eaux doivent être captées et traitées car les réactions de lixiviation auront lieu.	1	2	Toutes les eaux doivent être captées et traitées jusqu'à la confirmation de la réduction de la lixiviation des métaux.	3	6	La membrane imperméable intercepte toutes les eaux, qui peuvent ensuite être collectées, analysées et traitées.	5	10
Facilité de construction	Développement de la pile faisant appel à des techniques de construction simples et permettant la restauration progressive	2	Minimise les frais d'exploitation et les risques durant le développement.	Complexité de récupérer les stériles et résidus. Défis techniques liés au déversement sécuritaire dans la fosse. Restauration progressive impossible.	0	0	Construction très facile. Restauration progressive impossible.	4	8	Construction facile, mais défi technique de combler les interstices d'une halde faite de matériaux très grossiers. Restauration progressive impossible avec le concept actuel de la halde.	3	6	Défi technique de combler les interstices d'une halde faite de matériaux très grossiers. L'installation d'une membrane sur une fondation appropriée ne présente pas de défi majeur. Restauration progressive impossible avec le concept actuel de la halde.	3	6
Coût de restauration	Ordre de grandeur des coûts des travaux et matériaux nécessaires à la restauration du site	2	Pour maintenir la viabilité économique du projet.	Coût très élevé pour déplacer tous les stériles et résidus potentiellement contaminés. Il faut aussi gérer la halde jusqu'à la fin de l'exploitation.	2	4	Water collection and treatment infrastructures will have to be maintained for a very long time.	2	4	Coût potentiellement élevé pour combler les interstices dans la halde et la recouvrir par après.	4	8	Coût potentiellement élevé pour combler les interstices dans la halde en plus du coût très élevé de la géomembrane.	1	2
Prévention de la lixiviation des métaux	Permet de minimiser l'infiltration d'eau qui pourrait causer la lixiviation des métaux.	1	Le cuivre étant déjà présent dans l'environnement naturel, la lixiviation n'est pas un enjeu prioritaire.	Remplir et envoyer la fosse n'empêche pas la lixiviation. De plus, les stériles seront exposés aux éléments pendant la durée de vie de la mine, et lixivieront.	0	0	Les stériles sont exposés aux éléments, et la lixiviation n'est donc pas empêchée.	0	0	Efficacité moyenne. La pente de la halde combinée à la compaction des couches supérieures peut aider à faire diverger l'eau avant qu'elle n'atteigne les stériles (Aubertin et al., 2015) mais ne crée pas une barrière complètement imperméable.	4	4	Méthode très efficace. La membrane forme une barrière imperméable.	5	5
Maturité de la technique ou la technologie	L'approche ou la technique d'implantation proposée est utilisée ailleurs ou connue et reconnue par les autorités.	1	Le programme de suivi permettra d'assurer l'efficacité de la méthode choisie.	Cette méthode est souvent utilisée, et doit être considérée en vertu de la Loi sur les mines.	5	5	Technique souvent utilisée pour les haldes de stériles.	5	5	Technique peu utilisée.	2	2	L'utilisation de géomembranes est récente mais elle gagne rapidement en popularité (Aubertin et al., 2015).	3	3
Potentiel de réutilisation, recyclage ou valorisation	Possibilité de récupérer le matériel à long terme pour le réutiliser ou en extraire d'autres produits.	1	Au cas où des applications futures se développeraient.	Les stériles peuvent facilement être récupérés.	5	5	Les stériles peuvent très facilement être récupérés.	5	5	Les stériles peuvent facilement être excavés, une fois le couvert végétal enlevé.	4	4	La membrane forme une barrière à l'excavation des stériles, mais peut être retirée pour récupérer les stériles.	3	3
				Total		77		Total		57		Total		87	

Annexe XVII

Caractérisation et modèles

XVII	1	Caractérisation hydrogéologique préliminaire (EXP, 2019)
	2	Modèle numérique d'écoulement des eaux souterraines (EXP, 2019)
	3	Note technique – Impacts potentiels du dénoyage de la fosse sur le lac Moblan (EXP, 2019)

Annexe XVII.01

Caractérisation hydrogéologique préliminaire (EXP, 2019)

DRA Met-Chem

Preliminary Hydrogeological Characterization Proposed Lithium Mine Site, Moblan Lake, Quebec

Type of Document:
Final Report

Project Number:
GAT-00247883-10

Prepared By:
EXP Services Inc.
885 Regent Street
Sudbury, ON P3E 5M4
Canada
T: +705.674.9681
F: +705.674.8271
www.exp.com



Perry Sarvas, P.Geo.
Earth & Environmental
Northeastern Ontario

HATCH
REFERENCE DOCUMENT
No.: E357755-EXP-228-230-0006_Sub002I

Date Submitted:
2019-03-19

Legal Notification

This report was prepared by EXP Services Inc. for **DRA Met-Chem**. Any use which a third party makes of this report, or any reliance on or decisions to be made based on it, are the responsibility of such third parties. EXP Services Inc. accepts no responsibility for damages, if any, suffered by any third party as a result of decisions made or actions based on this project.

Table of Contents

DRA Met-Chem	i
Legal Notification	ii
1 Introduction	1
1.1 Background.....	1
1.2 Project Objectives.....	1
1.3 Description of the Scope of Work.....	1
1.4 Prior Studies.....	2
2 Hydrogeologic Setting	2
2.1 Site Description.....	2
2.2 Climate.....	2
2.3 Physiography.....	4
2.4 Geology.....	4
2.4.1 Surficial Geology.....	4
2.4.2 Bedrock Geology.....	5
2.5 Surface Drainage.....	6
2.6 Regional Hydrogeology.....	6
3 Hydrogeologic Field Investigation	7
3.1 Borehole Drilling and Observation Well Installations.....	7
3.1.1 General.....	7
3.1.2 Well Construction and Development.....	8
3.1.3 Depth to Groundwater.....	8
3.2 Aquifer Testing.....	2
3.2.1 Packer Testing.....	2
3.2.2 Pumping Test.....	2
3.3 Groundwater Quality.....	5
3.3.1 Quality Assurance/Quality Control.....	6
3.3.2 Findings.....	7
3.3.3 Groundwater Resource Classification.....	2
4 Hydrogeologic Conceptual Model	3
4.1 Pre-Mining Hydrogeologic Conceptual Model.....	3
4.1.1 Overburden Aquifer.....	3
4.1.2 Bedrock Aquifer.....	4
4.2 Hydrogeological Conceptual Model – Active Mining Phase.....	4
4.2.1 Overburden Aquifer.....	5

4.2.2	Bedrock Aquifer	6
4.2.3	Water Quality Impacts	7
4.2.4	Groundwater Supply	8
4.3	Numerical Modeling of Groundwater Flow	9
5	Risk Evaluation	9
5.1	Open Pit Dewatering	9
5.2	TSF Operations	9
5.3	Other Operations	10
6	Conclusions and Recommendations	10
7	Limitations	12
8	Closure	13
Appendix A – Drawings		1
Appendix B – Packer and Pump Test Results		2
Appendix C – Groundwater Quality Results		3
List of Distribution		4

1 Introduction

1.1 Background

A lithium mine is being proposed for development with a production capacity of 1,000,000 tonnes per day approximately 100 km north of Chibougamau, Quebec (Drawing 1). The project will consist of an open pit mine, crushing plants, a processing facility, a tailings storage facility (TSF), a waste rock disposal area and associated infrastructure.

1.2 Project Objectives

The objective of this report is to provide a hydrogeological study in support of a feasibility study for the proposed open pit lithium mine. It is envisioned that this report will be used as the foundation for additional studies and a comprehensive pit dewatering and water management plan for the mine.

The specific objective of this project is to complete hydrogeologic studies to acquire the necessary data and supporting analysis required so that initial designs for pit dewatering, TSF, waste rock dump and other mine infrastructure and costs associated with them can be developed as part of the feasibility study. The project includes a review of existing climate and geologic data and a field characterization program focused on defining hydraulic parameters of the geologic media in and around the proposed site. These field data are then used to predict groundwater flow at the site.

Predicting pit dewatering requirements involves an integrated assessment and quantification of geology, geologic structure, rock mass hydraulics, rock mechanics, surface hydrology and climate. A preliminary site-specific dewatering plan is initiated in this study, enabling some potential dewatering issues to be identified and predicted.

1.3 Description of the Scope of Work

The hydrogeologic investigation was conducted by EXP Services Inc. (EXP) between October and December 2018, which also included geotechnical borings for overburden characterization, oriented core holes for preliminary pit wall stability design and geochemical characterization of lithological samples for environmental impact assessment.

Per EXP's 2018 Proposal, the hydrogeologic investigation included the following:

- A review and analysis of existing geologic, climatological and hydrologic data at the site;
- Completion of bedrock and overburden drilling throughout the site;
- Installation of monitoring wells in fifteen (15) of the boreholes, including six (6) deep bedrock wells in the open pit area, four (4) overburden wells in the TSF area and five (5) nested wells in the periphery of the open pit;
- Completion of packer testing and analysis on five core holes to define the localized hydraulic conductivity of the bedrock at various depths.
- Completion of a step-drawdown pumping test and a constant-rate pumping test in one of the deep bedrock wells and monitor water-levels in both, the test well and nearby observation wells;

- Analyze the pumping test data to estimate hydraulic properties including transmissivity, hydraulic conductivity, and storage properties of the overburden and bedrock in the proposed pit area;
- Determine the horizontal hydraulic gradient in area of the proposed pit, waste rock dump and TSF; and,
- Development of a Hydrogeologic Conceptual Model (HCM) and a preliminary groundwater flow model for characterization of site hydrogeology and preliminary dewatering requirements.

1.4 Prior Studies

Prior to this investigation, no site specific hydrogeologic investigations have been performed for the proposed Moblan Mine development. Several geologic and resource investigations have been conducted, which provide background information on the geology of the deposit and surrounding areas, including:

- Rapport D'Exploration, 2009, Propriété Moblan (1331) (SOQUEM, December 2009).
- Rapport de Campagne de Forage 2010, Propriété Moblan (1331) (SOQUEM, January 2011).
- Rapport D'Exploration, Été 2016, Propriété Moblan (1331) (SOQUEM, October 2016).
- Geochemical Characterization of Ore and Waste Rock from the Proposed Moblan Mine, Chibougamau, Quebec (Golder Associates, November 2011).
- Échantillonnage d'eau sur la propriété Moblan (Stavibel, March 2010).

No additional studies were made available to EXP as part of this study.

2 Hydrogeologic Setting

2.1 Site Description

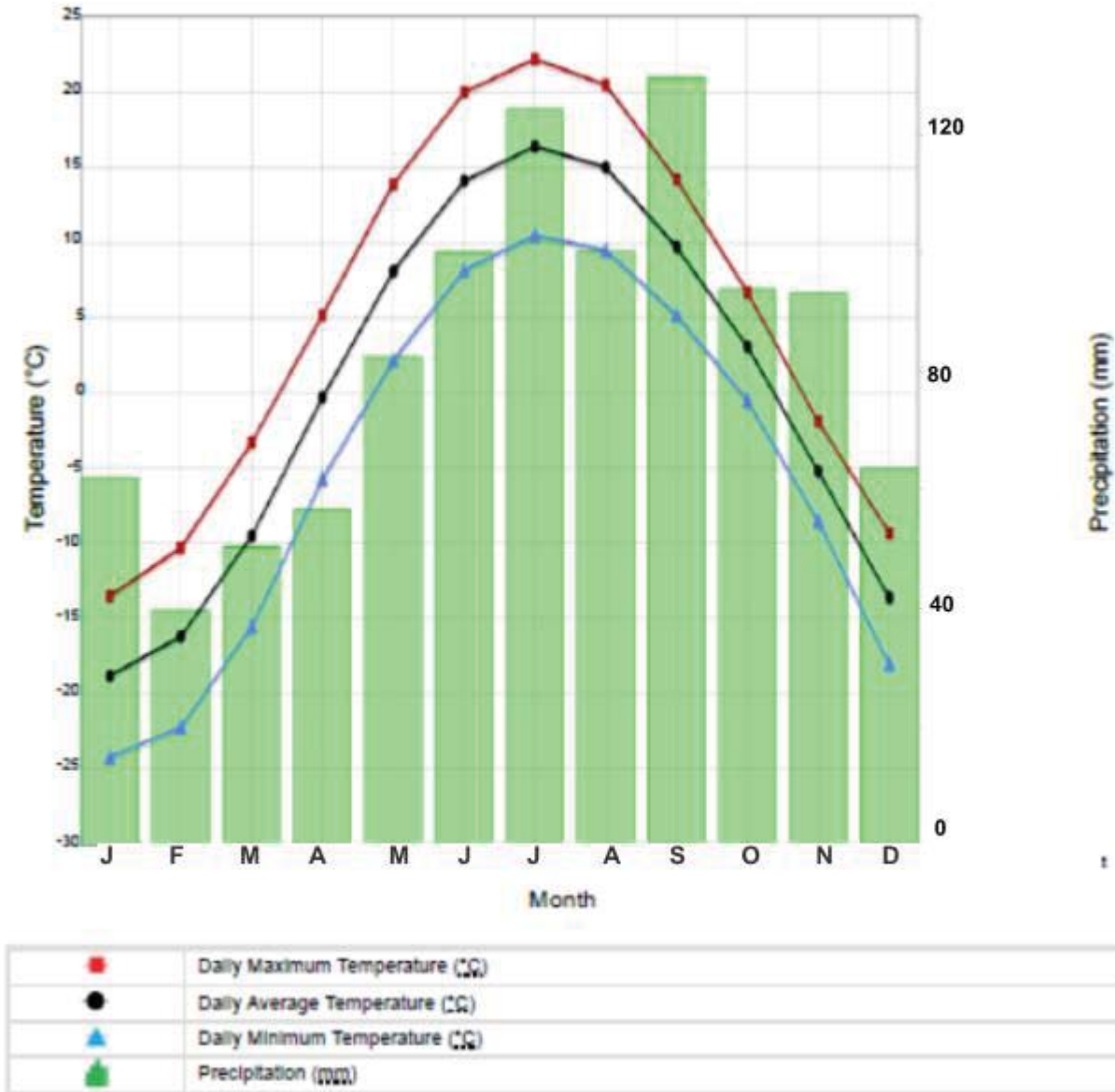
The site is located approximately 100 km north of the community of Chibougamau in northern Quebec. The shape of the proposed pit is an elongated oval approximately 850 m long in an east/west orientation and about 400 m wide. The average depth of the proposed pit is approximately 120 m below ground surface (bgs). The shoreline of Moblan Lake is located approximately 400 m to the south-southeast of the proposed pit, and the Route du Nord is located about 1.5 km north of the site. The area is heavily forested. Local topographical relief within the Site is generally undulating, characterized by rounded bedrock hills interspaced with valleys typically containing wetlands, streams, ponds or lakes. The hills and valleys are generally oriented in a northeast-southwest direction and slopes are mainly moderate to steep. Ground surface elevations range from 522 m above sea level (masl) (at the proposed pit location) to 479 masl (pond near the proposed location of the TSF).

2.2 Climate

The climate of the region is classified as subarctic with cold winters (down to -40°C) and a snow cover from December to May. Summers can have large fluctuations in temperatures that can reach 35°C . Spring and autumn also typically have large temperature differences, sometimes in a very short time.

Chapais 2 is an Environment Canada meteorological station located approximately 100 km south of the study site. This station was consulted to determine average temperatures and precipitation. Figure 2-1 summarizes average temperature and precipitation at Chapais 2 between 1981 and 2010.

Figure 2-1. Temperature and Precipitation Normals at Chapais 2 Station, approximately 100 km south of the Site (Source: Environment Canada).



It is expected that the average temperature at the Moblan Lake site will be slightly lower than at the Chapais-2 weather station because it is 100 km north of this station.

2.3 Physiography

The site is located about 100 km from the community of Chibougamau in the Canadian Shield, an enormous, rather monotonous expanse of rounded hills with numerous lakes, ponds, streams and wetlands in intervening valleys. The Canadian Shield covers 80% of the province. Its highest summits rise to over 900 masl. In the area of the proposed Moblan Mine, peak elevations appear to be in the range of 525 masl. Ground surface elevations within site boundaries appear to range from 522 m above sea level (masl) (at the proposed pit location) to 479 masl (pond near the proposed location of the TSF). Regionally, ground surface altitude ranges between 475 masl and 590 masl.

During the last Pleistocene ice age, the site was covered by the massive Laurentian Ice Sheet, which extended south into present day New York. The ice was up to 1 km thick and slowly moved from towards the south eroding soils and near-surface rocks. After the ice sheet retreated, physiography was characterized by bedrock outcroppings and a thin veneer of glacial till.

The site slopes gently to steeply in several directions based on the presence of the rounded hill. The proposed open pit is located at the peak of one of these rounded hills. The land at this location slopes both to the southeast toward Moblan Lake and to the north toward Route du Nord. At the location of the proposed TSF, the land generally slopes moderately to the north-northwest toward Route de Nord; however, it also slopes southward toward a pond.

2.4 Geology

The geologic understanding at the project site is primarily based on mineral exploration work that was completed by SOQUEM on the site between 2009 and 2016, supplemented by logging of overburden material and bedrock core from test pits and deep boreholes completed from October and December 2018.

2.4.1 Surficial Geology

Typical of the Canadian Shield, the property is underlain by a thin veneer of glacial drift deposits over bedrock. Observations and borehole logs indicate that significant portions of the property have exposed bedrock at surface or overburden less than 10 m thick.

Overburden geology was mainly characterized from logging of geotechnical test pit and borehole material at the property. A total of 15 boreholes and 28 test pits were completed: 6 boreholes and 15 test pits were excavated in the proposed area of the TSF; 8 boreholes and 12 test pits were excavated in the proposed area of the processing plant; and, 1 borehole and 1 test pit were excavated in the area of the proposed open pit. The boreholes and test pits were advanced between October and December 2018. The geotechnical report described the soils in the area of the proposed plant:

Topsoil

Topsoil was encountered at the surface of some boreholes and test pits, and ranged in thickness from 100 mm to 500 mm. Topsoil thicknesses may further vary beyond the borehole and test pit locations.

Cohesionless Native Subsoils

Below the surficial topsoil encountered at the test pits and boreholes were native undisturbed cohesionless soils. The soils consisted of a mixture of sand with some silt and gravel, to silty gravelly sand, to sand and gravel, to cobbles with trace sand, to sandy silt, and silt and sand, which extended to the termination depth of the boreholes and test pits or bedrock, whichever occurred first. The native soils were generally brown to grey in color, and moist to wet.

Soil Thickness

Bedrock was encountered in some, but not all, of the boreholes and test pits.

In the area of the proposed processing plant, depth to bedrock ranged from approximately 1.5 m to 6.7m. Bedrock was not encountered in boreholes BH-9 and BH-10, and in test pits TP-17, TP-24 and TP-25. BH-9 and BH-10 and TP-17 were located at the southwest end of the proposed plant area and the boreholes were drilled to a maximum depth of 9.30 m. TP-24 and TP-25 were excavated in the central part of the plant area to depths of 1.5 m and 1.1 m, respectively. Boreholes in this area encountered bedrock at a depth between 1.52 m and 1.68 m.

In the area of the TSF, bedrock was encountered in only one borehole (BH-5) at a depth of 3.89 m. The other boreholes and test pits in this area did not encounter bedrock to maximum depth of 9.19 m (BH-4). BH-5 was located near the northwest corner of the proposed TSF in a topographical low area next to a stream.

In the area of the open pit, soil thickness was consistently shallow. TP-15 encountered assumed bedrock surface at a depth of 2.0 m. In deep bedrock boreholes GW-18-01 to GW-18-06 and GD-18-01 to GD-18-05, soil thickness ranged from 0.75 m (GW-18-04) to 8.7 m (GW-18-02).¹ These shallowest soils were encountered at topographical high areas along the central axis of the proposed pits. The deepest soils were encountered at the south and east peripheries of the proposed pit, between the pit and Moblan Lake.

2.4.2 Bedrock Geology

Regionally, the Moblan property is situated in the western part of the Frotet-Evans greenstone belt which consists of an assemblage of intrusive and volcanic rocks with associated volcanogenic sedimentary rocks. The western part of this belt is mainly characterized by mafic rocks, including gabbros, mafic volcanics and mafic to ultramafic intrusives. The rocks are moderately metamorphosed and intruded by later stage dykes and veins. Structurally, the Frotet-Evans greenstone belt is interpreted to have an east-northeast trending anticline that subdivides the belt into north and south domains. The axis of this anticline appears to transcend the Moblan property. The assemblages are displaced in some places by major later-stage faults, including several north-trending faults beneath the Moblan property.

¹ The log for GD-18-05 indicated an interval of 10.7 m of soils; however, this borehole was inclined at an angle of 70°.

The Frotet-Evans greenstone belt is surrounded by granitoid and gneissic batholiths

The Moblan property is mainly underlain by massive medium-grained gabbro. SOQUEM (2016) states that the gabbro is bordered by “basalts, themselves interbedded with some units of felsic volcanoclastic rocks. These are often mineralized with pyrite, more rarely sphalerite and chalcopyrite, when they are intersected by fractures and veins.”

All the above lithologies are intruded by a series of lithium-bearing and lithium-deficient pegmatite dykes. SOQUEM (2016) notes that the dykes appear to follow fractures and openings in the host rocks. The pegmatite dykes themselves appear to be displaced in some locations by late-stage northeast-trending faults.

The main lithium-bearing pegmatite dyke beneath the property, which is targeted by the proposed open pit, has an east-west orientation. SOQUEM (2016) states that this dyke has been delineated over a 1.5 km strike length. It appears to have a near-vertical dip with a thickness of 30 m to 40 m at its main intersection.

The property geology described by SOQUEM (2016) is corroborated by the deep bedrock core drilling in October and November 2018. A total of 11 deep bedrock boreholes were completed to depth ranging from 125 m to 150 m. All the boreholes were completed within the boundaries of the proposed open pit. A total of 1,333 m of bedrock core was recovered from the boreholes. Of this, a total of 1,024 m (77%) was identified a gabbro, mafic intrusive or ultramafic intrusive; a total of 221 m (17%) was identified as pegmatite; a total of 50 m (4%) was identified as basalt and the remainder 38 m (2%) were identified as other lithologies.

It is noted that SOQUEM (2016) identified all the pegmatite dykes in the property as lithium-bearing. However, the core logs from the 2018 drilling identified some pegmatites that have no lithium-bearing indications.

The bedrock is overlain by a generally thin layer of overburden. Information from past studies and current field investigations indicate that the overburden consists mainly of glacially-derived sands.

2.5 Surface Drainage

The site has a complex natural drainage pattern controlled by the physiographical feature. A pond at the south perimeter of the proposed open pit drains northward through the center of the pit outline. Moblan Lake, approximately 400 m southeast of the pit perimeter, drains southward via a stream at the southwest shoreline of the lake. A pond south of the proposed TSF drains toward the southwest. Coulombe Lake and Chalonneau Lake are located approximately 2 km northeast and 2 km south of the proposed open pit, respectively.

2.6 Regional Hydrogeology

The Moblan Lake area is characterized by low permeability Precambrian bedrock of the Canadian Shield, overlain by thin glacial deposits. The area has high precipitation and moderate relief and as such the depth-to-groundwater is often shallow.

Groundwater flow in glacial deposits is typically variable because of the heterogeneous nature of the material and local topography. As described in Section 2.4, Precambrian bedrock is predominantly gabbro and other intrusive igneous rocks. These crystalline rocks are effectively impermeable. Groundwater flow is generally controlled by fractures, joints, foliation, shear zones and other secondary planar structural features, which are generally sparse in these rocks.

3 Hydrogeologic Field Investigation

The hydrogeologic investigation was conducted as part of a larger EXP investigation between October and December 2018 which also included geotechnical borings for overburden characterization, condemnation drilling to characterize lithologies in non-mining areas and oriented core holes for preliminary pit wall stability design. The field hydrogeologic characterization activities were performed by EXP. DRA-Met retained consulting geologist André Jean, ing. to log the geology of bedrock cores.

3.1 Borehole Drilling and Observation Well Installations

3.1.1 General

As part of the field investigation, the following activities were undertaken related to the hydrogeological characterization:

- 6 deep hydrogeological bedrock boreholes were drilled and completed as open borehole monitoring wells within the perimeter of the proposed open pit (GW-18-01 to GW-18-06).
- 3 hydrogeological bedrock boreholes were drilled and completed as monitoring wells in the areas to the north and south of the proposed open pit (GWW-18-01 to GWW-18-03).
- 5 hydrogeological boreholes were completed in bedrock to depths of less than 10 m in the area around the periphery of the proposed TSF (GWM-18-01 to GWM-18-05).
- 5 deep oriented geotechnical bedrock boreholes were drilled around the perimeter of the proposed open pit to assess pit wall stability (GD-18-01 to GD-18-05).
- 14 geotechnical boreholes were completed in overburden in the areas around the proposed TSF and ore processing plant.
- 28 geotechnical test pits were excavated in overburden in the areas around the proposed TSF and ore processing plant.
- 10 condemnation drilling boreholes were completed in bedrock in the areas around the proposed TSF, ore processing plant and overburden stockpile.

Monitoring well and borehole locations are shown in the appended Drawing 2.

Based on review of available geologic and hydrologic information and knowledge gained as the field investigation progressed, two principal hydrostratigraphic units were identified at the site: the Precambrian bedrock; and the Quaternary overburden.

The boreholes were drilled using a track mounted drilling rig Model HC 150 (manufactured and supplied by Forage Chibougamau of Chibougamau, Quebec) under the full-time supervision of a member of the EXP team. The design

and installation of the monitor wells was guided based on geological information accumulated during previous exploration work and the samples collected during the geotechnical and environmental drilling.

3.1.2 Well Construction and Development

The deep bedrock wells in the proposed pit location (GW-18-01 to GW-18-06) were completed as open hole monitoring wells. Casing was driven through overburden into the upper bedrock surface with a drill shoe to create a water-tight seal. The annular space of the casing was sealed with bentonite. The rest of the borehole from the bottom of casing to the end-of-hole was developed as an open hole monitoring well. This ensured that water-bearing fractures intersecting the borehole could supply groundwater to the monitoring well.

The shallower monitoring wells around the peripheries of the proposed open pit and TSF were completed as monitoring wells with risers and screens. A 125-mm (5-inch) diameter section of screened casing was installed in the bottom 1.5 m (5 feet) of the wells with a 125-mm (5-inch) diameter PVC riser extending from the top of screen to approximately 0.4 m (16 inches) above ground surface. A sand filter pack was placed in the annular space from the bottom of the screen to approximately 0.25 m above the screen. Bentonite sealant was emplaced from above the sand filter to ground surface.

Upon completion, the wells were developed until the water was observed to be sediment-free.

3.1.3 Depth to Groundwater

The depth to groundwater was measured in the wells by EXP field technicians several times between December 1 and 11, 2018. The measurements and groundwater elevations are shown in Table 3-1. It is noted that the groundwater levels recorded in GWM-18-01 to GWM-18-05 and GWW-18-01 to GWW-18-03 are interpreted to have been impacted by drilling water. These measurements have not been tabulated on Table 3-1. Measurements were not recorded on December 3 because the wells were being purged prior to groundwater sampling.

The top of casing was not surveyed at the time of writing the draft report and the elevation of the wells (and associated groundwater elevations) were estimated from the location of the well with respect to the site topographic map, therefore the groundwater elevations are estimates and should be interpreted accordingly.

In general, the water level measurements indicated a complex hydraulic relationship in bedrock. In the area of the open pit, depth to groundwater ranged from artesian (GW-18-3) to 6.25 m below ground surface (bgs) (GWW-18-02). In the area of the proposed TSF, depth to groundwater ranged from 0.44 m bgs (GWM-18-05) to 36.13 m bgs (GWM-18-01).

Ground elevation data was not available and the potentiometric surface of groundwater could not be established at the time of preparation of this report.

Table 3-1. Groundwater Static Levels and Elevations.

Sample Date	Well No.:														
	GWM-18-01	GWM-18-02	GWM-18-03	GWM-18-04	GWM-18-05	GWM-18-01	GWM-18-02	GWM-18-03	GWM-18-04	GWM-18-05	GWM-18-01	GWM-18-02	GWM-18-03	GWM-18-04	GWM-18-06
	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm
Elevation of Measuring Depth of Well (m)	4.52	4.62	6.72	3.00	6.85	5.36	6.30	1.88	126.00	126.00	126.00	126.00	126.00	126.00	126.00
	Units														
12/6/2018	Depth to Static Water Level	m	3.06	2.57	2.55	0.45	0.44	5.36	5.56	0.39	flowing	2.10	nm	nm	nm
	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
12/7/2018	Depth to Static Water Level	m	nm	nm	nm	nm	nm	5.36	5.56	0.58	nm	nm	nm	nm	nm
	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
12/8/2018	Depth to Static Water Level	m	nm	nm	nm	nm	nm	3.36	5.56	0.57	flowing	nm	nm	nm	nm
	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
12/9/2018	Depth to Static Water Level	m	nm	nm	nm	nm	nm	Dry	6.02	0.60	0.00	2.13	nm	nm	nm
	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
12/10/2018	Depth to Static Water Level	m	nm	nm	nm	nm	nm	Dry	6.25	0.65	0.50	2.16	nm	nm	nm
	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
12/11/2018	Depth to Static Water Level	m	nm	nm	nm	nm	nm	5.34	5.61	0.52	flowing	2.05	1.49	nc	nc
	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
12/12/2018	Depth to Static Water Level	m	3.13	2.27	1.30	0.62	0.52	Dry	5.74	0.58	nm	nm	nm	nm	nm
	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc

Notes:
 masl = metres above sea level
 nm = not measured
 nc = could not be calculated

Table 3-2. Mean Hydraulic Conductivity (K) Estimates from Packer Test Results.

Well No.	Test interval (m)	Mean K (m/second)
GW-18-01	111-122	4.71E-09
GW-18-01	93-104	4.04E-07
GW-18-01	95-86	3.89E-07
GW-18-01	57-68	3.21E-07
GW-18-01	39-50	3.23E-07
GW-18-01	15-26	2.86E-07
GW-18-02	111-120.5	4.90E-09
GW-18-02	90-99.5	1.79E-08
GW-18-02	75-84.5	1.88E-07
GW-18-02	54-63.5	5.88E-07
GW-18-02	42-51.5	8.53E-07
GW-18-02	16-25.5	1.02E-06
GW-18-03	111-122	3.25E-08
GW-18-03	93-104	5.81E-08
GW-18-03	75-86	1.76E-06
GW-18-03	39-50	1.66E-06
GW-18-03	15-26	1.60E-06
GW-18-04	106-117	5.87E-09
GW-18-04	88-99	6.89E-09
GW-18-04	68-79	2.00E-06
GW-18-04	45-56	1.69E-06
GW-18-04	22-33	1.47E-06
GW-18-06	108-126	7.47E-09
GW-18-06	90-126	2.21E-09
GW-18-06	72-126	1.60E-07
GW-18-06	54-126	1.73E-07
GW-18-06	36-126	6.73E-08
GW-18-06	21-126	1.30E-07

3.2 Aquifer Testing

The aquifer testing program consisted of both packer tests and pumping tests to provide permeability estimates for the formations in the study area. Packer tests and the pumping test were completed in the boreholes within the perimeter of the proposed open pit area. Determination of the hydraulic conductivities of the bedrock in this area is important for determining potential mine pit inflows, evaluating potential impacts from mine dewatering, and estimating groundwater flow velocities.

3.2.1 Packer Testing

Constant head (Lugeon) packer injection tests were performed during drilling to determine the permeability of the rock in the project area. The tests were completed in boreholes GW-18-01, GW-18-02, GW-18-03, GW-18-04 and GW-18-06. The number of permeability tests completed in each borehole and their locations are presented in Table 3-2.

A total of twenty-six (26) tests were completed between the depths of 15 m and 122 m from top to bottom. Generally, the tests were performed in a double-packer arrangement over a 11-m interval. However, damage to one of the packers caused the test in GW-18-6 to be completed in a single-packer arrangement with intervals ranging from 18 m to 117 m. The collected packer test data is provided in Appendix B.

Constant head packer testing was normally conducted under steady-state conditions at three different injection pressures (7.5 psi, 17.5 psi, and 27.5 psi). Pressure was increased for successive tests up to the maximum pressure, then decreased for successive tests for a total of five steps. Flow was measured at progressive time intervals of 1, 2, 5, 10, 15 and 20 minutes, and the stabilized flow rate was used to determine the permeability. Data analysis sheets compiled for permeability testing are presented in Appendix B; results are summarized in Table 3-2.

In general, the analysis of the test data yielded similar permeability estimates for tests at different pressures over the same interval suggesting that measurement error was minimal. Permeability estimates range from 2.2×10^{-9} m/sec to 2.0×10^{-6} m/sec. The arithmetic and geometric mean permeability measured from the packer testing is 5.4×10^{-7} m/sec and 1.4×10^{-7} m/sec, respectively. Geometric mean permeability is typically used since permeability is log-normally distributed. Analysis of trends indicates that the highest permeability values were measured in the upper to middle portions of the bedrock and permeability decreased with depth in most boreholes. The geometric mean of tests from the upper to middle portions of the bedrock (i.e. <100 m) is 7.4×10^{-7} m/sec. The geometric mean of tests from the lower portions of the bedrock (i.e. >100 m) is 1.5×10^{-8} m/sec.

Generally, the packer results suggest moderately permeable rock except in narrow, discrete structural zones containing openings or discontinuities such as fractures, joints or foliation.

3.2.2 Pumping Test

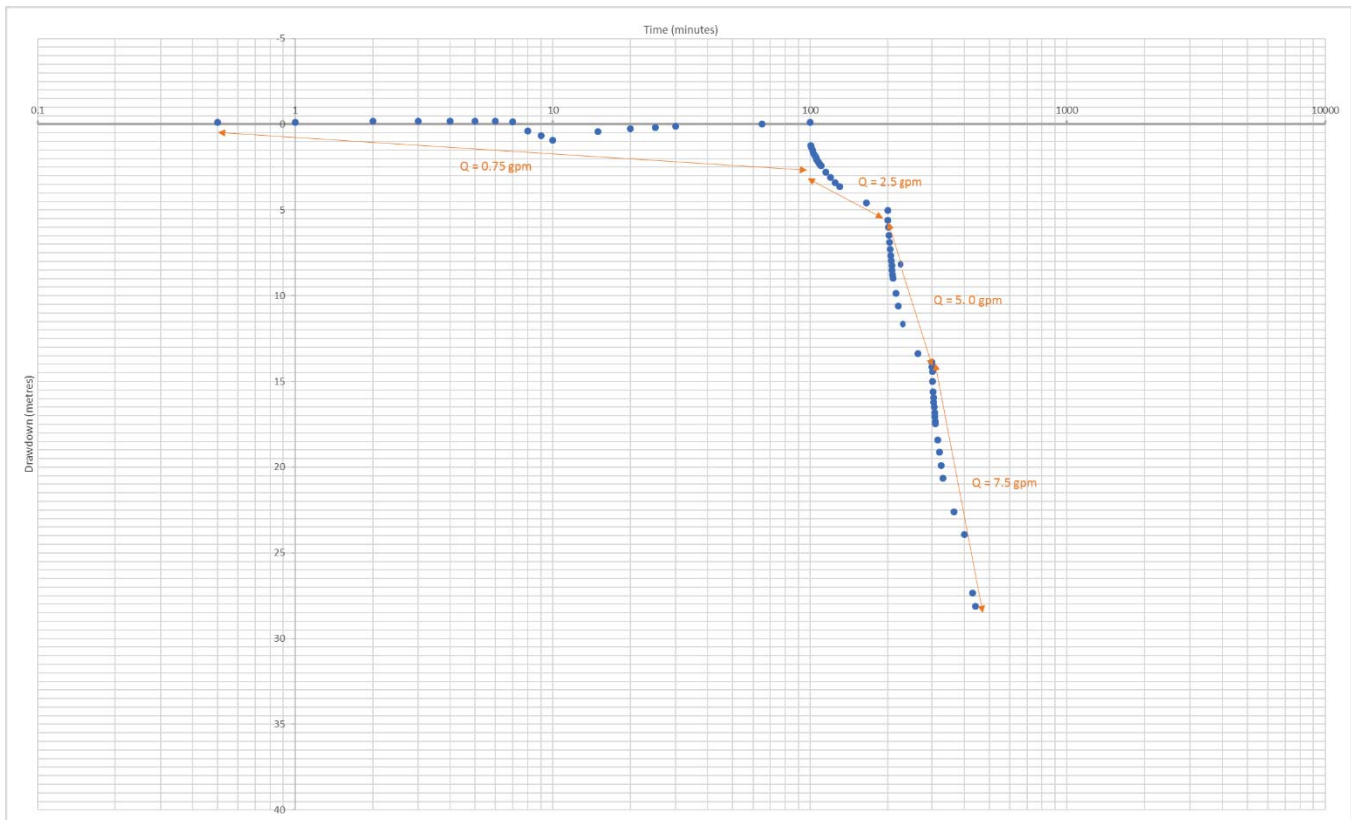
A 72-hour pumping test was performed to estimate the transmissivity, hydraulic conductivity and storativity of the bedrock aquifer at the location of the proposed open pit. Test results also give an indication of bedrock hydraulics in other areas of the site, including the TSF location.

The designated pumping well for the 72-hour pump test was GW-18-06. The designated observation wells were GW-18-03 and GW-18-04, located approximately 30 m and 340 m from the pumping well, respectively. All of the

wells are 126 m deep. The pumping test was completed using a 0.5-hp submersible pump with a 31-mm (1-1/4 inch) diameter discharge outlet. The flow rate was measured using a flow meter. Pressure transducer/ dataloggers were used to monitor water levels in pumping and the observation well. Periodic water level measurements were also recorded with a depth-to-water level meter.

Prior to initiation of the 72-hour pumping test, a step-drawdown test was completed in GW-18-06 to provide information on a suitable pumping rate for the long-term test. The step-drawdown test also provided information on the well efficiency of GW-18-06. The step-drawdown test was conducted on December 5 at pumping rates of 0.75 gallons per minute (gpm), 2.5 gpm, 5 gpm and 7.5 gpm. A semi-logarithmic graph of the drawdown is shown in Figure 3-1. Based on the results, it was determined that a constant pumping rate of 6 gpm would be suitable for the 72-hour pumping test.

Figure 3-1. Step-Drawdown Test Results.



A summary of the test is provided below and in Table 3-3. Time-drawdown hydrographs for the test well are provided in Figures 3.2.

The constant-rate test at GW-18-06 began at 22:50 hours on December 7, 2018. GW-18-06 was pumped at an average rate of 0.45 L/second (6 gpm). The maximum drawdown measured in GW-18-062 was 28.7 metres (Figure 3.2), which is significantly less than the total depth of the well (126 m). The rapid decrease in water-level upon pump start-up is indicative of poor well efficiency, which is normal for open bedrock holes.

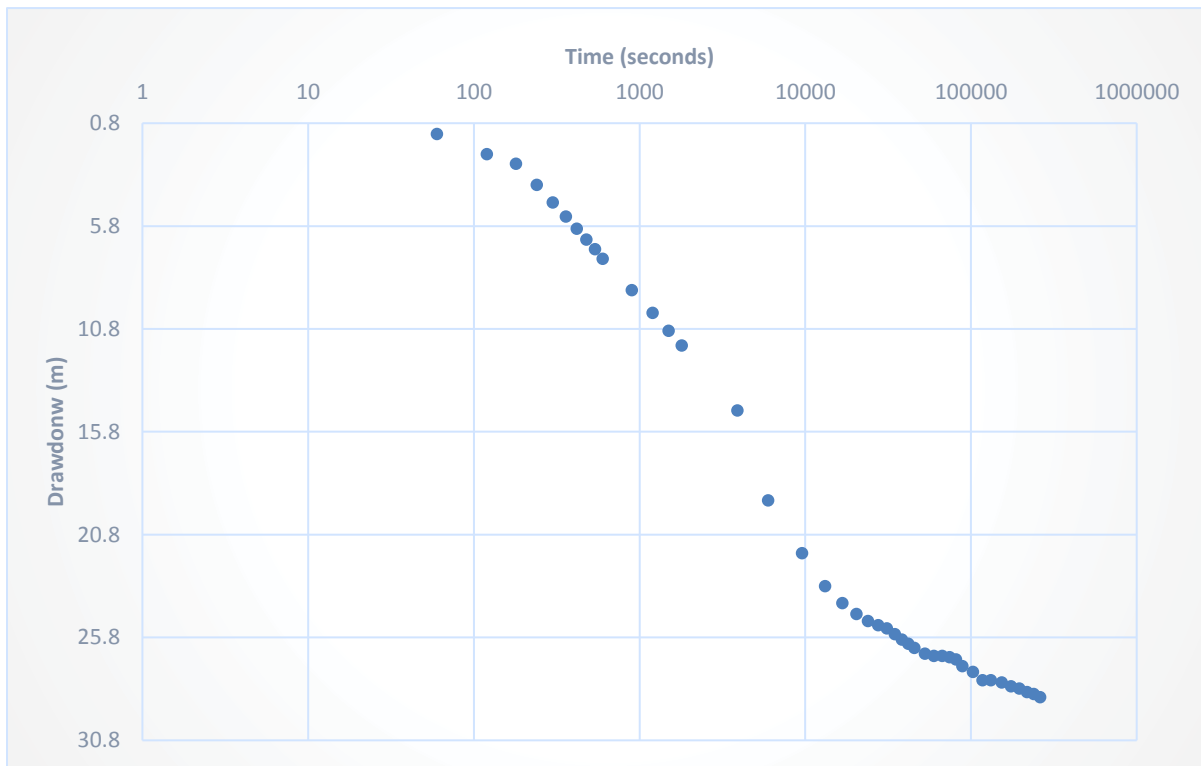
As previously noted, water levels were also monitored in GW-18-03 and GW-18-04 during the pumping test. The water level in GW-18-04 remained unchanged during the test, indicating no measurable drawdown in this observation well.

Water level measurements in GW-18-03 were complicated by well hydraulics. GW-18-03 has been observed to be a flowing well since it was installed. A temporary extension of the well casing showed the water level to rise to 1.5 m (5 feet) above ground surface, which was established as the static water level. At the start of the pump test, the well casing in GW-18-03 appeared to become dislodged. Water was flowing from the well at the level of the ground surface for a significant part of the pump test, so the water level could not be measured. At the 42-hour, 40-minute mark of the pump test, the water level in GW-18-03 was observed to be a ground surface with no flow. At the end of the pump test, the water level in GW-18-03 was observed to be approximately 0.2 m below ground surface. Assuming a static water level of 1.5 m above ground surface, it is estimated that GW-18-03 recorded a maximum drawdown of 1.7 m.

As previously stated, a constant initial pumping rate of 6 gpm (0.5 L/second) was maintained in GW-18-06 for the 72-hour period. Results are tabulated in Appendix B.

The pump test results are shown graphically in Figure 3-2 in a semi-logarithmic graph of drawdown versus time.

Figure 3-2. Semi-log Graph of Drawdown vs. Time in the Pumping Well.



The graph shows a flattening of the drawdown curve in the latter stage of the pumping test. This is most likely the influence of recharge as the zone of influence from the pumping well expands.

A Cooper-Jacob straight-line analysis was completed for “best fit” straight lines for the log cycles of the graphs. Results are summarized in Table 3.3. The transmissivity (T) may be found from the following equation.

$$T = \frac{2.3 Q}{4\pi \Delta(h_0 - h)}$$

Where Q is the pumping rate (dimensions L³/t) and Δ(h₀ – h) is the drawdown (in L) per log cycle on the graph.

Figure D.1 to D.4 show the semilogarithmic time-drawdown graphs for all three wells. As can be seen, the test results from the three wells did not generate well-defined straight lines on the semi-logarithmic graphs. As noted above, this may indicate that the “drawdown cone” from the pumping well encountered a barrier boundary that slightly attenuated the potential aquifer yield.

Table 3.3. Summary of Results of Cooper-Jacob Straight-line Analysis from Pumping Test Data.

Q (L/s)	Log cycle	(h ₀ - h) (m)	T (m ² /day)
0.5	100-1000	7.3	1.0
0.5	1000-10000	12.5	0.6
0.5	10000-100000	5.4	1.3

The recovery of GW-18-06 was also monitored. Results from the water level recovery of the well were used to estimate hydraulic conductivity (k) utilizing the Bouwer and Rice recovery method. The results are attached in Appendix B. Based on the results, the geometric mean k from the recovery of GW-18-06 was estimated to be 1.8 x 10⁻⁷ m/sec. This is consistent with the geometric mean permeability of 1.4 x 10⁻⁷ m/sec measured from the packer testing.

3.3 Groundwater Quality

Representative groundwater samples were collected from a total of eight (8) monitoring wells: GW-18-06, GWM-18-01, GWM-18-02, GWM-18-03, GWM-18-04, GWM-18-05, GWW-18-02 and GWW-18-03. In addition, blind duplicate groundwater samples were obtained from wells GWW-18-03, GWM-18-01 and GW-18-06 for purposes of quality assurance/quality control. Two (2) groundwater samples were collected from GW-18-06 during the long-term pumping test (see Section 3.2.2): one approximately twelve hours after initiation of pumping and one approximately four hours before termination of pumping.

As shown in Drawing 2, the wells are distributed throughout the proposed minesite. GW-18-06 is located within the proposed open pit location. The GWW wells are located in the area between the proposed open pit and Moblan Lake and the GWM wells are located in the area of the proposed TSF. Well depth ranged from 1.88 m (GWW-18-03) to 126.00 m (GW-18-06). With the exception of GW-18-06, the wells are completed in or near soil/bedrock interface. GW-18-06 was constructed as an open borehole cased to the bedrock surface and completed in deep bedrock.

The groundwater samples were submitted to Maxxam Laboratories for analysis of the following parameters:

METALS	MAJOR IONS AND GENERAL CHEMISTRY	ORGANICS AND NUTRIENTS
Aluminum	pH	Dissolved Organic Carbon
Antimony	Total Dissolved Solids	Biochemical Oxygen Demand
Arsenic	Total Solids	Total Phosphorus
Barium	Turbidity	Phenols
Cadmium	Total Hardness (as CaCO ₃)	Ammonia as N
Calcium	Alkalinity (as CaCO ₃)	Total Kjeldahl Nitrogen
Chromium	Chloride	Nitrate and Nitrite
Cobalt	Fluoride	Total Cyanides
Copper	Sulphate	Cyanates
Lead	Total Sulphides	Thiocyanates
Magnesium	Thiosulphates	Petroleum Hydrocarbons (C10-C50)
Manganese		
Mercury		
Molybdenum		
Nickel		
Selenium		
Silver		
Sodium		
Zinc		

The analytical parameters for groundwater samples were based on with the requirements of Directive 019 concerning groundwater monitoring. The results are interpreted to represent ambient (pre-mining) aquifer conditions of the aquifers beneath the Moblan site. For context, the analytical results are compared to applicable criteria from the Quebec *Guide d'intervention Protection ds sols et rehabilitation des terrains contaminés*. Results are summarized in Table 3.4.

3.3.1 Quality Assurance/Quality Control

As part of the field QA/QC protocol, blind duplicate samples were collected from GWW-18-03, GWM-18-01 and GW-18-06. The original and blind duplicate samples were submitted to Maxxam Laboratories for analysis.

Analytical results from the original and duplicate samples were compared. The relative percentage difference (RPD) was determined for only those parameters that were at least an order of magnitude above the reported detection limit. Also, turbidity is generally considered an unreliable parameter for RPD. Laboratory results are generally considered reliable if the RPD is within $\pm 25\%$. RPD (as an absolute value) is calculated from the following equation:

$$\text{RPD (\%)} = [(c_0 - c_D) \div ((c_0 + c_D)/2)] \times 100$$

Where,

c_0 is the concentration in the original sample

c_D is the concentration in the duplicate sample

The RPD values are within acceptable limits for the parameters compared in the original and duplicate samples. The exceptions were aluminum, zinc and alkalinity for GWW-18-03 and zinc for GW-18-06. The RPD values indicate that the laboratory data are considered reliable for the groundwater sample analytical results.

3.3.2 Findings

Groundwater quality analytical results are summarized in Table 3.4.

Results indicate that petroleum hydrocarbon (C10-C50) was detected in the samples from all of the monitoring wells with the exception of GWW-18-03. This parameter is not expected to be detected in ambient groundwater. It is suspected that it was introduced to groundwater during drilling activities. The presence of petroleum hydrocarbon (C10-C50) in the groundwater samples indicate that the analytical results may need to be evaluated with some caution, but they are not expected to have a significant impact on the analytical results of the inorganic parameters.

Table 3.5 summarizes the exceedances of “Drinking Water” and “Discharge to Surface Water” criteria from the *Guide d'intervention Protection ds sols et rehabilitation des terrains contaminés*. Results indicate that the metals aluminum, arsenic, copper, lead, manganese, silver and zinc may be elevated in ambient groundwater. These metals appear to be a particular concern in shallow groundwater beneath the property. Only zinc exceeded the “Discharge to Surface Water” criterion in deep bedrock monitoring well GW-18-06. However, it must also be considered that the metals levels in the groundwater samples may at least partially be attributable to non-ambient sources (such as site preparation or drilling activities).

Table 3.4. Summary of Groundwater Sample Analytical Results.

Sample ID		GW-6B-1	GW-6B-2	GW-18-06 ¹	GW-18-06 ²	GW-18-01	GW-18-02	GW-18-03	GW-18-04	GW-18-05
Well ID	Quality Criterion	GW-18-02	GW-18-03	GW-18-06 ¹	GW-18-06 ²	GW-18-01	GW-18-02	GW-18-03	GW-18-04	GW-18-05
Parameter	Units	A	B							
METALS										
Aluminum	mg/L	0.1	-	<0.030	<0.030	0.50	0.34	35	2.1	0.91
Antimony	mg/L	0.006	1	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
Arsenic	mg/L	0.0003	0.34	<0.00030	<0.00030	<0.00030	0.00072	0.0014	0.00060	<0.00030
Barium	mg/L	1	0.6	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0.54	0.040	0.024
Cadmium	mg/L	0.005	0.0011	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Calcium	mg/L	-	-	18	18	16	6.8	37	6.3	7.6
Chromium	mg/L	0.05	-	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	0.046	<0.0050	<0.0050
Cobalt	mg/L	-	0.37	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Copper	mg/L	1	0.0073	<0.0030	<0.0030	0.0077	0.0059	0.40	0.030	0.014
Lead	mg/L	0.01	0.034	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.030	0.0037	0.0029
Magnesium	mg/L	-	-	3.9	4.0	2.8	1.4	14	1.4	1.3
Manganese	mg/L	0.05	2.3	0.013	0.014	0.18	0.040	1.0	0.12	0.20
Mercury	mg/L	0.001	1E-06	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010
Molybdenum	mg/L	0.07	29	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Nickel	mg/L	0.07	0.26	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.092	<0.010	<0.010
Selenium	mg/L	0.01	0.062	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0029	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Silver	mg/L	0.1	0.0006	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	0.018	0.00088	0.00065
Sodium	mg/L	200	-	5.1	5.3	4.1	57	7.0	5.6	3.5
Zinc	mg/L	5	0.067	0.031	0.074	0.014	0.078	0.46	0.019	0.016
MAJOR IONS AND GENERAL CHEMISTRY										
pH	pH Units	-	-	7.38	7.51	7.06	7.26	7.56	6.55	6.88
Total Dissolved Solid:	mg/L	-	-	640	66	110	98	650	83	56
Total Solids	mg/L	-	-	1500	1200	1200	250	15000	7400	5900
Turbidity	NTU	-	-	680	350	8.3	4.0	70	3700	560
Total Hardness (as CaCO3)	mg/L	-	-	91	16	61	62	150	21	24
Alkalinity (as CaCO3)	mg/L	-	-	56	13	63	52	66	32	31
Chloride	mg/L	250	860	5.3	1.1	1.4	1.5	1.0	0.51	0.50
Fluoride	mg/L	1.5	4	0.19	<0.10	<0.10	<0.10	0.11	<0.10	0.16
Sulphate	mg/L	-	-	53	20	4.6	11	1.9	2.4	2.1
Total Sulphides	mg/L	-	-	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Thiosulphates	mg/L	-	-	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13
ORGANICS AND NUTRIENTS										
Dissolved Organic C:	mg/L	-	-	210	<10	13	<10	170	220	140
Biochemical Oxygen	mg/L	-	-	13	<4.0	<4.0	<5.3	13	14	24
Total Phosphorus	mg/L	-	a	320	<10	130	41	5100	800	430
Phenols	mg/L	-	0.5	0.0023	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020
Ammonia as N	mg/L	b	b	<0.020	0.026	0.027	0.030	<0.020	0.13	0.020
Total Kjeldahl Nitroge	mg/L	-	-	1.7	0.85	<0.40	<0.40	0.50	0.90	<0.40
Nitrate and Nitrite	mg/L	10.0	-	<0.020	<0.020	0.051	0.052	0.038	<0.020	0.047
Total Cyanides	mg/L	-	0.022	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030
Cyanates	mg/L	-	-	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
Thiocyanates	mg/L	-	-	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17
Petroleum Hydrocart	ug/L	-	2800	150	240	330	340	450	250	290
Quality Criterion Based on applicable criteria from the Quebec <i>Guide d'intervention Protection ds sols et rehabilitation des terrains contaminés</i> .										
A - Drinking Water										
B - Discharge to Surface Water										
BOLDED Analytical result exceeded the Drinking Water criterion for that parameter										
Shaded Analytical result exceeded the Discharge to Surface Water criterion for that parameter										

Table 3.5. Summary of Groundwater Quality Exceedances.

Drinking Water Criteria	
Aluminum	All monitoring wells except GW-18-06
Arsenic	GWW-18-02, GWW-18-03, GWM-18-02, GWM-18-03 and GWM-18-04
Lead	GWW-18-02, GWW-18-03, GWM-18-03, GWM-18-04 and GWM-18-05
Manganese	All monitoring wells except GW-18-06 and GWM-18-02
Discharge to Surface Water Criteria	
Copper	GWW-18-01, GWM-18-01, GWM-18-03, GWM-18-04 and GWM-18-05
Lead	GWM-18-04
Silver	GWM-18-03, GWM-18-04 and GWM-18-05
Zinc	GWW-18-02, GW-18-06, GWM-18-02 and GW-18-03

3.3.3 Groundwater Resource Classification

Directive 019 requires the classification of the groundwater resource per the Québec Groundwater Classification Guide. There are three classifications for the groundwater resource:

- I. Aquifer hydrogeological formation which constitutes an irreplaceable source of water supply (single source of water supply): the feeding area of an underground water catchment structure that feeds a drinking water distribution network or a portion of the territory designated in the municipal plan of a municipality for the future supply of water to the community.
- II. Aquifer hydrogeological formation which constitutes a current or potential source of water supply: acceptable quality (drinking water with usual treatment) and sufficient quantity (75 m³ / day).
- III. Hydrogeological formation which, although it is saturated with water, cannot constitute a source of water supply: unsatisfactory quality and insufficient quantity.

The Moblan site is in a preliminary development stage and the groundwater use has not yet been established. However, based on available information, the groundwater resource beneath the Site is designated an interim Classification II (Formation which constitutes a current or potential source of water supply). The classification is based on the following:

- Groundwater may be required as a source of drinking water at the minesite.
- Analytical results indicate that groundwater will have satisfactory quality as a drinking water source.
- Pump test and packer test results indicate that the hydrogeological formation will provide sufficient quantity for a drinking water source at the minesite.

This interim Classification II does not take into account potential impacts from mine development and production. This includes mine pit dewatering, TSF construction and operation, and ore processing operations. These and other activities may impact both groundwater quantity and quality which, in turn, may change the groundwater resource classification.

4 Hydrogeologic Conceptual Model

A Hydrogeologic Conceptual Model (HCM) was developed based on the available information on geology and groundwater characteristics. The HCM was developed as a three-dimensional framework for groundwater flow in a mine site area. It provides the basis for numerical modeling of regional groundwater flow and predictive pit dewatering.

Based on available information, the HCM comprises two principal hydrostratigraphic units:

- An overburden aquifer comprised of sandy glacially-derived deposits generally less than 30 m deep.
- A bedrock aquifer comprised mainly of sparsely-fractured crystalline intrusive rocks.

The pre-mining (ambient) HCM is initially characterized. Anticipated impacts to the HCM from active mining operations – including open pit dewatering and tailings deposition – are then described.

4.1 Pre-Mining Hydrogeologic Conceptual Model

4.1.1 Overburden Aquifer

Surficial geology is described in Section 2.4 of this report. The information from borehole and test pit excavations indicate the overburden aquifer consists of a mixture of sand and silty sand with some gravel, and cobbles. Grain-size analyses were completed on soil samples from boreholes and test pits. However, hydraulic tests were not completed on the overburden deposits. Based on available information, the hydraulic conductivity for the overburden aquifer is established between 1.0×10^{-4} m/sec and 1.0×10^{-6} m/sec.

In the HCM, two discrete low-lying northeast-trending overburden aquifer zones are delineated in the northwest and southeast portions of the property. The two zones are separated by a northeast-trending topographical high zone characterized by shallow soils or exposed bedrock.

The northwest overburden aquifer zone includes the area of the proposed TSF and the area to the north of the proposed processing plant. Overburden thickness ranges from 2 m to more than 9 m. Depth to groundwater ranges from less than 0.5 m to more than 3.0 m below ground surface. Groundwater is interpreted to flow laterally in a northwest direction toward a stream valley (see Drawing 3).

The southeast overburden aquifer zone includes the area to the southeast of the proposed open pit, between the pit south perimeter and the shoreline of Moblan Lake. Little direct information from drilling and test-pitting is available to characterize this aquifer. Overburden thickness ranges from 2 m to more than 8 m. Depth to groundwater ranges from less than 0.5 m to more than 5.0 m below ground surface. Groundwater is interpreted to flow laterally in a southeast direction toward Moblan Lake (see Drawing 3).

Ground elevation data was unavailable at the time of preparation of this report, so groundwater elevations and hydraulic gradients in the overburden aquifers could not be determined.

The HCM identifies both overburden aquifers as unconfined (water table) to semi-confined aquifers. The topographical high zone between the northwest and southeast overburden aquifers includes the areas of the proposed open

pit and the proposed plant. Overburden thickness in this zone is generally less than 2.0 m. The topographical high zone is interpreted as a groundwater divide for the overburden aquifers and a recharge area for both aquifers. The apex of the groundwater divide is a northeast-trending line located at the highest elevations through the center of the proposed open pit. Groundwater flows from the divide northwesterly toward the proposed TSF or southeasterly toward Moblan Lake.

4.1.2 Bedrock Aquifer

Bedrock geology is described in Section 2.4 of this report. As previously noted, the property is predominantly underlain by gabbro. Of the bedrock cores recovered from the area of the proposed open pit, a total of 77% was identified as gabbro, mafic intrusive or ultramafic intrusive, 17% was identified as pegmatite, 4% was identified as basalt and the remainder 2% were identified as other lithologies. It is expected that the rest of the property is underlain by even more gabbro, mafic intrusives and basalt, and lesser amounts of pegmatites. The rocks were generally described as massive and crystalline. Some basalt and other lithologies were observed to be weakly to moderately foliated. Identified structural features included fractures, joints, foliations, shear zones, veins and lithological contacts. However, open fractures and partings in the rocks were generally observed to be sparse and widely-spaced.

Based on available information, the HCM for the bedrock aquifer is characterized by crystalline bedrock with groundwater transmissivity controlled by fractures, joints and other secondary partings in the rocks. The bedrock aquifer is confined or partially confined with the piezometric surface near or above ground surface. However, the bedrock hydraulics are controlled by complex interconnection of fractures and it is expected that the piezometric surface may be well below ground surface beneath portions of the property.

In the HCM, the upper to middle portions of the bedrock (i.e. <100 m) is assigned a hydraulic conductivity of 7.0×10^{-7} m/se and the lower portions of the bedrock (i.e. >100 m) is assigned a hydraulic conductivity of 1.5×10^{-8} m/sec.

The HCM assumes that there is direct hydraulic connection between the bedrock and overburden aquifers. However, recharge areas for the bedrock aquifer are presently poorly understood. A fault zone has been mapped cross-cutting the proposed open pit which may be a recharge area for the bedrock aquifer. However, the HCM does not presently identify discrete recharge areas. A general recharge area of the bedrock aquifer is designated to include the topographical high area trending to the north-northeast through the center of the property. This recharge area includes the area of the proposed open pit.

Ground elevation data was unavailable at the time of preparation of this report, so groundwater elevations and hydraulic gradients in the bedrock aquifer could not be determined.

4.2 Hydrogeological Conceptual Model – Active Mining Phase

Operations at the proposed Moblan mine site is expected to have a profound impact on hydrogeological conditions. Two operations, in particular, are expected to have the most significant impact:

- Dewatering of the open pit; and,
- Tailings deposition and effluent management at the TSF.

Both the overburden aquifer and the bedrock aquifer will be affected by these operations. Other operations that could also affect hydrogeological conditions include:

- Ore processing water management, including groundwater takings and water storage.
- Mine personnel water usage, including potable water takings and sewage effluent disposal.
- Waste rock, ore stockpile and overburden storage.
- Site infrastructure development, including underground service corridors, road construction, building foundations and chemical storage.
- Surface water alteration, including pond displacement and stream diversion.

A representation of the components of the HCM during active mining is shown in Drawing 4.

4.2.1 Overburden Aquifer

Open Pit Dewatering

The development of the open pit will include the removal of overburden within the pit boundary and significant lowering of the water table to dewater the pit. As previously noted, the pit area has relatively shallow soils. However, the pit development is expected to remove a significant portion of the recharge area for both the northwest and southeast overburden aquifers. Pit dewatering is expected to decrease recharge and, consequentially, exfiltration to Moblan Lake and other water bodies south of the pit. However, the recharge decrease to the northwest overburden aquifer is expected to be somewhat offset by recharge increase from the TSF.

According to the HCM, a deviation of the groundwater divide around the open pit is expected, which will impact in the recharge and flux to the adjacent overburden aquifers. The lateral radius of influence (L) from the groundwater drawdown can also be estimated from the following equation:

$$L = (C) \times (h_1 - h_2) \times (\sqrt{K}) \quad (\text{Eq. 2})$$

Where,

K is the hydraulic conductivity,

C is a constant based on dewatering method (3,000 for point source dewatering),

$h_1 - h_2$ is the groundwater drawdown height.

The HCM has the K for the overburden aquifers established at between 1.0×10^{-4} m/sec and 1.0×10^{-6} m/sec. The groundwater drawdown is estimated to be a maximum of 2.0 m based on overburden thickness in the pit area. Based on this, the lateral radius of influence (L) for groundwater drawdown is conservatively established at 60 m from the periphery of the open pit. This is established as the groundwater divide lines between the dewatered open pit and the adjacent overburden aquifers.

TSF Operations

TSF design is preliminary and ongoing. For purposes of the HCM, it is assumed that the TSF boundaries are as shown in Drawing 4. This TSF design has a footprint of 89.3 ha with a storage elevation of 460 m. A reclaim pond is also planned at the west corner of the TSF.

The HCM assumes that the TSF will not have an impermeable liner. However, it is assumed that the liner and the base level of tailings material will have a lower permeability than the underlying native soils. The tailings and liner are assigned a K of 1.0×10^{-7} m/sec. The HCM assumes that the tailings will be saturated during deposition and that groundwater mounding beneath the TSF will reach to a maximum level of the storage elevation (460 m). The TSF design has a cumulative tailings thickness of 25 m. Geotechnical studies indicated current groundwater levels at 1.5 m below grade. The HCM assumes maximum groundwater mounding of approximately 26 m within the boundaries of the TSF.

Current topography indicates a moderate slope from southeast to northwest across the proposed TSF location. The area at the south boundary of the TSF has peak elevations of 495 m, and the area at the north boundary of the TSF has elevations of around 400 m. The HCM assumes that the mounded groundwater beneath the TSF will be transmitted laterally in a north and northwest direction toward a stream approximately 300 m northwest of the TSF boundary (elevation 395 m). The HCM assumes a maximum hydraulic gradient of 0.2 for groundwater flux from the TSF.

Other Operations

Insufficient information is available on the design of other operations to conceptualize impacts on hydrogeological conditions. It is noted that the current plan is to combine waste rock from the open pit with the tailings for disposal at the TSF. If this is retained, then the hydrogeological conditions will not be impacted by the presence of a waste rock pile.

4.2.2 Bedrock Aquifer

Open Pit Dewatering

The development of the open pit is expected to have a significant impact on the bedrock aquifer beneath the property. The HCM assumes the open pit to be excavated to a depth of 150 m. The lateral radius of influence (L) from the groundwater drawdown was estimated from the following equation:

$$L = (C) \times (h_1 - h_2) \times (\sqrt{K}) \quad (\text{Eq. 2})$$

Where,

K is the hydraulic conductivity,

C is a constant based on dewatering method (3,000 for point source dewatering),

$h_1 - h_2$ is the groundwater drawdown height.

It is noted that the above equation assumes hydraulic conductivity for a relatively homogeneous granular medium. As previously stated, the bedrock is characterized by a secondary, heterogeneous fracture-controlled permeability. This may have bearing on the actual lateral radius of influence in the bedrock aquifer from pit dewatering.

The HCM has the K for the bedrock aquifer established at 7.0×10^{-7} m/sec for the upper 100 m of aquifer and 1.5×10^{-8} m/sec the sections below 100 m. Conservatively, the K of 7.0×10^{-7} m/second was used for the full 120 m

drawdown. Based on this, the lateral radius of influence (L) for groundwater drawdown is established at 300 m from the periphery of the open pit.

Hydraulic connection between the bedrock aquifer and surface water bodies is poorly understood at this time. At least one monitoring well within the proposed pit (GW-18-03) was observed to be artesian and others had static water levels within 5 m of ground surface. The HCM assumes that dewatering of the bedrock aquifer will have some impact on recharge to surface water bodies to the south the north of the pit.

It is expected that dewatering of the open pit would impact the pond south of the pit. However, the pond intersects the south perimeter of the pit and is not expected to survive pit development. A wider lateral radius of influence may impact other surface water bodies, including Moblan Lake.

TSF Operations

The TSF is in an area with relatively deep soils. As noted in Section 4.2.1, the TSF will be constructed above existing soil. It is expected that alterations to hydrogeological conditions from the TSF operations will mainly impact the overburden aquifer. Impacts to the bedrock aquifer may be felt in areas of shallow soils, which appear to be present beneath and downgradient of the north perimeter of the TSF.

The HCM assumes increased recharge to the bedrock aquifer due to groundwater mounding in tailings and soils beneath the TSF.

Other Operations

Insufficient information is available on the design of other operations to conceptualize impacts on hydrogeological conditions. It is noted that the proposed location of the processing plant is in an area of shallow soils (<2 m deep). Alterations to hydrogeological conditions from development and operations are expected to impact the bedrock aquifer in this area.

4.2.3 Water Quality Impacts

Mining operations are expected to impact groundwater quality. Potential contaminant sources include tailings and waste rock. Exposed rock faces, from the open pit development or from other site development, may also lead to rock weathering and release of metals. Other potential contaminant sources include chemical storage and handling, fuel storage and handling and residue from explosives use.

Open Pit Dewatering

The development of the open pit is expected to have a significant impact on groundwater quality. Potential contaminants include: metals released from freshly exposed rock faces; ammonia and other contaminants from explosives residue; and, petroleum hydrocarbons from vehicle spills and leaks and from storage and dispensing of fuels.

However, the HCM does not identify groundwater contamination from open pit operations as a significant risk. Dewatering of the open pit is expected to establish a drawdown cone with a lateral radius of influence of approximately 300 m. Any contaminant releases within this zone of influence will be captured and is expected to be discharge to a

controlled facility – either the TSF or a settling pond. The water quality in this controlled facility will be monitored and treated prior to discharge to the natural environment.

TSF Operations

Potential contaminants from the TSF operations include: metals released from the tailing and waste rock; organics and other chemicals in the tailings from ore processing; and, ammonia from explosives remnants in the waste rock and process water. A geochemical scoping level study by Golder (2011) identified the rocks from this property as non-acid generating. However, both the gabbro and pegmatite were classified as leachable with potential for release of copper and aluminum. Geochemical results from this current study was not available at the time this draft report was prepared.

The HCM assumes that the TSF will not have an impermeable liner. However, it is assumed that the liner and the base level of tailings material will have a lower permeability than the underlying native soils. Based on this, the HCM assumes that metals will be released into groundwater beneath the TSF and transmitted downgradient of the TSF in the overburden aquifer.

The TSF is in an area with relatively deep soils. As noted in Section 4.2.1, the TSF will be constructed above existing soil. It is expected that alterations to hydrogeological conditions from the TSF operations will mainly impact the overburden aquifer. Impacts to the bedrock aquifer may be felt in areas of shallow soils, which appear to be present beneath and downgradient of the north perimeter of the TSF.

The HCM assumes increased recharge to the bedrock aquifer due to groundwater mounding in tailings and soils beneath the TSF. The HCM assumes that contaminants in the groundwater will be transmitted laterally in a north and northwest direction toward a stream approximately 300 m northwest of the TSF boundary.

Other Operations

Insufficient information is available on potential contaminant sources the location of the processing plant and other operations on the property. Potential contaminants include organic and inorganic contaminants from chemical storage and handling, petroleum hydrocarbons from fuel storage and handling and nutrients from sewage management.

Most of the mine operations are expected to be located above the northwest overburden aquifer. The HCM assumes that contaminants in the groundwater will be transmitted laterally in a north and northwest direction toward a catchment of north-flowing streams.

4.2.4 Groundwater Supply

Both the overburden and bedrock aquifers are potential sources for water supply for the mining operations. It is assumed that the preferred location for a well will be in the proposed location of the processing plant, where both a potable water and process water supply may be required. However, drilling and test pitting in this area indicate soils to be relatively shallow (generally less than 2.0 m). A shallow overburden well may have a limited yield. A shallow water table well may also be vulnerable to surficial contaminant sources, making it risky as a potable water supply.

Based on the above, deep bedrock well is identified as the most favorable alternative as a groundwater supply. Hydraulic testing has demonstrated that the bedrock aquifer beneath the property is characterized by crystalline bedrock with groundwater transmissivity controlled by fractures, joints and other secondary partings in the rocks.

Further investigations on the property may delineate fault zones or other structural features in the plant area that could be targeted for groundwater supply.

4.3 Numerical Modeling of Groundwater Flow

A preliminary numerical groundwater flow model of the proposed Moblan mine site is being constructed to assess the potential effects of groundwater control and impacts to water resources associated with mine operations. A report on the numerical model is being prepared under a separate cover.

5 Risk Evaluation

The hydrogeologic characterization remains incomplete and thus accurately assessing potential hydrologic and hydrogeologic risks associated with the proposed project is difficult. However, based on the evaluation of the water resources presented above, the following is presented:

5.1 Open Pit Dewatering

Potential risks to the mining operation as it relates to mine pit dewatering are assessed to be relatively minor. Environmental issues related to mine water management were beyond the scope of this project and cannot be addressed at this juncture due to incomplete water quality data. However, operational risks related to hydrogeology and pit dewatering may include:

- The predicted dewatering requirements are relatively modest. However, there is some potential of preferential flow through the sandy glacial soils and bedrock faults that has not been adequately characterized. This could result in higher than anticipated inflows.
- Discharge water quality from pit dewatering may not meet appropriate standards or permit requirements.

These risks should be better defined upon additional hydrogeologic characterization as mine development progresses. Further work is required to appropriately characterize the overburden and the faults and fractures intersecting the pit. Additional geochemical characterization of rocks and groundwater monitoring will provide insight on potential discharge water quality and potential groundwater quality downgradient of the pit.

If additional characterization is not possible, sufficient planning ahead to allow for dewatering to begin ahead of mining activities can help mitigate operational risks at start-up.

5.2 TSF Operations

Potential risks to the mining operation as it relates to tailings deposition and effluent discharge are assessed to be relatively moderate and will require management plans. Environmental issues related to mine water management were beyond the scope of this project and cannot be addressed at this juncture due to incomplete water quality and geochemical data. However, operational risks related to hydrogeology and the TSF may include:

- Groundwater mounding and exfiltration beneath the TSF may lead to contaminated groundwater and surface water downgradient of the facility.

- Periodic discharges from the planned reclaim pond and emergency spillway may release contaminants to the natural environment downstream of the TSF.

These risks should be better defined upon additional characterization of water balance, water quality and mine residue characterization as mine development progresses. Further work is required to appropriately characterize the geochemistry of tailings and waste rock, water storage in the reclaim pond, water quality in both the TSF and reclaim pond and hydrogeology downgradient of the TSF.

If additional characterization is not possible, sufficient planning ahead to allow for control and monitoring of groundwater and surface water ahead of mining activities can help mitigate operational risks at start-up.

5.3 Other Operations

Potential risks to the mining operation as it relates to ore processing and other operations dewatering are assessed to be relatively minor to moderate and may require the development of management plans. Environmental issues related to water management of the processing plant and other operations were beyond the scope of this project and cannot be addressed at this juncture due to incomplete water quality data. However, operational risks related to hydrogeology and these operations may include:

- Leaks and spills related to chemical and fuel storage and handling may lead to groundwater contamination beneath the operations.
- Leaks and spills related to vehicle and equipment maintenance may lead to groundwater contamination beneath the operations.
- Treatment of sanitary sewage may lead to groundwater and surface water contamination downgradient of the facility.
- Storage of ore and overburden may lead to release of metals into groundwater beneath the piles.

These risks may be higher if a potable water source is established in or around these activities. These risks should be better defined upon additional hydrogeologic characterization as mine development progresses. Further work is required to appropriately characterize the overburden hydrogeology in the plant and other areas of the mine site. Additional geochemical characterization of rocks and groundwater monitoring will provide insight on potential groundwater quality downgradient of the operations.

If additional characterization is not possible, sufficient planning ahead to allow for management and control of potential contaminant sources ahead of mining activities can help mitigate operational risks at start-up.

6 Conclusions and Recommendations

The current study has advanced the understanding of the hydrogeology at the site. The study included the drilling of boreholes in both overburden and bedrock, and the installation of monitoring wells in some of the boreholes. Water level measurements have provided a basic understanding on the spatial distribution of heads in the overburden and bedrock aquifers beneath the property. Localized hydraulic conductivity at various depths was estimated from

packer tests. A 72-hour pumping test was completed which allow for bulk estimates of the hydraulic conductivity in the bedrock aquifer beneath the proposed open pit.

These data were used in the development of a preliminary hydrogeological conceptual model (HCM) to predict groundwater flow and interaction both pre-mining and during active mining. The analysis suggests that impacts to both groundwater and surface water should be manageable. However, it is important to continue to advance the level of hydrogeologic understanding at the proposed Moblan Mine because there are important data gaps in the work completed to-date.

Moving forward, it is recommended that the following information be collected:

- Water quality samples and static water levels should be collected from existing monitoring wells to evaluate water quality and hydraulics in the overburden and bedrock aquifers.
- Inclined boreholes should be drilled to intersect the primary faults that intersect the pit to determine the hydraulic characteristics and potential for yielding significant flows to the pit.
- The geochemistry of waste rock, ore, tailings and soils should be further characterized to assess the potential for release of metals and other contaminants to groundwater and surface water during mining operations.
- Nested standpipe should be installed in the areas of the proposed open pit and TSF so that vertical hydraulic gradients can be determined, and a broader spatial distribution of heads can be developed.
- Additional test wells should be installed and tested to improve the hydrogeological understanding of the property, including wells in the area of the proposed processing plant.

7 Limitations

The information presented in this report is based on information provided by the client. This type of limited investigation is designed to provide information to support an overall site assessment of the current environmental conditions of the Site. The findings cannot be extended to other portions of the Site.

Achieving the objectives stated in this report has required us to arrive at conclusions based upon the information presently known to us. No investigative method can completely eliminate the possibility of obtaining partially imprecise or incomplete information; it can only reduce the possibility to an acceptable level. Professional judgment was exercised in analyzing the information obtained and in the formulation of the conclusions. Like all professional persons rendering advice, we do not act as absolute insurers of the conclusions we reach, but we commit ourselves to care and competence in reaching those conclusions.

It should also be noted that current environmental guidelines and regulations are subject to change, and such changes, when put into effect, could alter the conclusions and recommendations noted throughout this report.

The conclusions and recommendations noted throughout this report reflect Site conditions with respect to the environmental condition of the Site at the time of monitoring and sampling. It is possible that unexpected environmental conditions may be encountered on the Site, which have not been explored within the scope of this site assessment summary. Should such an event occur, EXP should be notified in order that we may determine if modifications to our conclusions are necessary.

This report was prepared by EXP for the exclusive use of DRA Chem-Met. Any use which a third party makes of this report, or any part thereof, or any reliance on or decisions to be made based on it, are the sole responsibility of such third parties. EXP Services Inc. accepts no responsibility for damages, if any, suffered by any third party as a result of decisions made or actions based on this report.

8 Closure

We thank you for the opportunity of working with the Corporation of the City of North Bay on this project. If you have any questions regarding the content of this report or related issues, please contact the undersigned directly.

Yours truly,

EXP Services Inc.



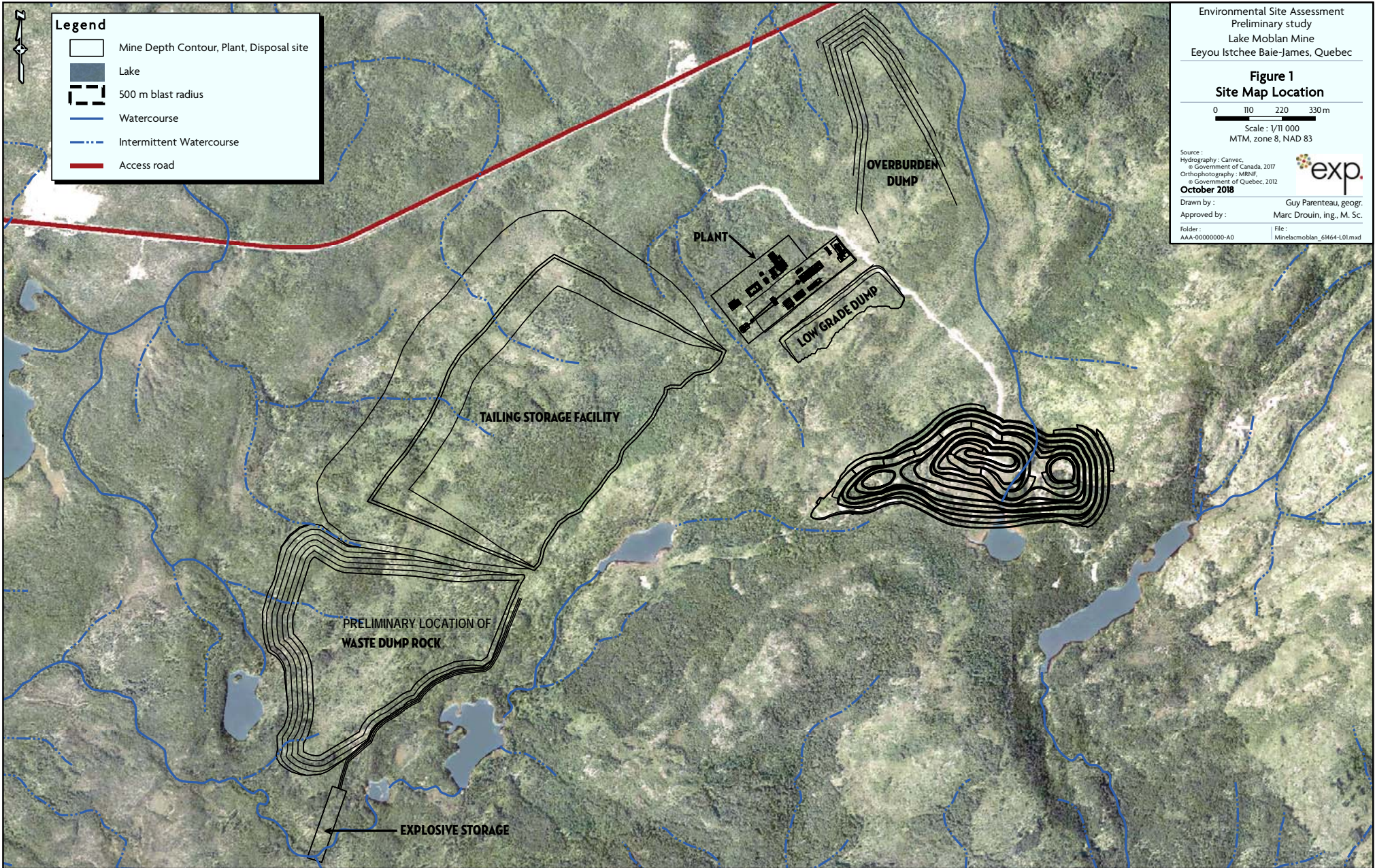
Perry Sarvas, P. Geo.
Senior Hydrogeologist, Earth & Environmental

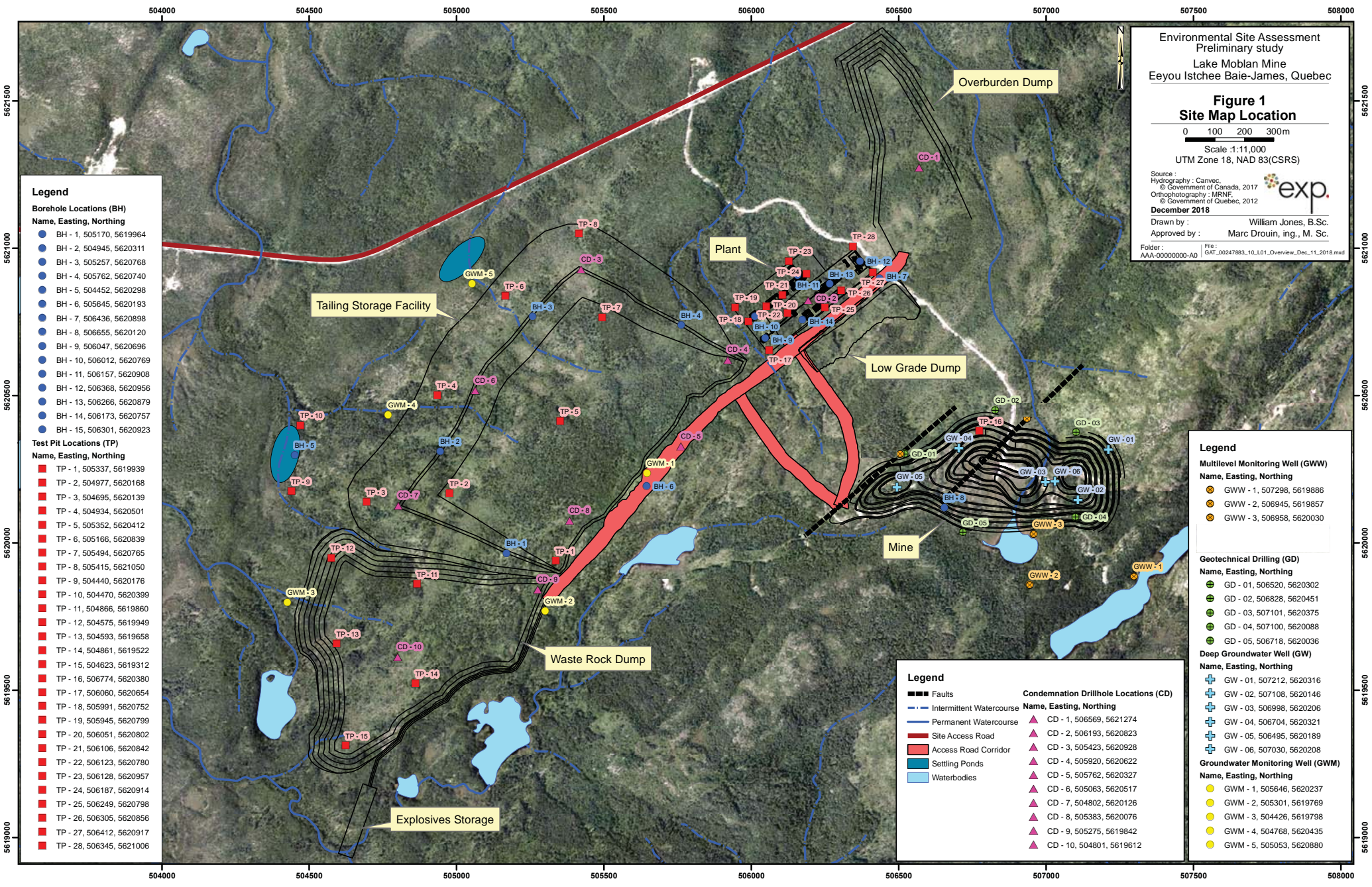
Reinhard Zapata, P. Geo., Ph.D.
Senior Hydrogeologist



Marc Drouin, ing., M. Sc.
Directeur principal, Sols, matériaux et
environnement - Région Outaouais

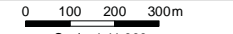
Appendix A – Drawings





Environmental Site Assessment
 Preliminary study
 Lake Moblan Mine
 Eeyou Istchee Baie-James, Quebec

Figure 1
Site Map Location



Scale: 1:11,000
 UTM Zone 18, NAD 83(CSRS)

Source :
 Hydrography : Canvec
 © Government of Canada, 2017
 Orthophotography : MRNF
 © Government of Quebec, 2012
 December 2018

Drawn by : William Jones, B.Sc.
 Approved by : Marc Drouin, ing., M. Sc.



Folder : AAA-00000000-A0 File : GAT_00247883_10_L01_Overview_Dec_11_2018.mxd

Legend

Borehole Locations (BH)

- | Name, Easting, Northing |
|--------------------------|
| BH - 1, 505170, 5619964 |
| BH - 2, 504945, 5620311 |
| BH - 3, 505257, 5620768 |
| BH - 4, 505762, 5620740 |
| BH - 5, 504452, 5620298 |
| BH - 6, 505645, 5620193 |
| BH - 7, 506436, 5620898 |
| BH - 8, 506655, 5620120 |
| BH - 9, 506047, 5620696 |
| BH - 10, 506012, 5620769 |
| BH - 11, 506157, 5620908 |
| BH - 12, 506368, 5620956 |
| BH - 13, 506266, 5620879 |
| BH - 14, 506173, 5620757 |
| BH - 15, 506301, 5620923 |

Test Pit Locations (TP)

- | Name, Easting, Northing |
|--------------------------|
| TP - 1, 505337, 5619939 |
| TP - 2, 504977, 5620168 |
| TP - 3, 504695, 5620139 |
| TP - 4, 504934, 5620501 |
| TP - 5, 505352, 5620412 |
| TP - 6, 505166, 5620839 |
| TP - 7, 505494, 5620765 |
| TP - 8, 505415, 5621050 |
| TP - 9, 504440, 5620176 |
| TP - 10, 504470, 5620399 |
| TP - 11, 504866, 5619860 |
| TP - 12, 504575, 5619949 |
| TP - 13, 504593, 5619658 |
| TP - 14, 504861, 5619522 |
| TP - 15, 504623, 5619312 |
| TP - 16, 506774, 5620380 |
| TP - 17, 506060, 5620654 |
| TP - 18, 505991, 5620752 |
| TP - 19, 505945, 5620799 |
| TP - 20, 506051, 5620802 |
| TP - 21, 506106, 5620842 |
| TP - 22, 506123, 5620780 |
| TP - 23, 506128, 5620957 |
| TP - 24, 506187, 5620914 |
| TP - 25, 506249, 5620798 |
| TP - 26, 506305, 5620856 |
| TP - 27, 506412, 5620917 |
| TP - 28, 506345, 5621006 |

Legend

- | Name, Easting, Northing |
|--------------------------|
| CD - 1, 506569, 5621274 |
| CD - 2, 506193, 5620823 |
| CD - 3, 505423, 5620928 |
| CD - 4, 505920, 5620622 |
| CD - 5, 505762, 5620327 |
| CD - 6, 505063, 5620517 |
| CD - 7, 504802, 5620126 |
| CD - 8, 505383, 5620076 |
| CD - 9, 505275, 5619842 |
| CD - 10, 504801, 5619612 |

Legend

Multilevel Monitoring Well (GWW)

- | Name, Easting, Northing |
|--------------------------|
| GWW - 1, 507298, 5619886 |
| GWW - 2, 506945, 5619857 |
| GWW - 3, 506958, 5620030 |

Geotechnical Drilling (GD)

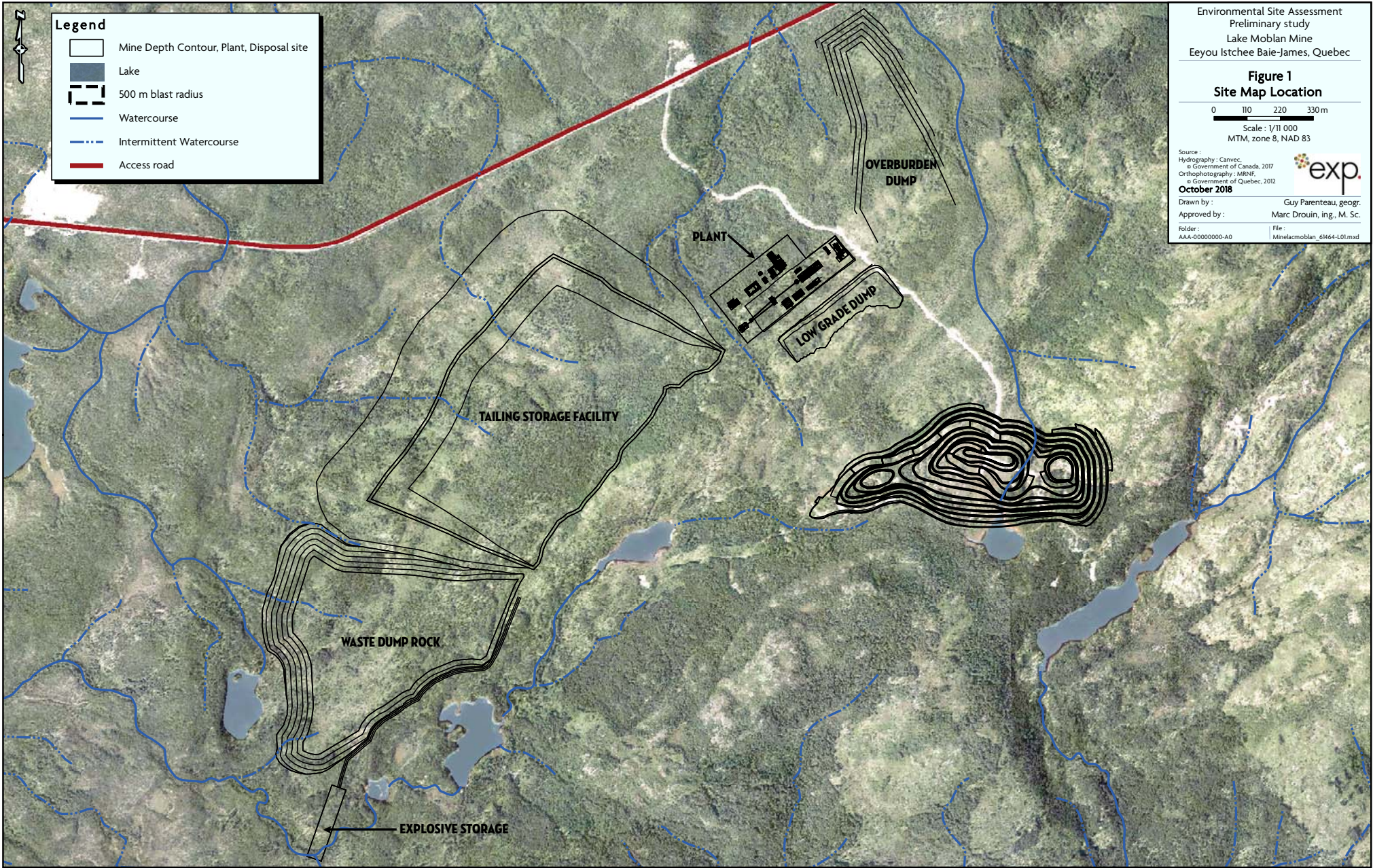
- | Name, Easting, Northing |
|--------------------------|
| GD - 01, 506520, 5620302 |
| GD - 02, 506828, 5620451 |
| GD - 03, 507101, 5620375 |
| GD - 04, 507100, 5620088 |
| GD - 05, 506718, 5620036 |

Deep Groundwater Well (GW)







- | Name, Easting, Northing |
|--------------------------|
| GW - 01, 507212, 5620316 |
| GW - 02, 507108, 5620146 |
| GW - 03, 506998, 5620206 |
| GW - 04, 506704, 5620321 |
| GW - 05, 506495, 5620189 |
| GW - 06, 507030, 5620208 |

Groundwater Monitoring Well (GWM)

- | Name, Easting, Northing |
|--------------------------|
| GWM - 1, 505646, 5620237 |
| GWM - 2, 505301, 5619769 |
| GWM - 3, 504426, 5619798 |
| GWM - 4, 504768, 5620435 |
| GWM - 5, 505053, 5620880 |



Legend

-  Mine Depth Contour, Plant, Disposal site
-  Lake
-  500 m blast radius
-  Watercourse
-  Intermittent Watercourse
-  Access road

Environmental Site Assessment
 Preliminary study
 Lake Moblan Mine
 Eeyou Istchee Baie-James, Quebec

Figure 1
Site Map Location

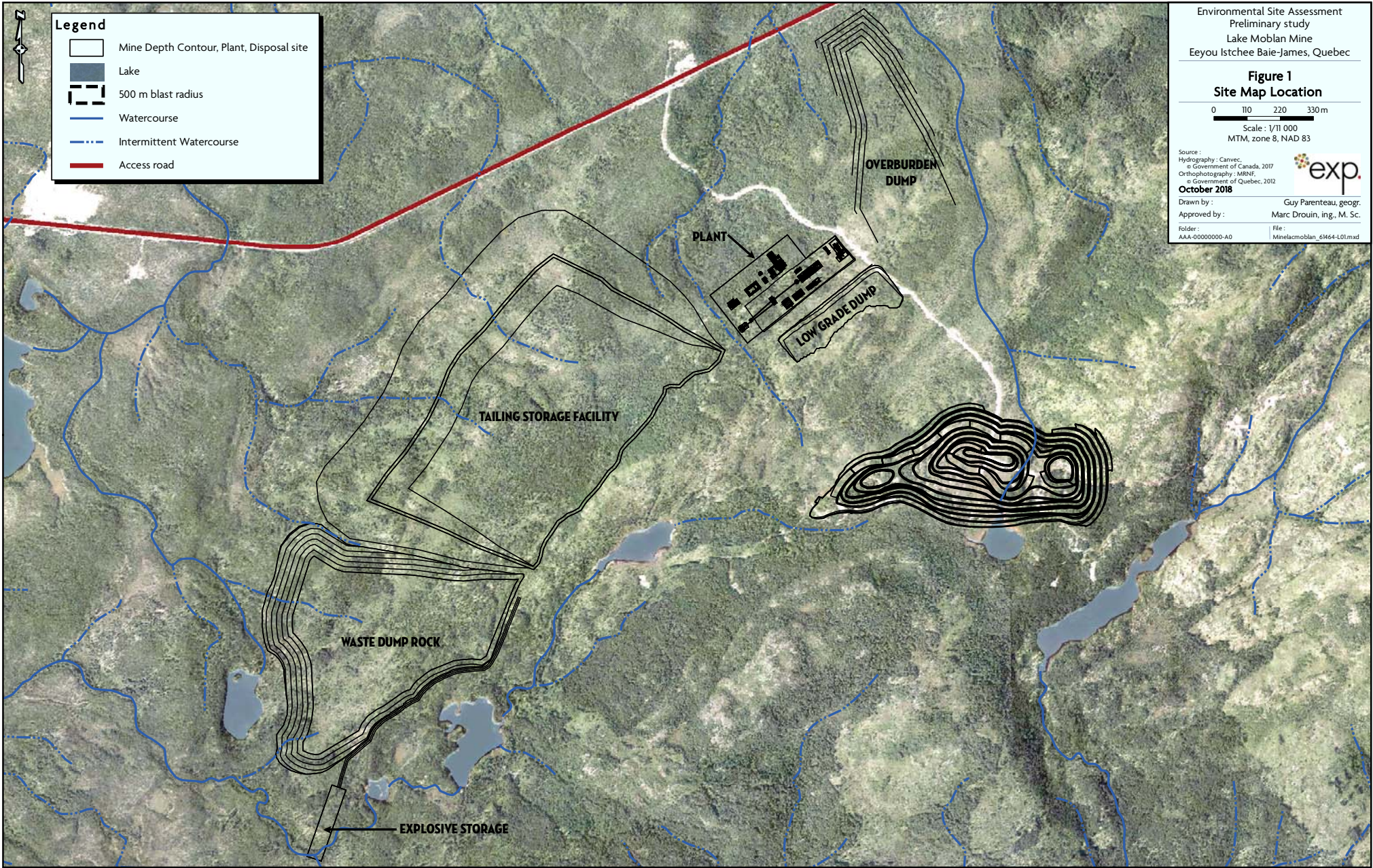
0 110 220 330 m
 Scale: 1/11 000
 MTM, zone 8, NAD 83

Source :
 Hydrography : Canvec.
 © Government of Canada, 2017
 Orthophotography : MRNF,
 © Government of Quebec, 2012
October 2018







Drawn by : Guy Parenteau, geogr.
 Approved by : Marc Drouin, ing., M. Sc.

Folder : AAA-00000000-A0 | File : Minelacmoblan_61464-L01.mxd





Legend

-  Mine Depth Contour, Plant, Disposal site
-  Lake
-  500 m blast radius
-  Watercourse
-  Intermittent Watercourse
-  Access road

Environmental Site Assessment
 Preliminary study
 Lake Moblan Mine
 Eeyou Istchee Baie-James, Quebec

Figure 1
Site Map Location

0 110 220 330 m
 Scale: 1/11 000
 MTM, zone 8, NAD 83

Source :
 Hydrography : Canvec.
 © Government of Canada, 2017
 Orthophotography : MRNF,
 © Government of Quebec, 2012
October 2018

Drawn by : Guy Parenteau, geogr.
 Approved by : Marc Drouin, ing., M. Sc.

Folder : AAA-00000000-A0 | File : Minelacmoblan_61464-L01.mxd



Appendix B – Packer and Pump Test Results

BOREHOLE __GW-06 (single)_____ DEPTH _90__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		17.5 psi		7.5 psi		
T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0		12327.9	0.000	12328.3	0.000	12328.9	0.100	12329.8	0.000	12329.8	0.000
1	1	12327.9	0.000	12328.3	0.000	12329.0	0.000	12329.8	0.000	12329.8	0.000
2	1	12327.9	0.000	12328.3	0.000	12329.0	0.000	12329.8	0.000	12329.8	0.000
5	3	12327.9	0.000	12328.4	0.033	12329.1	0.033	12329.8	0.000	12329.8	0.000
10	5	12328.0	0.020	12328.5	0.020	12329.3	0.040	12329.9	0.020	12329.9	0.020
15	5	12328.0	0.000	12328.7	0.040	12329.6	0.060	12330.0	0.020	12330.0	0.020
20	5	12328.1	0.020	12328.8	0.020	12329.8	0.040	12330.1	0.020	12330.1	0.020
Q average			0.007		0.019		0.046		0.010		0.010 gallons
	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
Q average			0.0005		0.0014		0.0035		0.0008		0.0008 L/s
	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s					
	7.5	0.0005	5.27	6.97	6.2E-08	1.7E-09					
	17.5	0.0014	12.30	14.00	8.7E-08	2.4E-09					
	27.5	0.0035	19.33	21.03	1.4E-07	3.9E-09					
	17.5	0.0008	12.30	14.00	4.6E-08	1.3E-09					
	7.5	0.0008	5.27	6.97	9.3E-08	2.6E-09					
K geometric mean						2.2E-09	m/s				
outlier											
R	10.00	m	radius of influence			feet	inches	m			
rb	0.0475	m	radius of borehole			295	0	89.92	Depth to bottom of top packer		
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level			413	0	125.88	Depth to top of bottom packer		
hs	0	m	depth to pre-test water level			118	0	35.97	Length of test section		
hf	0.00	m	friction losses								
P	psi	pressure									
T	min	time									
dt	min or s	elapsed time									
Pg	m	gauge pressure									
Pi	m	net injection pressure									
V	ft ³ or m ³	volume									
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate									
T	m ² /s	transmissivity									
K	m/s	hydraulic conductivity									
1 pound	0.453592 kg										
1 inch	0.0254 m										
1 foot	0.3048 m										
gravity of Earth	9.81 m/s ²										
water density	1,000 kg/m ³										
1	psi	0.703	m	height of water column							
		6897.11	N/m ² (Pa)								
		0.069	bar								
7.5	psi	5.27	m	height of water column							
17.5	psi	12.30	m	height of water column							
27.5	psi	19.33	m	height of water column							

BOREHOLE __GW-06 (single)_____ DEPTH _72__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		17.5 psi		7.5 psi		
T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0		12334.5		12366.0		12421.0		12483.0		12500.2	
1	1	12337.1	2.600	12369.2	3.200	12424.5	3.500	12482.7	-0.300	12498.5	-1.700
2	1	12339.5	2.400	12372.3	3.100	12428.3	3.800	12482.6	-0.100	12497.1	-1.400
5	3	12346.0	2.167	12380.4	2.700	12439.1	3.600	12482.5	-0.033	12493.3	-1.267
10	5	12350.2	0.840	12392.5	2.420	12455.8	3.340	12488.5	1.200	12491.1	-0.440
15	5	12356.1	1.180	12404.3	2.360	12469.5	2.740	12495.0	1.300	12490.8	-0.060
20	5	123623.0		12415.9	2.320	12483.2	2.740	12501.6	1.320	12490.8	0.000
Q average			1.837		2.683		3.287		0.564		-0.811 gallons
	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
Q average			0.1392		0.2033		0.2490		0.0428		-0.0615 L/s
	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m²/s	K m/s					
	7.5	0.1392	5.27	6.97	1.7E-05	3.2E-07					
	17.5	0.2033	12.30	14.00	1.2E-05	2.3E-07					
	27.5	0.2490	19.33	21.03	1.0E-05	1.9E-07					
	17.5	0.0428	12.30	14.00	2.6E-06	4.8E-08					
	7.5	-0.0615	5.27	6.97	-7.5E-06						
K geometric mean						1.6E-07					m/s
outlier							feet	inches	m		
R	10.00	m	radius of influence								
rb	0.0475	m	radius of borehole			236	0	71.93		Depth to bottom of top packer	
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level			413	0	125.88		Depth to top of bottom packer	
hs	0	m	depth to pre-test water level			177	0	53.95		Length of test section	
hf	0.00	m	friction losses								
P	psi		pressure								
T	min		time								
dt	min or s		elapsed time								
Pg	m		gauge pressure								
Pi	m		net injection pressure								
V	ft ³ or m ³		volume								
Q	ft ³ /min or L/s		flow rate								
T	m ² /s		transmissivity								
K	m/s		hydraulic conductivity								
1 pound	0.453592 kg										
1 inch	0.0254 m										
1 foot	0.3048 m										
gravity of Earth	9.81 m/s ²										
water density	1,000 kg/m ³										
1	psi	0.703	m	height of water column							
		6897.11	N/m ² (Pa)								
		0.069	bar								
7.5	psi	5.27	m	height of water column							
17.5	psi	12.30	m	height of water column							
27.5	psi	19.33	m	height of water column							

BOREHOLE __GW-06 (single)_____ DEPTH _54__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		17.5 psi		7.5 psi		
T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0		12502.9		12551.0		12612.5		12676.5		12687.0	
1	1	12504.8	1.900	12553.8	2.800	12616.5	4.000	12675.6	-0.900	12684.5	-2.500
2	1	12506.9	2.100	12556.7	2.900	12620.5	4.000	12675.0	-600.600	12683.2	-1.300
5	3	12512.4	1.833	12564.0	2.433	12632.5	4.000	12676.0	200.333	12679.0	-1.400
10	5	12521.8	1.880	12575.5	2.300	12648.5	3.200	12678.5	0.500	12673.4	-1.120
15	5	12528.7	1.380	12586.1	2.120	12662.3	2.760	12682.8	0.860	12668.4	-1.000
20	5	12536.1	1.480	12596.2	2.020	12676.2	2.780	12688.6	1.160	12667.8	-0.120
Q average			1.762		2.429		3.457		-66.441		-1.240 gallons
	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s

Q average			0.1335		0.1840		0.2619		-5.0341		-0.0940 L/s
------------------	--	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	----------------	--	--------------------

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
	7.5	0.1335	5.27	6.97	1.6E-05	2.3E-07
	17.5	0.1840	12.30	14.00	1.1E-05	1.6E-07
	27.5	0.2619	19.33	21.03	1.1E-05	1.5E-07
	17.5	-5.0341	12.30	14.00	-3.1E-04	
	7.5	-0.0940	5.27	6.97	-1.1E-05	
K geometric mean					1.7E-07	m/s

outlier							
R	10.00	m	radius of influence		feet	inches	m
rb	0.0475	m	radius of borehole		177	0	53.95
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level		413	0	125.88
hs	0	m	depth to pre-test water level		236	0	71.93
hf	0.00	m	friction losses				Length of test section

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column

BOREHOLE __GW-06 (single)_____ DEPTH _108__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		17.5 psi		7.5 psi		
T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0		12722.4	0.000	12747.0	3.900	12801.0	3.500	12861.0	0.100	12874.0	-1.700
1	1	12722.4	0.400	12750.9	3.000	12804.5	3.700	12859.9	-1.100	12872.3	-1.900
2	1	12722.8	0.733	12753.9	2.220	12808.2	2.980	12860.0	0.100	12870.4	-1.900
5	3	12725.0	0.620	12763.4	1.820	12818.4	3.160	12860.5	0.167	12867.0	-1.133
10	5	12728.3	0.600	12774.5	1.800	12833.3	2.240	12865.9	1.080	12863.9	-0.620
15	5	12731.4	0.600	12783.6	2.651	12849.1	3.163	12871.4	0.717	12863.7	-0.040
20	5	12734.4	0.600	12792.6	1.800	12860.3	2.240	12877.1	1.140	12862.9	-0.160
Q average			0.502		2.651		3.163		0.717		-0.926 gallons

dt s	V m³	Q L/s	V m³	Q L/s	V m³	Q L/s	V m³	Q L/s	V m³	Q L/s
------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------

Q average		0.0381		0.2009		0.2397		0.0544		-0.0701 L/s
------------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	--------------------

PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m²/s	K m/s
7.5	0.0381	5.27	6.97	4.6E-06	4.4E-08
17.5	0.2009	12.30	14.00	1.2E-05	1.2E-07
27.5	0.2397	19.33	21.03	9.7E-06	9.3E-08
17.5	0.0544	12.30	14.00	3.3E-06	3.2E-08
7.5	-0.0701	5.27	6.97	-8.6E-06	-8.2E-08
K geometric mean					6.2E-08 m/s

outlier				feet	inches	m	
R	10.00	m	radius of influence				
rb	0.0475	m	radius of borehole	69	0	21.03	Depth to bottom of top packer
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	413	0	125.88	Depth to top of bottom packer
hs	0	m	depth to pre-test water level	344	0	104.85	Length of test section
hf	0.00	m	friction losses				

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft³ or m³	volume
Q	ft³/min or L/s	flow rate
T	m²/s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s²
water density	1,000 kg/m³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column

BOREHOLE __GW-06 (single)_____ DEPTH _21_ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		17.5 psi		7.5 psi		
T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0		2334.5		2358.0		2417.0		2479.5		2492.5	
1	1	2336.5	2.000	2361.6	3.600	2420.9	3.900	2478.7	-0.800	2490.4	-2.100
2	1	2338.1	1.600	2365.0	3.400	2424.4	3.500	2478.4	-0.300	2488.4	-2.000
5	3	2342.6	1.500	2374.0	3.000	2435.2	3.600	2479.3	0.300	2484.7	-1.233
10	5	2346.2	0.720	2387.8	2.760	2451.5	3.260	2483.3	0.800	2481.4	-0.660
15	5	2349.3	0.620	2398.9	2.220	2465.7	2.840	2487.6	0.860	2480.3	-0.220
20	5	2352.2	0.580	2408.7	1.960	2480.3	2.920	2494.5	1.380	2481.4	0.220
Q average			1.170		2.823		3.337		0.373		-0.999 gallons

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
Q average			0.0886		0.2139		0.2528		0.0283		-0.0757 L/s

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
	7.5	0.0886	5.27	6.97	1.1E-05	1.0E-07
	17.5	0.2139	12.30	14.00	1.3E-05	1.2E-07
	27.5	0.2528	19.33	21.03	1.0E-05	9.8E-08
	17.5	0.0283	12.30	14.00	1.7E-06	1.6E-08
	7.5	-0.0757	5.27	6.97	-9.2E-06	-8.8E-08
K geometric mean					6.7E-08	m/s

outlier				feet	inches	m	
R	10.00	m	radius of influence				
rb	0.0475	m	radius of borehole	69	0	21.03	Depth to bottom of top packer
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	413	0	125.88	Depth to top of bottom packer
hs	0	m	depth to pre-test water level	344	0	104.85	Length of test section
hf	0.00	m	friction losses				

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column

BOREHOLE __GW-06 (single)_____ DEPTH _108__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		17.5 psi		7.5 psi		
T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0		3103.0		3147.0		3220.5		3346.0		3404.5	
1	1	3104.7	1.700	3150.8	3.800	3226.4	5.900	3349.8	3.800	3403.2	-1.300
2	1	3106.6	1.900	3154.4	3.600	3231.7	5.300	3353.4	3.600	3402.0	-1.200
5	3	3111.6	1.667	3165.3	3.633	3247.5	5.267	3364.0	3.533	3400.1	-0.633
10	5	3119.4	1.560	3183.0	3.540	3273.4	5.180	3379.5	3.100	3400.3	0.040
15	5	3125.8	1.280	3200.3	3.460	3298.5	5.020	3393.0	2.700	3402.8	0.500
20	5	3132.0	1.240	3214.2	2.780	3315.6	3.420	3406.4	2.680	3405.7	0.580
Q average			1.558		3.469		5.014		3.236		-0.336 gallons

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
Q average			0.1180		0.2628		0.3799		0.2452		-0.0254 L/s

	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5	0.1180	5.27	6.97	1.4E-05	1.2E-07
17.5	0.2628	12.30	14.00	1.6E-05	1.4E-07
27.5	0.3799	19.33	21.03	1.5E-05	1.3E-07
17.5	0.2452	12.30	14.00	1.5E-05	1.3E-07
7.5	-0.0254	5.27	6.97	-3.1E-06	-2.7E-08
K geometric mean				1.3E-07	m/s

outlier				feet	inches	m	
R	10.00	m	radius of influence				
rb	0.0475	m	radius of borehole	29.5	0	8.99	Depth to bottom of top packer
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	413	0	125.88	Depth to top of bottom packer
hs	0	m	depth to pre-test water level	383.5	0	116.89	Length of test section
hf	0.00	m	friction losses				

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column

BOREHOLE __GW-02 (double)_____ DEPTH _115.75_ m

P	7.5 psi		17.5 psi		37.5 psi		7.5 psi		V	Q	
T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0		3445.0		3446.1		3446.7		3447.7			
1	1	3445.0	0.000	3446.1	0.000	3446.7	0.000	3447.7	0.000		0.000
2	1	3445.1	0.100	3446.1	0.000	3446.8	0.100	3447.7	0.000		0.000
5	3	3445.2	0.033	3446.2	0.033	3446.9	0.033	3447.7	0.000		0.000
10	5	3445.4	0.040	3446.3	0.020	3447.2	0.060	3447.8	0.020		0.000
15	5	3445.7	0.060	3446.4	0.020	3447.5	0.060	3447.8	0.000		0.000
20	5	3445.8	0.020	3446.5	0.020	3447.8	0.060	3447.9	0.020		0.000
Q average			0.042		0.016		0.052		0.007		0.000 gallons

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
Q average			0.0032		0.0012		0.0040		0.0005		0.0000 L/s

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
	7.5	0.0032	5.27	25.58	1.1E-07	1.2E-08
	17.5	0.0012	12.30	32.61	3.2E-08	3.4E-09
	37.5	0.0040	26.37	46.68	7.5E-08	7.9E-09
	7.5	0.0005	5.27	25.58	1.8E-08	1.8E-09
K geometric mean					4.9E-09	m/s

outlier				feet	inches	m	
R	10.00	m	radius of influence				
rb	0.03785	m	radius of borehole	364.2	0	111.01	Depth to bottom of top packer
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	395.36	0	120.51	Depth to top of bottom packer
hs	18.61	m	depth to pre-test water level	31.16	0	9.50	Length of test section
hf	0.00	m	friction losses				

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column

BOREHOLE __GW-02 (double)_____ DEPTH _94.75__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		37.5 psi		7.5 psi		V	Q	
T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0		3554.8		3561.8		3563.2		3564.3			
1	1	3554.9	0.100	3561.8	0.000	3563.3	0.100	3564.3	0.000		0.000
2	1	3554.9	0.000	3561.9	0.100	3563.4	0.100	3564.3	0.000		0.000
5	3	3555.0	0.033	3562.0	0.033	3563.5	0.033	3564.3	0.000		0.000
10	5	3555.6	0.120	3562.3	0.060	3563.8	0.060	3564.3	0.000		0.000
15	5	3557.3	0.340	3562.5	0.040	3564.1	0.060	3564.3	0.000		0.000
20	5	3560.3	0.600	3562.7	0.040	3564.4	0.060	3564.3	0.000		0.000
Q average			0.199		0.046		0.069		0.000		0.000 gallons

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
Q average			0.0151		0.0035		0.0052		0.0000		0.0000 L/s

PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5	0.0151	5.27	25.58	5.2E-07	5.5E-08
17.5	0.0035	12.30	32.61	9.4E-08	9.9E-09
37.5	0.0052	26.37	46.68	9.9E-08	1.0E-08
7.5	0.0000	5.27	25.58	0.0E+00	0.0E+00
K geometric mean				1.8E-08	m/s

outlier				feet	inches	m	
R	10.00	m	radius of influence				
rb	0.03785	m	radius of borehole	295.3	0	90.01	Depth to bottom of top packer
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	326.4	0	99.49	Depth to top of bottom packer
hs	18.61	m	depth to pre-test water level	31.1	0	9.48	Length of test section
hf	0.00	m	friction losses				

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column

BOREHOLE __GW-02 (double)_____ DEPTH _74.75__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		7.5							
T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	
0		3591.4		3606.1		3624.9						
1	1	3592.2	0.800	3606.9	0.800	3625.7	0.800		0.000		0.000	
2	1	3592.8	0.600	3607.7	0.800	3626.3	0.600		0.000		0.000	
5	3	3594.6	0.600	3610.5	0.933	3628.5	0.733		0.000		0.000	
10	5	3597.6	0.600	3615.0	0.900	3632.3	0.760		0.000		0.000	
15	5	3600.6	0.600	3619.7	0.940	3635.8	0.700		0.000		0.000	
20	5	3603.6	0.600	3624.3	0.920	3639.5	0.740		0.000		0.000	
Q average			0.633		0.882		0.722				0.000	gallons

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	
Q average			0.0480		0.0668		0.0547		0.0000		0.0000	L/s

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
	7.5	0.0480	5.27	25.58	1.7E-06	1.8E-07
	17.5	0.0668	12.30	32.61	1.8E-06	1.9E-07
	7.5	0.0547	5.27	25.58	1.9E-06	2.0E-07

K geometric mean **1.9E-07** **m/s**

outlier				feet	inches	m	
R	10.00	m	radius of influence				
rb	0.03785	m	radius of borehole	246	0	74.98	Depth to bottom of top packer
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	277.2	0	84.49	Depth to top of bottom packer
hs	18.61	m	depth to pre-test water level	31.2	0	9.51	Length of test section
hf	0.00	m	friction losses				

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column

BOREHOLE __GW-02 (double)_____ DEPTH _46.75__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		37.5 psi		17.5 psi		7.5 psi		
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	
0			4153.5		4188.0		4287.0		4420.0		4579.0		4682.0
1	1		4154.9	1.400	4192.7	4.700	4293.3	6.300	4427.5	7.500	4584.2	5.200	4685.3
2	1		4156.2	1.300	4197.1	4.400	4299.6	6.300	4435.0	7.500	4589.2	5.000	4688.4
5	3		4160.2	1.333	4210.8	4.567	4318.4	6.267	4457.4	7.467	4603.8	4.867	4698.0
10	5		4167.0	1.360	4233.9	4.620	4340.8	4.480	4494.6	7.440	4628.3	4.900	4714.0
15	5		4173.8	1.360	4257.2	4.660	4381.4	8.120	4531.9	7.460	4652.8	4.900	4729.9
20	5		4180.8	1.400	4280.5	4.660	4412.9	6.300	4569.3	7.480	4677.1	4.860	4745.9
Q average				1.359		4.601		6.294		7.474		4.954	3.197 gallons

	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
	s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s

Q average			0.1030		0.3486		0.4769		0.5663		0.3754		0.2422 L/s
------------------	--	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	-------------------

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
	7.5	0.1030	5.27	25.58	3.6E-06	3.8E-07
	17.5	0.3486	12.30	32.61	9.5E-06	1.0E-06
	27.5	0.4769	26.37	46.68	9.1E-06	9.5E-07
	37.5	0.5663	26.37	46.68	1.1E-05	1.1E-06
	17.5	0.3754	12.30	32.61	1.0E-05	1.1E-06
	7.5	0.2422	5.27	25.58	8.4E-06	8.8E-07
K geometric mean						8.5E-07 m/s

outlier		R	rb	hg	hs	hf	feet	inches	m	
		10.00	m	radius of influence						
		0.03785	m	radius of borehole			137.8	0	42.00	Depth to bottom of top packer
		1.70	m	height of the gauge above ground level			169	0	51.51	Depth to top of bottom packer
		18.61	m	depth to pre-test water level			31.2	0	9.51	Length of test section
		0.00	m	friction losses						

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column

BOREHOLE _GW-01 (double) _____ DEPTH _116.5_ m

P	7.5 psi				17.5 psi				27.5 psi				37.5 psi				47.5				17.5				7.5 psi			
T	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q			
min	min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min			
0		7707.3		7707.7		7708.8		7710.5		7713.3		7717.3		7719.01														
1	1	7707.3	0.000	7707.7	0.000	7708.8	0.000	7710.6	0.100	7713.5	0.200	7717.4	0.100	7719.1	0.090													
2	1	7707.3	0.000	7707.8	0.100	7708.9	0.100	7710.7	0.100	7713.7	0.200	7717.5	0.100	7719.2	0.100													
5	3	7707.3	0.000	7707.9	0.033	7709.1	0.067	7711.1	0.133	7714.3	0.200	7717.6	0.033	7719.3	0.033													
10	5	7707.4	0.020	7708.1	0.040	7709.5	0.080	7711.7	0.120	7715.3	0.200	7718.1	0.100	7719.4	0.020													
15	5	7707.5	0.020	7708.3	0.040	7709.9	0.080	7712.3	0.120	7716.3	0.200	7718.4	0.060	7719.5	0.020													
20	5	7707.6	0.020	7708.6	0.060	7710.3	0.080	7712.8	0.100	7717.3	0.200	7718.7	0.060	7719.7	0.040													
Q average			0.010		0.046		0.068		0.112		0.200		0.076		0.051										gallons			

	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	
	s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	
Q average			0.0008		0.0035		0.0051		0.0085		0.0152		0.0057		0.0038	L/s

	PSI	Q	Pg	Pi	T	K
		L/s	m	m	m ² /s	m/s
7.5	0.0008	5.27	66.97	1.0E-08	9.1E-10	
17.5	0.0035	12.30	74.00	4.1E-08	3.8E-09	
27.5	0.0051	19.33	81.03	5.6E-08	5.1E-09	
37.5	0.0085	26.37	88.07	8.6E-08	7.8E-09	
47.5	0.0152	33.40	95.10	1.4E-07	1.3E-08	
17.5	0.0057	12.30	74.00	6.9E-08	6.2E-09	
7.5	0.0038	5.27	66.97	5.1E-08	4.6E-09	
K geometric mean					4.7E-09	m/s

outlier		R	rb	hg	hs	hf	feet	inches	m
	radius of influence	10.00							
	radius of borehole	0.03785					364.2	0	111.01
	height of the gauge above ground level	1.70					400.3	0	122.01
	depth to pre-test water level (estim., greater than borehole)	60					36.1	0	11.00
	friction losses	0.00							

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column

BOREHOLE _GW-01 (double)_ DEPTH _98.5_ m

P	7.5 psi				17.5 psi				27.5 psi				37.5 psi				47.5				17.5				7.5 psi			
T	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q			
min	min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min			
0		7718.0		7756.0		7846.5		7985.5		8120.0		8120.0		8210.0		8210.0		8210.0		8210.0		8210.0		8210.0		8210.0		
1	1	7748.3	30.300	7760.2	4.200	7853.5	7.000	7993.5	8.000	8124.4	0.000	8124.4	4.400	8212.5	2.500	8212.5	2.500	8212.5	2.500	8212.5	2.500	8212.5	2.500	8212.5	2.500	8212.5		
2	1	7748.5	0.200	7764.3	4.100	7858.6	5.100	7998.8	5.300	8128.7	0.000	8128.7	4.300	8214.7	2.200	8214.7	2.200	8214.7	2.200	8214.7	2.200	8214.7	2.200	8214.7	2.200	8214.7		
5	3	7719.1	-9.800	7777.8	4.500	7876.9	6.100	8018.1	6.433	8141.6	0.000	8141.6	4.300	8221.7	2.333	8221.7	2.333	8221.7	2.333	8221.7	2.333	8221.7	2.333	8221.7	2.333	8221.7		
10	5	7751.1	6.400	7798.2	4.080	7907.4	6.100	8050.3	6.440	8163.1	0.000	8163.1	4.300	8233.7	2.400	8233.7	2.400	8233.7	2.400	8233.7	2.400	8233.7	2.400	8233.7	2.400	8233.7		
15	5	7751.2	0.020	7819.6	4.280	7937.4	6.000	8082.7	6.480	8185.0	0.000	8185.0	4.380	8245.3	2.320	8245.3	2.320	8245.3	2.320	8245.3	2.320	8245.3	2.320	8245.3	2.320	8245.3		
20	5	7752.1	0.180	7841.2	4.320	7967.4	6.000	8115.4	6.540	8206.2	0.000	8206.2	4.240	8257.1	2.360	8257.1	2.360	8257.1	2.360	8257.1	2.360	8257.1	2.360	8257.1	2.360	8257.1		
Q average			4.550		4.247		6.050		6.532		0.000		4.320		2.352											gallons		

	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	
	s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	
Q average			0.3447		0.3218		0.4584		0.4949		0.0000		0.3273		0.1782	L/s

	PSI	Q	Pg	Pi	T	K
		L/s	m	m	m ² /s	m/s
7.5	0.3447	5.27	66.97	4.6E-06	4.1E-07	
17.5	0.3218	12.30	74.00	3.9E-06	3.5E-07	
27.5	0.4584	19.33	81.03	5.0E-06	4.6E-07	
37.5	0.4949	26.37	88.07	5.0E-06	4.5E-07	
47.5	0.0000	33.40	95.10	0.0E+00		
17.5	0.3273	12.30	74.00	3.9E-06	3.6E-07	
7.5	0.1782	5.27	66.97	2.4E-06	2.1E-07	
K geometric mean					4.0E-07	m/s

outlier	R	rb	hg	hs	hf	feet	inches	m	
	10.00	0.03785	1.70	60	0.00	305.1	0	92.99	Depth to bottom of top packer
						341.22	0	104.00	Depth to top of bottom packer
						36.12	0	11.01	Length of test section

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column

BOREHOLE __GW-01 (double)_____ DEPTH _80.5__ m

P	7.5 psi				17.5 psi				27.5 psi				37.5 psi				47.5				17.5				7.5 psi			
T	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q			
min	min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min			
0		8333.0		9194.0		9310.0		9450.0		9603.0		9774.0		9872.5														
1	1	8335.2	2.200	9199.2	5.200	9316.9	6.900	9457.0	7.000	9611.0	8.000	9778.5	4.500	9875.1	2.600													
2	1	8337.3	2.100	9204.4	5.200	9323.8	6.900	9464.0	7.000	9618.9	7.900	9783.0	4.500	9877.5	2.400													
5	3	8343.9	2.200	9220.1	5.233	9344.2	6.800	9485.2	7.067	9642.8	7.967	9795.9	4.300	9885.0	2.500													
10	5	8352.6	1.740	9246.2	5.220	9375.3	6.220	9520.3	7.020	9682.7	7.980	9828.8	6.580	9847.4	-7.520													
15	5	8361.1	1.700	9272.6	5.280	9406.4	6.220	9555.7	7.080	9722.6	7.980	9840.5	2.340	9909.8	12.480													
20	5	8370.1	1.800	9299.2	5.320	9437.2	6.160	9591.2	7.100	9762.5	7.980	9863.2	4.540	9922.3	2.500													
Q average			1.957		5.242		6.533		7.044		7.968		4.460		2.493	gallons												

dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s

Note : Volume in red above denote water surging at top of casing during test.

Q average		0.1483		0.3972		0.4950		0.5337		0.6037		0.3379		0.1889	L/s
------------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	------------

	Q	Pg	Pi	T	K
PSI	L/s	m	m	m ² /s	m/s
7.5	0.1483	5.27	66.97	2.0E-06	1.8E-07
17.5	0.3972	12.30	74.00	4.8E-06	4.3E-07
27.5	0.4950	19.33	81.03	5.4E-06	4.9E-07
37.5	0.5337	26.37	88.07	5.4E-06	4.9E-07
47.5	0.6037	33.40	95.10	5.6E-06	5.1E-07
17.5	0.3379	12.30	74.00	4.1E-06	3.7E-07
7.5	0.1889	5.27	66.97	2.5E-06	2.3E-07
K geometric mean				3.9E-07	m/s

outlier	R	rb	hg	hs	hf	feet	inches	m
	10.00	0.03785	1.70	60	0.00	246	0	74.98
						282.2	0	86.01
						36.2	0	11.03

radius of influence
radius of borehole
height of the gauge above ground level
depth to pre-test water level (estim., greater than probe)
friction losses
Depth to bottom of top packer
Depth to top of bottom packer
Length of test section

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column

BOREHOLE _GW-01 (double)_ _____ DEPTH _62.5_ m

P	7.5 psi				17.5 psi				27.5 psi				37.5 psi				47.5				17.5				7.5 psi			
T	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q			
min	min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min	gallons	gal/min			
0		9992.0		10051.5		10140.0		10240.0		10353.0		10427.0		10429.1		10429.1		10429.1		10429.1		10429.1		10429.1		10429.1		
1	1	9994.4	2.400	10056.0	4.500	10144.8	4.800	10245.8	5.800	10356.5	3.500	10429.1	2.100	10429.1		10429.1		10429.1		10429.1		10429.1		10429.1		10429.1		
2	1	9997.0	2.600	10061.5	5.500	10149.5	4.700	10250.4	4.600	10360.2	3.700	10431.5	2.400	10431.5		10431.5		10431.5		10431.5		10431.5		10431.5		10431.5		
5	3	10005.8	2.933	10072.4	3.633	10163.3	4.600	10267.0	5.533	10370.8	3.533	10437.1	1.867	10437.1		10437.1		10437.1		10437.1		10437.1		10437.1		10437.1		
10	5	10020.1	2.860	10083.2	2.160	10186.3	4.600	10294.5	5.500	10388.5	3.540	10447.0	1.980	10447.0		10447.0		10447.0		10447.0		10447.0		10447.0		10447.0		
15	5	10034.3	2.840	10114.2	6.200	10212.8	5.300	10321.7	5.440	10408.0	3.900	10457.0	2.000	10457.0		10457.0		10457.0		10457.0		10457.0		10457.0		10457.0		
20	5	10047.1	2.560	10135.2	4.200	10232.5	3.940	10349.1	5.480	10424.0	3.200	10466.9	1.980	10466.9		10466.9		10466.9		10466.9		10466.9		10466.9		10466.9		
Q average			2.699		4.366		4.657		5.392		0.000		3.562		2.054											gallons		
	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q			
	s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s			
Q average			0.2045		0.3308		0.3528		0.4086		0.0000		0.2699		0.1557											L/s		
	PSI	Q	Pg	Pi	T	K																						
	7.5	0.2045	5.27	66.97	2.7E-06	2.5E-07																						
	17.5	0.3308	12.30	74.00	4.0E-06	3.6E-07																						
	27.5	0.3528	19.33	81.03	3.9E-06	3.5E-07																						
	37.5	0.4086	26.37	88.07	4.1E-06	3.7E-07																						
	47.5	0.0000	33.40	95.10	0.0E+00																							
	17.5	0.2699	12.30	74.00	3.2E-06	2.9E-07																						
	7.5	0.1557	5.27	66.97	2.1E-06	1.9E-07																						
K geometric mean						3.2E-07																				m/s		
outlier																												
R	10.00	m	radius of influence				feet	inches	m																			
rb	0.03785	m	radius of borehole				187	0	57.00	Depth to bottom of top packer																		
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level				223.1	0	68.00	Depth to top of bottom packer																		
hs	60	m	depth to pre-test water level (estim., greater than probe)				36.1	0	11.00	Length of test section																		
hf	0.00	m	friction losses																									
P	psi	pressure																										
T	min	time																										
dt	min or s	elapsed time																										
Pg	m	gauge pressure																										
Pi	m	net injection pressure																										
V	ft ³ or m ³	volume																										
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate																										
T	m ² /s	transmissivity																										
K	m/s	hydraulic conductivity																										
1 pound	0.453592	kg																										
1 inch	0.0254	m																										
1 foot	0.3048	m																										
gravity of Earth	9.81	m/s ²																										
water density	1,000	kg/m ³																										
1	psi	0.703	m	height of water column																								
		6897.11	N/m ² (Pa)																									
		0.069	bar																									
7.5	psi	5.27	m	height of water column																								
17.5	psi	12.30	m	height of water column																								
27.5	psi	19.33	m	height of water column																								
37.5	psi	26.37	m	height of water column																								
47.5	psi	33.40	m	height of water column																								

BOREHOLE __GW-01 (double)_____ DEPTH _44.5__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		37.5 psi		47.5		17.5		7.5 psi		
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	
0			10490.0		10512.5		10613.0		10738.5		10880.0		10963		
1	1		10492.0	2.000	10519.8	7.300	10619.1	6.100	10745.5	7.000	0.000	10884.2	4.200	10965.5	2.500
2	1		10493.0	1.000	10524.5	4.700	10625.1	6.000	10752.7	7.200	0.000	10888.0	3.800	10968.2	2.700
5	3		10495.3	0.767	10538.1	4.533	10633.0	2.633	10773.7	7.000	0.000	10900.2	4.067	10975.7	2.500
10	5		10499.5	0.840	10561.1	4.600	10673.0	8.000	10808.7	7.000	0.000	10920.2	4.000	10988.6	2.580
15	5		10505.6	1.220	10583.9	4.560	10703.3	6.060	10842.9	6.840	0.000	10940.2	4.000	11001.2	2.520
20	5		10512.1	1.300	10607.1	4.640	10753.8	10.100	10875.4	6.500	0.000	10960.2	4.000	11013.8	2.520
Q average				1.188		5.056		6.482		6.923		0.000		4.011	2.553 gallons
	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
	s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s
Q average				0.0900		0.3831		0.4911		0.5246		0.0000		0.3039	0.1935 L/s
	PSI	Q	Pg	Pi	T	K									
	7.5	0.0900	5.27	66.97	1.2E-06	1.1E-07									
	17.5	0.3831	12.30	74.00	4.6E-06	4.2E-07									
	27.5	0.4911	19.33	81.03	5.4E-06	4.9E-07									
	37.5	0.5246	26.37	88.07	5.3E-06	4.8E-07									
	47.5	0.0000	33.40	95.10	0.0E+00										
	17.5	0.3039	12.30	74.00	3.6E-06	3.3E-07									
	7.5	0.1935	5.27	66.97	2.6E-06	2.3E-07									
K geometric mean						3.2E-07									m/s
outlier															
R	10.00	m	radius of influence			feet	inches	m							
rb	0.03785	m	radius of borehole			127.9	0	38.98	Depth to bottom of top packer						
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level			164	0	49.99	Depth to top of bottom packer						
hs	60	m	depth to pre-test water level (estim., greater than probe)			36.1	0	11.00	Length of test section						
hf	0.00	m	friction losses												
P	psi	pressure													
T	min	time													
dt	min or s	elapsed time													
Pg	m	gauge pressure													
Pi	m	net injection pressure													
V	ft ³ or m ³	volume													
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate													
T	m ² /s	transmissivity													
K	m/s	hydraulic conductivity													
1 pound	0.453592 kg														
1 inch	0.0254 m														
1 foot	0.3048 m														
gravity of Earth	9.81 m/s ²														
water density	1,000 kg/m ³														
1	psi	0.703	m	height of water column											
		6897.11	N/m ² (Pa)												
		0.069	bar												
7.5	psi	5.27	m	height of water column											
17.5	psi	12.30	m	height of water column											
27.5	psi	19.33	m	height of water column											
37.5	psi	26.37	m	height of water column											
47.5	psi	33.40	m	height of water column											

BOREHOLE _GW-01 (double)_____ DEPTH _20.5_ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		37.5 psi		47.5		17.5		7.5 psi	
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0			11073.0		11102.0		11180.0		11308.0		11435.0		11513.0	
1	1		11074.7	1.700	11106.1	4.100	11185.3	5.300	11314.5	6.500	11438.7	3.700	11515.3	2.300
2	1		11075.8	1.100	11109.5	3.400	11190.6	5.300	11321.0	6.500	11442.5	3.800	11517.7	2.400
5	3		11079.2	1.133	11120.3	3.600	11207.5	5.633	11340.3	6.433	11454.8	4.100	11524.7	2.333
10	5		11084.5	1.060	11138.8	3.700	11233.0	5.100	11371.5	6.240	11472.7	3.580	11536.7	2.400
15	5		11090.4	1.180	11167.6	5.760	11259.6	5.320	11400.7	5.840	11491.8	3.820	11548.7	2.400
20	5		11096.7	1.260	11178.4	2.160	11284.7	5.020	11430.0	5.860	11510.9	3.820	11560.7	2.400
Q average				1.239		3.787		5.279		6.229		0.000		2.372 gallons

	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
	s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s

Q average			0.0939		0.2869		0.4000		0.4720		0.0000		0.2882		0.1797 L/s
------------------	--	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	-------------------

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5	0.0939	5.27	66.97	1.2E-06	1.1E-07	
17.5	0.2869	12.30	74.00	3.4E-06	3.1E-07	
27.5	0.4000	19.33	81.03	4.4E-06	4.0E-07	
37.5	0.4720	26.37	88.07	4.8E-06	4.3E-07	
47.5	0.0000	33.40	95.10	0.0E+00		
17.5	0.2882	12.30	74.00	3.5E-06	3.1E-07	
7.5	0.1797	5.27	66.97	2.4E-06	2.2E-07	

K geometric mean m/s

outlier	R	rb	hg	hs	hf	feet	inches	m	
	10.00	0.03785	1.70	60	0.00	49.2	0	15.00	Depth to bottom of top packer
						85.3	0	26.00	Depth to top of bottom packer
						36.1	0	11.00	Length of test section

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column

BOREHOLE __GW-04 (double)_____ DEPTH _111.5__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		37.5 psi		47.5		17.5		7.5 psi		
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	
0			11846.7		11847.1		11847.5		11848.1		11848.9		11849.7		11849.8
1	1		11846.7	0.000	11847.1	0.000	11847.5	0.000	11848.2	0.100	11848.9	0.000	11849.7	0.000	11849.9
2	1		11846.7	0.000	11847.2	0.100	11847.6	0.100	11848.2	0.000	11849.0	0.100	11849.7	0.000	11849.9
5	3		11846.8	0.033	11847.2	0.000	11847.7	0.033	11848.4	0.067	11849.1	0.033	11849.7	0.000	11849.9
10	5		11846.8	0.000	11847.3	0.020	11847.8	0.020	11848.5	0.020	11849.3	0.040	11849.7	0.000	11849.9
15	5		11846.9	0.020	11847.3	0.000	11847.9	0.020	11848.7	0.040	11849.5	0.040	11849.8	0.020	11849.9
20	5		11846.9	0.000	11847.4	0.020	11848.0	0.020	11848.8	0.020	11849.7	0.040	11849.8	0.000	11849.9
Q average				0.009		0.023		0.032		0.041		0.042		0.003	0.017 gallons

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
Q average			0.0007		0.0018		0.0024		0.0031		0.0032		0.0003		0.0013 L/s

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5	0.0007	5.27	8.44	7.1E-08	6.4E-09	
17.5	0.0018	12.30	15.47	1.0E-07	9.2E-09	
27.5	0.0024	19.33	22.50	9.6E-08	8.8E-09	
37.5	0.0031	26.37	29.54	9.4E-08	8.5E-09	
47.5	0.0032	33.40	36.57	7.8E-08	7.1E-09	
17.5	0.0003	12.30	15.47	1.4E-08	1.3E-09	
7.5	0.0013	5.27	8.44	1.3E-07	1.2E-08	
K geometric mean					5.9E-09 m/s	

	feet	inches	m
R	10.00		radius of influence
rb	0.03785		radius of borehole
hg	1.70		height of the gauge above ground level
hs	1.47		depth to pre-test water level
hf	0.00		friction losses
	347.8	0	106.01 Depth to bottom of top packer
	383.9	0	117.01 Depth to top of bottom packer
	36.1	0	11.00 Length of test section

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column

BOREHOLE _GW-04 (double)_ _____ DEPTH_93.5_ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		37.5 psi		47.5		17.5		7.5 psi	
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0			11872.1		11872.4		11872.8		11873.3		11874.2		11875.2	
1	1		11872.1	0.000	11872.5	0.100	11872.8	0.000	11873.4	0.100	11874.2	0.000	11875.2	0.000
2	1		11872.1	0.000	11872.5	0.000	11872.8	0.000	11873.4	0.000	11874.3	0.100	11875.2	0.000
5	3		11872.1	0.000	11872.5	0.000	11872.8	0.000	11873.6	0.067	11874.5	0.067	11875.2	0.000
10	5		11872.1	0.000	11872.5	0.000	11873.2	0.080	11873.8	0.040	11874.7	0.040	11875.2	0.000
15	5		11872.1	0.000	11872.6	0.020	11873.2	0.000	11873.9	0.020	11874.9	0.040	11875.2	0.000
20	5		11872.1	0.000	11872.6	0.000	11873.2	0.000	11874.1	0.040	11875.2	0.060	11875.2	0.000
Q average				0.000		0.020		0.013		0.044		0.051		0.000

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
--	---------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------

Q average			0.0000		0.0015		0.0010		0.0034		0.0039		0.0000		0.0000
------------------	--	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5	0.0000	5.27	8.44	0.0E+00		
17.5	0.0015	12.30	15.47	8.7E-08	7.9E-09	
27.5	0.0010	19.33	22.50	4.0E-08	3.6E-09	
37.5	0.0034	26.37	29.54	1.0E-07	9.2E-09	
47.5	0.0039	33.40	36.57	9.4E-08	8.5E-09	
17.5	0.0000	12.30	15.47	0.0E+00		
7.5	0.0000	5.27	8.44	0.0E+00		

K geometric mean **6.9E-09** m/s

				feet	inches	m	
outlier							
R	10.00	m	radius of influence				
rb	0.03785	m	radius of borehole	288.7	0	88.00	Depth to bottom of top packer
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	324.8	0	99.00	Depth to top of bottom packer
hs	1.47	m	depth to pre-test water level	36.1	0	11.00	Length of test section
hf	0.00	m	friction losses				

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column

BOREHOLE _GW-04 (double)_ _____ DEPTH _73.5_ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		37.5 psi		47.5		17.5		7.5 psi			
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0			11870.5		11920.0		12040.0		12200.0		12380.0		12594.0		12717.0	
1	1		11882.3	11.800	11925.1	5.100	12047.3	7.300	12208.1	8.100	12390.3	10.300	12599.8	5.800	12720.4	3.400
2	1		11883.8	1.500	11930.0	4.900	12054.3	7.000	12216.3	8.200	12401.1	10.800	12605.7	5.900	12724.0	3.600
5	3		11888.7	1.633	11945.1	5.033	12075.7	7.133	12240.8	8.167	12430.6	9.833	12623.7	6.000	12734.4	3.467
10	5		11895.5	1.360	11970.4	5.060	12111.0	7.060	12281.7	8.180	12481.0	10.080	12653.8	6.020	12749.9	3.100
15	5		11905.8	2.060	11996.7	5.260	12146.1	7.020	12322.3	8.120	12531.7	10.140	12684.5	6.140	12765.4	3.100
20	5		11914.4	1.720	12023.3	5.320	12181.0	6.980	12362.8	8.100	12583.4	10.340	12714.2	5.940	12781.0	3.120
Q average				3.346		5.112		7.082		8.144		10.249		5.967		3.298 gallons

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
--	---------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------

Q average			0.2535		0.3873		0.5366		0.6171		0.7765		0.4521		0.2499 L/s
------------------	--	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	-------------------

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5	0.2535	5.27	8.44	2.7E-05	2.4E-06	
17.5	0.3873	12.30	15.47	2.2E-05	2.0E-06	
27.5	0.5366	19.33	22.50	2.1E-05	1.9E-06	
37.5	0.6171	26.37	29.54	1.9E-05	1.7E-06	
47.5	0.7765	33.40	36.57	1.9E-05	1.7E-06	
17.5	0.4521	12.30	15.47	2.6E-05	2.4E-06	
7.5	0.2499	5.27	8.44	2.6E-05	2.4E-06	

K geometric mean **2.0E-06** m/s

outlier				feet	inches	m	
R	10.00	m	radius of influence				
rb	0.03785	m	radius of borehole	223.1	0	68.00	Depth to bottom of top packer
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	259.2	0	79.00	Depth to top of bottom packer
hs	1.47	m	depth to pre-test water level	36.1	0	11.00	Length of test section
hf	0.00	m	friction losses				

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column

BOREHOLE _GW-04 (double)_ _____ DEPTH _50.5_ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		37.5 psi		47.5		17.5		7.5 psi	
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0			12790.0		12835.0		12947.0		13086.5			13243.0		13338.0
1	1		12791.7	1.700	12840.2	5.200	12953.8	6.800	13095.0	8.500	0.000	13247.7	4.700	13340.4
2	1		12793.4	1.700	12845.3	5.100	12960.7	6.900	13101.7	6.700	0.000	13252.5	4.800	13343.6
5	3		12798.5	1.700	12860.8	5.167	12981.3	6.867	13124.4	7.567	0.000	13266.5	4.667	13351.8
10	5		12806.9	1.680	12887.0	5.240	13015.4	6.820	13162.3	7.580	0.000	13289.4	4.580	13365.3
15	5		12815.7	1.760	12913.8	5.360	13049.7	6.860	13200.5	7.640	0.000	13312.4	4.600	13378.9
20	5		12814.5		12940.5	5.340	13082.7	6.600	13237.6	7.420	0.000	13335.2	4.560	13392.6
Q average				1.708		5.234		6.808		7.568		0.000		4.651
														2.749

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
--	---------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------	---------------------	----------

Q average			0.1294		0.3966		0.5158		0.5734		0.0000		0.3524		0.2083
------------------	--	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5	0.1294	5.27	8.44	1.4E-05	1.2E-06	
17.5	0.3966	12.30	15.47	2.3E-05	2.1E-06	
27.5	0.5158	19.33	22.50	2.0E-05	1.8E-06	
37.5	0.5734	26.37	29.54	1.7E-05	1.6E-06	
47.5	0.0000	33.40	36.57	0.0E+00		
17.5	0.3524	12.30	15.47	2.0E-05	1.8E-06	
7.5	0.2083	5.27	8.44	2.2E-05	2.0E-06	

K geometric mean m/s

outlier						
R	10.00	m	radius of influence	feet	inches	m
rb	0.03785	m	radius of borehole	147.6	0	44.99
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	183.7	0	55.99
hs	1.47	m	depth to pre-test water level	36.1	0	11.00
hf	0.00	m	friction losses			

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column

BOREHOLE _GW-04 (double)_____ DEPTH_27.5__ m

P	7.5 psi		17.5 psi		27.5 psi		37.5 psi		47.5		17.5		7.5 psi	
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0			13450.0		13503.0		13587.0		13694.0			13815.0		13891.0
1	1		13452.5	2.500	13506.9	3.900	13591.6	4.600	13699.7	5.700	0.000	13818.8	3.800	13893.3
2	1		13455.0	2.500	13510.4	3.500	13597.1	5.500	13705.7	6.000	0.000	13822.5	3.700	13895.4
5	3		13462.5	2.500	13522.7	4.100	13612.3	5.067	13723.4	5.900	0.000	13833.7	3.733	13901.8
10	5		13474.9	2.480	13542.3	3.920	13637.3	5.000	13752.8	5.880	0.000	13852.3	3.720	13912.5
15	5		13487.3	2.480	13562.0	3.940	13662.8	5.100	13782.6	5.960	0.000	13870.6	3.660	13925.2
20	5		13499.2		13581.7	3.940	13687.8	5.000	13811.5	5.780	0.000	13888.9	3.660	13941.4
Q average				2.492		3.883		5.044		5.870	0.000		3.712	2.409

	dt s	V m³	Q L/s	V m³	Q L/s	V m³	Q L/s	V m³	Q L/s	V m³	Q L/s	V m³	Q L/s	V m³	Q L/s
--	---------	---------	----------	---------	----------	---------	----------	---------	----------	---------	----------	---------	----------	---------	----------

Q average			0.1888		0.2942		0.3822		0.4448		0.0000		0.2813		0.1825
------------------	--	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m²/s	K m/s
7.5	0.1888	5.27	8.44	2.0E-05	1.8E-06	
17.5	0.2942	12.30	15.47	1.7E-05	1.5E-06	
27.5	0.3822	19.33	22.50	1.5E-05	1.4E-06	
37.5	0.4448	26.37	29.54	1.3E-05	1.2E-06	
47.5	0.0000	33.40	36.57	0.0E+00		
17.5	0.2813	12.30	15.47	1.6E-05	1.5E-06	
7.5	0.1825	5.27	8.44	1.9E-05	1.7E-06	

K geometric mean m/s

outlier						
R	10.00	m	radius of influence	feet	inches	m
rb	0.03785	m	radius of borehole	72.2	0	22.01
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	108.3	0	33.01
hs	1.47	m	depth to pre-test water level	36.1	0	11.00
hf	0.00	m	friction losses			

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft³ or m³	volume
Q	ft³/min or L/s	flow rate
T	m²/s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592	kg
1 inch	0.0254	m
1 foot	0.3048	m
gravity of Earth	9.81	m/s²
water density	1,000	kg/m³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column

BOREHOLE __GW-03 (double)_____DEPTH_116.5__ m

P	7.5 psi		27.5 psi		47.5 psi		60 psi		27.5		7.5			
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min		
0			14229.0		14230.2		14233.3		14237.4		14241.5		14242.8	
1	1		14229.0	0.000	14230.4	0.200	14233.5	0.200	14237.7	0.300	14241.5	0.000	14242.8	
2	1		14229.0	0.000	14230.6	0.200	14233.8	0.300	14238.0	0.300	14241.5	0.000	14242.8	
5	3		14229.1	0.033	14231.2	0.200	14234.6	0.267	14238.6	0.200	14241.8	0.100	14242.8	
10	5		14229.2	0.020	14232.0	0.160	14235.8	0.240	14240.2	0.320	14242.3	0.100	14242.8	
15	5		14229.4	0.040	14232.7	0.140	14236.9	0.220	14241.4	0.240	14242.7	0.080	14242.8	
Q average				0.019		0.180		0.245		0.272		0.056	0.000	0.000

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	
Q average			0.0014		0.0136		0.0186		0.0206		0.0042		0.0000	0.0000

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5		0.0014	5.27	5.47	2.3E-07	2.1E-08
27.5		0.0136	19.33	19.53	6.2E-07	5.6E-08
47.5		0.0186	33.40	33.60	4.9E-07	4.5E-08
60		0.0206	42.18	42.38	4.3E-07	3.9E-08
27.5		0.0042	19.33	19.53	1.9E-07	1.8E-08
7.5		0.0000	5.27	5.47	0.0E+00	

K geometric mean 3.2E-08 m/s

outlier	R	rb	hg	hs	hf	feet	inches	m	
	10.00	0.03785	1.70	-1.5	0.00	364.2	0	111.01	Depth to bottom of top packer
						400.3	0	122.01	Depth to top of bottom packer
						36.1	0	11.00	Length of test section

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column
51	psi	35.86	m	height of water column
60	psi	42.18	m	height of water column
67.5	psi	47.46	m	height of water column

BOREHOLE _GW-03 (double)_____ DEPTH _98.5_ m

P	7.5 psi		27.5 psi		47.5 psi		67.5		27.5		7.5				
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	
0			14251.0		14253.9		14258.2		14258.2		14269.0		14270.9		
1	1		14251.1	0.100	14254.2	0.300	14258.5	0.300	14258.5	0.300	14269.1	0.100	14270.9	0.000	
2	1		14251.3	0.200	14254.4	0.200	14258.9	0.400	14258.9	0.400	14269.3	0.200	14270.9	0.000	
5	3		14251.7	0.133	14255.0	0.200	14259.8	0.300	14259.8	0.300	14269.6	0.100	14270.9	0.000	
10	5		14252.4	0.140	14256.3	0.260	14261.4	0.320	14261.4	0.320	14270.3	0.140	14271.3	0.080	
15	5		14252.9	0.100	14257.4	0.220	14262.9	0.300	14262.9	0.300	14270.8	0.100	14271.6	0.060	
Q average				0.135		0.236		0.324		0.324		0.128		0.028	0.000 gallons

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
Q average			0.0102		0.0179		0.0245		0.0245		0.0097		0.0021		0.0000 L/s

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5	0.0102	5.27	5.47	1.7E-06	1.5E-07	
27.5	0.0179	19.33	19.53	8.1E-07	7.4E-08	
47.5	0.0245	33.40	33.60	6.5E-07	5.9E-08	
67.5	0.0245	42.18	42.38	5.1E-07	4.7E-08	
27.5	0.0097	19.33	19.53	4.4E-07	4.0E-08	
7.5	0.0021	5.27	5.47	3.4E-07	3.1E-08	

K geometric mean 5.8E-08 m/s

outlier	R	rb	hg	hs	hf	feet	inches	m	
	10.00	0.03785	1.70	-1.5	0.00	305.1	0	92.99	Depth to bottom of top packer
						341.2	0	104.00	Depth to top of bottom packer
						36.1	0	11.00	Length of test section

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column
51	psi	35.86	m	height of water column
60	psi	42.18	m	height of water column
67.5	psi	47.46	m	height of water column

BOREHOLE _GW-03 (double)_____ DEPTH _80.5_ m

P	7.5 psi		27.5 psi		47.5 psi		51		27.5		7.5			
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min		
0			14272.5		14355.5		14467.2		14652.5		14838.5			
1	1		14274.2	1.700	14362.7	7.200	14482.8	15.600	14663.5	11.000	14835.8	14949.0	2.200	0.000
2	1		14275.9	1.700	14369.6	6.900	14493.7	10.900	14674.6	11.100	14843.5	14949.3	0.300	0.000
5	3		14281.0	1.700	14391.3	7.233	14526.6	10.967	14708.7	11.367	14866.4	14950.2	0.300	0.000
10	5		14288.8	1.560	14427.1	7.160	14581.2	10.920	14764.3	11.120	14905.3	14951.8	0.320	0.000
15	5		14296.4	1.520	14463.2	7.220	14635.5	10.860	14820.0	11.140	14943.5	14953.4	0.320	0.000
Q average				1.636		7.143		11.849		11.145		7.688		0.688

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
Q average			0.1240		0.5412		0.8978		0.8445		0.5825		0.0521		0.0000

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5	0.1240	5.27	5.47	2.0E-05	1.8E-06	
27.5	0.5412	19.33	19.53	2.5E-05	2.2E-06	
47.5	0.8978	33.40	33.60	2.4E-05	2.1E-06	
51	0.8445	35.86	36.06	2.1E-05	1.9E-06	
27.5	0.5825	19.33	19.53	2.6E-05	2.4E-06	
7.5	0.0521	5.27	5.47	8.5E-06	7.7E-07	

K geometric mean 1.8E-06 m/s

outlier	R	rb	hg	hs	hf	feet	inches	m	
	10.00	0.03785	1.70	-1.5	0.00	246	0	74.98	Depth to bottom of top packer
						282.2	0	86.01	Depth to top of bottom packer
						36.2	0	11.03	Length of test section

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column
51	psi	35.86	m	height of water column
60	psi	42.18	m	height of water column
67.5	psi	47.46	m	height of water column

BOREHOLE _GW-03 (double)_____ DEPTH _44.5_ m

P	7.5 psi		27.5 psi		47.5 psi		60		27.5		7.5					
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min				
0			15294.0		15303.0		15424.0		15600.0		15803.5					
1	1		15294.5	0.500	15310.8	7.800	15435.3	13.500	15613.5	15.000	15818.5	1.300				
2	1		15294.8	0.300	15328.0	17.200	15458.5	23.200	15626.3	12.800	15823.4	4.900				
5	3		15295.7	0.300	15330.4	0.800	15479.3	6.933	15664.5	12.733	15845.8	7.467				
10	5		15297.3	0.320	15377.5	9.420	15534.0	10.940	15728.3	12.760	15882.3	7.300				
15	5		15298.7	0.280	15414.7	7.440	15588.5	10.900	15791.5	12.640	15918.3	7.200				
Q average				0.340		8.532		12.993		12.887		8.373		1.592	0.000	gallons
	dt	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	
	s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	m ³	L/s	

Note : water overflowing at top of casing

Q average		0.0258		0.6465		0.9845		0.9764		0.6344		0.1206		0.0000	L/s
------------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	------------

	Q	Pg	Pi	T	K
PSI	L/s	m	m	m ² /s	m/s
7.5	0.0258	5.27	5.47	4.2E-06	3.8E-07
27.5	0.6465	19.33	19.53	2.9E-05	2.7E-06
47.5	0.9845	33.40	33.60	2.6E-05	2.4E-06
60	0.9764	42.18	42.38	2.0E-05	1.9E-06
27.5	0.6344	19.33	19.53	2.9E-05	2.6E-06
7.5	0.1206	5.27	5.47	2.0E-05	1.8E-06

K geometric mean 1.7E-06 m/s

outlier				feet	inches	m	
R	10.00	m	radius of influence				
rb	0.03785	m	radius of borehole	127.9	0	38.98	Depth to bottom of top packer
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	164	0	49.99	Depth to top of bottom packer
hs	-1.5	m	depth to pre-test water level	36.1	0	11.00	Length of test section
hf	0.00	m	friction losses				

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column
51	psi	35.86	m	height of water column
60	psi	42.18	m	height of water column
67.5	psi	47.46	m	height of water column

BOREHOLE __GW-03 (double)_____ DEPTH_20.5__ m

P	7.5 psi		27.5 psi		47.5 psi		67.5		27.5		7.5					
	T min	dt min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min	V gallons	Q gal/min
0			15944.6		15973.0		16096.0		16264.0		16462.0		16566.7			
1	1		15945.6	1.000	15980.6	7.600	16106.5		16276.8	12.800	16463.9	6.900	16567.2	0.500		0.000
2	1		15947.1	1.500	15987.8	7.200	16117.0	10.500	16298.0	21.200	16476.0	7.100	16568.0	0.800		0.000
5	3		15953.8	2.233	16009.5	7.233	16148.2	10.400	16337.6	13.200	16496.2	6.733	16569.2	0.400		0.000
10	5		15964.9	2.220	16045.4	7.180	16200.5	10.460	16390.9	10.660	16539.7	8.700	16571.2	0.400		0.000
15	5		15969.3	0.880	16081.5	7.220	16252.8	10.460	16454.6	12.740	16564.5	4.960	16573.4	0.440		0.000
Q average				1.567		7.287		10.455		14.120		6.879		0.508		0.000 gallons

	dt s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s	V m ³	Q L/s
Q average			0.1187		0.5521		0.7922		1.0698		0.5212		0.0385		0.0000 L/s

	PSI	Q L/s	Pg m	Pi m	T m ² /s	K m/s
7.5		0.1187	5.27	5.47	1.9E-05	1.7E-06
27.5		0.5521	19.33	19.53	2.5E-05	2.3E-06
47.5		0.7922	33.40	33.60	2.1E-05	1.9E-06
67.5		1.0698	47.46	47.66	2.0E-05	1.8E-06
27.5		0.5212	19.33	19.53	2.4E-05	2.2E-06
7.5		0.0385	5.27	5.47	6.2E-06	5.7E-07

K geometric mean 1.6E-06 m/s

outlier				feet	inches	m	
R	10.00	m	radius of influence				
rb	0.03785	m	radius of borehole	49.2	0	15.00	Depth to bottom of top packer
hg	1.70	m	height of the gauge above ground level	85.3	0	26.00	Depth to top of bottom packer
hs	-1.5	m	depth to pre-test water level	36.1	0	11.00	Length of test section
hf	0.00	m	friction losses				

P	psi	pressure
T	min	time
dt	min or s	elapsed time
Pg	m	gauge pressure
Pi	m	net injection pressure
V	ft ³ or m ³	volume
Q	ft ³ /min or L/s	flow rate
T	m ² /s	transmissivity
K	m/s	hydraulic conductivity

1 pound	0.453592 kg
1 inch	0.0254 m
1 foot	0.3048 m
gravity of Earth	9.81 m/s ²
water density	1,000 kg/m ³

1	psi	0.703	m	height of water column
		6897.11	N/m ² (Pa)	
		0.069	bar	
7.5	psi	5.27	m	height of water column
17.5	psi	12.30	m	height of water column
27.5	psi	19.33	m	height of water column
37.5	psi	26.37	m	height of water column
47.5	psi	33.40	m	height of water column
51	psi	35.86	m	height of water column
60	psi	42.18	m	height of water column
67.5	psi	47.46	m	height of water column

Débit	Temp palier	Temp depuis départ	Lecture	Rabattement	
			1.88	0	
0.75gpm	0.5	0.5	1.76	-0.12	
	1	1	1.75	-0.13	
	2	2	1.7	-0.18	
	3	3	1.7	-0.18	
	4	4	1.71	-0.17	
	5	5	1.71	-0.17	
	6	6	1.71	-0.17	
	7	7	1.74	-0.14	
	8	8	2.27	0.39	
	9	9	2.53	0.65	
	10	10	2.81	0.93	
	15	15	2.3	0.42	
	20	20	2.13	0.25	
	25	25	2.07	0.19	
	30	30	2	0.12	
	65	65	1.85	-0.03	
	100	100	1.78	-0.1	
			100	2.94	
	2.5	0.5	100.5	3.1	1.22
1		101	3.21	1.33	
2		102	3.38	1.5	
3		103	3.59	1.71	
4		104	3.68	1.8	
5		105	3.8	1.92	
6		106	3.92	2.04	
7		107	4.04	2.16	
8		108	4.12	2.24	
9		109	4.22	2.34	
10		110	4.3	2.42	
15		115	4.66	2.78	
20		120	4.99	3.11	
25		125	5.27	3.39	
30		130	5.51	3.63	
65		165	6.46	4.58	
100		200	6.9	5.02	
			200	6.97	
5		0.5	200.5	7.47	5.59
	1	201	7.87	5.99	
	2	202	8.35	6.47	
	3	203	8.78	6.9	
	4	204	9.17	7.29	
	5	205	9.54	7.66	
	6	206	9.85	7.97	
	7	207	10.12	8.24	
	8	208	10.39	8.51	
	9	209	10.66	8.78	
	10	210	10.86	8.98	
	15	215	11.75	9.87	
	20	220	12.47	10.59	
	25	225	10.04	8.16	
	30	230	13.53	11.65	
	65	265	15.25	13.37	
	100	300	15.78	13.9	
			300	15.8	
	7.5	0.5	300.5	16.04	14.16
1		301	16.3	14.42	
2		302	16.88	15	
3		303	17.5	15.62	
4		304	17.83	15.95	
5		305	18.1	16.22	
6		306	18.38	16.5	
7		307	18.69	16.81	
8		308	18.95	17.07	
9		309	19.2	17.32	
10		310	19.34	17.46	
15		315	20.28	18.4	
20		320	21.02	19.14	
25		325	21.78	19.9	
30		330	22.52	20.64	
65		365	24.5	22.62	
100		400	25.81	23.93	
130		430	29.22	27.34	
142		442	30	28.12	

Débit (gpm)	Rab. (s)	s/Q (60 min)
0.75	1.2	1.6
2.5	4.25	1.7
5	9.25	1.85
7.5	15	2

B	1.55	
C	0.06	
s=BQ+CQ2		
s	Q	
	1.61	1
	3.34	2
	5.19	3
	7.16	4
	9.25	5
	11.46	6
	13.79	7
	16.24	8
	18.81	9
	21.5	10

Time (minutes)

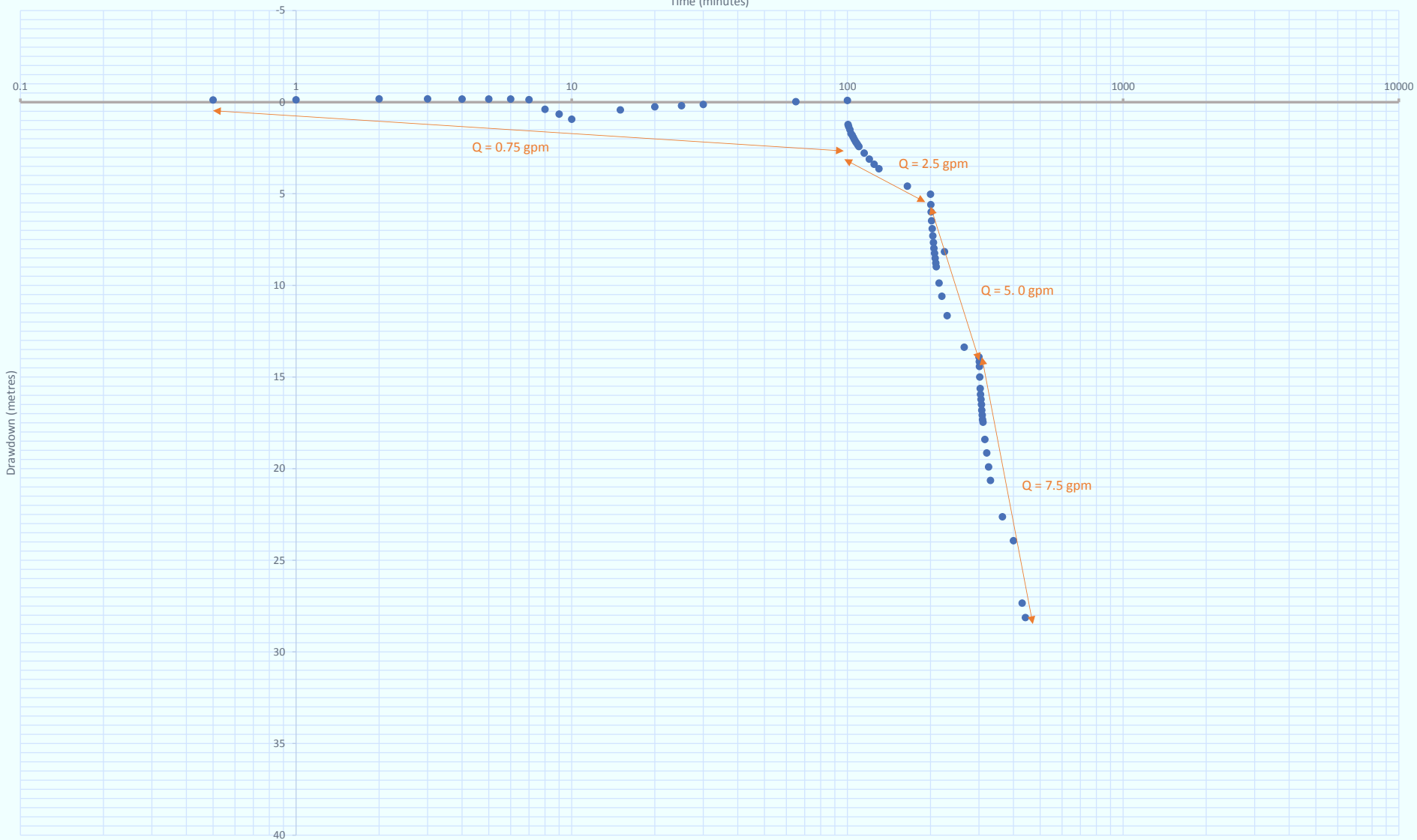
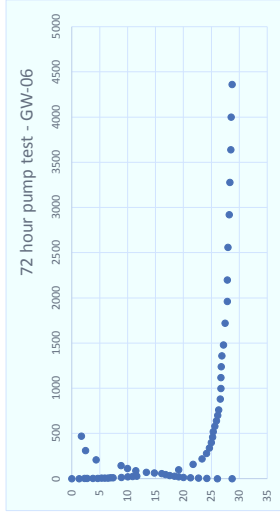


Figure D.1. Semilogarithmic graph of drawdown v. time in GW-18-06i during pumping test.



hr	min	Total time (mi)	Total time (se)	Drawdown	Drawdown	
0	0	0	0	3.7	0	
0	1	1	60	5.02	1.32	
0	2	2	120	6.01	2.31	
0	3	3	180	6.47	2.77	
0	4	4	240	7.5	3.8	
0	5	5	300	8.35	4.65	
0	6	6	360	9.04	5.34	
0	7	7	420	9.63	5.93	
0	8	8	480	10.16	6.46	
0	9	9	540	10.62	6.92	
0	10	10	600	11.09	7.39	
0	15	15	900	12.61	8.91	
0	20	20	1200	13.72	10.02	
0	25	25	1500	14.59	10.89	
0	30	30	1800	15.31	11.61	
0	30	30	1800	15.31	11.61	
0	5	65	3900	18.47	14.77	
0	1	100	6000	22.84	19.14	
0	2	40	1600	25.4	21.7	
0	4	40	27600	28.9	25.2	
0	7	40	31200	29.06	25.36	
0	8	40	580	29.34	25.64	
0	40	640	38400	29.6	25.9	
0	40	700	42000	29.81	26.11	
0	40	760	45600	30.01	26.31	
0	40	880	52800	30.29	26.59	
0	40	1000	60000	30.4	26.7	
0	40	1120	67200	30.4	26.7	
0	40	1240	74400	30.46	26.76	
0	40	1360	81600	30.57	26.87	
0	24	40	1480	30.89	27.19	
0	28	40	1720	31.17	27.47	
0	32	40	1960	31.58	27.88	
0	36	40	2200	31.58	27.88	
0	42	40	2560	31.69	27.99	
0	48	40	2920	31.87	28.17	
0	54	40	3280	31.99	28.29	
0	60	40	3640	32.16	28.46	
0	66	40	4000	32.25	28.55	
0	72	40	4360	32.4	28.7	
0	0	0	0	32.4	28.7	
0	1	1	60	29.78	26.08	
0	2	3	180	27.9	24.2	
0	3	6	360	26.37	22.67	
0	4	10	600	24.97	21.27	
0	5	15	900	23.68	19.98	
0	6	21	1260	22.86	19.16	
0	7	28	1680	22.09	18.39	
0	8	36	2160	21.25	17.55	
0	9	45	2700	20.47	16.77	
0	10	55	3300	19.83	16.13	
0	15	70	4200	17.03	13.33	
0	20	90	5400	15.16	11.46	
0	25	115	6900	13.68	9.98	
0	30	145	8700	12.51	8.81	
0	1	5	210	12600	8.05	4.35
0	1	40	310	18600	6.16	2.46
0	2	40	470	28200	5.41	1.71
0	100	6000	360000			
0	160	9600				

Recovery

Figure D.1. Semilogarithmic graph of drawdown v. time in GW-18-06I during pumping test.

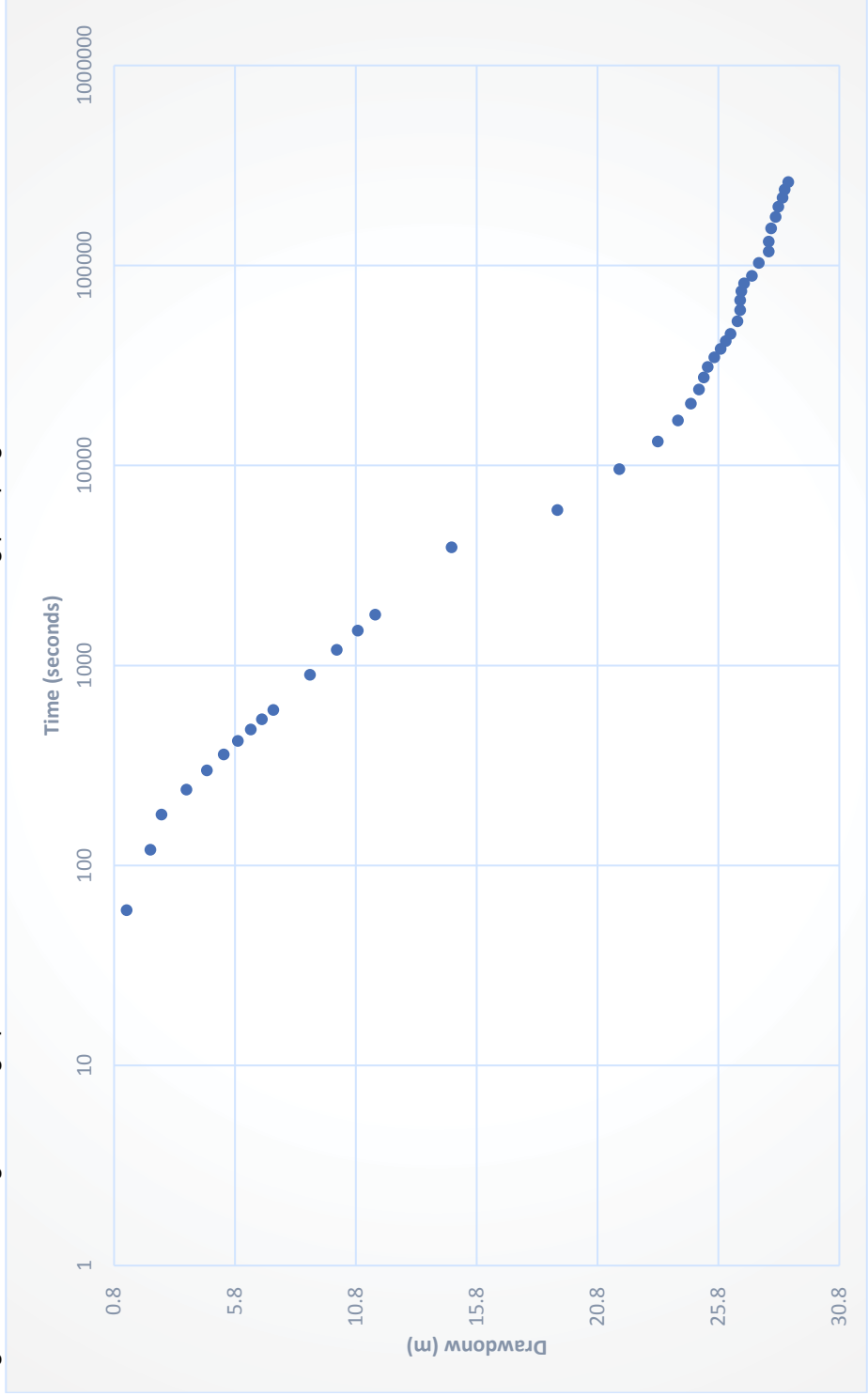


Figure D.1. Semilogarithmic graph of drawdown v. time in GW-18-06l during pumping test.

Project Name

JOB #:

WELL MW

STATIC LEVEL (m) 1.40
BOREHOLE DIAMETER (m) 0.13 0.4167 0.127
FILTER PACK LENGTH (m) 6.10

Time (seconds)	Water Level (m)	Drawdown (m)	Estimated Permeability (cm/s)
t1= 0	17.26	h1= 32.40	
t3= 60	17.26	h3= 29.78	k= 2.21E-04
t4= 180	17.24	h4= 27.90	k= 8.55E-05
t5= 360	17.22	h5= 26.37	k= 4.93E-05
t6= 600	17.21	h6= 24.97	k= 3.58E-05
t7= 900	17.17	h7= 23.68	k= 2.78E-05
t8= 1260	17.14	h8= 22.86	k= 1.54E-05
t8= 1680	17.12	h8= 22.09	k= 1.28E-05
t8= 2160	17.11	h8= 21.25	k= 1.27E-05
t8= 2700	17.10	h8= 20.47	k= 1.09E-05
t8= 3300	17.08	h8= 19.83	k= 8.33E-06
t8= 4200	17.07	h8= 17.03	k= 2.66E-05
t8= 5400	17.06	h8= 15.16	k= 1.52E-05
t8= 6900	17.03	h8= 13.68	k= 1.08E-05
t8= 8700	17.01	h8= 12.51	k= 7.81E-06
t8= 12600	16.98	h8= 8.05	k= 1.78E-05
t8= 18600	16.94	h8= 6.16	k= 7.01E-06
t8= 28200	16.94	h8= 5.41	k= 2.13E-06
Geometric Mean of k: 1.79E-05			cm/s

Appendix C – Groundwater Quality Results

Votre # du projet: GAT-247883-10
Votre # Bordereau: 184892-01-01

Attention: Marc Drouin

Les Services exp Inc.
170, RUE DEVEAULT
BUREAU 100
GATINEAU, QC
Canada J8Z 1S6

Date du rapport: 2018/12/21
Rapport: R2419545
Version: 2 - Partiel

CERTIFICAT D'ANALYSE – RÉSULTATS PARTIELS

DE DOSSIER MAXXAM: B856981

Reçu: 2018/12/13, 15:15

Matrice: EAU SOUTERRAINE
Nombre d'échantillons reçus: 12

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analyisé	Méthode de laboratoire	Référence Primaire
Alcalinité totale (pH final 4.5)	12	N/A	2018/12/13	STL SOP-00038	SM 23 2320-B m
Anions	9	N/A	2018/12/14	STL SOP-00014	MA.300-Ions 1.3 R3 m
Anions	1	N/A	2018/12/15	STL SOP-00014	MA.300-Ions 1.3 R3 m
Anions	2	N/A	2018/12/19	STL SOP-00014	MA.300-Ions 1.3 R3 m
Demande biochimique en oxygène (5 jours) (2)	11	2018/12/14	2018/12/19	STL SOP-00008	MA315-DBO 1.1 R3 m
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	5	2018/12/17	2018/12/17	STL SOP-00173	MA.400-HYD. 1.1 R3 m
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	7	2018/12/17	2018/12/18	STL SOP-00173	MA.400-HYD. 1.1 R3 m
Cyanures totaux	12	2018/12/17	2018/12/20	STL SOP-00035	MA300-CN 1.2 R4 m
Demande chimique en oxygène	7	2018/12/17	2018/12/17	STL SOP-00009	MA315-DCO 1.1 R4 m
Demande chimique en oxygène	4	2018/12/18	2018/12/18	STL SOP-00009	MA315-DCO 1.1 R4 m
Demande chimique en oxygène	1	2018/12/20	2018/12/20	STL SOP-00009	MA315-DCO 1.1 R4 m
Cyanates	12	N/A	2018/12/17	STL SOP-00010	MA.315-CNO 1.1 R3 m
Fluorures	12	N/A	2018/12/17	STL SOP-00038	SM 23 4500-F m
Métaux extractibles totaux(basse limite)	5	2018/12/14	2018/12/14	STL SOP-00006	MA.200-Mét. 1.2 R5 m
Métaux extractibles totaux(basse limite)	7	2018/12/14	2018/12/15	STL SOP-00006	MA.200-Mét. 1.2 R5 m
Métaux dissous par ICP-MS	12	N/A	2018/12/19	STL SOP-00006	MA.200-Mét. 1.2 R5 m
Azote ammoniacal	12	N/A	2018/12/17	STL SOP-00040	MA.300-N 2.0 R2 m
pH	12	N/A	2018/12/13	STL SOP-00038	MA.100-pH 1.1 R3 m
Phénols totaux par 4-AAP	12	2018/12/19	2018/12/20	STL SOP-00033	MA404-I.Phé 2.2 R2 m
Sulfures (exprimés en S ²⁻) (1)	12	2018/12/18	2018/12/18	QUE SOP-00107	MA. 300 – S 1.2 R3 m
Solides totaux dissous	12	2018/12/14	2018/12/14	STL SOP-00050	MA.115-S.D. 1.0 R4 m
Thiocyanates	12	N/A	2018/12/18	STL SOP-00010	MA.304-Ions 1.1 R1 m
Thiosulfates	12	N/A	2018/12/19	STL SOP-00010	MA.304-Ions 1.1 R1 m
Azote total KJELDAHL (TKN)	12	2018/12/17	2018/12/17	STL SOP-00043	MA.300-NTPT 2.0 R2 m
Solides totaux séchés à 105°C	12	2018/12/14	2018/12/14	STL SOP-00051	MA100-S.T. 1.1 R5 m
Turbidité	12	N/A	2018/12/14	STL SOP-00022	MA.103-Tur. 1.0 R5 m

Remarques:

Les laboratoires Maxxam sont certifiés ISO/IEC 17025:2005 pour certains paramètres précis des portées d'accréditation. Sauf indication contraire, les méthodes d'analyses utilisées par Maxxam s'inspirent des méthodes de référence d'organismes provinciaux, fédéraux et américains, tels que le CCME, le

Votre # du projet: GAT-247883-10
Votre # Bordereau: 184892-01-01

Attention: Marc Drouin

Les Services exp Inc.
170, RUE DEVEAULT
BUREAU 100
GATINEAU, QC
Canada J8Z 1S6

Date du rapport: 2018/12/21
Rapport: R2419545
Version: 2 - Partiel

CERTIFICAT D'ANALYSE – RÉSULTATS PARTIELS

DE DOSSIER MAXXAM: B856981

Reçu: 2018/12/13, 15:15

MDDELCC, l'EPA et l'APHA.

Toutes les analyses présentées ont été réalisées conformément aux procédures et aux pratiques relatives à la méthodologie, à l'assurance qualité et au contrôle de la qualité généralement appliqués par les employés de Maxxam (sauf s'il en a été convenu autrement par écrit entre le client et Maxxam). Toutes les données de laboratoire rencontrent les contrôles statistiques et respectent tous les critères de CQ et les critères de performance des méthodes, sauf s'il en a été signalé autrement. Tous les blancs de méthode sont rapportés, toutefois, les données des échantillons correspondants ne sont pas corrigées pour la valeur du blanc, sauf indication contraire. Le cas échéant, sauf indication contraire, l'incertitude de mesure n'a pas été prise en considération lors de la déclaration de la conformité à la norme de référence.

Les responsabilités de Maxxam sont restreintes au coût réel de l'analyse, sauf s'il en a été convenu autrement par écrit. Il n'existe aucune autre garantie, explicite ou implicite. Le client a fait appel à Maxxam pour l'analyse de ses échantillons conformément aux méthodes de référence mentionnées dans ce rapport. L'interprétation et l'utilisation des résultats sont sous l'entière responsabilité du client et ne font pas partie des services offerts par Maxxam, sauf si convenu autrement par écrit. Maxxam ne peut pas garantir l'exactitude des résultats qui dépendent des renseignements fournis par le client ou son représentant.

Les résultats des échantillons solides, sauf les biotes, sont rapportés en fonction de la masse sèche, sauf indication contraire. Les analyses organiques ne sont pas corrigées en fonction de la récupération, sauf pour les méthodes de dilution isotopique.

Les résultats s'appliquent seulement aux échantillons analysés. Si l'échantillonnage n'est pas effectué par Maxxam, les résultats se rapportent aux échantillons fournis pour analyse.

Le présent rapport ne doit pas être reproduit, sinon dans son intégralité, sans le consentement écrit du laboratoire.

Lorsque la méthode de référence comprend un suffixe « m », cela signifie que la méthode d'analyse du laboratoire contient des modifications validées et appliquées afin d'améliorer la performance de la méthode de référence.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam - Québec

(2) Veuillez noter qu'advenant l'impossibilité de débiter une analyse de demande biochimique en oxygène (DBO) à l'intérieur des 48 heures du délai de conservation (d'un échantillon conservé à 4°C), l'échantillon sera congelé, à moins d'une indication contraire d'une réglementation spécifique, afin de prolonger son délai de conservation à 180 jours.

Note : Les paramètres inclus dans le présent certificat sont accrédités par le MDDELCC, à moins d'indication contraire.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Lauriane Bernard, M.Sc. Biochimie, Chargée de projets

Courriel: LBernard@maxxam.ca

Téléphone (514)448-9001 Ext:7066251

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les « signataires » requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

HYDROCARBURES PAR GCFID (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1904	GC1905	GC1906	GC1907	GC1908	GC1909		
Date d'échantillonnage		2018/12/12	2018/12/12	2018/12/08	2018/12/10	2018/12/12	2018/12/12		
# Bordereau		184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01		
	Unités	GWW 2	GWW 3	GW-6B-1	GW-6B-2	GWM 1	GWM 2	LDR	Lot CQ
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	ug/L	150	<100	240	120	330	340	100	1960837
Récupération des Surrogates (%)									
1-Chlorooctadécane	%	107	85	93	101	88	72		1960837
LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité									

ID Maxxam		GC1910	GC1911	GC1912	GC1913	GC1914	GC1915		
Date d'échantillonnage		2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12	2018/12/10		
# Bordereau		184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01		
	Unités	GWM 3	GWM 4	GWM 5	DUP-1	DUP-2	DUP-3	LDR	Lot CQ
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	ug/L	450	250	290	<100	350	150	100	1960837
Récupération des Surrogates (%)									
1-Chlorooctadécane	%	83	82	88	74	110	89		1960837
LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité									

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

MÉTAUX DISSOUS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1904	GC1905	GC1906	GC1907	GC1908		
Date d'échantillonnage		2018/12/12	2018/12/12	2018/12/08	2018/12/10	2018/12/12		
# Bordereau		184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01		
	Unités	GW 2	GW 3	GW-6B-1	GW-6B-2	GWM 1	LDR	Lot CQ
Aluminium (Al) †	mg/L	15	1.2	<0.030	<0.030	0.50	0.030	1961256
Antimoine (Sb)	mg/L	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	0.0030	1961256
Argent (Ag) †	mg/L	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	<0.00030	0.00030	1961256
Arsenic (As)	mg/L	0.0014	0.0017	<0.00030	<0.00030	<0.00030	0.00030	1961256
Baryum (Ba)	mg/L	0.20	0.034	<0.020	<0.020	<0.020	0.020	1961256
Cadmium (Cd)	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0010	1961256
Calcium (Ca)	mg/L	21	4.4	18	18	16	0.50	1961256
Chrome (Cr)	mg/L	0.029	<0.0050	<0.0050	<0.0050	<0.0050	0.0050	1961256
Cobalt (Co)	mg/L	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0.020	1961256
Cuivre (Cu)	mg/L	0.74	0.010	<0.0030	<0.0030	0.0077	0.0030	1961256
Dureté totale (CaCO3) †	mg/L	91	16	61	62	53	1.0	1961256
Magnésium (Mg)	mg/L	9.5	1.3	3.9	4.0	2.8	0.20	1961256
Manganèse (Mn)	mg/L	0.98	0.057	0.013	0.014	0.18	0.0030	1961256
Mercure (Hg)	mg/L	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	0.00010	1961256
Molybdène (Mo)	mg/L	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1961256
Nickel (Ni)	mg/L	0.067	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1961256
Plomb (Pb)	mg/L	0.026	0.011	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0010	1961256
Sélénium (Se)	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0010	1961256
Sodium (Na)	mg/L	53	19	5.1	5.3	4.1	0.20	1961256
Zinc (Zn)	mg/L	0.55	0.030	0.031	0.074	0.014	0.0050	1961256

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité

† Accréditation non existante pour ce paramètre

Maxxam - Report Data

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

MÉTAUX DISSOUS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1909	GC1910	GC1911	GC1912	GC1913		
Date d'échantillonnage		2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12		
# Bordereau		184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01		
	Unités	GWM 2	GWM 3	GWM 4	GWM 5	DUP-1	LDR	Lot CQ
Aluminium (Al) †	mg/L	0.34	35	2.1	0.91	0.18	0.030	1961256
Antimoine (Sb)	mg/L	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0030	0.0030	1961256
Argent (Ag) †	mg/L	<0.00030	0.018	0.00088	0.00065	<0.00030	0.00030	1961256
Arsenic (As)	mg/L	0.00072	0.0014	0.00060	<0.00030	0.0014	0.00030	1961256
Baryum (Ba)	mg/L	<0.020	0.54	0.040	0.024	<0.020	0.020	1961256
Cadmium (Cd)	mg/L	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0010	1961256
Calcium (Ca)	mg/L	6.8	37	6.3	7.6	<0.50	0.50	1961256
Chrome (Cr)	mg/L	<0.0050	0.046	<0.0050	<0.0050	<0.0050	0.0050	1961256
Cobalt (Co)	mg/L	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0.020	1961256
Cuivre (Cu)	mg/L	0.0059	0.40	0.030	0.014	0.0057	0.0030	1961256
Dureté totale (CaCO3) †	mg/L	23	150	21	24	<1.0	1.0	1961256
Magnésium (Mg)	mg/L	1.4	14	1.4	1.3	<0.20	0.20	1961256
Manganèse (Mn)	mg/L	0.040	1.0	0.12	0.20	<0.0030	0.0030	1961256
Mercure (Hg)	mg/L	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	0.00010	1961256
Molybdène (Mo)	mg/L	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1961256
Nickel (Ni)	mg/L	<0.010	0.092	<0.010	<0.010	<0.010	0.010	1961256
Plomb (Pb)	mg/L	<0.0010	0.030	0.0037	0.0029	0.0020	0.0010	1961256
Sélénium (Se)	mg/L	0.0029	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0010	1961256
Sodium (Na)	mg/L	57	7.0	5.6	3.5	14	0.20	1961256
Zinc (Zn)	mg/L	0.078	0.46	0.019	0.016	0.0067	0.0050	1961256

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité

† Accréditation non existante pour ce paramètre

Maxxam - Réserve Environnementale

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

MÉTAUX DISSOUS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1914	GC1915		
Date d'échantillonnage		2018/12/12	2018/12/10		
# Bordereau		184892-01-01	184892-01-01		
	Unités	DUP-2	DUP-3	LDR	Lot CQ
Aluminium (Al) †	mg/L	0.52	<0.030	0.030	1961256
Antimoine (Sb)	mg/L	<0.0030	<0.0030	0.0030	1961256
Argent (Ag) †	mg/L	<0.00030	<0.00030	0.00030	1961256
Arsenic (As)	mg/L	<0.00030	<0.00030	0.00030	1961256
Baryum (Ba)	mg/L	<0.020	<0.020	0.020	1961256
Cadmium (Cd)	mg/L	<0.0010	<0.0010	0.0010	1961256
Calcium (Ca)	mg/L	16	18	0.50	1961256
Chrome (Cr)	mg/L	<0.0050	<0.0050	0.0050	1961256
Cobalt (Co)	mg/L	<0.020	<0.020	0.020	1961256
Cuivre (Cu)	mg/L	0.0071	<0.0030	0.0030	1961256
Dureté totale (CaCO ₃) †	mg/L	53	62	1.0	1961256
Magnésium (Mg)	mg/L	2.8	4.0	0.20	1961256
Manganèse (Mn)	mg/L	0.18	0.014	0.0030	1961256
Mercure (Hg)	mg/L	<0.00010	<0.00010	0.00010	1961256
Molybdène (Mo)	mg/L	<0.010	<0.010	0.010	1961256
Nickel (Ni)	mg/L	<0.010	<0.010	0.010	1961256
Plomb (Pb)	mg/L	<0.0010	<0.0010	0.0010	1961256
Sélénium (Se)	mg/L	<0.0010	<0.0010	0.0010	1961256
Sodium (Na)	mg/L	4.1	5.4	0.20	1961256
Zinc (Zn)	mg/L	0.014	0.035	0.0050	1961256
LDR = Limite de détection rapportée					
Lot CQ = Lot contrôle qualité					
† Accréditation non existante pour ce paramètre					

Maxxam - Reporting - 2018/12/21

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1904	GC1904	GC1905	GC1906	GC1907	GC1908		
Date d'échantillonnage		2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12	2018/12/08	2018/12/10	2018/12/12		
# Bordereau		184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01		
	Unités	GWW 2	GWW 2 Dup. de Lab.	GWW 3	GW-6B-1	GW-6B-2	GWM 1	LDR	Lot CQ
Phosphore total	ug/L	320	370	390	14	<10	130	10	1960523
LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité Duplicata de laboratoire									

ID Maxxam		GC1909	GC1910	GC1911	GC1912	GC1913	GC1914		
Date d'échantillonnage		2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12	2018/12/12		
# Bordereau		184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01	184892-01-01		
	Unités	GWM 2	GWM 3	GWM 4	GWM 5	DUP-1	DUP-2	LDR	Lot CQ
Phosphore total	ug/L	41	5100	800	430	370	170	10	1960523
LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité									

ID Maxxam		GC1915		
Date d'échantillonnage		2018/12/10		
# Bordereau		184892-01-01		
	Unités	DUP-3	LDR	Lot CQ
Phosphore total	ug/L	<10	10	1960523
LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité				

Maxxam - Eau souterraine - Réport

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1904			GC1904			GC1905		
Date d'échantillonnage		2018/12/12			2018/12/12			2018/12/12		
# Bordereau		184892-01-01			184892-01-01			184892-01-01		
	Unités	GWW 2	LDR	Lot CQ	GWW 2 Dup. de Lab.	LDR	Lot CQ	GWW 3	LDR	Lot CQ
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/L	<0.020	0.020	1960600				0.027	0.020	1960600
Cyanates (CNO-)	mg/L	<0.050	0.050	1960744				<0.050	0.050	1960744
Cyanures Totaux	mg/L	<0.0030	0.0030	1960835				<0.0030	0.0030	1960835
DBO5	mg/L	13	8.8	1960432				<5.3	5.3	1960432
DCO	mg/L	210	10	1960790				85	10	1961155
Fluorure (F)	mg/L	0.19	0.10	1960875				<0.10	0.10	1960875
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/L	1.7	0.40	1960792				0.85	0.40	1960792
pH	pH	7.39	N/A	1960366				5.81	N/A	1960366
Phénols-4AAP	mg/L	0.0023	0.0020	1961368				<0.0020	0.0020	1961368
Sulfures (exprimés en S2-)	mg/L	<0.020	0.020	1961069				<0.020	0.020	1961069
Thiocyanate	mg/L	<0.17	0.17	1960747				<0.17	0.17	1960747
Thiosulfate	mg/L	<0.13	0.13	1960753				<0.13	0.13	1960753
Turbidité	NTU	680	0.10	1960455	680	0.10	1960455	350	0.10	1960455
Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5 †	mg/L	56	1.0	1960368				13	1.0	1960368
Chlorures (Cl)	mg/L	5.3	0.050	1960618				1.1	0.050	1961508
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	<0.020	0.020	1960618				<0.020	0.020	1961508
Sulfates (SO4)	mg/L	53	0.50	1960618				20	0.50	1961508
Solides dissous totaux	mg/L	640	38	1960613				540	17	1960613
Solides Totaux	mg/L	1500	10	1960614				1200	10	1960614

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité

Duplicata de laboratoire

N/A = Non Applicable

† Accréditation non existante pour ce paramètre

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1906			GC1907			GC1907		
Date d'échantillonnage		2018/12/08			2018/12/10			2018/12/10		
# Bordereau		184892-01-01			184892-01-01			184892-01-01		
	Unités	GW-6B-1	LDR	Lot CQ	GW-6B-2	LDR	Lot CQ	GW-6B-2 Dup. de Lab.	LDR	Lot CQ
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/L	0.026	0.020	1960600	0.032	0.020	1960600			
Cyanates (CNO-)	mg/L	<0.050	0.050	1960744	<0.050	0.050	1960744			
Cyanures Totaux	mg/L	<0.0030	0.0030	1960835	<0.0030	0.0030	1960835			
DBO5	mg/L	<4.0	4.0	1960432						
DCO	mg/L	<10	10	1960783	<10	10	1961875			
Fluorure (F)	mg/L	0.14	0.10	1960875	0.16	0.10	1960875			
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/L	<0.40	0.40	1960792	<0.40	0.40	1960792			
pH	pH	7.38	N/A	1960366	7.51	N/A	1960366			
Phénols-4AAP	mg/L	<0.0020	0.0020	1961368	<0.0020	0.0020	1961368			
Sulfures (exprimés en S2-)	mg/L	0.025	0.020	1961069	<0.020	0.020	1961069			
Thiocyanate	mg/L	<0.17	0.17	1960747	<0.17	0.17	1960747			
Thiosulfate	mg/L	<0.13	0.13	1960753	<0.13	0.13	1960753			
Turbidité	NTU	8.3	0.10	1960455	4.0	0.10	1960455			
Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5 †	mg/L	74	1.0	1960368	77	1.0	1960368			
Chlorures (Cl)	mg/L	0.29	0.050	1961508	0.31	0.050	1960618			
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	<0.020	0.020	1961508	<0.020	0.020	1960618			
Sulfates (SO4)	mg/L	5.7	0.50	1961508	6.1	0.50	1960618			
Solides dissous totaux	mg/L	66	10	1960613	91	10	1960613			
Solides Totaux	mg/L	82	10	1960614	86	10	1960614	94	10	1960614

LDR = Limite de détection rapportée
 Lot CQ = Lot contrôle qualité
 Duplicata de laboratoire
 N/A = Non Applicable
 † Accréditation non existante pour ce paramètre

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1908			GC1909			GC1909		
Date d'échantillonnage		2018/12/12			2018/12/12			2018/12/12		
# Bordereau		184892-01-01			184892-01-01			184892-01-01		
	Unités	GWM 1	LDR	Lot CQ	GWM 2	LDR	Lot CQ	GWM 2 Dup. de Lab.	LDR	Lot CQ
Azote ammoniacal (N-NH ₃)	mg/L	0.027	0.020	1960600	0.030	0.020	1960600			
Cyanates (CNO ⁻)	mg/L	<0.050	0.050	1960744	<0.050	0.050	1960744			
Cyanures Totaux	mg/L	<0.0030	0.0030	1960835	<0.0030	0.0030	1960835			
DBO ₅	mg/L	<4.0	4.0	1960432	<5.3	5.3	1960432			
DCO	mg/L	13	10	1961155	<10	10	1960783			
Fluorure (F)	mg/L	<0.10	0.10	1960875	<0.10	0.10	1960875			
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/L	<0.40	0.40	1960792	<0.40	0.40	1960792	<0.40	0.40	1960792
pH	pH	7.06	N/A	1960366	7.26	N/A	1960366			
Phénols-4AAP	mg/L	<0.0020	0.0020	1961368	<0.0020	0.0020	1961368			
Sulfures (exprimés en S ²⁻)	mg/L	<0.020	0.020	1961069	<0.020	0.020	1961069			
Thiocyanate	mg/L	<0.17	0.17	1960747	<0.17	0.17	1960747			
Thiosulfate	mg/L	<0.13	0.13	1960753	<0.13	0.13	1960753			
Turbidité	NTU	120	0.10	1960455	70	0.10	1960455			
Alcalinité Totale (en CaCO ₃) pH 4.5 †	mg/L	63	1.0	1960368	52	1.0	1960368			
Chlorures (Cl)	mg/L	1.4	0.050	1960618	1.5	0.050	1960618			
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	0.051	0.020	1960618	0.052	0.020	1960618			
Sulfates (SO ₄)	mg/L	4.6	0.50	1960618	11	0.50	1960618			
Solides dissous totaux	mg/L	110	10	1960613	98	10	1960613			
Solides Totaux	mg/L	310	10	1960614	250	10	1960614			

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité

Duplicata de laboratoire

N/A = Non Applicable

† Accréditation non existante pour ce paramètre

Station échantillonnage - Réserve Potable - Maxxam

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1910			GC1910			GC1911		
Date d'échantillonnage		2018/12/12			2018/12/12			2018/12/12		
# Bordereau		184892-01-01			184892-01-01			184892-01-01		
	Unités	GWM 3	LDR	Lot CQ	GWM 3 Dup. de Lab.	LDR	Lot CQ	GWM 4	LDR	Lot CQ
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/L	<0.020	0.020	1960600				0.13	0.020	1960600
Cyanates (CNO-)	mg/L	<0.050	0.050	1960744				<0.050	0.050	1960744
Cyanures Totaux	mg/L	<0.0030	0.0030	1960835				<0.0030	0.0030	1960835
DBO5	mg/L	13	5.3	1960432				14	5.3	1960432
DCO	mg/L	170	10	1960790				220	10	1960790
Fluorure (F)	mg/L	0.11	0.10	1960875				<0.10	0.10	1960875
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/L	0.50	0.40	1960792				0.90	0.40	1960792
pH	pH	7.56	N/A	1960366				6.55	N/A	1960366
Phénols-4AAP	mg/L	<0.0020	0.0020	1961368				<0.0020	0.0020	1961368
Sulfures (exprimés en S2-)	mg/L	<0.020	0.020	1961069	<0.020	0.020	1961069	<0.020	0.020	1961069
Thiocyanate	mg/L	<0.17	0.17	1960747				<0.17	0.17	1960747
Thiosulfate	mg/L	<0.13	0.13	1960753				<0.13	0.13	1960753
Turbidité	NTU	>4000	0.10	1960455				3700	0.10	1960455
Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5 †	mg/L	66	1.0	1960368				32	1.0	1960368
Chlorures (Cl)	mg/L	1.0	0.050	1960618				0.51	0.050	1960618
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	0.038	0.020	1960618				<0.020	0.020	1960618
Sulfates (SO4)	mg/L	1.9	0.50	1960618				2.4	0.50	1960618
Solides dissous totaux	mg/L	650	33	1960613				83	10	1960613
Solides Totaux	mg/L	15000	10	1960614				7400	10	1960614

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot contrôle qualité
Duplicata de laboratoire
N/A = Non Applicable
† Accréditation non existante pour ce paramètre

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1912		GC1913		GC1914		
Date d'échantillonnage		2018/12/12		2018/12/12		2018/12/12		
# Bordereau		184892-01-01		184892-01-01		184892-01-01		
	Unités	GWM 5	Lot CQ	DUP-1	Lot CQ	DUP-2	LDR	Lot CQ
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/L	0.020	1960600	0.021	1960600	<0.020	0.020	1960806
Cyanates (CNO-)	mg/L	<0.050	1960744	<0.050	1960744	<0.050	0.050	1960744
Cyanures Totaux	mg/L	<0.0030	1960835	<0.0030	1960835	<0.0030	0.0030	1960835
DBO5	mg/L	24	1960432	<5.3	1960432	<5.3	5.3	1960432
DCO	mg/L	140	1960790	83	1961155	13	10	1961155
Fluorure (F)	mg/L	0.16	1960875	<0.10	1960875	<0.10	0.10	1960875
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/L	<0.40	1960792	0.97	1960792	<0.40	0.40	1960792
pH	pH	6.88	1960366	5.66	1960366	6.97	N/A	1960369
Phénols-4AAP	mg/L	<0.0020	1961368	<0.0020	1961368	<0.0020	0.0020	1961368
Sulfures (exprimés en S2-)	mg/L	<0.020	1961069	<0.020	1961069	<0.020	0.020	1961069
Thiocyanate	mg/L	<0.17	1960747	<0.17	1960747	<0.17	0.17	1960747
Thiosulfate	mg/L	<0.13	1960753	<0.13	1960753	<0.13	0.13	1960753
Turbidité	NTU	560	1960455	140	1960455	210	0.10	1960455
Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5 †	mg/L	31	1960368	8.7	1960368	62	1.0	1960370
Chlorures (Cl)	mg/L	0.50	1960618	0.95	1960618	1.3	0.050	1960618
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	0.047	1960618	<0.020	1960618	0.022	0.020	1960618
Sulfates (SO4)	mg/L	2.1	1960618	20	1960618	4.9	0.50	1960618
Solides dissous totaux	mg/L	56	1960613	570	1960613	120	10	1960613
Solides Totaux	mg/L	5900	1960614	1100	1960614	400	10	1960614
LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité N/A = Non Applicable † Accréditation non existante pour ce paramètre								

Maxxam - 184892-01-01 - 2018/12/21 - 14:43

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

ID Maxxam		GC1915			GC1915		
Date d'échantillonnage		2018/12/10			2018/12/10		
# Bordereau		184892-01-01			184892-01-01		
	Unités	DUP-3	LDR	Lot CQ	DUP-3 Dup. de Lab.	LDR	Lot CQ
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/L	<0.020	0.020	1960806			
Cyanates (CNO-)	mg/L	<0.050	0.050	1960744	<0.050	0.050	1960744
Cyanures Totaux	mg/L	<0.0030	0.0030	1960835	<0.0030	0.0030	1960835
DBO5	mg/L	<5.3	5.3	1960432			
DCO	mg/L	<10	10	1960783			
Fluorure (F)	mg/L	0.16	0.10	1960875			
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/L	<0.40	0.40	1960792			
pH	pH	7.54	N/A	1960369			
Phénols-4AAP	mg/L	<0.0020	0.0020	1961368			
Sulfures (exprimés en S2-)	mg/L	<0.020	0.020	1961069			
Thiocyanate	mg/L	<0.17	0.17	1960747	<0.17	0.17	1960747
Thiosulfate	mg/L	<0.13	0.13	1960753	<0.13	0.13	1960753
Turbidité	NTU	4.2	0.10	1960455			
Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5 †	mg/L	77	1.0	1960370			
Chlorures (Cl)	mg/L	0.27	0.050	1960618			
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	0.031	0.020	1960618			
Sulfates (SO4)	mg/L	6.1	0.50	1960618			
Solides dissous totaux	mg/L	97	10	1960613	110	10	1960613
Solides Totaux	mg/L	130	10	1960614			
LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité Duplicata de laboratoire N/A = Non Applicable † Accréditation non existante pour ce paramètre							

Maxxam - 184892-01-01 - 2018/12/21 - 14:43

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

REMARQUES GÉNÉRALES

Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1904
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1904
Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1905
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1905
Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1906
pH: Délai maximum de conservation dépassé sur réception.: GC1906
Turbidité: Délai maximum de conservation dépassé sur réception.: GC1906
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1906
pH: Délai maximum de conservation dépassé sur réception.: GC1907
Turbidité: Délai maximum de conservation dépassé sur réception.: GC1907
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1907
Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1908
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1908
Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1909
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1909
Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1910
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1910
Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1911
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1911
Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1912
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1912
Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1913
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1913
Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1914
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1914
Demande biochimique en oxygène (5 jours): Échantillon reçu congelé.: GC1915
pH: Délai maximum de conservation dépassé sur réception.: GC1915
Turbidité: Délai maximum de conservation dépassé sur réception.: GC1915
Métaux extractibles totaux(basse limite): Arrivé sans agent de conservation. L'agent de conservation fut ajouté à l'arrivée au laboratoire.: GC1915

HYDROCARBURES PAR GC/FID (EAU SOUTERRAINE)

GC1904:
Dû à une présence de sédiments, l'échantillon fut décanté avant l'analyse.

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
1960366	HMS	Blanc fortifié	pH	2018/12/13		102	%
1960368	HMS	Blanc fortifié	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2018/12/13		98	%
1960368	HMS	Blanc de méthode	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2018/12/13	<1.0		mg/L
1960369	HMS	Blanc fortifié	pH	2018/12/13		102	%
1960370	HMS	Blanc fortifié	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2018/12/13		98	%
1960370	HMS	Blanc de méthode	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2018/12/13	<1.0		mg/L
1960432	LD2	MRC	DBO5	2018/12/19		107	%
1960432	LD2	Blanc fortifié	DBO5	2018/12/19		102	%
1960432	LD2	Blanc fortifié DUP	DBO5	2018/12/19		99	%
1960432	LD2	Blanc de méthode	DBO5	2018/12/19	<2.0		mg/L
1960432	LD2	Blanc de méthode DUP	DBO5	2018/12/19	<2.0		mg/L
1960455	CCH	Blanc fortifié	Turbidité	2018/12/14		101	%
1960455	CCH	Blanc de méthode	Turbidité	2018/12/14	<0.10		NTU
1960523	EHA	Blanc fortifié	Phosphore total	2018/12/14		99	%
1960523	EHA	Blanc de méthode	Phosphore total	2018/12/14	<10		ug/L
1960600	HMS	Blanc fortifié	Azote ammoniacal (N-NH3)	2018/12/17		109	%
1960600	HMS	Blanc de méthode	Azote ammoniacal (N-NH3)	2018/12/17	<0.020		mg/L
1960613	AHK	Blanc fortifié	Solides dissous totaux	2018/12/14		97	%
1960613	AHK	Blanc de méthode	Solides dissous totaux	2018/12/14	<10		mg/L
1960614	AHK	Blanc fortifié	Solides Totaux	2018/12/14		97	%
1960614	AHK	Blanc de méthode	Solides Totaux	2018/12/14	<10		mg/L
1960618	JGZ	Blanc fortifié	Chlorures (Cl)	2018/12/14		103	%
			Nitrate(N) et Nitrite(N)	2018/12/14		101	%
			Sulfates (SO4)	2018/12/14		99	%
1960618	JGZ	Blanc de méthode	Chlorures (Cl)	2018/12/14	<0.050		mg/L
			Nitrate(N) et Nitrite(N)	2018/12/14	<0.020		mg/L
			Sulfates (SO4)	2018/12/14	<0.50		mg/L
1960744	ECA	Blanc fortifié	Cyanates (CNO-)	2018/12/17		98	%
1960744	ECA	Blanc de méthode	Cyanates (CNO-)	2018/12/17	<0.050		mg/L
1960747	ECA	Blanc fortifié	Thiocyanate	2018/12/18		102	%
1960747	ECA	Blanc de méthode	Thiocyanate	2018/12/18	<0.17		mg/L
1960753	ECA	Blanc fortifié	Thiosulfate	2018/12/19		95	%
1960753	ECA	Blanc de méthode	Thiosulfate	2018/12/19	<0.13		mg/L
1960783	FMD	Blanc fortifié	DCO	2018/12/17		100	%
1960783	FMD	Blanc fortifié DUP	DCO	2018/12/17		94	%
1960783	FMD	Blanc de méthode	DCO	2018/12/17	<10		mg/L
1960790	FMD	Blanc fortifié	DCO	2018/12/17		101	%
1960790	FMD	Blanc fortifié DUP	DCO	2018/12/17		101	%
1960790	FMD	Blanc de méthode	DCO	2018/12/17	<10		mg/L
1960792	MR4	MRC	NTK Azote Total Kjeldahl	2018/12/17		76	%
1960792	MR4	Blanc fortifié	NTK Azote Total Kjeldahl	2018/12/17		88	%
1960792	MR4	Blanc de méthode	NTK Azote Total Kjeldahl	2018/12/17	<0.40		mg/L
1960806	HMS	MRC	Azote ammoniacal (N-NH3)	2018/12/17		105	%
1960806	HMS	Blanc fortifié	Azote ammoniacal (N-NH3)	2018/12/17		109	%
1960806	HMS	Blanc de méthode	Azote ammoniacal (N-NH3)	2018/12/17	<0.020		mg/L
1960835	GGC	Blanc fortifié	Cyanures Totaux	2018/12/17		106	%
1960835	GGC	Blanc de méthode	Cyanures Totaux	2018/12/17	<0.0030		mg/L
1960837	KHO	Blanc fortifié	1-Chlorooctadécane	2018/12/17		104	%
			Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	2018/12/17		103	%
1960837	KHO	Blanc fortifié DUP	1-Chlorooctadécane	2018/12/17		78	%
			Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	2018/12/17		80	%
1960837	KHO	Blanc de méthode	1-Chlorooctadécane	2018/12/17		86	%

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
			Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	2018/12/17	<100		ug/L
1960875	MR4	Blanc fortifié	Fluorure (F)	2018/12/17		98	%
1960875	MR4	Blanc de méthode	Fluorure (F)	2018/12/17	<0.10		mg/L
1961069	AG5	MRC	Sulfures (exprimés en S2-)	2018/12/18		113	%
1961069	AG5	Blanc de méthode	Sulfures (exprimés en S2-)	2018/12/18	<0.020		mg/L
1961155	FMD	Blanc fortifié	DCO	2018/12/18		106	%
1961155	FMD	Blanc fortifié DUP	DCO	2018/12/18		108	%
1961155	FMD	Blanc de méthode	DCO	2018/12/18	<10		mg/L
1961256	EHA	Blanc fortifié	Aluminium (Al)	2018/12/19		94	%
			Antimoine (Sb)	2018/12/19		96	%
			Argent (Ag)	2018/12/19		93	%
			Arsenic (As)	2018/12/19		98	%
			Baryum (Ba)	2018/12/19		92	%
			Cadmium (Cd)	2018/12/19		94	%
			Calcium (Ca)	2018/12/19		95	%
			Chrome (Cr)	2018/12/19		94	%
			Cobalt (Co)	2018/12/19		91	%
			Cuivre (Cu)	2018/12/19		91	%
			Magnésium (Mg)	2018/12/19		91	%
			Manganèse (Mn)	2018/12/19		97	%
			Mercure (Hg)	2018/12/19		98	%
			Molybdène (Mo)	2018/12/19		97	%
			Nickel (Ni)	2018/12/19		91	%
			Plomb (Pb)	2018/12/19		92	%
			Sélénium (Se)	2018/12/19		95	%
			Sodium (Na)	2018/12/19		93	%
			Zinc (Zn)	2018/12/19		95	%
1961256	EHA	Blanc de méthode	Aluminium (Al)	2018/12/19	<0.030		mg/L
			Antimoine (Sb)	2018/12/19	<0.0030		mg/L
			Argent (Ag)	2018/12/19	<0.00030		mg/L
			Arsenic (As)	2018/12/19	<0.00030		mg/L
			Baryum (Ba)	2018/12/19	<0.020		mg/L
			Cadmium (Cd)	2018/12/19	<0.0010		mg/L
			Calcium (Ca)	2018/12/19	<0.50		mg/L
			Chrome (Cr)	2018/12/19	<0.0050		mg/L
			Cobalt (Co)	2018/12/19	<0.020		mg/L
			Cuivre (Cu)	2018/12/19	<0.0030		mg/L
			Dureté totale (CaCO3)	2018/12/19	<1.0		mg/L
			Magnésium (Mg)	2018/12/19	<0.20		mg/L
			Manganèse (Mn)	2018/12/19	<0.0030		mg/L
			Mercure (Hg)	2018/12/19	<0.00010		mg/L
			Molybdène (Mo)	2018/12/19	<0.010		mg/L
			Nickel (Ni)	2018/12/19	<0.010		mg/L
			Plomb (Pb)	2018/12/19	<0.0010		mg/L
			Sélénium (Se)	2018/12/19	<0.0010		mg/L
			Sodium (Na)	2018/12/19	<0.20		mg/L
			Zinc (Zn)	2018/12/19	<0.0050		mg/L
1961368	GGC	MRC	Phénols-4AAP	2018/12/20		102	%
1961368	GGC	Blanc fortifié	Phénols-4AAP	2018/12/20		102	%
1961368	GGC	Blanc de méthode	Phénols-4AAP	2018/12/20	<0.0020		mg/L
1961508	ECA	Blanc fortifié	Chlorures (Cl)	2018/12/19		99	%
			Nitrate(N) et Nitrite(N)	2018/12/19		99	%

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ (SUITE)

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
1961508	ECA	Blanc de méthode	Sulfates (SO4)	2018/12/19		97	%
			Chlorures (Cl)	2018/12/19	<0.050		mg/L
			Nitrate(N) et Nitrite(N)	2018/12/19	<0.020		mg/L
			Sulfates (SO4)	2018/12/19	<0.50		mg/L
1961875	FMD	Blanc fortifié	DCO	2018/12/20		102	%
1961875	FMD	Blanc fortifié DUP	DCO	2018/12/20		98	%
1961875	FMD	Blanc de méthode	DCO	2018/12/20	<10		mg/L

MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Surrogate: Composé se comportant de façon similaire aux composés analysés et ajouté à l'échantillon avant l'analyse. Sert à évaluer la qualité de l'extraction.

Réc = Récupération

Maxxam - 889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:



Caroline Bougie

Caroline Bougie, B.Sc. Chimiste

Faouzi



Faouzi Sarsi, B. Sc. Chimiste



J. Fauvel

Jonathan Fauvel, B.Sc, Chimiste

Miryam Assayag



Miryam Assayag, B.Sc. Chimiste

Mathieu Letourneau



Mathieu Letourneau, B.Sc., Chimiste, Spécialiste scientifique

Nouredine



Nouredine Chafiai, B.Sc., Chimiste

Veronic Beausejour



Veronic Beausejour, B.Sc., Chimiste, Superviseur

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à

Dossier Maxxam: B856981
Date du rapport: 2018/12/21

Les Services exp Inc.
Votre # du projet: GAT-247883-10
Initiales du préleveur: LL

PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION (SUITE)

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Maxxam - 889 Montée de Liesse - Québec, Québec, Canada H4T 1P5

List of Distribution

Report Distributed To:

DRA Met-Chem

Annexe XVII.02

Modèle numérique d'écoulement des eaux souterraines (EXP, 2019)

DRA Met-Chem

Numerical Groundwater Flow Model Proposed Lithium Mine Site, Moblan Lake, Quebec

Type of Document:
Draft Summary Report

Project Number:
GAT-00247883-10

Prepared By:
EXP Services Inc.
885 Regent Street
Sudbury, ON P3E 5M4
Canada
T: +705.674.9681
F: +705.674.8271
www.exp.com

Reinhard Zapata, P.Geo., Ph.D.
Senior Hydrogeologist
Earth & Environmental
Central Ontario

Date Submitted:
2019-02-01

Legal Notification

This summary report was prepared by EXP Services Inc. for **DRA Met-Chem**.

Any use which a third party makes of this report, or any reliance on or decisions to be made based on it, are the responsibility of such third parties. EXP Services Inc. accepts no responsibility for damages, if any, suffered by any third party as a result of decisions made or actions based on this project.

Summary

EXP Services Inc. was retained to develop a numerical groundwater flow model at the proposed Moblan open pit lithium mine. The objective of this report is to evaluate the potential effects of groundwater control and impacts to water resources associated with future operations at the proposed mine. The study included steady-state (and transient) groundwater flow simulations of both, baseline (pre-mining conditions) and pit dewatering scenarios. The numerical model provides the basis to assess regional groundwater flow and predict pit dewatering drawdown and rates.

A three-dimensional (3D) numerical groundwater flow model was developed based on the hydrogeologic conceptual model (HCM in EXP 2018 a), the available information on geology and groundwater characteristics at the mine site area. Water level measurements provided a reference on the spatial distribution of heads in the overburden and bedrock aquifers beneath the property and were compared to simulated hydraulic heads. Bulk hydraulic conductivities of bedrock beneath the proposed open pit were estimated from packer tests at various depths and from a 72-hour pump test.

Based on the findings, the following conclusions are provided:

- The hydraulic parameters implemented in the groundwater flow model agree with the K-values of the preliminary hydrogeological conceptual model (HCM), which were derived from the referred field tests.
- It appears that water recharge is limited due to the small size of the upper catchment areas and observed artesian conditions. The recharge rates (and specific yield of bedrock) are presently unknown.
- Over the life of mine augmented pit dewatering rates will increasingly draw the water table down and deplete stored water of the overburden aquifer/reservoir. In agreement with EXP (2018 a), the present analysis suggests that impacts to both groundwater and surface water should be manageable.
- After 12 years of continuous pumping it is anticipated that the water table will rebound slowly.

Based on the findings of this study, the following recommendations are provided:

1. A long-term monitoring program is proposed for the study area before mining, during operation and post-mining to evaluate hydraulics in the overburden and bedrock aquifers. It would involve manual measurements of static groundwater table depths in well installations and water levels in mini-piezometers installed in wetlands and streambeds. If feasible, continuous recording of groundwater and surface water levels in selected locations should be attempted.
2. Additionally, establishing a monitoring network is advised to actively and continuously manage the groundwater system. The anticipated zone of impact (cone of depression) should be especially addressed. Pit dewatering rates and the water balance should be revised on a regular basis and adjusted accordingly, if required.
3. Newly drilled monitoring wells should have short and fully submerged screens under present hydraulic conditions and predicted drawdown. Slug-tests should be performed in all wells. Destroyed well installations need to be replaced. Drilling of inclined boreholes is recommended to intersect the primary faults that overlap the pit to determine the hydraulic characteristics and potential for yielding significant flows to the pit.

4. The installation of nested standpipes is advised in areas of the proposed open pit and TSF-4 to determine vertical hydraulic gradients. Installing and testing additional test wells spread out on the property would help improving the hydrogeological understanding of the property, including wells in the area of the proposed processing plant. Additional hydraulic testing of other geological formations within the model domain would be valuable to further refine the current HCM.
5. The hydraulic connection between the bedrock aquifer and surface water bodies needs to be investigated. Mapping bedrock surface elevations, overburden thicknesses, fractures, springs and wetlands is advised as it is beneficial for understanding the hydraulic connections between the bedrock and overburden aquifers.
6. Further consideration should be given to monitoring wetlands and permanent streams to get a baseline for water levels, baseflow and to understand recharging/discharging conditions (downward and/or upward gradients) during wet and dry seasons. Locations to measure baseflow along the four (4) permanent streams should be situated at the edge (or outside) of the predicted cone of depression.
7. If necessary, future enhanced artificial recharge from a projected reservoir during the frost-free season (April to October) may become a post-mining option to speed-up the filling of the emptied aquifer. Installing and maintaining an onsite weather station would lead to a better understanding of the precipitation and recharge conditions.
8. It is important to update the groundwater flow model, as required, if new hydrogeologic data is made available at the proposed Moblan mine.

Limitations

The information presented in this report is based on information provided by the client. This type of limited investigation is designed to provide information to support an overall site assessment of the current environmental conditions of the Site. The findings cannot be extended to other portions of the Site.

Achieving the objectives stated in this report has required us to arrive at conclusions based upon the information presently known to us. No investigative method can completely eliminate the possibility of obtaining partially imprecise or incomplete information; it can only reduce the possibility to an acceptable level. Professional judgment was exercised in analyzing the information obtained and in the formulation of the conclusions. Like all professional persons rendering advice, we do not act as absolute insurers of the conclusions we reach, but we commit ourselves to care and competence in reaching those conclusions.

It should also be noted that current environmental guidelines and regulations are subject to change, and such changes, when put into effect, could alter the conclusions and recommendations noted throughout this report.

The conclusions and recommendations noted throughout this report reflect Site conditions with respect to the environmental condition of the Site at the time of monitoring and sampling. It is possible that unexpected environmental conditions may be encountered on the Site, which have not been explored within the scope of this site assessment summary. Should such an event occur, EXP should be notified in order that we may determine if modifications to our conclusions are necessary.

This report was prepared by EXP for the exclusive use of DRA Chem-Met. Any use which a third party makes of this report, or any part thereof, or any reliance on or decisions to be made based on it, are the sole responsibility of such third parties. EXP Services Inc. accepts no responsibility for damages, if any, suffered by any third party as a result of decisions made or actions based on this report.

Closure

If you have any questions regarding the content of this report or related issues, please contact the undersigned directly.

Yours truly,

EXP Services Inc.

Reinhard Zapata, P.Geo., Ph.D.
Senior Hydrogeologist, Earth & Environmental

Perry Sarvas, P. Geo.
Senior Hydrogeologist, Earth & Environmental

References

1. EXP. 2018 a. Preliminary Hydrogeological Characterization – Proposed Lithium Mine Site, Moblan Lake, Quebec. DRAFT Report. Internal Project Number GAT-00247883-10. December 2018.
2. EXP. 2018 b. Geotechnical Investigation and Design Recommendations Tailings Storage Facility (TSF) – Moblan Lithium Project, Eeyou Istchee Baie-James, Quebec. DRAFT Report. Internal Project Number GAT-00247883-10-5502. December 2018.
3. EXP. 2019. Moblan Lithium Mine: Site Surface Water Management. DRAFT Report. Internal Project Number GAT-00247883-10. January 2019.
4. Golder Associates. 2011. Geochemical Characterization of Ore and Waste Rock from the Proposed Moblan Mine, Chibougamau, Quebec. November 2011.

List of Distribution

Report Distributed To:

DRA Met-Chem

Neotec Lithium-Quebec DRA Met-Chem

Numerical Groundwater Flow Model
Proposed Lithium Mine Site, Moblan Lake, Quebec

Type of Document:
Final Report

Project Number:
GAT-00247883-10

Prepared By:
EXP Services Inc.
885 Regent Street
Sudbury, ON P3E 5M4
Canada
T: +705.674.9681
F: +705.674.8271
www.exp.com



Reinhard Zapata, P.Geo., Ph.D.
Senior Hydrogeologist
Earth & Environmental
Central Ontario

HATCH
REFERENCE DOCUMENT
No.: E357755-EXP-228-230-0007_Sub002

Date Submitted:
2019-03-13

Legal Notification

This report was prepared by EXP Services Inc. for **DRA Met-Chem**.

Any use which a third party makes of this report, or any reliance on or decisions to be made based on it, are the responsibility of such third parties. EXP Services Inc. accepts no responsibility for damages, if any, suffered by any third party as a result of decisions made or actions based on this project.

Table of Contents

Neotec Lithium-Quebec.....	i
DRA Met-Chem.....	i
Legal Notification.....	ii
1 Introduction.....	1
1.1 Background.....	1
1.2 Hydrogeologic Conceptual Model.....	1
1.3 Numerical Groundwater Flow Model Objective.....	2
1.4 Prior Studies.....	3
2 Numerical Groundwater Flow Model.....	3
2.1 Numerical Method and Software.....	3
2.2 Model Space and Time.....	3
2.3 Initial Hydraulic Heads.....	4
2.4 Hydraulic Parameters.....	4
2.4.1 Hydraulic Conductivity.....	5
2.4.2 Porosity.....	6
2.4.3 Parameters of Empirical Model for Variable Saturation and Relative K-Value.....	6
2.5 Model Flow Boundaries.....	6
2.5.1 Areal Recharge Estimations.....	6
2.5.2 Baseflow (Discharge/Outflow) Estimations into Streams and Ponds.....	7
2.6 Pre-Mining and Mining Scenarios.....	7
2.6.1 Pre-Mining (Baseline) Scenario.....	7
2.6.2 Mining (Pit Dewatering) Scenarios.....	7
2.7 Model Limitations.....	8
3 Numerical Model Results.....	8
3.1 Pre-Mining (Baseline) Scenario.....	8
3.2 Mining Conditions.....	9
3.2.1 Open Pit Dewatering.....	9
3.2.2 Tailings Storage Facility (TSF) Operation.....	10
3.2.3 Groundwater Supply System.....	10
3.2.4 Mine Closure Plan.....	10
4 Evaluation of Potential Impacts.....	11
4.1 Open Pit Dewatering.....	11
4.2 TSF-4 and Other Operations.....	11



4.3	Lake Moblan.....	11
5	Conclusions and Recommendations	12
5.1	Conclusions.....	12
5.2	Recommendations	13
6	Limitations	14
7	Closure	15
8	References	16
	Appendix A – Tables.....	17
	Appendix B – Figures	5
	List of Distribution	27



1 Introduction

1.1 Background

The development of Lake Moblan lithium mine with a production capacity of 1,000 kt/day is being proposed. The project will consist of an open pit mine, crushing plants, a processing facility, a tailings storage facility (TSF-4), a waste rock disposal area and associated infrastructure. The shape of the proposed pit is an elongated oval approximately 850 m long in an east/west orientation and about 400 m wide. The average depth of the proposed pit is approximately 120 meters below ground surface (mbgs).

The mine site is in the Superior Province of the Canadian Shield, approximately 100 km north of Chibougamau, Quebec. Local topographical relief within the Site is generally undulating, characterized by rounded bedrock hills interspaced with valleys typically containing numerous wetlands, streams, ponds or lakes. The hills and valleys are generally oriented in a northeast-southwest direction and slopes are mainly moderate to steep. The area is heavily forested.

Within the footprint of the proposed pit ground surface elevations range roughly between 490 and 530 meters above sea level (masl) for the stream outlet and peak of a rounded hill, respectively. The lowest ground surface elevation at the toe of the proposed location of the TSF-4 dam is 395 masl. The shortest distance between the proposed southeast pit rim and the shoreline of Lake Moblan is approximately 200 m. Route du Nord is located about 1.35 km northwest of the proposed pit rim.

The site slopes gently to steeply in several directions based on the presence of the rounded hill. The proposed open pit is located at the peak of one of these rounded hills. The land at this location slopes both to the southeast toward Lake Moblan and to the north toward Route du Nord. At the location of the proposed TSF-4, the land generally slopes moderately to the north-northwest toward Route de Nord.

1.2 Hydrogeologic Conceptual Model

The hydrogeologic conceptual model (HCM) was elaborated with the intention to identify and cover all key processes for groundwater flow. It was developed for the study area based on the results of the hydrogeological study conducted at the site and was described in Section 4 of the Preliminary Hydrogeological Characterization Report for the Proposed Lithium Mine Site, Moblan Lake, Quebec (EXP, 2018). The HCM identified groundwater flow paths, recharge and discharge areas, as well as potential tailings seepage transport paths of the proposed Lake Moblan lithium mine. The HCM of the study is the basis for the constructing a numerical groundwater flow model. In the absence of baseflow measurements the HCM did not contemplate the annual water balance/budget.

The HCM characterizes the basic geological architecture, pertinent hydrostratigraphic units within the model domain were identified, and corresponding hydraulic conductivities. Regionally, the model domain and Moblan property are situated in the western part of the Frotet-Evans greenstone belt which consists of an assemblage of intrusive and volcanic rocks with associated volcanogenic sedimentary rocks. The western part of this belt is mainly characterized by mafic rocks, including gabbros, mafic volcanics and mafic to ultramafic intrusives. The rocks are moderately metamorphosed and intruded by later stage dykes and veins. Structurally, the Frotet-Evans greenstone belt is interpreted to have an east-northeast trending **anticline** that subdivides the belt into north and south domains.

The axis of this anticline appears to transcend the Moblan property and numerical model area. The assemblages are displaced in some places by major later-stage faults, including several north-trending faults beneath the Moblan property. The Frotet-Evans greenstone belt is surrounded by granitoid and gneissic batholiths

Based on review of available geologic/hydrologic information and knowledge gained as the field investigation progressed, two main hydrostratigraphic units were identified at the site, EXP (2018 a):

- A generally less than 10 m thick overburden aquifer consisting of sandy glacially-derived deposits (Quaternary), made of a mixture of sand and silty sand with some gravel, and cobbles, and
- A bedrock aquifer comprised mainly of sparsely-fractured crystalline intrusive rocks of Precambrian age.

The property is characterized by a thin veneer of permeable glacial drift deposits (Quaternary), which is typically underlain low permeability bedrock (Precambrian). Observations and borehole logs indicate that significant portions of the property have overburden less than 10 m thick or exposed bedrock at surface. Bedrock was encountered in some, but not all, of the boreholes and test pits. At depth the dense crystalline rocks become effectively impermeable. The hydraulic conductivity is generally controlled by fractures, joints, foliation, shear zones and other secondary planar structural features, which are generally sparse in bedrock.

The property is mainly underlain by massive medium-grained gabbro. SOQUEM (2016) states that the gabbro is bordered by "basalts, themselves interbedded with some units of felsic volcanoclastic rocks. These are often mineralized with pyrite, more rarely sphalerite and chalcopyrite, when they are intersected by fractures and veins." All the above lithologies are intruded by a series of lithium-bearing and lithium-deficient pegmatite dykes. SOQUEM (2016) notes that the dykes appear to follow fractures and openings in the host rocks. The pegmatite dykes themselves appear to be displaced in some locations by late-stage northeast-trending faults. The property geology described by SOQUEM (2016) was corroborated by the deep bedrock core drilling in October and November 2018: gabbro (77%), pegmatite (17%), basalt (4%) and other lithologies (2%). The percentages refer to the total length drilled.

1.3 Numerical Groundwater Flow Model Objective

The objective of the numerical groundwater flow model is to evaluate the potential effects of groundwater control and impacts to water resources associated with future operations at the proposed Lake Moblan mine. As per the EXP Services Inc. (EXP) 2018 proposal, hydraulic assessments of the following circumstances were proposed:

- Pre-mining groundwater conditions (baseline);
- Pit dewatering during both development and production phases;
- Tailings seepage and seepage management for the Tailings Storage Facility (TSF);
- Groundwater supply for the mine operation; and
- Post-mining groundwater conditions (closure).

Previously, between October and December 2018, a hydrogeologic investigation was conducted by EXP, which also included geotechnical borings for overburden characterization, oriented core holes for preliminary pit wall stability design and geochemical characterization of lithological samples for environmental impact assessment. A preliminary site-specific dewatering plan was initiated in EXP (2018 a), enabling some potential dewatering issues to be identified and predicted.

In compliance with EXP's proposal, the numerical model addresses groundwater flow only and leaves out water quality aspects. Groundwater controlling elements (dams, drainage systems, horizontal water supply wells) were not incorporated, but the numerical model has the potential to include these hydraulic features, if required. Also, if requested, the numerical model can be expanded to a solute transport model, as detailed information on potential contaminant sources becomes available.

1.4 Prior Studies

EXP (2018 a and b and 2019) were available in draft at the time of writing this report. Prior to these investigations, no site specific hydrogeologic investigations have been performed for the proposed Moblan mine development. Several geologic and resource investigations have been conducted, which provide background information on the geology of the deposit and surrounding areas, including SOQUEM (2009, 2011 and 2016), Golder Associates (2011) and Stavibel (2010). No additional studies were made available to EXP as part of this study.

2 Numerical Groundwater Flow Model

A three-dimensional (3D) numerical groundwater flow model was developed based on the hydrogeologic conceptual model (HCM in EXP 2018 a), the available information on geology and groundwater characteristics at the mine site area. The numerical model provides the basis to assess regional groundwater flow and predict pit dewatering drawdown and rates.

2.1 Numerical Method and Software

The numerical groundwater flow model was created based on the finite element method (FEM). Triangular prisms were used as finite elements. FEFLOW 7.1, a software developed by DHI, was applied as modeling platform. Due to the hydraulic complexity of the site (steep hydraulic gradients, phreatic zone, etc.) the Richards equation for variably saturated groundwater flow conditions was selected instead of the Darcy equation, which is valid for fully saturated conditions only. The Richards equation allows tackling variably saturated (to fully saturated) flow conditions and to achieve stable numerical solutions. For steady-state simulations a head-based equation form with Picard iteration scheme was selected. Moreover, the transient simulation applied an analytic derivative to evaluate the moisture capacity term. A parallel SAMG solver was applied to solve symmetric matrices of the fluid flow problem.

2.2 Model Space and Time

The lateral and vertical model domain was delineated by enclosing all hydrogeologically relevant mine units (open orebody pit), potential contaminant sources/sinks and impacted areas (ore stockpile area, waste rock dump areas, TSF-4 and polishing/settling ponds). Other hydraulically relevant features (streams, ponds, lakes and recharge/discharge areas) identified during the model conceptualization were incorporated in the numerical groundwater flow model.

The projected model area is 18.989 km² and is shown on the appended Figure 1 in Appendix 2. All coordinates (easting and northing) are given in the UTM System, Zone 18 U. Geological and numerical model layers were introduced, as necessary, to adequately represent all relevant geometries (hydrostratigraphic and mining units) and inner/outer hydraulic boundaries. The model domain was subdivided into 5 numerical model layers by 6 slices (model surfaces) for both steady-state and transient models. Due to a mesh refinement in the pit area, the steady-state models

have 598,305 elements (5 x 119,661) and 363,282 nodes (6 x 60,547), while the transient model has less elements and nodes, 454,855 (5 x 90,971) and 277,212 (6 x 46,202), respectively. Within the model domain the internodal distances are approximately between 20 to 30 m, except for the refined pit area where the distances are between 5 to 7 m. Monitoring well and borehole locations were placed at their correct positions on the vertices of the finite elements, i.e. the nodes.

The model surface was provided as digital elevation model (DEM). Surface elevations varied between 585.2 and 354.2 masl within the model domain, resulting in 231.0 m height difference. The model base was established at 180 mbgs; consequently, the model thickness is 180 m. A 3D view of the numerical groundwater flow model is shown on the appended Figure 2.

Steady-state flow conditions were deemed adequate for evaluating the pit dewatering at the end of each excavation stage. The conditions also reflect long-term average recharge from precipitation.

For a transient simulation with a duration of 3650 days (10 years), a first order automatic time discretization scheme with a maximum time step of 73 days was implemented. Model results were extracted at the end of each year.

2.3 Initial Hydraulic Heads

The area has locally high precipitation (>900 mm/year per Environment Canada Chapais 2 station) and moderate relief and as such the depth-to-groundwater is often shallow. In the open pit, depth to groundwater ranged from artesian (GW-18-03) to 6.25 mbgs (GWW-18-02). In the proposed TSF-4, depth to groundwater ranged from 0.44 mbgs (GWM-18-05) to 3.13 mbgs (GWM-18-01). The depth to static water level measurements and groundwater elevations are shown in Table 1. At least one monitoring well within the proposed pit (GW-18-03) was observed to be artesian and others had static water levels within 5 m of ground surface.

The simulation of steady-state unconfined (phreatic) groundwater flow conditions was performed to obtain an initial hydraulic head distribution over the entire model domain. Groundwater flow in glacial deposits is typically variable because of the heterogeneous nature of the material and local topography. A potentiometric surface map for the site and model domain is depicted on the appended Figure 3. The simulated hydraulic heads are consistent with the groundwater elevation data collected in December 2018 for GWM-18-03 to GWM-18-05, GWW-18-01 and GWW-18-03, GW-18-03 and GW-18-06. Discrepancies exist for GWM-18-01 and GWM-18-02, GWW-18-02 and GW-18-04. The monitoring well locations are shown on Figure 30.

The top of casing was not surveyed at the time of writing the report and the elevation of the wells (and associated groundwater elevations) were interpolated from the digital elevation model (DEM). It is noted that many recorded groundwater levels were measured shortly after well installation and may not reflect the static water level of the well at the time. Therefore, the groundwater elevations are estimates and should be interpreted accordingly.

2.4 Hydraulic Parameters

The numerical model was parametrized with the likeliest (most accepted) values for hydraulic conductivity and storage (porosity, specific yield/retention and specific storage). Wherever hydraulic field and/or laboratory data became available (from pumping, packer and slug tests and particle size distributions), this data became the preferred

parameters to be applied. Complementary data from technical publications (and educated estimates) closed identified data gaps, as required.

Parameter variations within established value ranges allowed to adequately match field observations regarding hydraulic heads and flow rates under steady-state flow conditions. The sensitivity of the numerical groundwater flow model on selected hydraulic parameters was not assessed.

2.4.1 Hydraulic Conductivity

Grain-size analyses were completed on soil samples from boreholes and test pits. Based on available information, the hydraulic conductivity for the overburden aquifer is established between 1.0×10^{-4} m/s and 1.0×10^{-6} m/s. The hydraulic conductivity values of near surface soil samples can be derived empirically using the particle size distribution data and applying the Hazen, Beyer and Kaubisch formulae, as described in Odong (2008) or Vienken & Dietrich (2011), respectively.

A total of twenty-eight (28) constant head packer tests were performed during drilling to determine the permeability of the rock in the project area between 15 and 122 mbgs. The tests were completed in boreholes GW-18-01, GW-18-02, GW-18-03, GW-18-04 and GW-18-06. Generally, the tests were performed in a double-packer arrangement over a 11-m interval. However, damage to one of the packers caused the test in GW-18-06 to be completed in a single-packer arrangement with intervals ranging from 18 m to 117 m. The collected packer test data is provided in Figure 4. Mean hydraulic conductivity (K) estimates from 28 packer tests results are summarized in EXP (2018 a, Table 3-2).

The analysis of the test data yielded permeability estimates ranging between 2.2×10^{-9} m/s and 2.0×10^{-6} m/s. The geometric mean is 1.4×10^{-7} m/s, suggesting low permeable rock. The highest permeability values were measured in the upper to middle portions of the bedrock and permeability decreased with depth in most boreholes. The geometric mean of tests from the upper to middle portions of the bedrock (i.e. <100 m) is 7.4×10^{-7} m/s. The geometric mean of tests from the lower portions of the bedrock (i.e. >100 m) is 1.5×10^{-8} m/s.

Additionally, a 72-hour pumping test was performed in well GW-18-06 to estimate the hydraulic conductivity of the bedrock aquifer at the location of the proposed open pit. A constant pumping rate of 6 gpm (0.45 L/s) was maintained. The maximum drawdown measured in GW-18-06 was 28.7 meters. The designated observation wells were GW-18-03 and GW-18-04, located approximately 30 m and 340 m from the pumping well, respectively. All three (3) open hole wells are 126 m deep. GW-18-03 has been observed to be a flowing well since it was installed. Assuming a static water level of 1.5 m above ground surface, it was estimated that GW-18-03 recorded a maximum drawdown of 1.7 m. The water level in GW-18-04 remained unchanged during the test.

The results from the water level recovery of the well GW-18-06 were used to estimate hydraulic conductivity (K) utilizing the Bouwer and Rice recovery method. Based on the results, the geometric mean K from the recovery of GW-18-06 was estimated to be 1.8×10^{-7} m/s, which is consistent with the geometric mean permeability of 1.4×10^{-7} m/s measured from the packer testing.

In agreement with the HCM, three (3) geological layers with decreasing K-values (and transmissivity) were considered in the numerical model, as shown in Table 2: 5.0×10^{-6} m/s within the unconsolidated overburden sediments, 5.0×10^{-7} m/s and 1.5×10^{-8} m/s for the upper to middle and lower portions of the bedrock. A K-value of 5.0×10^{-6} m/s is in the lower end of the range provided for overburden. It was obtained from a parameter "best-fit" for model

development. An homogeneous and isotropic porous media was hypothesized for overburden and equivalent bedrock media. No lower vertical hydraulic conductivity K_z was assumed. The hydraulic parameters for flow (horizontal/vertical hydraulic conductivity) were assigned to all five (5) numerical model layers as described in Table 3. For computational reasons the upper/middle bedrock layer is subdivided in up to three (3) and the lower bedrock layer into two (2) numerical layers. Underlying dense crystalline bedrock was assumed to be impervious. Figure 5 illustrates the K-value distribution in a selected cross-section.

The K-values were adjusted under steady-state conditions within reasonable ranges to match up observed hydraulic heads and to obtain an adequate representation of baseline groundwater flow conditions (no dewatering scenario). The outcome can be interpreted as reproducing hydraulic pre-mining (baseline) conditions.

2.4.2 Porosity

According to Freeze and Cherry (1979), the porosity value ranges for unconsolidated deposits are 35-50% (silt), 25-50% (sand) and 25-40% (gravel). There it also states porosities of 0-10% (fractured) and 0-5% (dense) for crystalline bedrock. Consistently, and in the absence of measured porosities, a porosity of 40% was assumed for the unconsolidated overburden sediments. For both, fractured and dense crystalline bedrock a porosity of 4% was assigned to all bedrock layers. These values are relevant for transient flow (and future solute transport) simulations, where changes in storage occur and in variably saturated soil layers (vadose zone). The assumed storage parameters (porosity, specific yield/retention and specific storage) are summarized in Table 4.

As grain-size analyses completed on soil samples from boreholes and test pits became available, the porosity n can be estimated according to Vukovic´ & Soro (1992) from an empirical relationship with the coefficient of grain uniformity (C_u) as follows, $n = 0.255 \times (1 + 0.83C_u)$. They should be included in future evaluations.

2.4.3 Parameters of Empirical Model for Variable Saturation and Relative K-Value

A Modified Van Genuchten model was applied for describing the relationship between pressure head/relative conductivity and saturation. The formulae of the empirical model are shown on Figure 6. The Modified Van Genuchten model requires the maximal and residual saturation, as well as four (4) fitting parameters. Table 5 lists all the assigned parameters.

2.5 Model Flow Boundaries

Wherever possible, meaningful natural and engineered hydraulic discharge boundaries or no-flow boundaries were chosen as the outer model margins. The flow boundaries were implemented, as constant hydraulic heads and seepage faces, as needed.

2.5.1 Areal Recharge Estimations

Direct areal recharge is applied to the top of the model as a fraction of precipitation. The climate of the region has been described in EXP (2018 a and 2019). Areal recharge is presented in Table 6 and illustrated on Figure 1. The overall presumed recharge is 118.7 mm/year, about 12.5 % (= 118.7/949) of the average annual precipitation. A general recharge area of the bedrock aquifer is designated to include the topographical high area trending to the northeast through the center of the property. This recharge area (>300 mm/year) includes the area of the proposed open

pit. However, recharge areas for the bedrock aquifer are presently not well understood. A fault zone has been mapped cross-cutting the proposed open pit which may be a recharge area for the bedrock aquifer. Neither the HCM nor the numerical model, presently identify discrete recharge areas.

2.5.2 Baseflow (Discharge/Outflow) Estimations into Streams and Ponds

Within the model domain groundwater discharges into the ponds and streams and radially to the outer flow boundaries: Lake Coloumbe (432.0 masl) is located approximately 2 km northeast of the proposed open pit, Lake Tortigny (369.0 masl) lies to the west and Lake Lezai (cascading from 353.0 to 352.0 to 351.0 masl) is situated to the north. To the south and east a discharge boundary was established roughly 5.0 m below ground surface between the 450 to 455 masl elevation contour. The natural discharge border to the south is Lake Chalonneau (389.0 masl), which is about 500 to 1000 m away from the model discharge boundary and approximately 2 km south of the proposed open pit.

A stream delineating the southwestern boundary (constantly falling from 452.1 to 369.0 masl) discharges into Lake Tortigny. Another stream outlines the northwestern boundary (continuously dropping from 372.7 to 356.0 masl) discharges into Lake Lezai. Both streams and all other Lake Coloumbe permanent and intermittent streams were implemented as seepage nodes. Constant heads with an outflow constraint were applied to the ponds. The postulated constant head elevations are summarized in Table 7.

The site has a complex natural drainage pattern controlled by the physiographical feature. Pond #1 at the south perimeter of the proposed open pit drains northward through the center of the pit outline. Lake Moblan, approximately 400 m southeast of the pit perimeter, drains southward via a stream at the southwest Moblan shoreline of the lake. Pond #2 is south of the proposed TSF-4 and drains toward the southwest.

Four (4) permanent streams were identified within the model domain: Lake Moblan is emptied by two streams, the first one flowing northeast into Lake Coloumbe and the second one discharging south into Lake Chalonneau. A third stream drains pond #1 to the north into Lake Lezai and the fourth stream connects ponds #2, #3 and #4 and discharges into Lake Tortigny.

Average (measured) baseflow was not available for this numerical model. Continuous baseflow measurements and time series would allow identifying patterns, i.e. correlation of peak/low baseflow with precipitation data during wet/dry season.

2.6 Pre-Mining and Mining Scenarios

2.6.1 Pre-Mining (Baseline) Scenario

Long term average groundwater flow conditions are thought to be best represented by steady-state conditions. Initial hydraulic heads were obtained by performing a steady-state simulation without pumping.

2.6.2 Mining (Pit Dewatering) Scenarios

For the life of mine (LOM) of twelve (12) years the proposed pit excavation stages with increasing pit depth were implemented in separate steady-state dewatering simulations. Each stage represents the pit surface elevation at the end of the corresponding year. Constant hydraulic heads were set at the pit surface elevation with and outflow

constraint. The numerical modeling analysis comprised twelve (12) steady-state simulations and (1) transient simulation for a time span of ten (10) years pit dewatering. The transient simulation assumed an idealistic pit dewatering target of 365.1 masl over the entire pit area.

DRA Met-Chem provided 3D DXF files with the data of the projected pit development stages for estimating preliminary pit dewatering rates. Elevations were exported to shapefiles and re-interpolated on the refined (dense) mesh.

2.7 Model Limitations

The numerical groundwater flow model inherits the limitations of the HCM, which at the same time is limited by the shortcomings of the site characterization, including field and laboratory work. The uncertainty regarding groundwater recharge is deemed high and could be reduced by measuring baseflow. An elevations survey of water levels of lakes, ponds and streambed inverts at selected locations would improve the exactness of presumed hydraulic heads. There is limited specific yield data obtainable for the overburden. No specific yield data for bedrock was available for this numerical model.

A continuous transient simulation of the pit dewatering was not attempted, as it would have required the definition and implementation of more than 12,000 time-series for the nodes within the footprint of the open pit.

3 Numerical Model Results

3.1 Pre-Mining (Baseline) Scenario

The hydraulic heads distribution is shown on Figure 3. Consistent with the HCM (EXP 2018 a), in the baseline scenario a northeast-trending groundwater divide is created along a topographical high zone and through the center of the proposed open pit. The groundwater divide is formed due to high recharge on a zone characterized by shallow soils or exposed bedrock.

As expected in the HCM, simulated groundwater flows laterally from the divide across the areas of the proposed TSF-4 and processing plant in a northwest direction toward stream valleys. Furthermore, groundwater in the area southeast of the proposed open pit, between the pit south perimeter and the shoreline of Lake Moblan flows laterally in a southeast direction toward the lake. The low-lying zones in the northwest and southeast portions of the property belong to the unconfined (water table) to semi-confined overburden aquifer and are separated by the partially confined to confined bedrock aquifer. In line with the HCM, the numerical model assumes that there is direct hydraulic connection between the bedrock and overburden aquifers. At the topographical high zone, the simulated piezometric surface is well below ground surface beneath bedrock, as anticipated in the HCM.

The total recharge rate of the model is 6,121 m³/day (70.8 L/s) and equals the discharge rate, thus closing the water balance, (Tables 6 and 10). The model imbalance is negligible. Within the model domain, inferred average baseflow (to streams) amounts roughly to 3,291 m³/day (38.1 L/s), about 54 % (=3,291/6,121) of the total recharge rate. Discharge into selected streams and ponds is summarized in Table 11. Simulated nodal baseflow to streams and ponds is depicted on Figure 7.



3.2 Mining Conditions

3.2.1 Open Pit Dewatering

The numerical model predicts that the dewatering of the proposed open pit will have a substantial impact on the hydrogeological conditions of the bedrock and overburden aquifers beneath the property. Figures 8, 11, 14, 16, 18 and 20 show the distribution of constant hydraulic heads within the open pit area, which also illustrate the evolution of the pit excavation after 1, 2, 3, 6, 9 and 12 years (life of mine). The development of the open pit will significantly lower the water table to dewater the pit. Drawdown contours at the end of each stage is shown on Figures 9, 12, 15, 17, 19 and 21. Figure 5 also illustrates the water table on a cross-section at the end of stage/year 12. Moreover, the pit development is expected to remove a significant portion of the recharge area for the overburden aquifers.

The area of influence is predicted to grow during the life of mine due to increasing dewatering efforts and the deepening of the pit excavation to a depth of 150 mbgs. The dewatering simulations project that the open pit dewatering of the bedrock aquifer will likely impact pond P1, south of the pit. Assuming a permeable base, the steady-state simulations suggests that pond 1 would be emptied after stage/year 1, see Figure 10. Predicted drawdown within the footprint of pond 1 is less than 5.0 m for stage/year 2, see Figure 13. This may not be the case if the hydraulic conductivity is very low and water stays perched. The assumed surface water elevation of pond P1 is 503.0 masl (inferred from topographic map, not surveyed). Information on the hydraulic conductivity of the bottom layer of pond P1 was not available. However, as the pond intersects the south perimeter of the pit, is not expected to survive the pit development.

In the numerical model the K-value for the bedrock aquifer was established at 5.0×10^{-7} m/s for the upper 85 m and at 1.5×10^{-8} m/s for extra 90 m beneath, as illustrated on Figure 5. Based on this, the area of influence for groundwater drawdown was estimated between 1.0 to 1.6 km from the periphery of the open pit at the end of stage/year 12. This outcome is appreciably larger than the preliminary result stated in EXP (2018 a), where the lateral radius of influence (L) for groundwater drawdown was estimated at 300 m. The analytical calculation assumed a K of 7.0×10^{-7} m/s and 120 m drawdown.

The preliminary steady-state dewatering rates in m^3/day for each stage/year are summarized in Table 8 and shown in Figure 22. At the end of stage/year 12 the anticipated steady-state dewatering rates is approximately $1,186 \text{ m}^3/\text{day}$, which is approximately 19 % ($= 1,186/6,121$) of the presumed recharge of the model domain. The monthly pit dewatering (excavation) progress during the first year was not simulated as the rate in the first year is low ($<50 \text{ m}^3/\text{day}$). Consistent with the HCM, a shifting groundwater divide around the open pit is forecasted, which will very likely impact the recharge and flux to the adjacent overburden aquifers and streams. Consequentially, exfiltration to Lake Moblan and other ponds and streams within the area of influence are thought to decrease, cf. Table 11.

Predicted transient drawdown contours after 1, 2, 5 and 10 years are depicted on Figures 23 to 26. Figure 27 illustrates the water table on a cross-section after 10 years. The water table is significantly different than the water table in Figure 5 because of the large dewatering area, which is effective over the entire footprint of the open pit, and the lower dewatering target elevation at 365.1 masl. Preliminary dewatering rates for the first 10 years are summarized in Table 9 and shown on Figure 28. At the end of the transient simulation the dewatering rate is predicted to decrease to approximately $2,261 \text{ m}^3/\text{day}$. The steady-state simulations have lower dewatering rates because of the higher dewatering target elevations, which explains the large rate difference of $1,075 (= 2,261 - 1,186) \text{ m}^3/\text{day}$.

3.2.2 Tailings Storage Facility (TSF) Operation

The design of TSF-4 for stacked “dry” thickened tailings is preliminary and ongoing. A reclaim pond with an impervious liner is also planned at the northwest corner of TSF-4. A perimeter containment dam would have a geosynthetic clay liner (GCL) and would be raised in four (4) stages with 10 m intervals after the construction of starter dams. TSF-4 will have a deep underdrain (filter graded finger drains with 75 m spacing) to collect seepage water draining from the compacted tailings, as well as surface runoff, and to ensure that the blended tailings stay unsaturated. Therefore, groundwater mounding beneath TSF-4 becomes unlikely. Previously, in EXP (2018 a), it was assumed that saturated “wet” (i.e. slurried) tailings would be deposited and a low permeability liner installed, which both then would have created significant mounding. As the proposed technology and the design for containing the tailings and effluent management changed during the project, the requirement to perform a numerical simulation for a tailings seepage scenario was deemed secondary and abandoned.

However, it is expected that the hydrogeological conditions of the overburden aquifer will be altered beneath and downgradient of the north perimeter of TSF-4 due to the proposed operation and the underdrain system. TSF-4 is in an area with relatively deep soils and will be constructed above existing soil. At the TSF-4 a decrease of recharge to the aquifers is anticipated and impacts to the bedrock aquifer may be felt in areas of shallow soils.

3.2.3 Groundwater Supply System

Horizontal wells/drains in the overburden aquifer are proposed to supply a total of 472 m³/day (or 5.5 L/s), which would be split in 28 m³/day for potable water use and 444 m³/day as process water. At the time of writing this report the design details of the proposed groundwater supply system was not established (number, location, depth, diameter and pumping rate of individual horizontal wells) and the information is insufficient to conceptualize impacts on the hydrogeological conditions of the overburden aquifer. As the planned groundwater taking is anticipated to create an area of shallow drawdown, the requirement to consider a groundwater supply scenario for the mine operation was deemed less critical and was therefore discarded. Other operations, which could potentially affect the hydrogeological conditions (and dismissed from a numerical assessment), are:

- Surface water alteration, including pond displacement and stream diversion;
- Ore processing water management and sewage effluent disposal;
- Waste rock, ore stockpile and overburden storage; and
- Site infrastructure development.

3.2.4 Mine Closure Plan

Backfilling of the open pit and development of a wetland is presently under consideration. Details of the mine closure plan/concept were still under development by HATCH consultants at the time of writing this report and were therefore excluded. The decommissioning plan of the TSF-4 (cover, dam removal) was not available at the time that this report was prepared.

4 Evaluation of Potential Impacts

4.1 Open Pit Dewatering

As stated in (EXP 2018 a), potential risks to the mining operation as it relates to mine pit dewatering are deemed to be minor. Operational risks related to hydrogeology and pit dewatering may include higher than anticipated inflows. There is some potential for preferential flow through the sandy glacial soils and bedrock faults that has not been adequately characterized. Overall, the predicted dewatering requirements are modest. Furthermore, discharge water quality from pit dewatering may not meet appropriate standards or permit requirements. Also, at some moment a portion of seepage bypassing the underdrainage system of TSF-4 could be drawn into the pit.

These risks should be better addressed with additional hydrogeologic characterization as mine development progresses. Further work is required to appropriately characterize the overburden and the faults and fractures intersecting the pit.

4.2 TSF-4 and Other Operations

As identified in (EXP 2018 a), potential risks to the mining operation as it relates to tailings deposition and effluent discharge are assessed to be relatively moderate and will require management plans. Operational risks related to hydrogeology and the TSF-4 may include tailings seepage bypassing the underdrain (beneath TSF-4) and contaminating groundwater and surface water downgradient of the facility. It is emphasized that underdrain bypass from TSF-4 may also be captured by the pump/sump system of the pit and be part of the discharge water from the pit. Moreover, periodic discharges from the planned reclaim pond and emergency spillway may release contaminants to the natural environment downstream of TSF-4.

These risks may be higher if a potable water source is established downgradient of these activities. These risks should be better defined upon additional characterization of water balance, water quality and mine residue characterization as mine development progresses. Further work is required to appropriately characterize the hydrogeology downgradient of TSF-4, plant and other areas of the mine site.

4.3 Lake Moblan

The numerical groundwater flow model suggests that the drawdown of the ground water level caused by the mine pit dewatering at the location of Lake Moblan will likely occur around year 7 after the start of the mine excavation. At that time, the model shows that the groundwater level will have been drawn down at or near the elevation of Lake Moblan and therefore potentially reversing the base flow into Lake Moblan. At that time Lake Moblan could theoretically start emptying itself into the ground.

Currently, it is unknown if Lake Moblan is in hydrogeologic contact with the groundwater and if so, to what extent. To assess the impacts of such a theoretical event we have estimated using conservative assumptions, the potential flow lost through the bottom of the lake once the groundwater is lowered below the level of the lake. These assumptions and data were used in our calculations:

The estimated outflow through the lake bottom is estimated with the following relationship:



$$Q = c \times h \times A = (10^{-8} \text{ m/s} / 1.0 \text{ m}) \times 4.1 \text{ m} \times 47,500 \text{ m}^2 = 1.95 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 168.3 \text{ m}^3/\text{day}$$

c = K/b transfer rate [1/s];

K = hydraulic conductivity [m/s], assumed at 10^{-8} m/s for silty (loamy/clayey) sediments (Freeze and Cherry, 1979);

b = sediment thickness [m], assumed at 1.0 m;

h = maximal depth (water column) [m], 4.1 m (Hatch 2018); and

A = lake area [m²], estimated at 47,500 m² (from CAD drawing).

This estimate is an initial rate as water column and area will be reduced over time. The outflow rate is highly sensitive to the assumptions used in the calculation. For example, a change of the hydraulic conductivity, which is notoriously difficult to determine, may change the estimate by an order of magnitude (1683 m³/day instead of 168.3 m³/day). Also, we have assumed a sediment thickness of 1.0 m. A doubling of the sediment thickness will reduce the outflow by half.

In any event, the groundwater flow model revealed the potential impact on Lake Moblan due to the drawdown of the groundwater level induced by the mine pit dewatering. To mitigate the potential impacts, runoff water from the adjoining watershed (clean surface runoff) could be diverted to Lake Moblan's watershed. Furthermore, water from the pit dewatering operations could also be diverted to Lake Moblan's watershed after treatment.

5 Conclusions and Recommendations

5.1 Conclusions

The study included steady-state (and transient) groundwater flow simulations of both, baseline and pit dewatering scenarios. Water level measurements provided a reference on the spatial distribution of heads in the overburden and bedrock aquifers beneath the property and were compared to simulated hydraulic heads. Bulk hydraulic conductivities of bedrock beneath the proposed open pit were estimated from packer tests at various depths and from a 72-hour pump test. The hydraulic parameters implemented in the groundwater flow model agree with the K -values of the preliminary hydrogeological conceptual model (HCM), which were derived from the referred field tests.

The numerical model was developed to predict groundwater flow for pre-mining conditions and during mining activities. In agreement with EXP (2018 a), the present analysis suggests that impacts to both groundwater and surface water should be manageable. However, it is important to update the groundwater flow model, as required, if new hydrogeologic data is made available at the proposed Moblan mine. At this stage, it is difficult to ascertain exactly when and by how much Lake Moblan will be impacted.

It appears that water recharge is limited due to the small size of the upper catchment areas and observed artesian conditions. Over the life of mine augmented pit dewatering rates will increasingly draw the water table down and deplete stored water of the overburden aquifer/reservoir. The recharge rates (and specific yield of bedrock) are presently unknown. After 12 years of continuous pumping it is anticipated that the water table will rebound slowly.

5.2 Recommendations

A long-term monitoring program is proposed for the study area before mining, during operation and post-mining to evaluate hydraulics in the overburden and bedrock aquifers. Monitoring would involve manual measurements of static groundwater table depths in well installations and water levels in mini-piezometers installed in wetlands and streambeds. The final monitoring protocol, including locations and the monitoring frequency, would be determined in consultation with the provincial regulators. The results of the monitoring program (during and post-mining) should be reported on an annual basis. If feasible, continuous recording of groundwater and surface water levels in selected locations should be attempted. Continuously recorded hydraulic heads need to be barometrically compensated.

Additionally, planning and establishing a monitoring network would allow to actively and continuously manage the groundwater system. The anticipated zone of impact (cone of depression) should be especially addressed. Pit dewatering rates and the water balance should be revised on a regular basis and adjusted accordingly, if required. After mining the monitoring program intervals would continue in a reduced form (post-mining monitoring) and would be adjusted to any mitigative measures implemented onsite, if necessary.

Newly drilled monitoring wells should have short and fully submerged screens under present hydraulic conditions and predicted drawdown. Slug-tests should be performed in all wells. Destroyed well installations would need to be replaced. In EXP (2018 a) drilling of inclined boreholes was recommended to intersect the primary faults that overlap the pit to determine the hydraulic characteristics and potential for yielding significant flows to the pit. Hydraulic testing of permeable fractures may be key for understanding the hydraulics of the bedrock aquifer, which are expected to be controlled by complex interconnection of fractures, joints and other secondary partings in the rocks.

The installation of nested standpipes was also advised in areas of the proposed open pit and TSF-4 to determine vertical hydraulic gradients. Installing and testing additional test wells spread out on the property would help improving the hydrogeological understanding of the property, including wells in the area of the proposed processing plant. Additional hydraulic testing (including slug tests, particle size analyses, etc.) of other geological formations within the model domain would be valuable to further refine the current HCM.

The hydraulic connection between the bedrock aquifer and surface water bodies has not been investigated. Mapping bedrock surface elevations, overburden thicknesses, fractures, springs and wetlands may also be beneficial for understanding the hydraulic connections between the bedrock and overburden aquifers.

Further consideration should be given to monitoring wetlands and permanent streams to get a baseline for water levels, baseflow and to understand recharging/discharging conditions (downward and/or upward gradients) during wet and dry seasons. Proposed locations to measure baseflow along the four (4) permanent streams are shown on Figure 29. The locations should be situated at the edge (or outside) of the predicted cone of depression.

To ascertain impacts on Lake Moblan it is recommended to install a network of monitoring wells between the mine pit and Lake Moblan. Moreover, to study the water level fluctuations of the lake, hydraulic gradients, bathymetry, sediment composition and thicknesses. Also, monitoring of flow rates at both outlets of Lac Moblan, NE and S is advised.

If necessary, future enhanced artificial recharge from a projected reservoir during the frost-free season (April to October) may become a post-mining option to speed-up the filling of the emptied aquifer. Installing and maintaining an onsite weather station would lead to a better understanding of the precipitation and recharge conditions.

6 Limitations

The information presented in this report is based on information provided by the client. This type of limited investigation is designed to provide information to support an overall site assessment of the current environmental conditions of the Site. The findings cannot be extended to other portions of the Site.

Achieving the objectives stated in this report has required us to arrive at conclusions based upon the information presently known to us. No investigative method can completely eliminate the possibility of obtaining partially imprecise or incomplete information; it can only reduce the possibility to an acceptable level. Professional judgment was exercised in analyzing the information obtained and in the formulation of the conclusions. Like all professional persons rendering advice, we do not act as absolute insurers of the conclusions we reach, but we commit ourselves to care and competence in reaching those conclusions.

It should also be noted that current environmental guidelines and regulations are subject to change, and such changes, when put into effect, could alter the conclusions and recommendations noted throughout this report.

The conclusions and recommendations noted throughout this report reflect Site conditions with respect to the environmental condition of the Site at the time of monitoring and sampling. It is possible that unexpected environmental conditions may be encountered on the Site, which have not been explored within the scope of this site assessment summary. Should such an event occur, EXP should be notified in order that we may determine if modifications to our conclusions are necessary.

This report was prepared by EXP for the exclusive use of DRA Chem-Met. Any use which a third party makes of this report, or any part thereof, or any reliance on or decisions to be made based on it, are the sole responsibility of such third parties. EXP Services Inc. accepts no responsibility for damages, if any, suffered by any third party as a result of decisions made or actions based on this report.

7 Closure

We thank you for the opportunity of working with DRA Met-Chem on this project. If you have any questions regarding the content of this report or related issues, please contact the undersigned directly.

Yours truly,

EXP Services Inc.

Reinhard Zapata, P.Ge., Ph.D.
Senior Hydrogeologist, Earth & Environmental

Perry Sarvas, P. Geo.
Senior Hydrogeologist, Earth & Environmental

8 References

- EXP. 2018 a. Preliminary Hydrogeological Characterization – Proposed Lithium Mine Site, Moblan Lake, Quebec. DRAFT Report. Internal Project Number GAT-00247883-10. December 2018.
- EXP. 2018 b. Geotechnical Investigation and Design Recommendations Tailings Storage Facility (TSF) – Moblan Lithium Project, Eeyou Istchee Baie-James, Quebec. DRAFT Report. Internal Project Number GAT-00247883-10-5502. December 2018.
- EXP. 2019. Moblan Lithium Mine: Site Surface Water Management. DRAFT Report. Internal Project Number GAT-00247883-10. January 2019.
- Freeze, R.A. and Cherry, J.A. 1979. Groundwater.
NI 43-101 Technical Report
- Golder Associates. 2011. Geochemical Characterization of Ore and Waste Rock from the Proposed Moblan Mine, Chibougamau, Quebec. November 2011.
- Odong, J. 2008. Evaluation of Empirical Formulae for Determination of Hydraulic Conductivity based on Grain-Size Analysis. The Journal of American Science, 4(1).
- SOQUEM. 2009. Rapport D'Exploration, 2009, Propriété Moblan (1331). December 2009.
- SOQUEM. 2011. Rapport de Campagne de Forage 2010, Propriété Moblan (1331). January 2011.
- SOQUEM. 2016. Rapport D'Exploration, Été 2016, Propriété Moblan (1331). October 2016.
- Stavibel. 2010. Échantillonnage d'eau sur la propriété Moblan. March 2010.
- Vienken Th. & Dietrich P. 2011. Field evaluation of methods for determining hydraulic conductivity from grain size data. Journal of Hydrology 400 (2011) 58–71.
- Vukovic', M., Soro, A., 1992. Determination of Hydraulic Conductivity of Porous Media from Grain-Size Composition, first ed. Water Resources Publications, LLC, Littleton.

Appendix A – Tables

Table 1: Groundwater static levels and elevations

Table 2: Hydrogeologic Conceptual Model (HCM)

Table 3: Numerical model layers

Table 4: Storage parameters

Table 5: Modified Van Genuchten model parameters

Table 6: Recharge areas of numerical model

Table 7: Surface water bodies

Table 8 Estimated steady-state dewatering rates

Table 9 Preliminary transient (and steady-state) dewatering rates

Table 10 Comparison of water balances within the model domain

Table 11 Comparison of discharge into selected surface water bodies

Table 1: Groundwater static levels and elevations

Sample Date	Well No.:		GWM-18-01	GWM-18-02	GWM-18-03	GWM-18-04	GWM-18-05	GWW-18-01	GWW-18-02	GWW-18-03	GW-18-03	GW-18-04	GW-18-06
	Model Surface Elevation	masl	471.83	464.23	405.92	400.16	403.25	481.14	517.14	503.69	502.43	519.62	500.40
	Depth of Well (m)		4.52	4.62	6.72	3.00	6.85	5.36	6.30	1.88	126.00	126.00	126.00
		Units											
12/6/2018	Depth to Static Water Level	m	3.06	2.57	2.55	0.45	0.44	5.36	5.56	0.39	flowing	2.10	nm
12/7/2018	Depth to Static Water Level	m	nm	nm	nm	nm	nm	5.36	5.56	0.58	nm	nm	nm
12/8/2018	Depth to Static Water Level	m	nm	nm	nm	nm	nm	3.36	5.56	0.57	flowing	nm	nm
12/9/2018	Depth to Static Water Level	m	nm	nm	nm	nm	nm	dry	6.02	0.60	0	2.13	nm
12/10/2018	Depth to Static Water Level	m	nm	nm	nm	nm	nm	dry	6.25	0.65	0.5	2.16	nm
12/11/2018	Depth to Static Water Level	m	nm	nm	nm	nm	nm	5.34	5.61	0.52	flowing	2.05	1.49
12/12/2018	Depth to Static Water Level	m	3.13	2.27	1.30	0.62	0.52	dry	5.74	0.58	nm	nm	nm
12/6/2018	Groundwater Elevation	masl	468.77	461.66	403.37	399.71	402.81	475.78	511.58	503.30	flowing	517.52	nc
12/7/2018	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	475.78	511.58	503.11	nc	nc	nc
12/8/2018	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	477.78	511.58	503.12	flowing	nc	nc
12/9/2018	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	dry	511.12	503.09	502.43	517.49	nc
12/10/2018	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	dry	510.89	503.04	501.93	517.46	nc
12/11/2018	Groundwater Elevation	masl	nc	nc	nc	nc	nc	475.80	511.53	503.17	flowing	517.57	498.91
12/12/2018	Groundwater Elevation	masl	468.70	461.96	404.62	399.54	402.73	dry	511.40	503.11	nc	nc	nc
	Model Groundwater Elevation	masl	451.48	448.77	405.05	401.01	402.11	479.64	494.39	498.18	496.35	490.37	496.14
	Hydraulic Head Difference	m	17.22	13.19	-0.43	-1.47	0.62	-3.84	17.01	4.93	5.58	31.20	2.77

Notes:

Groundwater levels recorded in GWM-18-01 to GWM-18-05 and GWW-18-01 to GWW-18-03 are interpreted to have been impacted by drilling water.

masl = metres above sea level

nm = not measured

nc = could not be calculated

In **bold**: groundwater elevation used for calculating the hydraulic head difference.

Table 2: Hydrogeologic Conceptual Model (HCM)

Aquifer	Thickness [m]	K [m/s]	Description
Overburden	< 10	1.0×10^{-4} to 1.0×10^{-6}	topsoil and cohesionless soils consisting of sandy glacially-derived deposits (mixture of sand with some silt and gravel, to silty gravelly sand, to sand and gravel, to cobbles with trace sand, to sandy silt, and silt and sand)
Upper to middle portions of bedrock	< 100	7.4×10^{-7}	mainly of sparsely-fractured crystalline intrusive rocks (gabbro, mafic intrusives and basalt and lesser amounts of pegmatites)
Lower portions of bedrock	> 100	1.5×10^{-8}	mainly of sparsely-fractured crystalline intrusive rocks

Table 3: Numerical model layers

Aquifer	Numerical Model Layer	Thickness [m]	K [m/s]
Overburden	1	5	5.0×10^{-6}
Upper to middle portions of bedrock	*(1)+2+3	*(5)+25+60	5.0×10^{-7}
Lower portions of bedrock	4+5	60+30	1.5×10^{-8}

*Bedrock exposed at surface in model layer 1

Table 4: Storage parameters

Aquifer	Porosity [1]	Specific Yield [1]	Specific Retention [1]	Specific Storage [1/m]
Overburden	0.40	0.10	0.30	0.0001
Bedrock	0.04	0.03	0.01	0.0001

Table 5: Modified Van Genuchten model parameters

Aquifer	S_s [1]	S_R [1]	M [1]	N [1]	A [1/M]	D [1]
Overburden	1	0.75	0.5	0.5	0.0167 (= 1/60)	1
Bedrock	1	0.25	0.5	0.5	0.0167 (= 1/60)	1

Table 6: Recharge areas of numerical model

Area	Area [m ²]	Recharge [mm/year]	Recharge [m ³ /day]	Recharge [L/s]
1	15,902,116	73.1	3,182.6	36.836
2	2,936,290	365.5	2,938.3	34.008
TOTAL	18,838,406	118.7	6,120.9	70.844

Table 7: Surface water bodies

No.	Surface Water Body	Constant Hydraulic Head [masl]
1	Lake Moblan	478.6
2	Pond P1	503.0
3	Pond P2	469.7
4	Pond P3	448.7
5	Pond P4	442.7
6	Pond P5	412.8
7	Pond P6	372.7
8	Pond P7	371.8
9	Pond P8	373.3

Table 8 Estimated steady-state dewatering rates

Stage/Year	Estimated Rate [m ³ /day]	*Percentage [%]	File Name
1	45.1	0.7	m17r_dew_ss_12m.dac
2	137.2	2.2	m17r_dew_ss_2y.dac
3	261.7	4.3	m17r_dew_ss_3y.dac
4	377.9	6.2	m17r_dew_ss_4y.dac
5	508.5	8.3	m17r_dew_ss_5y.dac
6	598.4	9.8	m17r_dew_ss_6y.dac
7	668.9	10.9	m17r_dew_ss_7y.dac
8	804.5	13.1	m17r_dew_ss_8y.dac
9	988.5	16.1	m17r_dew_ss_9y.dac
10	1,103.5	18.0	m17r_dew_ss_10y.dac
11	1,163.5	19.0	m17r_dew_ss_11y.dac
12	1,185.7	19.4	m17r_dew_ss_12y.dac

*Estimated rate as a percentage of total recharge rate of 6,120.9 m³/day

Table 9 Preliminary transient (and steady-state) dewatering rates

End of Year	Estimated Rate [m ³ /day]	File Name
1	4224.8	m14r_dew_tr.dac
2	3292.4	
3	2904.4	
4	2694.9	
5	2556.9	
6	2457.1	
7	2386.2	
8	2329.7	
9	2270.7	
10	2,261.5	
Steady State	2,254.7	m15r_dew_ss.dac

Dewatering Target 365.1 masl

Table 10 Comparison of water balances within the model domain

No.	Scenario File	Baseline m16r_no_dew_ss.dac	Pit Dewatering (365.1 masl) m15r_dew_ss.dac	Unit
1	Recharge	6,120.9	6,120.9	m3/day
2	Pit Dewatering Rate (s1-s5)	0.0	2,254.7	
3	Streams (s1)	3,290.7	1,916.7	
4	Outflow South (s2)	1,663.8	1,173.9	
5	Bypass (s1)	705.0	685.9	
6	Ponds (s1)	461.3	89.7	
	Discharge TOTAL	6,120.8	6,120.9	
	Imbalance	0.1	0.0	

Table 11 Comparison of discharge into selected surface water bodies

No.	Scenario File	Baseline m16r_no_dew_ss.dac	Pit Dewatering (365.1 masl) m15r_dew_ss.dac	Unit
1	Pond P1	0.0	0.0	m3/day
2	Permanent Stream North	171.7	123.8	
3	Permanent Stream East	352.6	133.2	
4	Lac Moblan	330.2	0.0	
5	Permanent Stream South	52.7	0.0	
6	Permanent Stream West, including Ponds P2, P3 and P4	46.5	0.0	
	TOTAL	953.7	257.0	

Appendix B – Figures



- Figure 1: Study area and groundwater recharge in mm/year
- Figure 2: Numerical groundwater flow model in 3D view and distribution of hydraulic conductivities
- Figure 3: Baseline steady state no pit dewatering - hydraulic heads in masl (m16r_no_dew_ss.dac. slice1)
- Figure 4: Hydraulic conductivities from packer tests and 72 hours pumping test
- Figure 5: Distribution of hydraulic conductivities in section view (m17r_dew_ss_12y.dac)
- Figure 6: Modified Van Genuchten model
- Figure 7: Simulated nodal baseflow to streams and ponds in L/s (green to blue)
- Figure 8: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 1
- Figure 9: Drawdown at the end of stage/year 1 (m17r_dew_ss_12m.dac)
- Figure 10: Drawdown detail in m at the end of stage/year 1 (m17r_dew_ss_12m.dac)
- Figure 11: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 2
- Figure 12: Drawdown at the end of stage/year 2 (m17r_dew_ss_2y.dac)
- Figure 13: Drawdown detail in m at the end of stage/year 2 (m17r_dew_ss_2y.dac)
- Figure 14: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 3
- Figure 15: Drawdown at the end of stage/year 3 (m17r_dew_ss_3y.dac)
- Figure 16: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 6
- Figure 17: Drawdown at the end of stage/year 6 (m17r_dew_ss_6y.dac)
- Figure 18: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 9
- Figure 19: Drawdown at the end of stage/year 9 (m17r_dew_ss_9y.dac)
- Figure 20: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 12
- Figure 21: Drawdown at the end of stage/year 12 (m17r_dew_ss_12y.dac)
- Figure 22: Preliminary steady state dewatering rates for 12 pit development stages/years
- Figure 23: Predicted drawdown in m after 1 year of pit dewatering - dewatering target 365.1 masl (m14r_dew_tr.dac)
- Figure 24: Predicted drawdown in m after 2 years of pit dewatering - dewatering target 365.1 masl (m14r_dew_tr.dac)
- Figure 25: Predicted drawdown in m after 5 years of pit dewatering - dewatering target 365.1 masl (m14r_dew_tr.dac)
- Figure 26: Predicted drawdown in m after 10 years of pit dewatering - dewatering target 365.1 masl (m14r_dew_tr.dac)
- Figure 27: Water table after 10 years in section view (m14r_dew_tr.dac, xs3)
- Figure 28: Preliminary dewatering rates - first 10 years - dewatering target 365.1 masl (m14r_dew_tr.dac)

Figure 29: Proposed locations at permanent streams for baseflow measurement

Figure 30: Monitoring well locations



Figure 1: Study area and groundwater recharge in mm/year

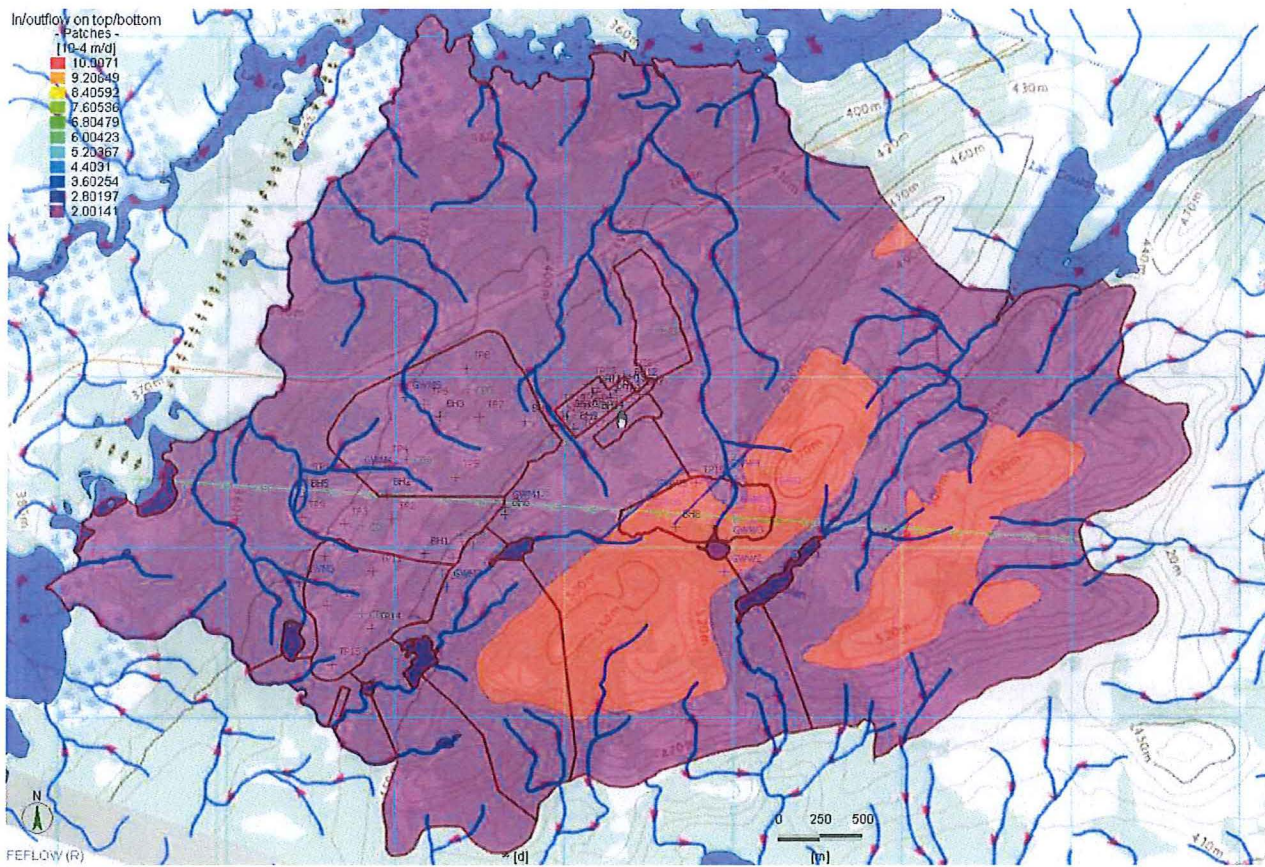


Figure 2: Numerical groundwater flow model in 3D view and distribution of hydraulic conductivities

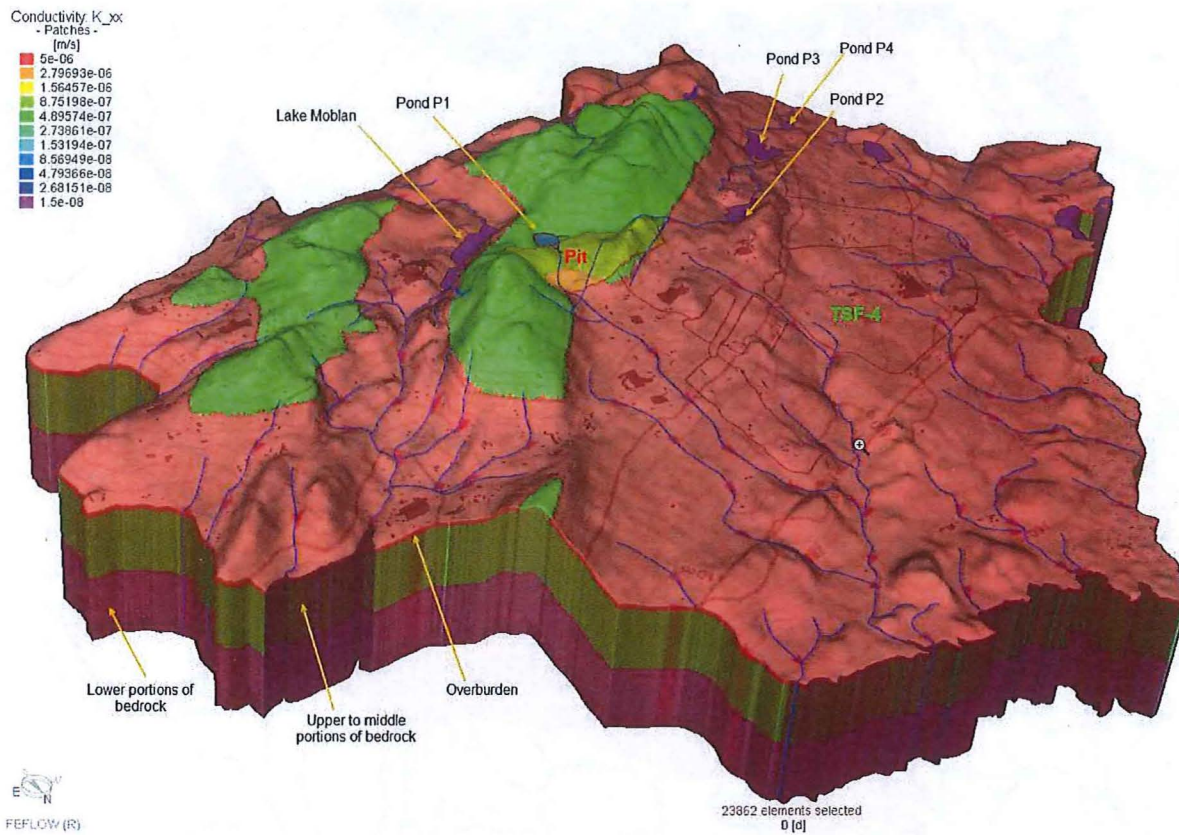


Figure 3: Baseline steady state no pit dewatering - hydraulic heads in masl (m16r_no_dew_ss.dac. slice1)

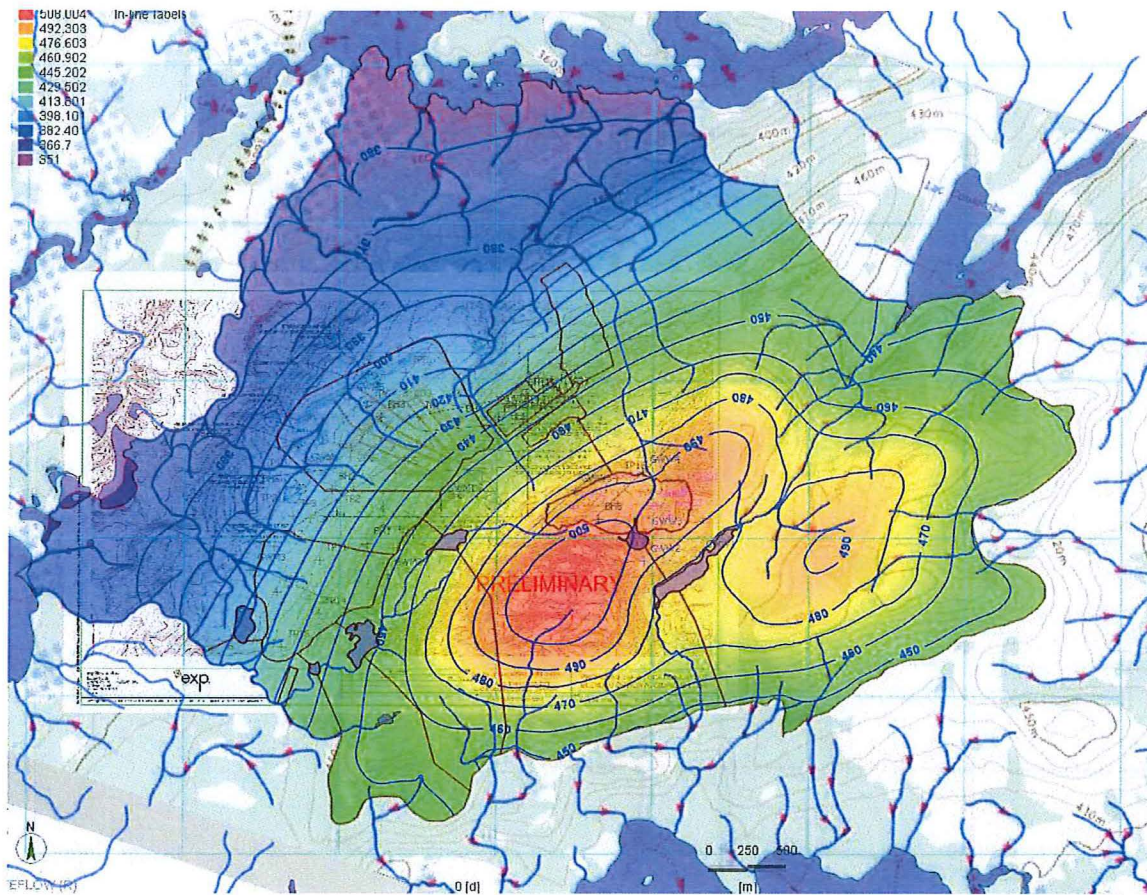


Figure 4: Hydraulic conductivities from packer tests and 72 hours pumping test

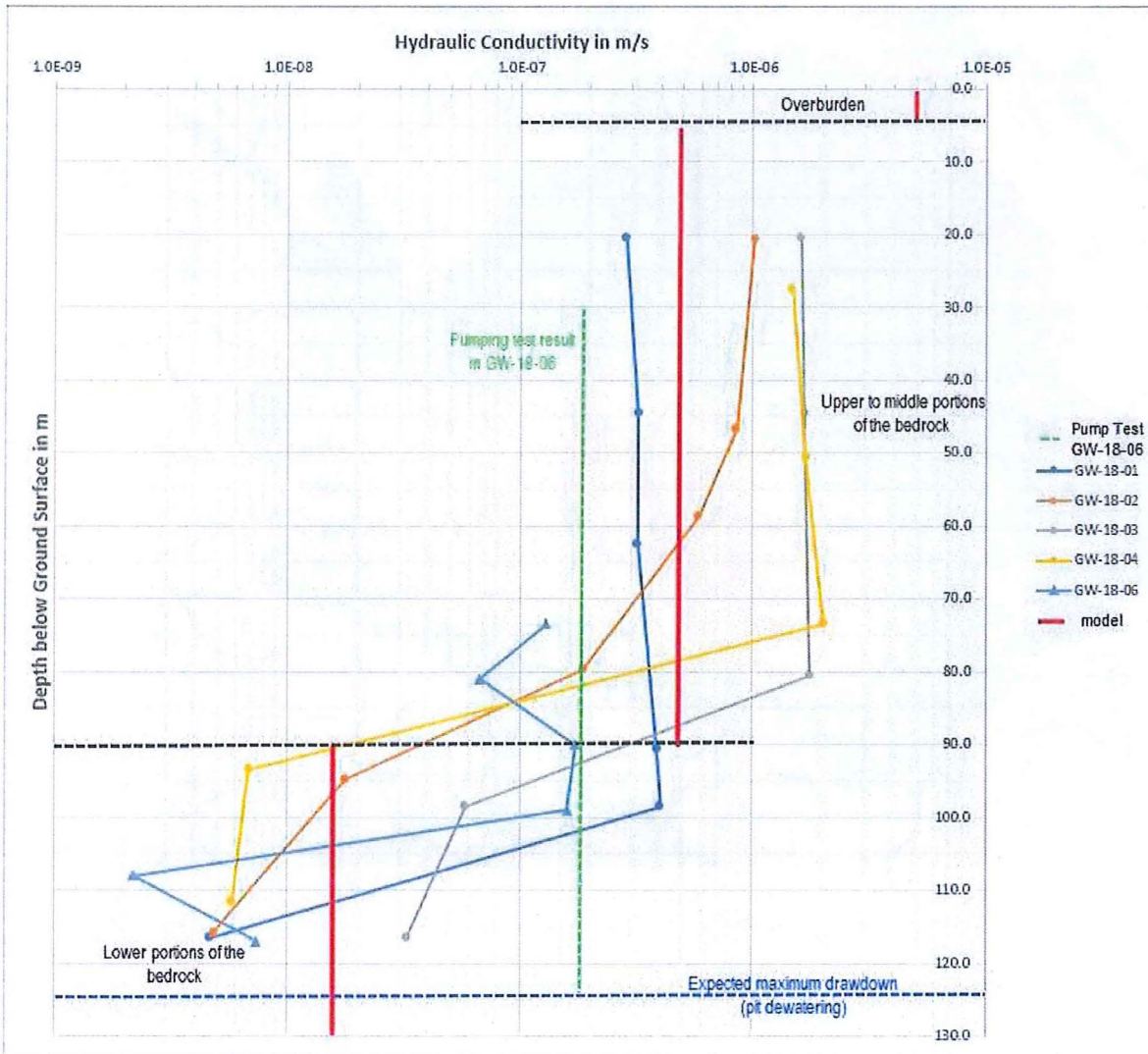
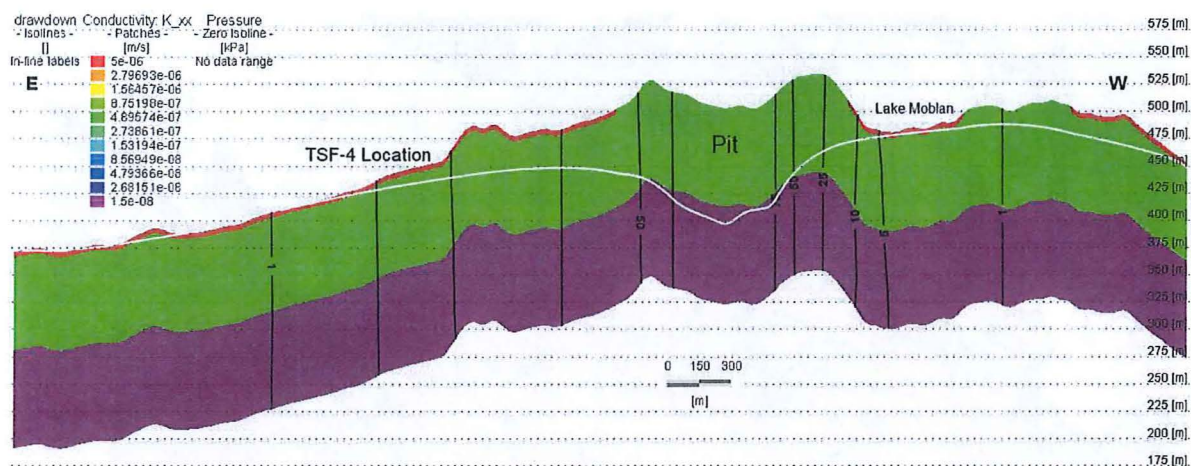


Figure 5: Distribution of hydraulic conductivities in section view (m17r_dew_ss_12y.dac)



The cross-section location is shown on Figure 1. The white line represents the water table.

Figure 6: Modified Van Genuchten model

$$s_e \equiv (s - s_r) / (s_s - s_r) = \begin{cases} [1 + (-\alpha\psi)^n]^{-m}, & \psi < 0 \\ 1, & \psi \geq 0 \end{cases}$$

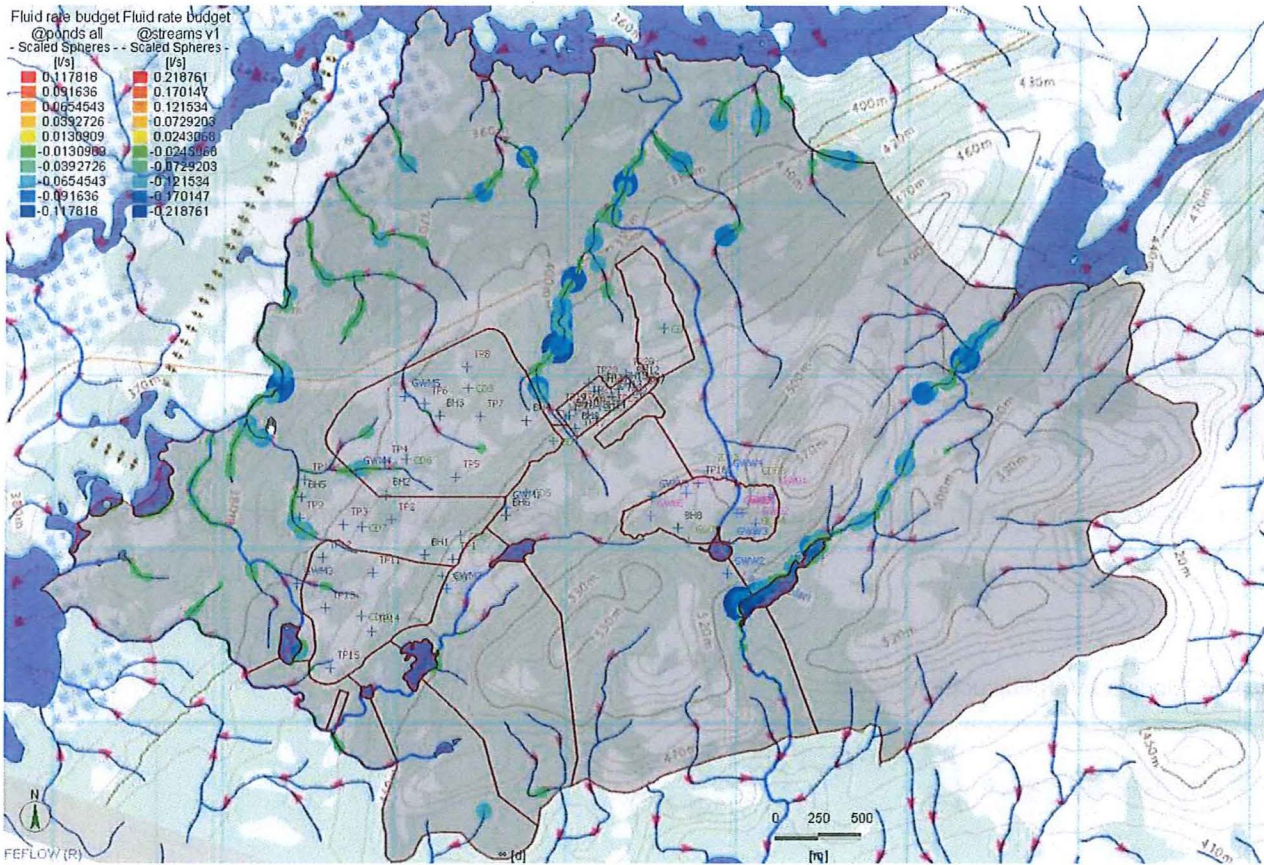
$$K_r = s_e^\delta$$

$\alpha > 0, m > 0, n > 0$

s	Saturation	(fluid volume per void volume)
s_r	Residual saturation	(fluid volume per void volume)
s_s	Maximum saturation	(fluid volume per void volume)
s_e	Effective saturation	(unitless)
ψ	Pressure head	(units of length)
α	Fitting parameter	(units of length ⁻¹)
m, n, δ	Fitting parameters	(unitless)
K_r	Relative conductivity	(unitless)

Please note: All highlighted parameters are available for assignment.

Figure 7: Simulated nodal baseflow to streams and ponds in L/s and in green to blue colors (m16r_no_dew_ss.dac)



FEFLOW (R)

Figure 8: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 1

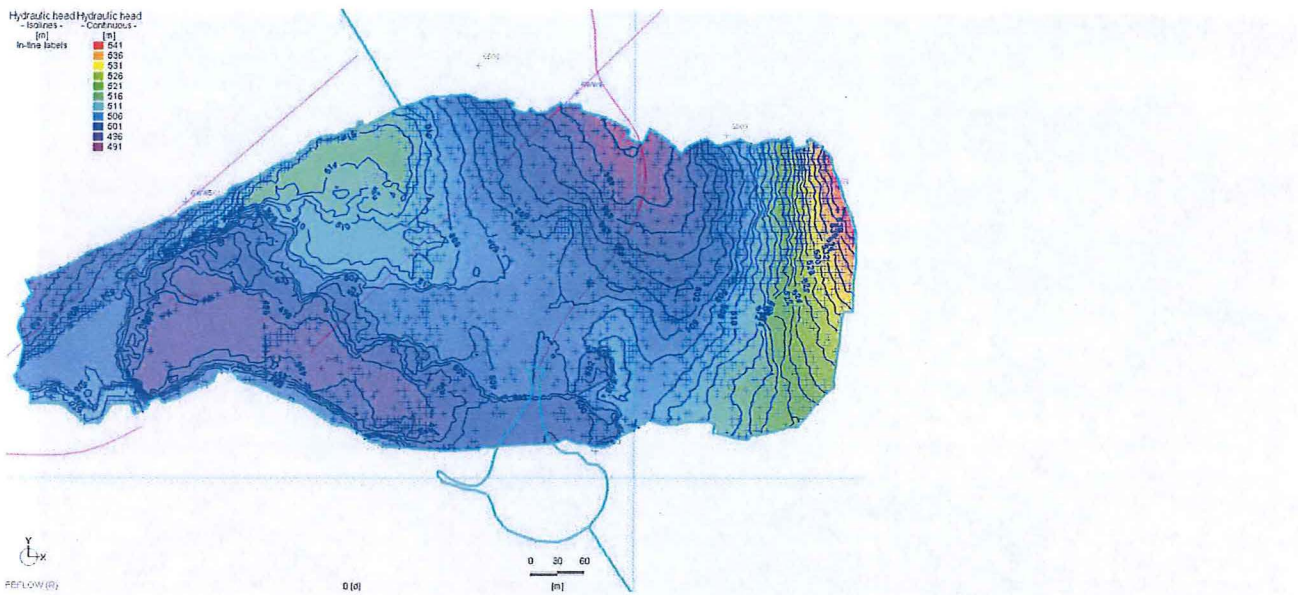


Figure 9: Drawdown in m at the end of stage/year 1 (m17r_dew_ss_12m.dac)

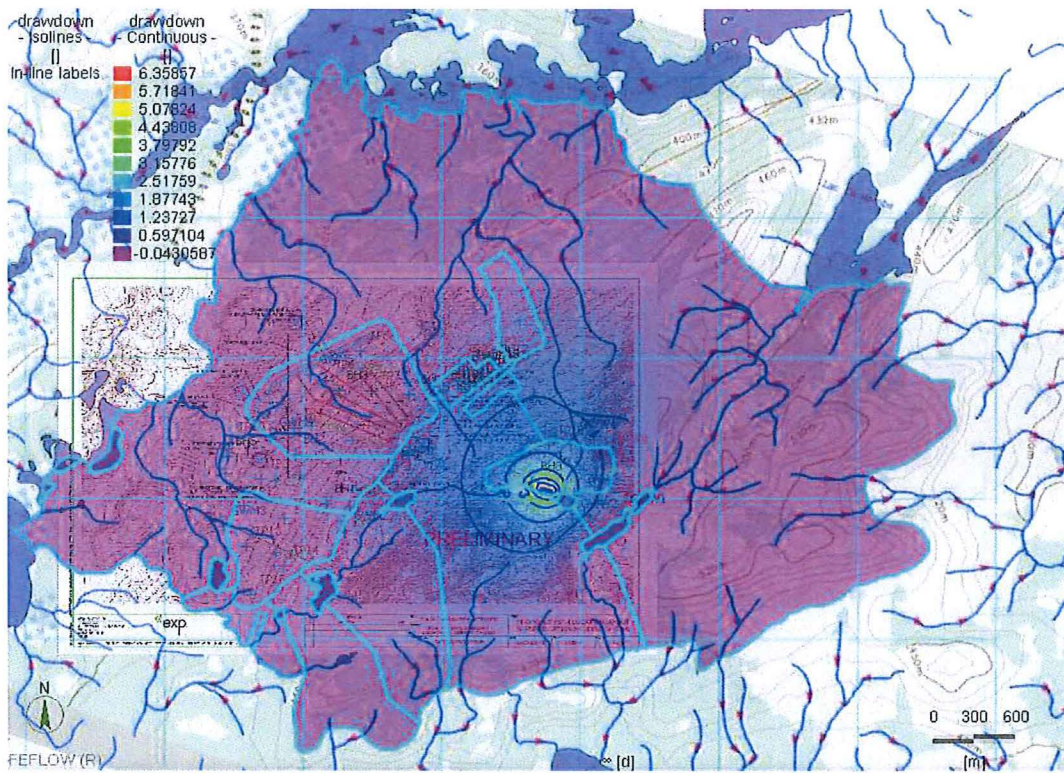


Figure 10: Drawdown detail in m at the end of stage/year 1 (m17r_dew_ss_12m.dac)

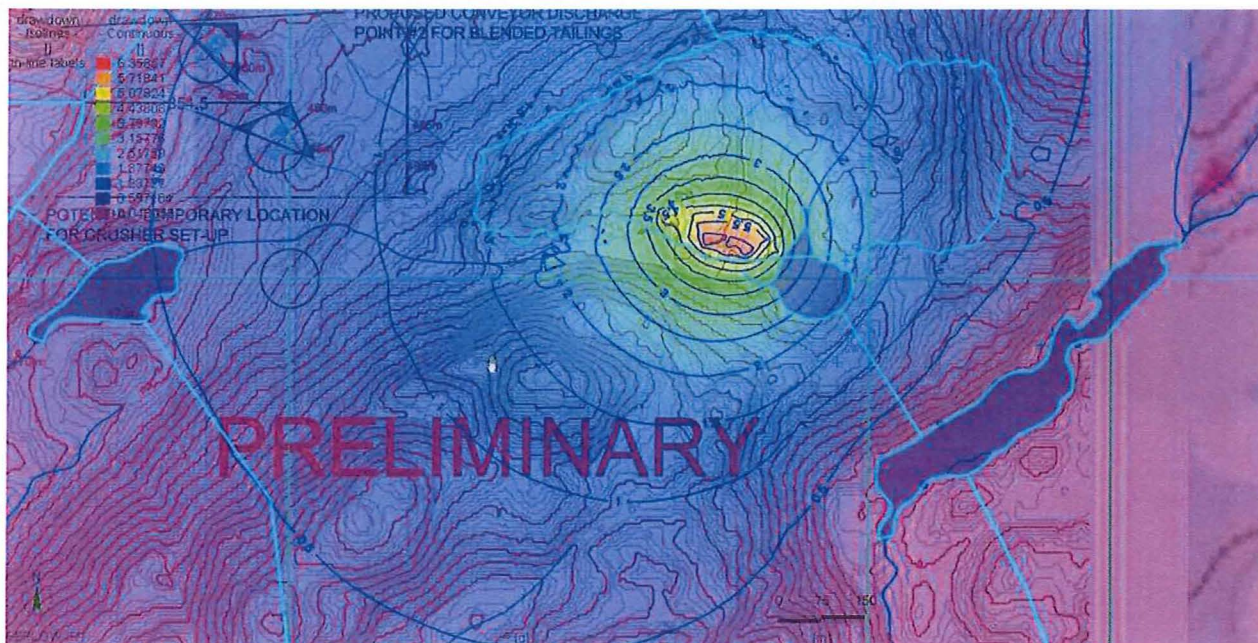


Figure 11: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 2

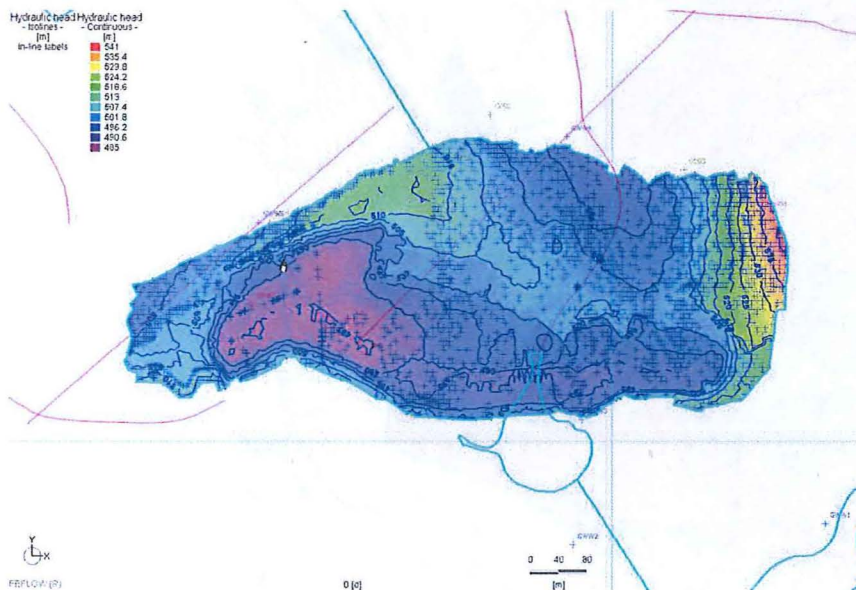


Figure 12: Drawdown in m at the end of stage/year 2 (m17r_dew_ss_2y.dac)

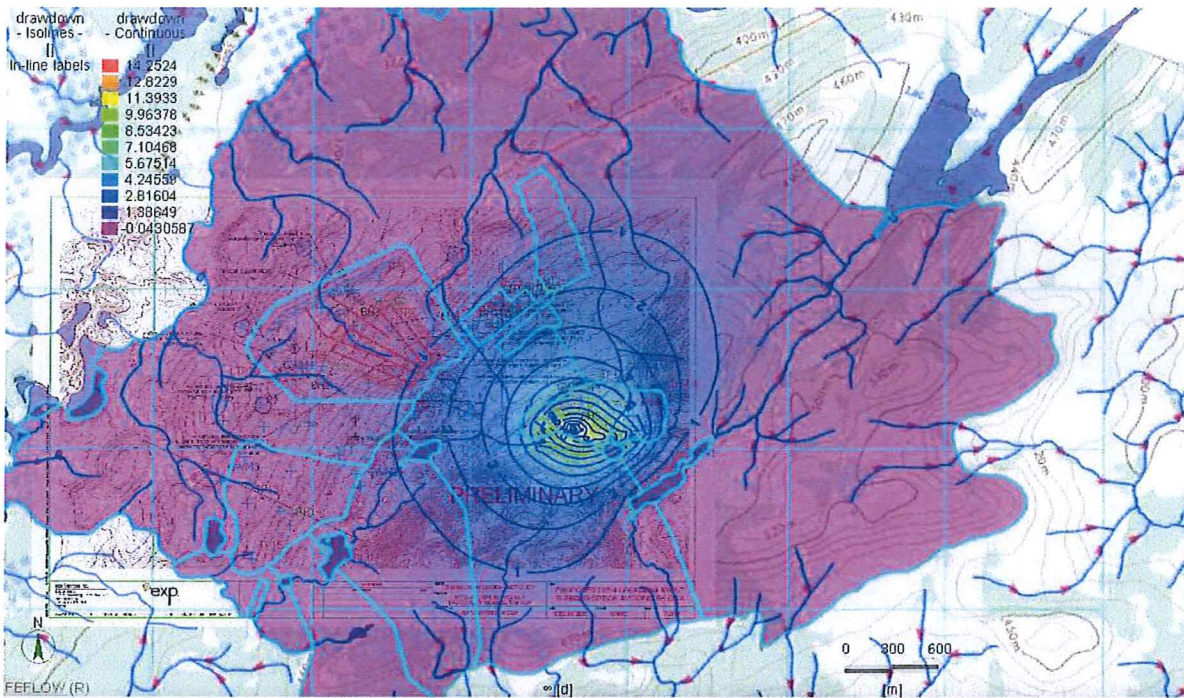


Figure 13: Drawdown detail in m at the end of stage/year 2 (m17r_dew_ss_2y.dac)

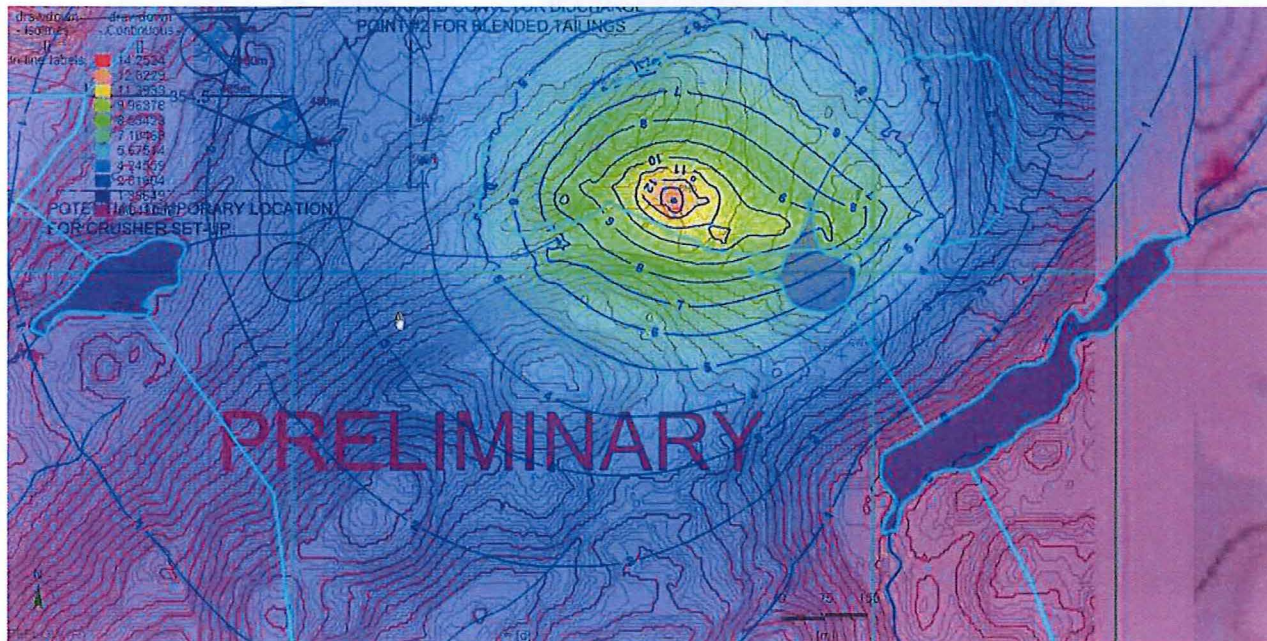


Figure 14: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 3

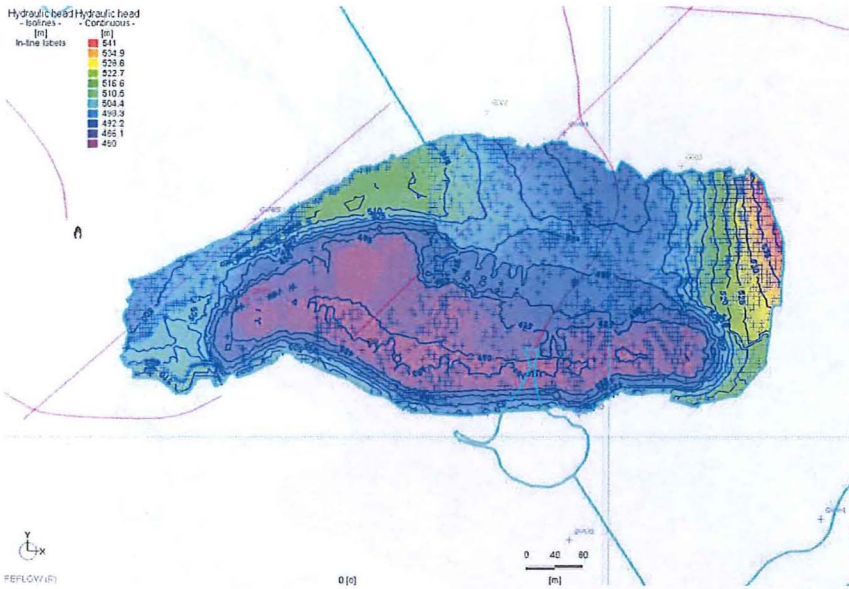


Figure 15: Drawdown in m at the end of stage/year 3 (m17r_dew_ss_3y.dac)

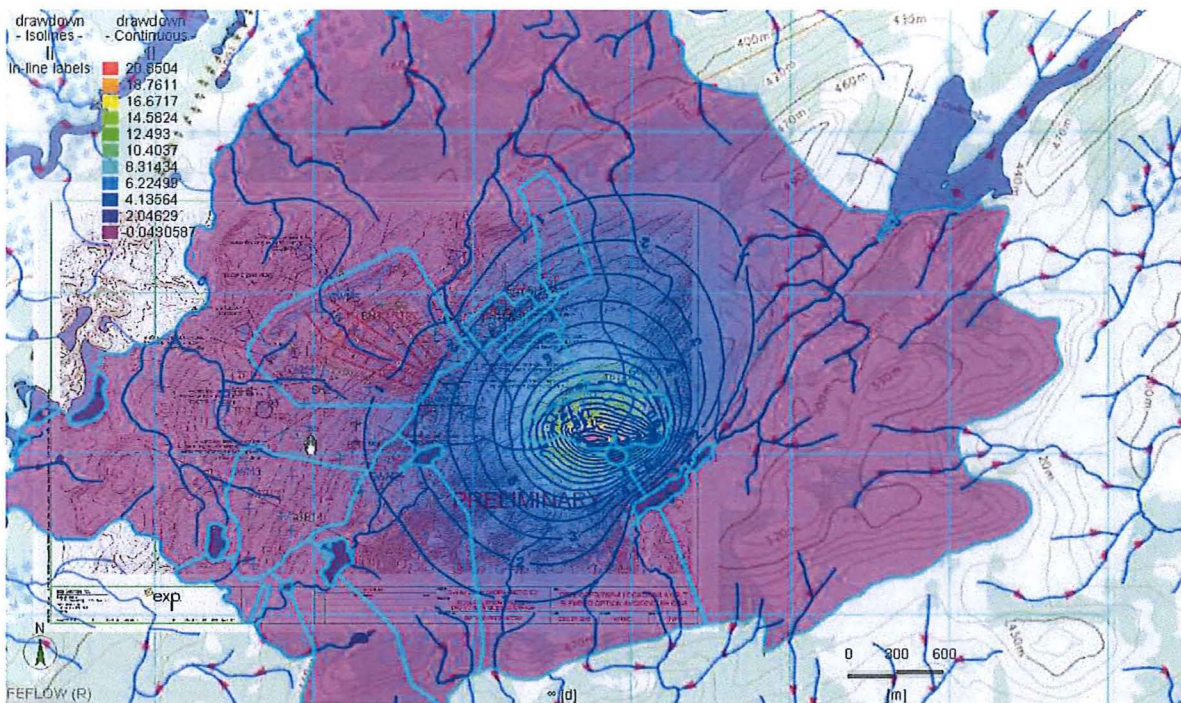


Figure 16: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 6

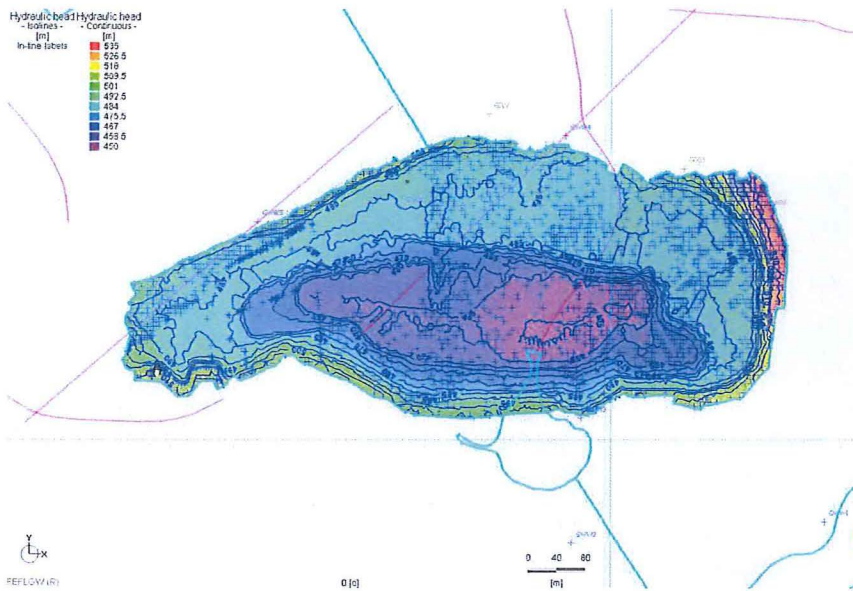


Figure 17: Drawdown in m at the end of stage/year 6 (m17r_dew_ss_6y.dac)

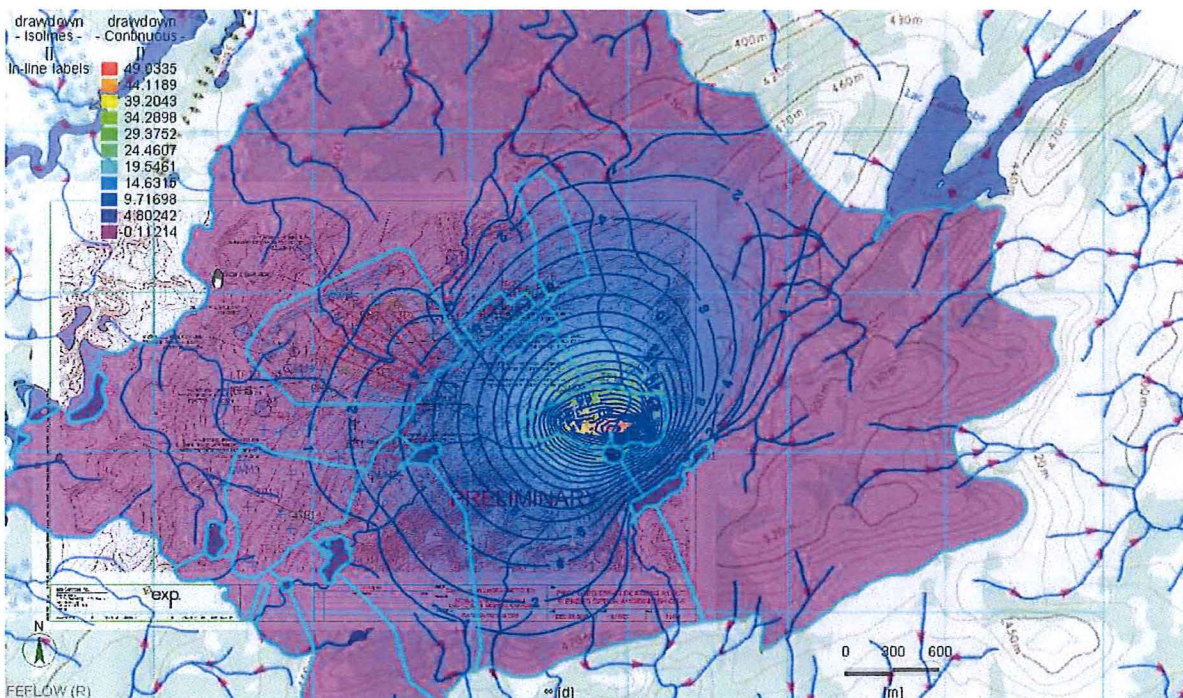


Figure 18: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 9

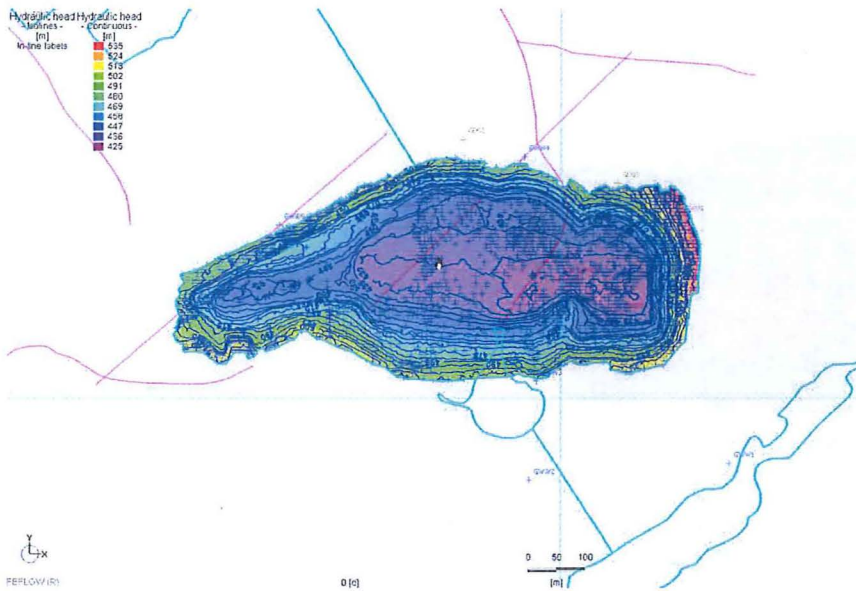


Figure 19: Drawdown in m at the end of stage/year 9 (m17r_dew_ss_9y.dac)

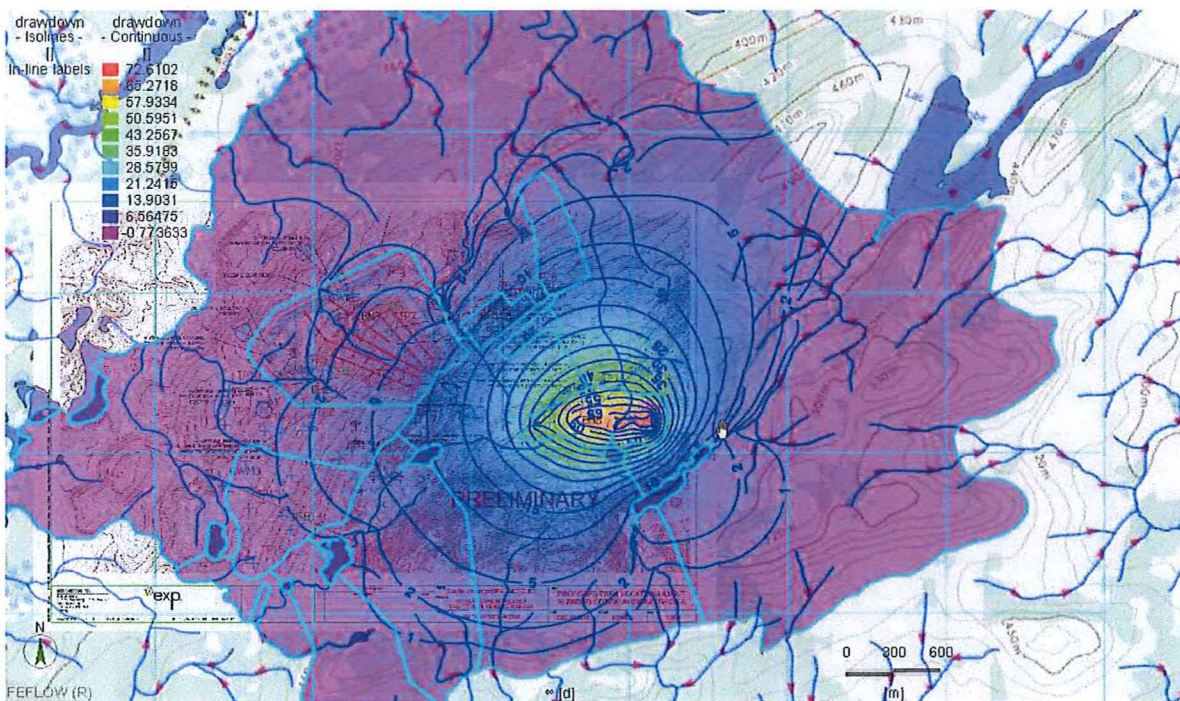


Figure 20: Boundary condition (constant hydraulic heads with outflow constraint) at the end of stage/year 12

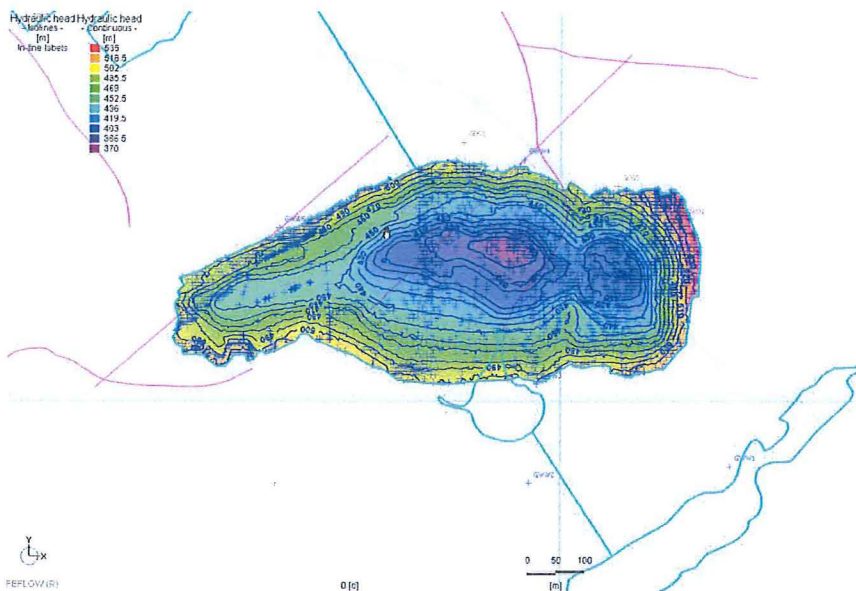


Figure 21: Drawdown in m at the end of stage/year 12 (m17r_dew_ss_12y.dac)

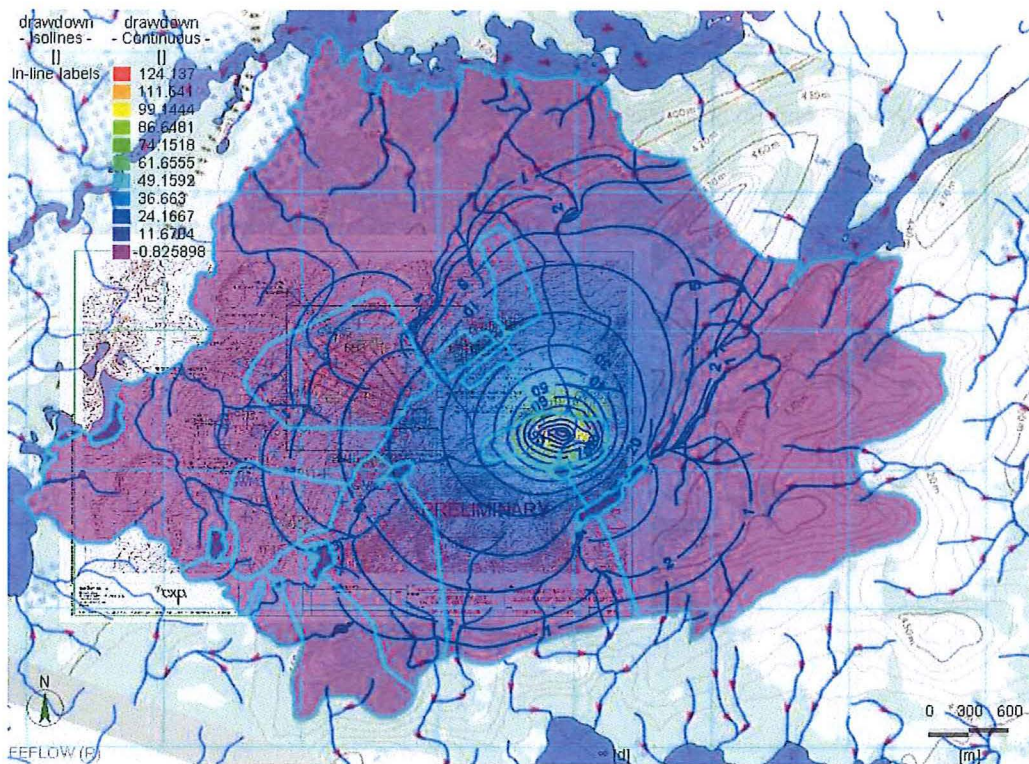


Figure 22: Preliminary steady state dewatering rates for 12 pit development stages/years

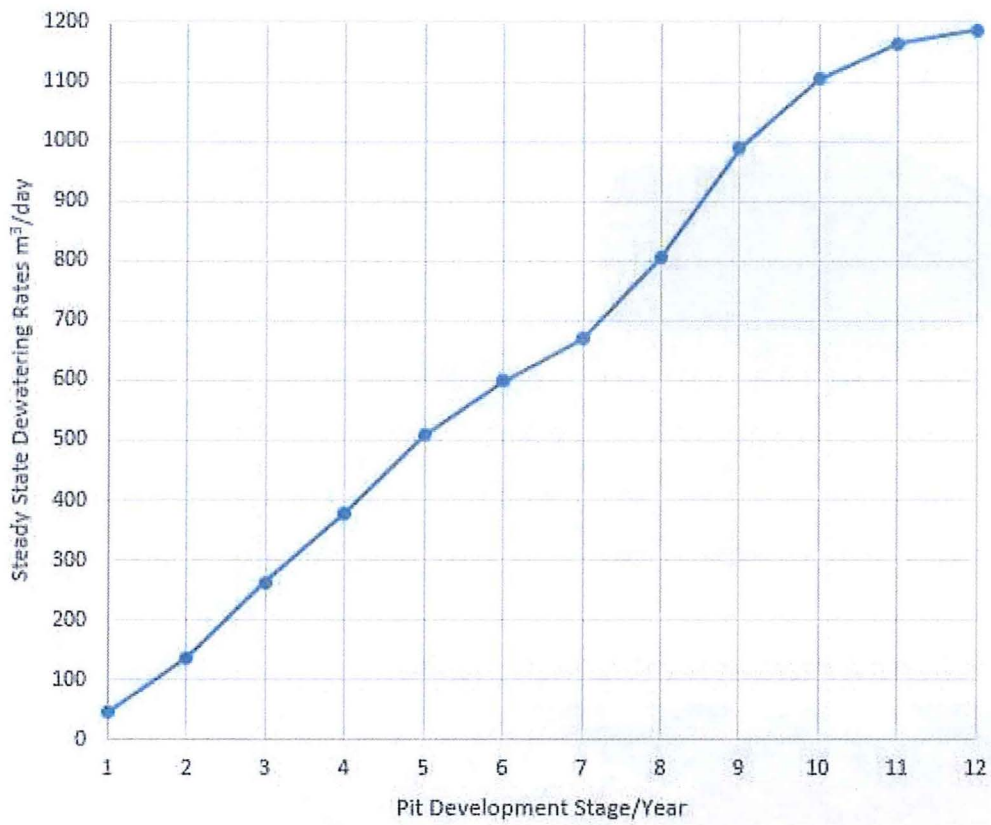


Figure 23: Predicted drawdown in m after 1 year of pit dewatering - dewatering target 365.1 masl (m14r_dew_tr.dac)

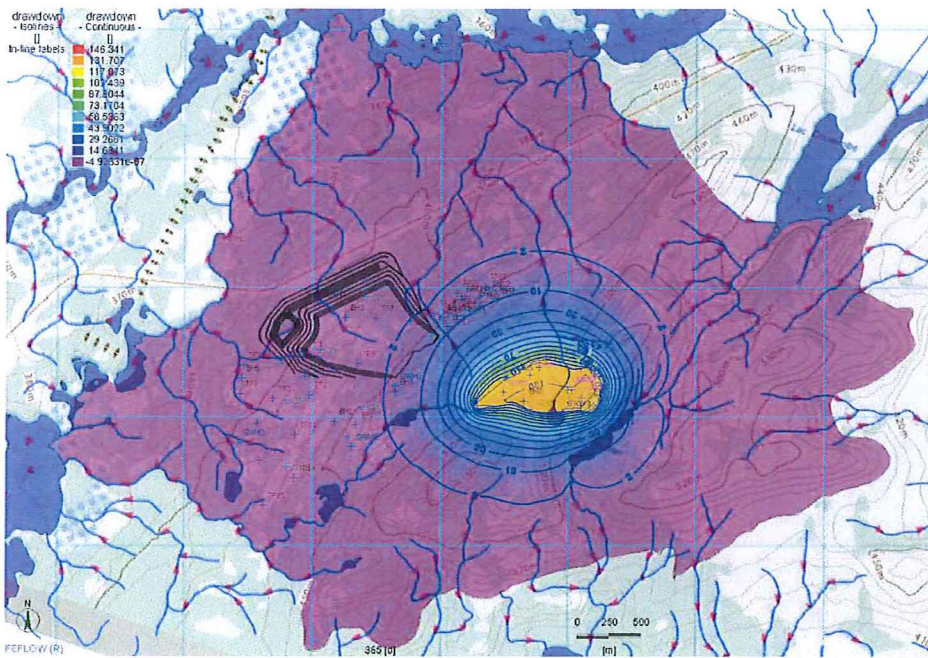


Figure 24: Predicted drawdown in m after 2 years of pit dewatering - dewatering target 365.1 masl (m14r_dew_tr.dac)

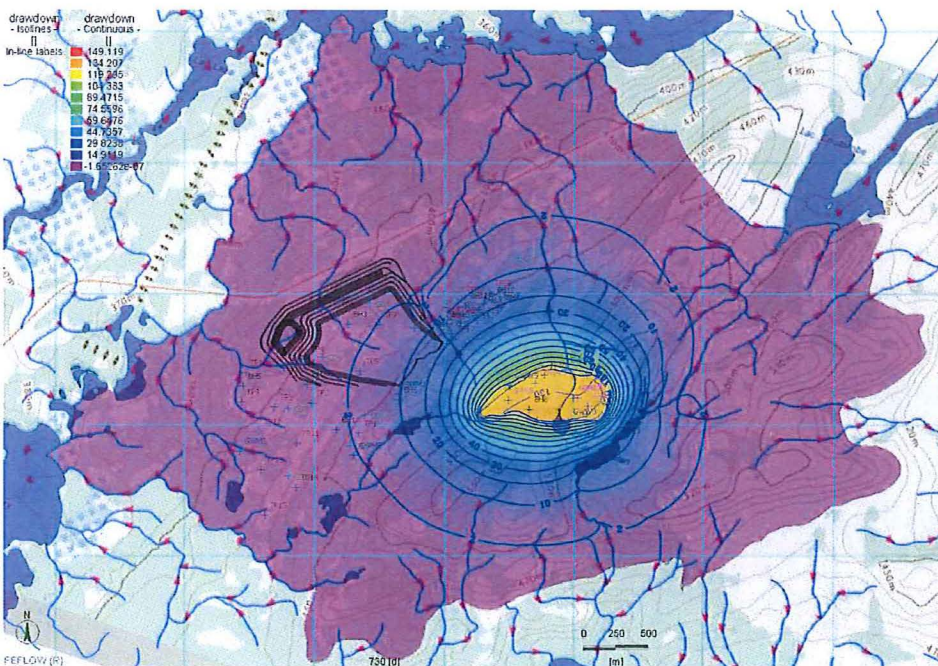


Figure 25: Predicted drawdown in m after 5 years of pit dewatering - dewatering target 365.1 masl (m14r_dew_tr.dac)

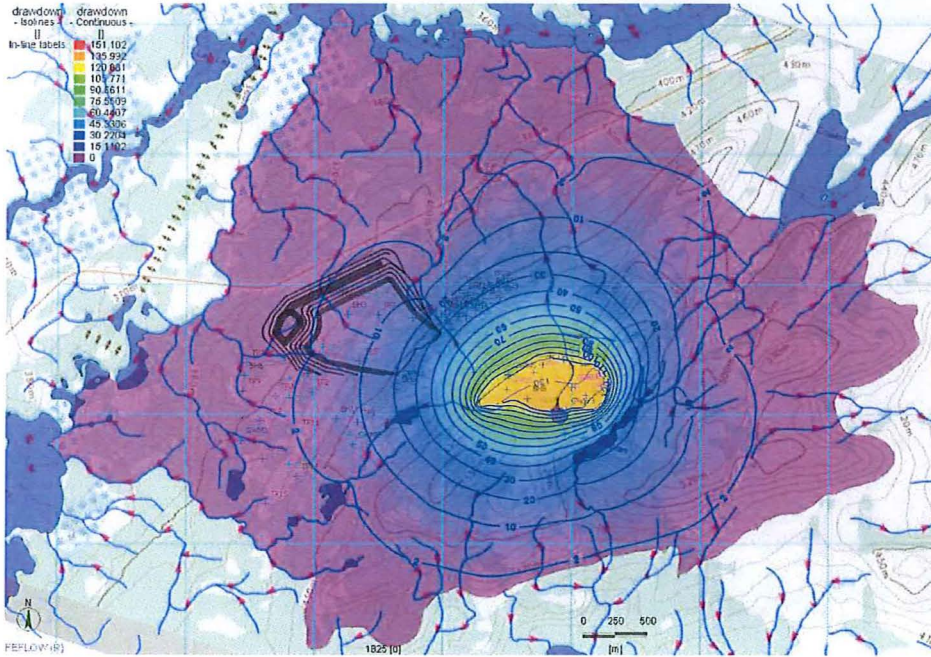


Figure 26: Predicted drawdown in m after 10 years of pit dewatering - dewatering target 365.1 masl (m14r_dew_tr.dac)

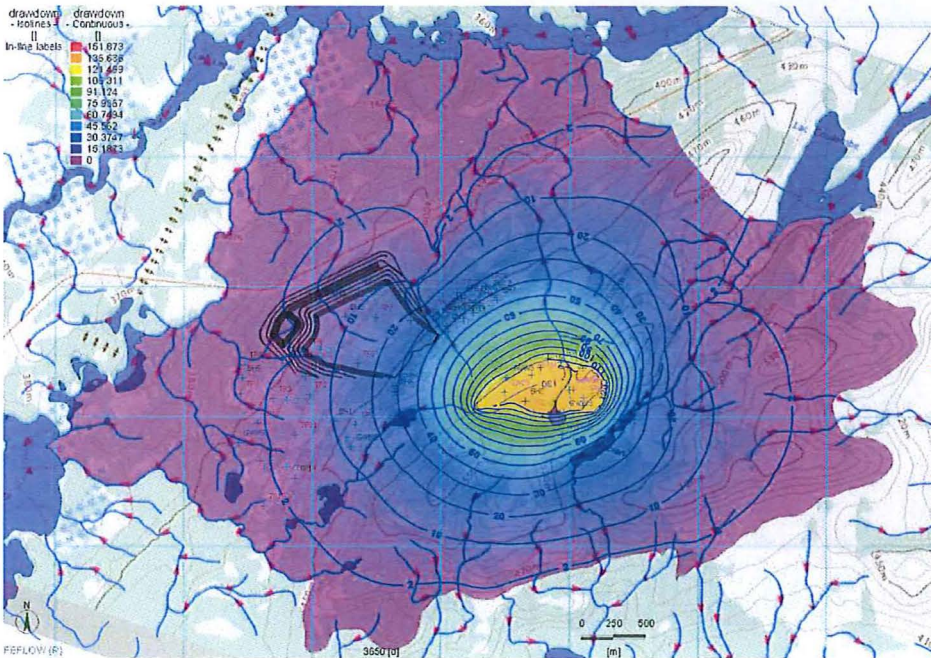
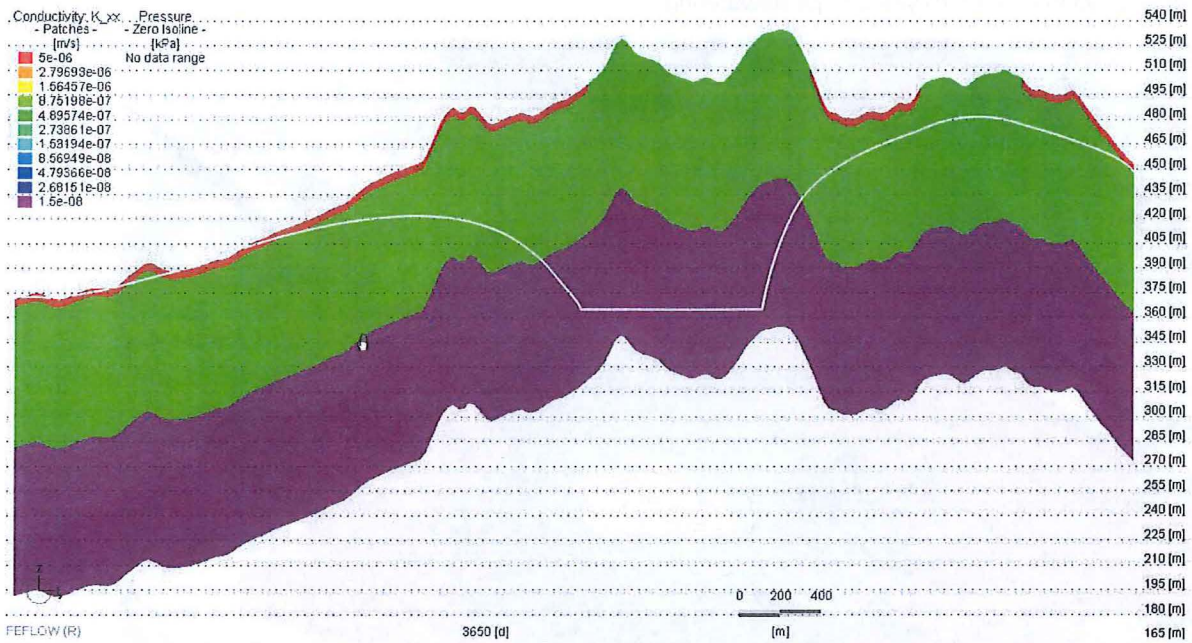


Figure 27: Water table after 10 years in section view (m14r_dew_tr.dac, xs3)



The cross-section location is shown on Figure 1. The white line represents the water table.

Figure 28: Preliminary Dewatering Rates - First 10 Years - Dewatering target 365.1 masl (m14r_dew_tr.dac)

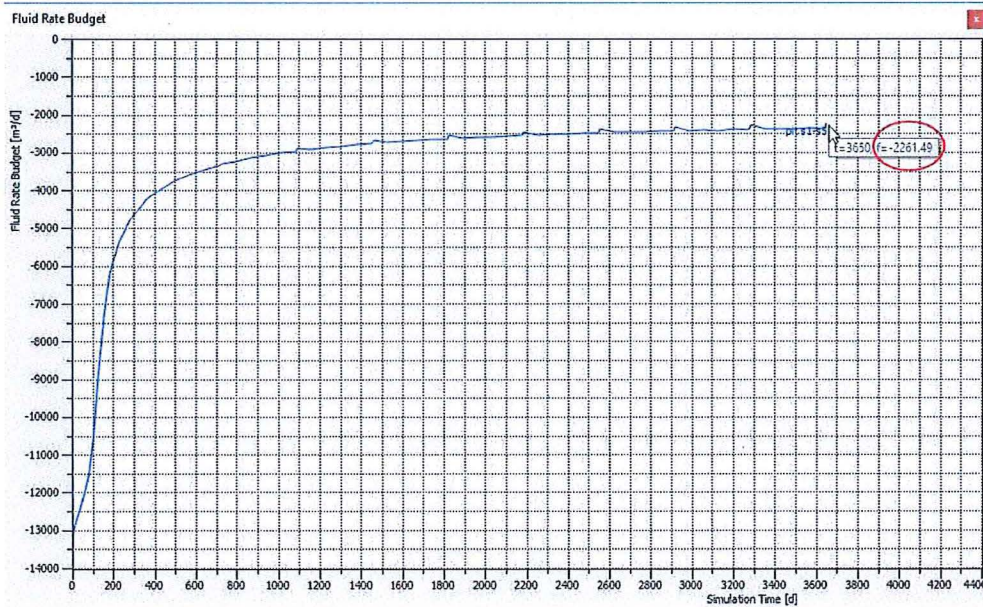


Figure 29: Proposed locations at permanent streams for baseflow measurement
Predicted drawdown in m after 10 years of pit dewatering

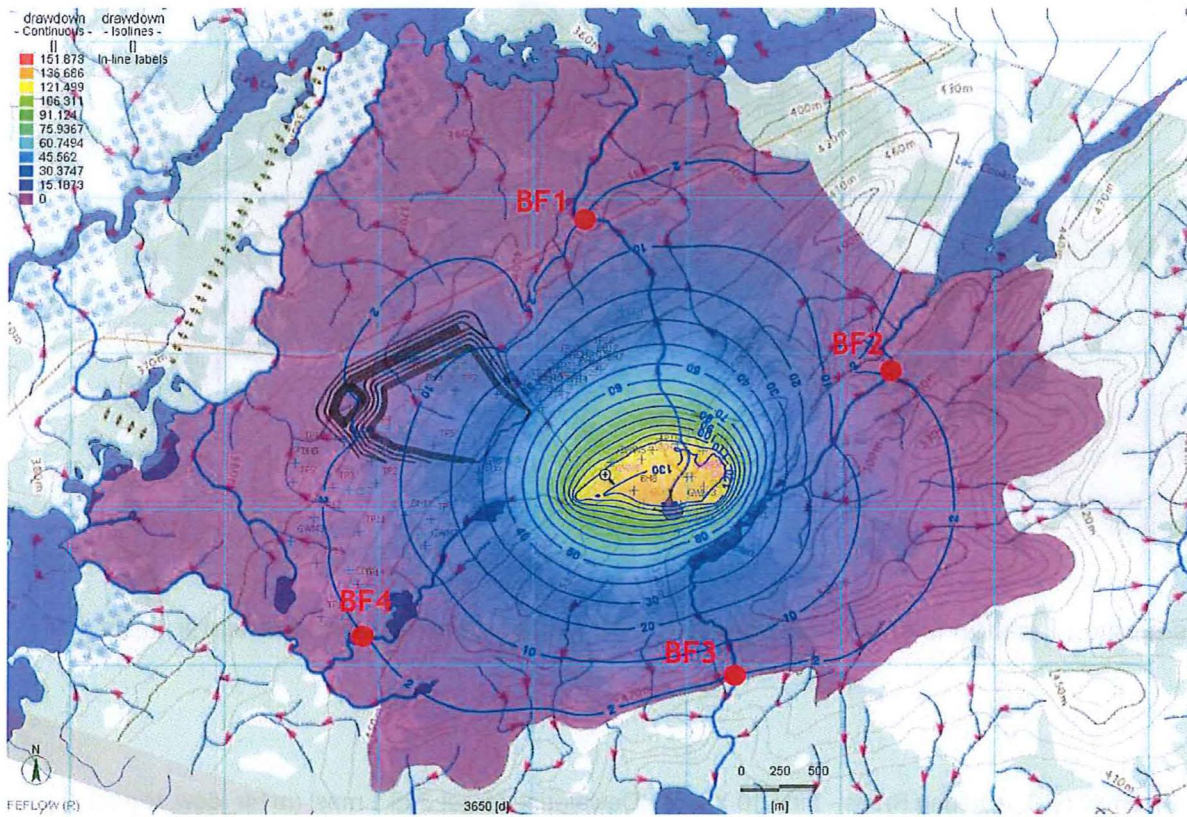
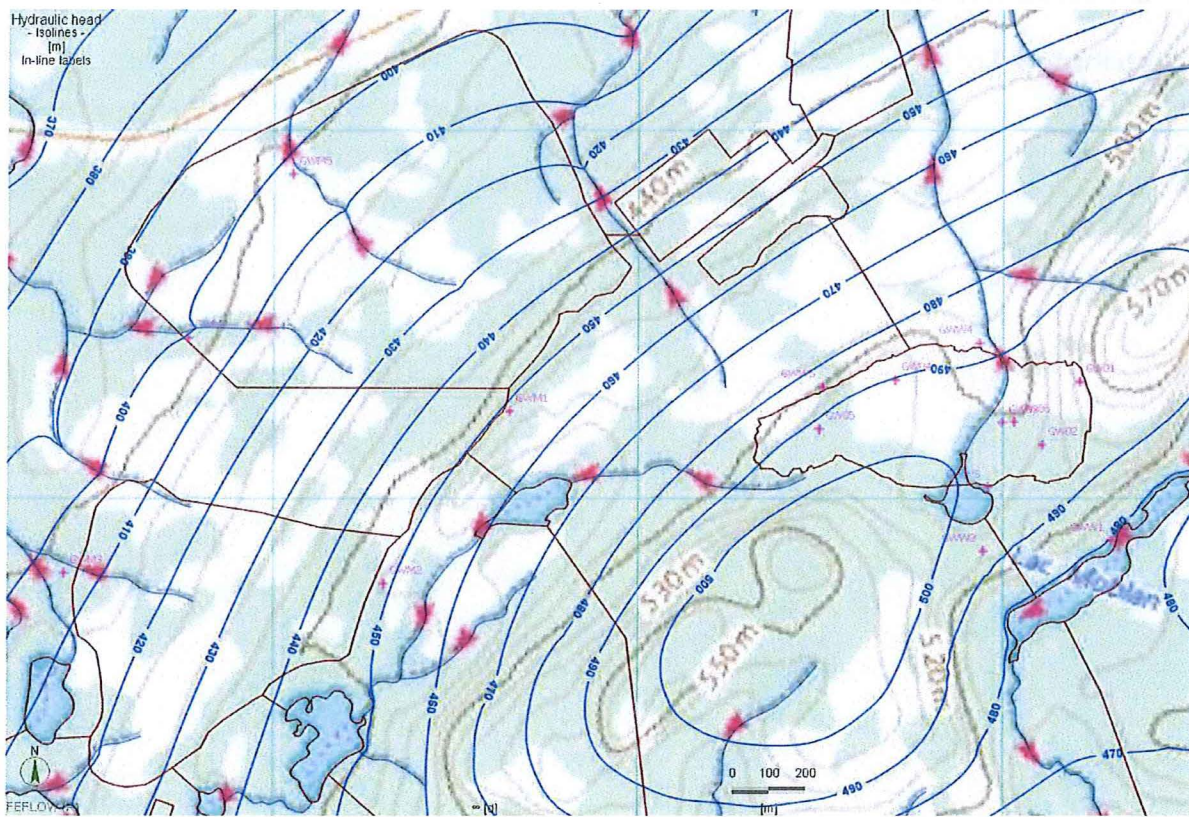


Figure 30: Monitoring well locations



List of Distribution

Report Distributed To:

DRA Met-Chem

Annexe XVII.03

Note technique – Impacts potentiels du dénoyage de la fosse sur le lac Moblan (EXP, 2019)



170, rue Deveault
Gatineau, QC J8Z 1S6, CANADA
t: +1.819.778.1770 • www.exp.com

February 21, 2019

Deling Xian, M.Eng.

555, boul. René-Lévesque Ouest, 6^{ième} étage
Montréal, QC, H2Z 1B1

Ref: **ECRS-00247883-10**

Technical Note: Impacts of pit dewatering at Lac Moblan

Dear Deling,

We have assessed the impact of the mine pit dewatering on Lac Moblan located south of the proposed mine pit.

The numerical groundwater flow model suggests that the drawdown of the ground water level caused by the mine pit dewatering at the location of Lac Moblan will likely occur around year 7 after the start of the mine excavation. At that time, the model shows that the groundwater level will have been drawn down at or near the elevation of Lac Moblan and therefore potentially reversing the base flow into Lac Moblan. At that time Lac Moblan could theoretically start emptying itself into the ground.

Currently, it is unknown if Lac Moblan is in hydrogeologic contact with the groundwater and if so, to what extent. In order to assess the impacts of such a theoretical event we have estimated using conservative assumptions, the potential flow lost through the bottom of the lake once the groundwater is lowered below the level of the lake. These assumptions and data were used in our calculations:

1. Surface area of the lake estimated at 47,500 m² (from CAD drawing);
2. Max depth of Lac Moblan: 4.1m (Hatch 2018)
Note: for our calculations we will assume an average depth of 50% of the maximum depth;
3. The sediments are of a silty (loamy/clayey) nature. A hydraulic conductivity of 1x10⁻⁸ m² (Freeze and Cherry, 1979) will be used;
4. The sediment thickness is assumed at 1.0 m.

The estimated outflow through one unit area of the lake bottom is estimated with the following relationship:

HATCH
REFERENCE DOCUMENT
No.: E357755-EXP-229-230-0006_Sub001



170, rue Deveau
Gatineau, QC J8Z 1S6, CANADA
t: +1.819.778.1770 • www.exp.com

$Q = c \times h \times A$ and $c = K/b$

c = transfer rate [1/s]

h = hydraulic head (water column) [m]

A = lake area [m²]

b = thickness [m]

K = hydraulic conductivity

$$Q = (10^{-8} \text{ m/s} / 1.0 \text{ m}) \times 2.05 \text{ m} \times 47,500 \text{ m}^2 = 9.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 83.8 \text{ m}^3/\text{day}^1$$

These estimates are highly sensitive to the assumptions used in the calculation. For example, a change of the hydraulic conductivity, which is notoriously difficult to determine, may change the estimate by an order of magnitude (840m³/day instead of 84m³/day). Also, we have assumed a sediment thickness of 1.0 meter. A doubling of the sediment thickness will reduce the outflow by half.

In any event, the groundwater flow model revealed the potential impact on Lac Moblan due to the drawdown of the groundwater level induced by the mine pit dewatering. At this stage, it is difficult to ascertain exactly when and by how much Lac Moblan will be impacted. For this reason, the following is recommended:

1. Install a network of monitoring wells between the mine pit and Lac Moblan;
2. Further study Lac Moblan for water level fluctuations, hydraulic gradient, bathymetry, sediment composition and thickness.
3. Monitor flow and both outlets of Moblan Lake, NE and S.

To mitigate the potential impacts, runoff water from the adjoining watershed (clean surface runoff from Pond P1's watershed) could be diverted to Lac Moblan's watershed. The daily flow available for diversion is estimated at 176m³/day. Furthermore, water from the pit dewatering operations estimated at 700m³/day could also be diverted to Lac Moblan's watershed after treatment. The total available water to replenish Lac Moblan's losses is estimated at 876m³/day.

I hope this answers any questions you may have, and I remain at your disposal at all times.

Marc Drouin Eng., M. Sc

Director, EXP Services

¹ This estimate is an initial rate as wetted perimeter and total head will reduce over time